



Universidad Autónoma de Baja California
Instituto de Ciencias Agrícolas

XII CONGRESO

INTERNACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Simposium en Agricultura Sustentable

OCTUBRE
29 y 30 09

Mexicali, Baja California



MEMORIAS



Gowan
MEXICANA



MOLINERA DEL VALLE, S.A. DE C.V.



COMITÉ ESTATAL DE
SANIDAD VEGETAL DE
BAJA CALIFORNIA
www.cesavebc.com

Usuarios de los
Módulos de Riego
8, 10, 17



XII CONGRESO INTERNACIONAL EN CIENCIAS AGRICOLAS



PRESENTACION

La investigación científica es una actividad a través de la cual el hombre genera conocimientos y tecnologías, los cuales son imprescindibles para lograr el desarrollo de la sociedad, lo que a su vez se confiere a las instituciones de educación superior en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Es por ello que la Universidad Autónoma de Baja California, a través del Instituto de Ciencias Agrícolas y de los Profesores e Investigadores del mismo, organizaron el XII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas para que los investigadores nacionales y del extranjero hicieran públicos los resultados de sus investigaciones, con el propósito de que los productores agrícolas, estudiantes, académicos y científicos, tuvieran acceso a estos conocimientos, para que los primeros resuelvan problemas en sus sistemas de producción y mejoren su productividad, los estudiantes y académicos actualicen sus conocimientos que aplican en el proceso de enseñanza aprendizaje, y los científicos complementen su conocimiento y mejoren sus reflexiones para el planteamiento de problemas y la formulación de hipótesis científicas que utilizan en sus investigaciones.

La Universidad Autónoma de Baja California, personalizada en los Profesores e Investigadores del Instituto de Ciencias Agrícolas, hizo extensiva la convocatoria a productores, técnicos, académicos, investigadores y estudiantes de las ciencias agrícolas, para ser partícipes en el XII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas que se celebró los días 29 y 30 de Octubre de 2009, en la ciudad de Mexicali, Baja California. De tal manera que dicha convocatoria fue de gran aceptación, puesto que se presentaron resultados de investigaciones en las áreas de cultivos en condiciones controladas, agricultura orgánica, fitopatología, salinidad, drenaje, fertilidad de suelos, uso y manejo de fertilizantes, plagas, alelopatía de especies, manipulación fisiológica de plantas con reguladores de crecimiento, entre otros temas relacionados con los problemas que ocurren en el campo de Baja California, de México y del mundo. Con una clara visión de los problemas actuales y comprometidos con la sociedad y la comunidad productiva agrícola, el Instituto de Ciencias agrícolas organiza este magno evento.

Por lo anterior, el Comité Organizador que represento, expresa su más amplio reconocimiento a todas las instituciones de educación superior, a los centros de investigación agrícola, a las autoridades universitarias, y a la Dirección del Instituto de Ciencias Agrícolas, por el apoyo que se brindó para que esta reunión científica fuera posible en bien de la sociedad en general, toda vez que en la medida que se avanza en la solución de problemas que ocurren en el campo mexicano y del mundo, se incrementa la producción de alimentos y, en consecuencia, el bienestar de la sociedad al ser más accesibles los alimentos para cada ciudadano.

Cordialmente.

Dr. Manuel Cruz Villegas.

Presidente del Comité Organizador.

Mexicali, Baja California, octubre de 2009.



Comité Organizador



Dr. Manuel Cruz Villegas
Presidente

Dr. Alejandro Manelik García López
Secretario

C.P. Raúl Felipe Maganda
Tesorero

Revisión Científica

Dr. Alejandro Espinoza Calderón
Dr. Alejandro Manelik García López
Dr. Alfredo Beltrán Morales
Dr. Bernardo Murillo Amador
Dr. Carmelo Pinedo
Dr. Daniel González Mendoza
Dr. Edgar Omar Rueda Puente
Dr. Luis Fernando Escoboza García
Dr. Francisco Zavala García
Dr. Higinio Espinoza Ruíz
Dr. Ismael Hernández Betancourt
Dr. Iván Ortiz-Monasterio Rosas
Dr. Jaime Olguín Peña
Dr. Jesús Humberto Nuñez
Dr. Jesús Román Calleros
Dr. Jesús Santillano Cázares
Dr. José Grageda Grageda
Dr. José Guadalupe Loya R.
Dr. Juan Francisco Ponce Medina
Dr. Leopoldo Partida Ruvalcaba
Dr. Liborio Fenech Larios
Dr. Luis A. de la Peña Arellano
Dr. Luis Jorge Durón Noriega
Dr. Luis Miguel Tamayo Peñuñuri

Dr. Manuel de Jesús Valenzuela Ruíz
Dr. Mario Antonio Tarazón Herrera
Dr. Onésimo Grimaldo Juárez
Dr. Oscar Viramontes Olivas
Dr. Roberto Soto Ortiz
Dr. Salvador Medina Cervantes
Dr. Sergio Zamora
Dr. Tomás Díaz Valdéz
Dra. Silvia Mónica Aviles Marín
Dra. María Esther Puente
Dra. Lourdes Cervantes Díaz
Dra. Olga Gómez Rodríguez
Dra. Teresa de J. Velázquez Alcaráz
Dra. (C) María I. Escobosa García
M.C. Ángel López López
M.C. Carlos Ceceña Durán
M.C. Cristina Ruiz Alvarado
M.C. Gilberto Sosa Nájera
M.C. Juan Manuel Lozano
M.C. Raúl de la Cerda
M.C. Raúl Leonel Grijalva Contreras
M.C. Rubén Medina Martínez
Quim. Alberto Velderrain Figueroa

Comité Editorial

Ing. Rubén Encinas Fregoso
Ing. L. Antonio González Anguiano

Dr. Alejandro Manelik García López
C. Fidencio Damian Correa

Carteles

M.C. Carlos Ceceña Duran

M.C. Rubén Medina Martínez

Comité de Prensa

Dr. Luis Fernando Escoboza Garcia
M.C. María Isabel Escobosa García

M.C. Cristina Ruiz Alvarado
Psic. Yaralin Aceves

Apoyo Logístico

Profesores e Investigadores de los
Cuerpos Académicos de Agua y
Suelo y Agroecosistemas de Zonas
Áridas.

Personal Administrativo del Instituto
de Ciencias Agrícolas

Estudiantes de la Carrera de Ing. Agrónomo del Instituto de Ciencias
Agrícolas.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRICOLAS



AUTORIDADES

DR. GABRIEL ESTRELLA VALENZUELA
Rector

DR. FELIPE CUAMEA VELAZQUEZ
Secretario General

DR. FRANCISCO MARTÍN MONTAÑO GOMEZ
Coordinador de Posgrado e Investigación

ARQ. AARON BERNAL RODRIGUEZ.
Vicerrector Mexicali

DR. ROBERTO SOTO ORTÍZ
Director del ICA - UABC

CONTENIDO

	Pág.
PRESENTACION	i
COMITÉ ORGANIZADOR	ii
AUTORIDADES	iv
CONTENIDO	v
CONFERENCIAS MAGISTRALES	
1. DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS SUSTENTABLES EN REGIONES ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS	Jeffrey C. Silvertooth 2
2. LOS INSECTOS COMO INDICADORES DEL CAMBIO CLIMÁTICO	José L. Martínez Carrillo 8
3. MANEJO DE LOS FERTILIZANTES BASADO EN SENSORES: ¿DÓNDE HA ESTADO Y HACIA DÓNDE VA?	D. Brian Arnall 13
4. MANEJO DE ENFERMEDADES DE TOMATE EN AGRICULTURA PROTEGIDA	Raymundo S. García Estrada 19
5. LOS BIOFERTILIZANTES COMO UNA OPCIÓN SUSTENTABLE EN UNA AGRICULTURA DE ZONAS ÁRIDO-SALINOS: <i>Salicornia bigelovii</i> UN CASO DE ESTUDIO.	Edgar Omar Rueda-Puente 27
6. AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN: PREPARANDO EL TERRENO PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE DEL CAMPO EN MÉXICO	Bram Govaerts 33
7. ASSESSING A SITE-SPECIFIC YIELD DETERMINATION AND FIELD-LEVEL TRACKING SYSTEM FOR ICEBERG LETTUCE PRODUCTION IN THE DESERT SOUTHWEST	Kurt D. Nolte 46
PONENCIAS ORALES	
8. ENSAYO UNIFORME DE 20 LÍNEAS ELITE Y VARIEDADES DE CANOLA (<i>BRASSICA NAPUS</i> L.) EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.	Nemecio Castillo Torres 48
9. BALANCE DE NITRATO Y AMONIO EN UN SUELO CON LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS ORGÁNICO Y CONVENCIONAL CON CULTIVO DE MAÍZ (<i>ZEAMAYS</i>)	D. Cristóbal-Acevedo 52
10. RESISTENCIA A ACARICIDAS DEL ÁCARO DE DOS MANCHAS <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> KOCH COLECTADOS EN EL CULTIVO DEL ROSAL DE INVERNADERO EN COATEPEC DE HARINAS, ESTADO DE MÉXICO	Sotero Aguilar-Medel 58
11. EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (H ₂ O ₂) Y ÁCIDO ASCÓRBICO (AA) EN PLANTAS DE CRISANTEMO VARIEDAD POLARIS CON SÍNTOMAS DE VIRUS (TSWV) EN CONDICIONES DE INVERNADERO	Martha Elena Mora-Herrera 63

12. BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS POR MICROORGANISMOS BENÉFICOS Y SU EFECTO EN EL DESARROLLO VEGETAL DE PEPINO (<i>CUCUMIS SATIVUS</i> L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO	Catalina Mungarro Ibarra	68
13. RESPUESTA DE LA PRODUCCIÓN DE TRIGO A LAS HORAS FRÍO EN ÁREAS AGRÍCOLAS DEL ESTADO DE SONORA	Pedro Félix-Valencia	73
14. DINÁMICA POBLACIONAL DEL PULGÓN CAFÉ <i>GREENIDEA</i> (HEMIPTERA: APHIDIDAE) Y SUS ENEMIGOS NATURALES EN <i>PSIDIUM GUAJAVA</i> (MYRTACEAE) Y <i>FICUS BENJAMINA</i> (MORACEAE)	Manuel Darío Salas-Araiza	80
15. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ANUAL DE NITRÓGENO Y SUGERENCIAS EN LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN HUERTAS EN PRODUCCIÓN DE NARANJA VALENCIA EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	Juan Manuel Ramírez Díaz	85
16. PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA DEL VALLE DEL YAQUI	Fernando Vieira de Figueiredo	92
17. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE AISLADOS DE <i>BACILLUS</i> SP. EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE GARBANZO (<i>CICER ARIETINUM</i> L.)	Rogelio Sosa Pérez	97
18. EFECTO DEL TIPO SUELO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD DEL GARBANZO BLANCO DE RIEGO EN EL VALLE DEL MAYO, SONORA, MÉXICO	Isidoro Padilla Valenzuela	103
19. EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE OLIVO (<i>OLEA EUROPAEA</i> L.) PARA ACEITE BAJO CONDICIONES DESÉRTICAS DE SONORA	Raúl Leonel Grijalva Contreras	111
20. CONTROL QUÍMICO DE LA FALSA CENICILLA DEL CÁRTAMO (<i>RAMULARIA CARTHAMI</i>) EN EL SUR DE SONORA	José Alfonso Ramírez Arredondo	116
21. FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y MONITOREO DE NO ₃ EN EXTRACTO CELULAR DE TALLO DEL CULTIVO DE TRIGO	Rubén Macías Duarte	121
22. COMPORTAMIENTO DE DOS CULTIVARES NUEVOS DE ESPARRAGO, EN LA REGIÓN DE CABORCA, SONORA	Manuel de Jesús Valenzuela Ruiz	126
23. EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE SOLARIZACIÓN EN TRES VARIEDADES DEL CULTIVO DE FRESA (<i>FRAGARIA SPP</i>), EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA. MÉXICO	Luis Fernando Escoboza-García	131
24. EVALUACIÓN DE FECHAS DE SIEMBRA DE REMOLACHA AZUCARERA (<i>BETA VULGARIS</i> L) EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	Xochilt Militza Ochoa Espinoza	136
25. DIAGNÓSTICO DE LOS MORFOTIPOS ECTOMICORRÍMICOS DE <i>PINUS JEFFREYI</i> EN EL PARQUE NACIONAL CONSTITUCIÓN DE 1857	Aguilar-Aguilar Selene	141
26. RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE ARCILLA, LA SALINIDAD Y COMPACTACIÓN DE SUELOS REPRESENTATIVOS DEL VALLE DEL YAQUI SONORA	Alma Angélica Ortíz Ávalos	145

27. IMPLICACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES DE LA QUEMA DE PAJA DE TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	Juan Manuel Cortés Jiménez	151
28. DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL DE GLADIOLO EN CINCO ESTADOS DE MÉXICO	Benjamín Zamudio-González	162
29. EFECTO ALELOPÁTICO DE RESIDUOS SECOS DE CINCO MALEZAS SOBRE LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO INICIAL DE CEBOLLÍN (<i>ALLIUM cepa</i> L.)	Manuel Cruz Villegas	168
30. CONTAMINACIÓN POR LIXIVIADOS, UN PROBLEMA AMBIENTAL EN EL VALLE DE MEXICALI: SU IMPLICACIÓN CON LAS ZONAS AGRÍCOLAS	Melissa Valdez Carrillo	174
31. ADAPTATION OF WARM SEASON ANNUAL LEGUMES FOR FORAGE IN SOUTHEASTERN NEW MEXICO	D. Calderón-Mendoza	180
32. CONTENIDO DE CLOROFILA Y CRECIMIENTO DEL MAÍZ EN RESPUESTA AL PACLOBUTRAZOL APLICADO SOBRE EL FOLLAJE	Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz	184
33. ESTUDIO HIDROGEOQUÍMICO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA USO AGRÍCOLA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO COLORADO SOBRE TERRENO MEXICANO	Lorenzo Valenzuela-Vásquez	189
34. IDENTIFICACIÓN DE APORTACIONES DE AGUA AL ACUÍFERO DEL VALLE DE SAN LUIS RÍO COLORADO, SONORA MÉXICO EN EL MÓDULO #1 UTILIZANDO ISÓTOPOS AMBIENTALES	Ramón Baltazar Palomares-Ramírez	195
35. EFECTO DE PRÁCTICAS DE LABRANZA DEL SUELO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL NOGAL PECANERO CULTIVAR WESTERN SCHLEY [<i>Carya illinoensis</i> (WANGENH.) K.KOCH]	José Grageda Grageda	201
36. PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR EN CD. OBREGÓN, SONORA HACIA LAS TORTILLAS DE MAÍZ AZUL Y FACTORES QUE AFECTAN SU COMPORTAMIENTO DE COMPRA	Dena María Camarena-Gómez	205
37. CLOROFILA, CRECIMIENTO Y PANZA BLANCA DEL TRIGO EN RESPUESTA AL PACLOBUTRAZOL APLICADO SOBRE EL FOLLAJE	Agustín Zárate Márquez	212
38. EFECTOS DE TRES PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE FLORES DEL CULTIVO DE CLAVEL (<i>DIANTHUS CARYOPHYLLUS</i> L.) BAJO INVERNADERO EN LA MISIÓN, B.C.	César Valenzuela Solano	217
39. CARACTERIZACIÓN DE HONGOS DE LA FAMILIA <i>BOTRYOSPHERACEAE</i> AISLADOS DE VID (<i>VITIS VINIFERA</i> L.) EN LA REGIÓN VITIVINÍCOLA DE LA COSTA DE ENSENADA, B.C.	Ofelia Candolfi-Arballo	222
40. CONTROL <i>IN VITRO</i> DE HONGOS ASOCIADOS A ENFERMEDADES DE LA MADERA EN VID USANDO <i>TRICHODERMA SPP.</i>	Jorge Alejandro Plata-Caudillo	227
41. EFECTO DE LA CIANAMIDA DE HIDRÓGENO EN LA BROTAÇÃO Y ABORCIÓN DE RACIMOS DE VID CV PERLETTE	Martínez Díaz, G.	233

42. MONITOREO DE SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL ARROYO DE GUADALUPE, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO UTILIZANDO EL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN	Michelle Hallack Alegría	238
43. HOGA 012, LÍNEA AVANZADA PROPUESTA COMO NUEVA VARIEDAD DE GARBANZO BLANCO DE EXPORTACIÓN PARA SONORA Y BAJA CALIFORNIA SUR	Pedro F. Ortega Murrieta	243
44. INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE Y ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE OCHO GENOTIPOS DE GARBANZO EN EL NOROESTE DE MÉXICO	Gustavo A. Fierros Leyva	249
45. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS EN UN PROCESO DE FERMENTACIÓN DE DOS ETAPAS	Karina Contreras-Gómez	255
46. EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS HERBICIDAS GLUFOSINATO DE AMONIO Y GLIFOSATO EN ALGODÓN LIBERTYLINK - GLYTOL (LL25XGLYTOL) TOLERANTES A AMBOS HERBICIDAS EN EL CICLO AGRÍCOLA PRIMAVERA-VERANO 2008 EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	Luis Miguel Tamayo Peñuñuri	260
47. OBTENCIÓN DE CURVAS PARA ESTIMAR LA EXTRACCIÓN DE MACRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>SOLANUM TUBEROSUM</i> L. VAR. ALPHA) EN EL NORTE DE SINALOA, MÉXICO	Hilario Flores Gallardo	267
48. ESTUDIO DE FECHAS DE SIEMBRA PARA PRODUCCIÓN DE AJO JASPEADO (<i>Allium sativum</i> L.) EN EL DISTRITO DE RIEGO DE SAHUARIPA, EN LA SIERRA DE SONORA	Patricio Valenzuela Cornejo	272
49. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE RIEGO EN HUERTAS DE NOGAL EN LA COSTA DE HERMOSILLO	Benjamín Valdez Gascón	277
50. EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN TIPO AVANCE FRONTAL EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> , L.) DE OTOÑO-INVIERNO: TRES AÑOS DE EVALUACIÓN EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	José Eliseo Ortiz Enríquez	282
51. EVAPOTRANSPIRACIÓN Y COEFICIENTE DE CULTIVO EN CHILE BANANA (<i>CAPSICUM ANNUUM</i> L) EN EL VALLE DEL YAQUI, MÉXICO	Julio Cesar Rodríguez	289
52. ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL INSECTICIDA SPIROTETRAMAT EN EL CONTROL DEL PIOJO HARINOSO DE LA VID <i>Planococcus ficus</i> (HEMIPTERA:PSEUDOCOCCIDAE) EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA 2007	Agustin A. Fu Castillo	295
53. EL CULTIVO DE ORÉGANO <i>Lippia palmeri</i> Watson, EN EL ESTADO DE SONORA	Corella-Bernal Rubén Armando	300
54. CALIDAD DE FRUTA 25 SELECCIONES DE GUAYABO EN EL SUR DE SONORA	Jesús Arturo Samaniego Russo	304
55. INSECTICIDAS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DEL PULGÓN, APHIS CRACCIVORA KOCH, EN FRIJOL YORIMÓN EN BAJA CALIFORNIA SUR	José G. Loya-Ramírez	309
56. SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN MASIVA DE <i>Trichoderma</i> sp. (H264)	R. D Núñez-Cebreros	314

57. VARIACIÓN <i>IN SITU</i> EN CARACTERÍSTICAS DE MAZORCA EN POBLACIONES DE MAÍCES CRIOLLOS DEL ESTADO DE SINALOA, MÉXICO	P. Sánchez-Peña	317
58. PRESENCIA DE <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> Snyder & Hansen EN CULTIVOS DE TOMATE EN SINALOA, MÉXICO	S. O. Cauich-Pech	322
59. MERCADO Y ORGANIZACIÓN EN EL SISTEMA VID DE MESA DE SONORA	Garza L. Cristina	326
PONENCIAS EN CARTEL		
60. EXTRACTOS DE <i>TAGETES LUCIDA</i> CAV PARA EL CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO <i>SPODOPTERA FRUGIPERDA</i> SMITH (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE) EN VIVERO	Lucila Aldana-Llanos	332
61. VALIDACIÓN DE LÍNEAS ELITE DE CANOLA (<i>BRASSICA NAPUS</i> L.) EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	Nemecio Castillo Torres	338
62. COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DISTINTOS GENOTIPOS DE PIMIENTO MORRÓN (<i>CAPSICUM ANNUUM</i> L.) DESARROLLADOS CON FERTIRRIGACIÓN Y ACOLCHADO	García Hernández Sergio Arturo	341
63. EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEIO EN EL CULTIVO DE TRIGO (<i>TRITICUM AESTIVUM</i> , L.): DOS AÑOS DE EVALUACIÓN EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	José Eliseo Ortiz Enríquez	347
64. NUTRICIÓN ORGÁNICA DEL CÁRTAMO (<i>CARTHAMUS TINCTORIUS</i> L.), VARIEDAD GUAYALEJO, BAJO DOS REGIMENES DE HUMEDAD DEL SUELO EN EL SUR DE TAMAULIPAS, MÉXICO	Julio César García Rodríguez	355
65. EVALUACIÓN DE LA REACCIÓN AL CARBÓN PARCIAL, DE LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO DURO PURIFICADAS MEDIANTE ESPIGA INDIVIDUAL	Pedro Figueroa-López	361
66. EVALUACIÓN DE DOS DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PEPINO (<i>CUCUMIS SATIVUS</i> L.)	Jesús López-Elías	366
67. INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE TUBÉRCULOS DE PAPA (<i>SOLANUM TUBEROSUM</i>) INFECTADAS POR FITOPLASMA POR EFECTO DE H ₂ O ₂ EN CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO	Ricardo Martínez-Gutiérrez	372
68. EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE TOMATE EN INVERNADERO EN EL VALLE DE CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO	J. Martín Parra Delgado	378
69. ESPECIES DE TISANÓPTEROS PRESENTES EN FLORES DE FRESA EN BACHIGUALATO, SINALOA	Jesús Ramón Quintero-Arce	383
70. ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA CHALCONA ISOMERASA, ASCORBATO PEROXIDASA, SUPERÓXIDO DISMUTASA Y PROTEASA EN NOCHEBUENA (<i>EUPHORBIA PULCHERRIMA</i> WILLD.) EXPUESTA A BAJA TEMPERATURA	Alejandro M. García-López	389

71. NECESIDADES AGROCLIMÁTICAS DE TRES CULTIVARES DE IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES	Pedro Félix-Valencia	396
72. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE ALGODÓN (<i>GOSSYPIMUM HIRSUTUM</i> L) CON CUATRO NIVELES DE HUMEDAD APROVECHABLE EN SUELO FRANCO EN EL VALLE DE MEXICALI	Luis Fernando Escoboza-García	403
73. EFECTO DE LA PODA LATERAL Y DESCOPADO EN EL RENDIMIENTO, CALIDAD, TAMAÑO DE FRUTA Y ESTADO NUTRIMENTAL DE ÁRBOLES DE NARANJA VALENCIA EN EL VALLE DEL YAQUI, SON.	Juan Manuel Ramírez Díaz	410
74. EFECTIVIDAD DEL USO DE <i>AZOSPIRILLUM BRASILENSIS</i> Y <i>GLOMUS INTRARADICES</i> , COMO BIOFERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE TRIGO DEL VALLE DE MEXICALI. 2008-2009	J. Jesús Medina Esparza	420
75. BENEFICIO COSTO DEL SORGO DULCE Y REMOLACHA AZUCARERA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN EL VALLE DEL YAQUI	Fernando Vieira de Figueiredo	426
76. ÁCIDOS CARBOXILICOS, BACILLUS Y PSEUDOMONAS PARA CONTROL DE <i>FUSARIUM OXYSPORUM</i> EN TOMATE	José Luis Félix-Fuentes	432
77. CIRNO C2008: TRIGO CRISTALINO CON RESISTENCIA A ROYA DE LA HOJA A CARBÓN PARCIAL Y ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO	José Luis Félix-Fuentes	437
78. PATRONATO ORO C2008: NUEVA VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO CON ALTO CONTENIDO DE PIGMENTO Y RESISTENCIA A ROYA DE LA HOJA	Gabriela Chávez-Villalba	442
79. EFECTO DEL NITRÓGENO SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	Teresa De Jesús Ruiz Vega	447
80. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UREA FOLIAR SOBRE LA CALIDAD DE TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.	Teresa De Jesús Ruiz Vega	455
81. DETERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS CULINARIAS DE NUEVOS CULTIVARES DE CUATRO TIPOS DE GRANO DE FRIJOL (<i>PHASEOLUS VULGARIS</i> L.)	Rafael Atanacio Salinas Pérez	463
82. ETAPA CRÍTICA DEL TRIGO AL EFECTO SALINO DEL AGUA DE RIEGO	Fernando Cabrera-Carbajal	469
83. IMPACTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE FRIJOL	Manuel de Jesús Beltrán Fonseca	475
84. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE NUEVAS VARIEDADES DE TRIGO DURO Y HARINERO EN EL VALLE DEL MAYO, SONORA	Jesús Rafael Valenzuela Borbón	479
85. VALIDACIÓN DE LA VARIEDAD DE CÁRTAMO CIANO-OLEICA CON TOLERANCIA A FALSA CENICILLA <i>RAMULARIA CARTHAMI</i> . SAPROMETOV, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	Lope Montoya Coronado	484
86. EVALUACIÓN DE ALGUNAS PRÁCTICAS PARA MANEJO DE LA VERTICILLOSIS DEL OLIVO EN CONDICIONES DESÉRTICAS	Raúl Leonel Grijalva Contreras	488

87. COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO PARA GRANO (<i>SORGHUM BICOLOR</i>) A UN COMPLEJO DE ENFERMEDADES FOLIARES EN EL SUR DE SONORA	José Alfonso Ramírez Arredondo	492
88. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE CUATRO VARIEDADES EN CEBOLLA (<i>Allium cepa</i> L.)	Rubén Macías Duarte	497
89. EVALUACIÓN DE COMPOSTAS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA VID (<i>VITIS VINÍFERA</i> L.) PARA UVA PASA	Manuel de J. Valenzuela Ruiz	502
90. EL SISTEMA DE SIEMBRA DE MAÍZ EN SURCOS ANGOSTOS EN EL NOROESTE DE MÉXICO	Jaime Macias Cervantes	507
91. ETAPA CRÍTICA DE LA PAPA AL EFECTO SALINO DEL AGUA DE RIEGO	Fernando Cabrera-Carbajal	513
92. EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE SORGO DULCE EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN EL SUR DE SONORA	Xochilt Militza Ochoa Espinoza	518
93. EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE FUNGICIDAS EN EL CONTROL DEL MOHO GRIS (<i>BOTRYTIS CINEREA</i>) Y MILDÍU (<i>PERONOSPORA SP.</i>), EN EL CULTIVO DE GARBANZO EN EL SUR DE SONORA	Jesús Antonio Cantúa Ayala	522
94. DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DEL COMPLEJO PVY (VIRUS Y DE LA PAPA) AFECTANDO PAPA (<i>SOLANUM TUBEROSUM</i>) EN EL SUR DE SONORA	Adolfo Moreno Bedoy	525
95. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA PARA EL CULTIVO DE TRIGO DURANTE EL CICLO AGRÍCOLA 2008-2009 EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	Alma Angélica Ortiz Avalos	530
96. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SUELOS REPRESENTATIVOS DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA	Juan Manuel Cortés Jiménez	536
97. DINÁMICA POBLACIONAL DE MOSQUITA BLANCA (<i>BEMISIA SPP.</i>) CAPTURADAS EN CHAROLAS AMARILLAS EN EL VALLE DE GUAYMAS-EMPALME: DOS AÑOS DE CAPTURA	Manuel Madrid Cruz	543
98. EFECTO DE HÍBRIDOS Y DE LA PODA DE GUÍAS POR PLANTA SOBRE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN MELÓN (<i>CUCUMIS MELO</i> L.) EN EL VALLE DE MEXICALI	Carmelo Hernández-Zavalza	550
99. VALIDACIÓN DEL GREENSEEKER COMO HERRAMIENTA PARA EL DIAGNOSTICO DE LA SUFICIENCIA DEL NITRÓGENO EN PLANTA DE TRIGO EN EL VALLE DE MEXICALI. 2007-2008	J. Jesús Medina Esparza	554
100.IMPACTO EN LA APLICACIÓN DE FÓSFORO (P), UTILIZANDO AGUA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA (<i>MEDICAGO SATIVA</i>), EN EL VALLE IMPERIAL	María Isabel Escobosa	560
101.TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA A GRUPOS CON CAPACIDADES DIFERENTES: UNA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO HUMANO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.	Medina-Cervantes, T.S	566

102.EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE RNA DE <i>EUGLENA GRACILIS</i> : MICROORGANISMO CON POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO EN PROCESOS DE BIORREMEDIACION	Daniel González-Mendoza	570
103.MAGNITUD DEL NITRÓGENO LÁBIL Y ESTABILIZADO EN RELACIÓN AL USO DEL SUELO	Silvia Mónica Avilés Marín	573
104.EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE CÁRTAMO CON POTENCIAL DE ALTO RENDIMIENTO PARA EL VALLE DE MEXICALI B.C.	Eva Avila Casillas	577
105. ESTUDIO MELISOPALINOLÓGICO: UNA PROPUESTA PARA CARACTERIZAR LA MIEL POR SU CONTENIDO DE POLEN EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C..	Alaniz-Gutiérrez, L.	580
106.EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE FRIJOL DE DISTINTO TIPO DE GRANO BAJO RIEGO POR GOTE, EN EL VALLE DEL GUAYMAS-EMPALME, SONORA	Isidoro Padilla Valenzuela	583
107.EFECTO DEL PACLOBUTRAZOL EN PLÁNTULAS DE TOMATE	Antonio Morales Maza	589
108.EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE CULTIVARES DE SORGO DULCE PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL EN VALLE DE MEXICALI	Jorge Iván Alvarado Padilla	595
109.EVALUACIÓN DE LA SALINIDAD DEL SUELO EN HUERTAS DE NOGAL PECANERO [(<i>Carya illinoensis</i> (WANGENH.) K.KOCH] EN HERMOSILLO, SONORA	José Grageda Grageda	598
110.EFECTO ALELOPATICO DE RESIDUOS VERDES DE CINCO MALEZAS SOBRE LA GERMINACION Y DESARROLLO INICIAL DE CEBOLLIN (<i>Allium cepa</i> L)	J. U. Murillo	604
111.FERTIGACIÓN CON FOSFITOS EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (<i>Brassica oleraceae</i> L. Var. Itálica Plenck) HÍBRIDO HERITAGE, EN LA REGIÓN DE LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA	José Jiménez León	610
112.EVALUACIÓN DE 12 LÍNEAS Y VARIEDADES DE CÁRTAMO (<i>CARTHAMUS TINCTORIUS</i> L.) TOLERANTES A FALSA CENICILLA (<i>RAMULARIA CARTHAMI</i> SACC) EN EL CENTRO DE SINALOA	Alberto Borbón Gracia	613
113.CONDICIONES ACTUALES DEL ORIGEN, CALIDAD Y VOLUMEN DEL AGUA EN LA CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO HARDY, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO Y EL IMPACTO EN SUS USUARIOS	Rubén Roa Quiñonez	616
114.COMPORTAMIENTO FENOLOGICO DEL TAMARINDO (<i>Tamarindus indica</i> L.) EN CONDICIONES ÁRIDAS DE LA COSTA DE HERMOSILLO	Luís Jorge Durón Noriega	621
115.INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE SENSORES DE HUMEDAD DEL SUELO EN FRUTALES DE LA COSTA DE HERMOSILLO	Luís Jorge Durón Noriega	625
116.EFECTO DE DE AMIFOL K Y BORAMIN CA EN LA CALIDAD Y PRODUCCIÓN DE VID CV FLAME SEEDLESS	Gerardo Martínez Díaz	629

117.FACTIBILIDAD DE USO EN LA AGRICULTURA DE LODOS DE AGUAS RESIDUALES URBANAS, CIUDAD DE LA HABANA, CUBA	Tomás Díaz Valdés	634
118.FENOLOGÍA, PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FRUTO DE NOGAL PECANERO "WESTERN", EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO	Ernesto Sánchez Sánchez	639
119.EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE DOS VARIEDADES Y SEIS LÍNEAS AVANZADAS DE GARBANZO EN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO	Gustavo A. Fierros Leyva	644
120.TOLERANCIA DEL ALGODÓN LL25XGLYTOL A GLUFOSINATO DE AMONIO Y GLIFOSATO DURANTE EL CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008 EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	Luis Miguel Tamayo Peñuñuri	650
121.TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE VID PARA UVA PASA, EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C.	Rubén Ramos Velásquez	657
122.EFECTO DEL ESPACIAMIENTO DE HILERAS DE PLANTAS EN EL DIAMETRO Y PESO DE BULBO DE AJO (<i>Allium sativum</i> L.) BAJO RIEGO POR GOTEO	Marco A. Huez López	661
123.SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANEJO DEL AGUA DE RIEGO EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA (SIMARBC).	Guzmán Ruíz Sergio Decarlo	665
124.EVALUACION DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGANICOS PARA CONTROL DE <i>Dytilenchus dipsaci</i> EN AJO (<i>Allium sativum</i> L.), EN LA SIERRA BAJA EN LOS RÍOS SAHUARIPA Y BACANORA, SONORA	Manuel A. Valenzuela Irigoyen	670
125.TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE RIEGO EN HUERTAS DE NARANJO EN LA COSTA DE HERMOSILLO	Benjamín Valdez Gascón	675
126.COMPATIBILIDAD "IN VITRO" DE <i>BEAUVERIA BASSIANA</i> (BALSAMO) VUILLEMIN CON PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN HORTALIZAS EN SINALOA	Miguel López Meza	680
127.HONGOS ENTOMOPATÓGENOS, EXTRACTO DE AJO E INSECTICIDAS QUÍMICOS PARA EL COMBATE DE PICUDO DEL CHILE <i>ANTHONOMUS EUGENII</i> CANO EN LA CRUZ DE ELOTA, SINALOA	Miguel López Meza	686
128.EFECTO DE LA MADUREZ IRREGULAR EN TRES GENOTIPOS DE TOMATE EN DOS AMBIENTES EN CULIACÁN, SINALOA	Jacobo Enrique Cruz Ortega	692
129.EXTRACTOS METANÓLICO Y ACETÓNICO DE CORTEZA DE NESCO CONTRA GORGOJO PINTO DEL FRIJOL EN SINALOA, MÉXICO	Jacobo Enrique Cruz Ortega	697
130.INFLUENCIA DEL ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE PEPINO EN INVERNADERO	Felipe Ayala-Tafoya	703
131.EVALUACIÓN DE TIPOS Y ALTURAS DE TRAMPAS Y FEROMONA SEXUAL EN CAPTURA DE MACHOS DE GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ (GBN) <i>ACROBASIS NUXVORELLA</i> (LEPIDÓPTERA: PYRALIDAE)	Agustin A. Fu Castillo	709

132.RENDIMIENTO DE 25 SELECCIONES DE GUAYABO EN EL SUR DE SONORA	Jesús Arturo Samaniego Russo	713
133.DIVERSIDAD GENÉTICA DE LAS AGAVÁCEAS DEL NOROESTE DE MÉXICO: SU CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i> , ESTUDIO Y USO	Manuel de Jesús Guerrero Herrera	718
134.ANTAGONISMO <i>IN VITRO</i> DE LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO DE LA RIZÓSFERA DE TOMATE CONTRA <i>Fusarium oxysporum</i> F. SP. <i>lycopersici</i>	R. D. Núñez-Cebreros	725
135.NECESIDADES Y ESTRATEGIAS DE TECNIFICACIÓN DEL RIEGO EN ALFALFA (<i>MEDICAGO SATIVA</i> L.) EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA	Carlos Ramón Orozco Riezgo	729
136.ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN FENOTÍPICA DE POBLACIONES DE TOMATE SILVESTRE (<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>) DE MÉXICO	R. González-Galindo	735
137.MODELO DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL DISTRITO DE RIEGO 014, RÍO COLORADO	Julio Alfonso Navarro Urbina	740

CONFERENCIAS MAGISTRALES

MAGISTRALES
CONFERENCIAS

DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS SUSTENTABLES EN REGIONES ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

Jeffrey C. Silvertooth, Profesor y Director del Departamento de Suelos, Agua y Ciencias Ambientales de La Universidad de Arizona, Tucson, Arizona, USA

El desarrollo de sistemas sustentables de producción de cultivos (alimentos y fibra) representa hoy en día uno de los problemas más críticos para las ciencias ambientales y para el manejo de los recursos. Contar con sistemas de producción de alimentos y sistemas agrícolas capaces de sostener a las poblaciones humanas ha sido y seguirá siendo siempre un tema de suma importancia.

Es importante empezar a discutir y definir la sustentabilidad agrícola y establecer el contexto apropiado. En muchos aspectos, la sustentabilidad es sinónimo de “la conservación del agua y los suelos” y del “buen cuidado/manejo o la buena custodia” de los recursos naturales. Muchos de los principios fundamentales asociados con lo que hoy se considera normalmente como un sistema de producción de cultivos sustentables, han sido bien establecidos por mucho tiempo en la agronomía, la ecología de los cultivos y la conservación de los suelos y el agua (Guobin, 1999). La atención que se le ha dado últimamente al desarrollo de los sistemas sustentables demuestra la importancia que existe cada vez mayor de utilizar efectivamente las prácticas de buen manejo de los suelos y el agua (Lewis et al., 1997; Matson et al., 1997, Horrigan et al., 2002). Tenemos la necesidad a corto plazo de producir suficientes alimentos y fibras a partir de nuestros recursos de suelo y agua para mantener a la población global actual, por tanto, es nuestra responsabilidad desarrollar sistemas de producción que no disminuyan la capacidad de las generaciones futuras de utilizar los mismos recursos finitos de agua y suelo para que igualmente continúen su supervivencia. Los sistemas sustentables son aquellos que cumplen con estos requisitos básicos.

Necesitamos pensar en la sustentabilidad agronómica en términos del desarrollo y manejo de los sistemas de producción de cultivos que puedan mantener una producción balanceada y consistente cuando menos para los próximos 50 a 100 años. Los sistemas de producción de cultivos sustentables necesitan basarse en principios ecológicos fundamentales y en la conservación de los recursos naturales con énfasis en la conservación de los suelos y el agua y con marcos de tiempo mayores a los tres y cinco años (que son comunes hoy en día). Estos no son conceptos nuevos pero las circunstancias y los retos de implementar con éxito los sistemas de producción de cultivos sustentables en éste contexto son enormes y deben ser incentivo suficiente para que les brindemos la atención apropiada.

Las circunstancias a las que nos enfrentamos en los primeros años del siglo 21 presentan una serie de problemas sin precedente en el curso de la historia humana. Tenemos en la actualidad aproximadamente 6.7 billones de personas en el planeta con un crecimiento poblacional del 1.16% y una proyección poblacional de 9.2 billones para el 2050 (Glenn et al., 2008). El Proyecto Milenio *Estado del Futuro 2008* (en ingles, “*State of the Future 2008*” de Glenn et al., 2008) sugiere que la producción global de alimentos tendrá que aumentar un 50% para el 2013 y doblarse para el 2050 para poder cumplir con las demandas de la población que crece rápidamente. Otra parte del problema es que ya estamos utilizando la mayor parte del suelo potencialmente cultivable del planeta para la producción de cultivos. Solo aproximadamente el 11% de la superficie terrestre es cultivable y ésta ya ha sido explotada extensivamente. Durante los últimos 50 años también se ha continuado con el avance en tierras cada vez más marginales para la producción de cultivos (FAO, 2002b). Por lo tanto, el desarrollo de nuevas tierras de cultivo no es una opción real.

Pogge (2005) reporto que el 4% de la población del mundo vive por debajo de la línea internacional de pobreza de US\$2 al día por persona y consume solo 1.3% de la producción anual global. Actualmente, aproximadamente 30,000 personas mueren de hambre cada día (Borlaug et al., 2009). Solamente en el África subsahariana, la desnutrición mata a más de 10M

de personas cada año (Annan, 2002). Por otro lado, el 80% de la producción global anual es consumido por el 16.7% de la población (World Bank, 2003) y relativamente un alto porcentaje de personas en las naciones ricas actualmente sufren de obesidad (Roberts, 2008). Mucho del crecimiento poblacional en los próximos 40 años se espera en alrededor de solo 5 naciones: China, India, Pakistán, Nigeria, y Etiopía, donde los consumos per cápita actualmente son mucho menores que en el segmento del 16.7% de la población rica del mundo (Pearce, 2009). Así es que no solo tenemos un reto en términos del crecimiento poblacional masivo proyectado, sino que también tenemos serios problemas con respecto a la distribución global de alimentos, que a su vez se relaciona directamente con un gran número de asuntos económicos y geopolíticos. Por tanto, la sustentabilidad agrícola no es solamente un problema de producción de los cultivos, factores agroeconómicos, y manejo de los recursos naturales.

Además del terreno y los suelos, el agua es un componente crítico para los sistemas de producción de cultivos en las regiones áridas y semiáridas. Aproximadamente 20% del terreno de cultivo en el planeta es irrigado. Más del 40% de la producción global actual de cultivos proviene de tierras irrigadas y 60% de la producción global de granos. Los sistemas de producción agrícolas utilizan 70% del agua dulce del planeta (FAO, 2002a; Evett and Tolk, 2009). Al mismo tiempo, aproximadamente 700 millones de personas viven en condiciones de escasez severa de agua y solo alrededor de 2.5% del agua dulce del planeta es potable (Glenn et al., 2008). Por tanto, la competencia por el agua dulce entre los sistemas agrícolas y los intereses urbanos/industriales está aumentando rápidamente en muchas partes del mundo y esto es particularmente cierto en las regiones áridas y semiáridas. Con la demanda siempre mayor por el agua dulce y la necesidad de aumentar las capacidades de la producción de cultivos, es claro que los sistemas de producción agrícola irrigados deben tratar siempre de ser sistemas más eficientes que incluyan una mejor conservación tanto del agua como de los nutrientes utilizados (Doorenbos and Kassam, 1979).

Sistemas de Producción de Cultivos Sustentables: Factores Agronómicos en Regiones Áridas y Semiárida

En un esfuerzo por desarrollar sistemas de producción de cultivos sustentables por lo menos para los próximos 50 a 100 años, manteniendo los niveles de producción actuales, y aumentando la producción para cumplir con la demanda global, es esencial que se mejoren los sistemas de cultivos existentes para poder tener éxito. La eficiencia en la producción de cultivos se puede describir cuando menos de tres formas: 1) agronómica (respuesta del cultivo a una contribución en particular), 2) económica (rentabilidad de la inversión), y 3) ambiental (el impacto ambiental total asociado con el aporte en particular al cultivo). Estas tres formas para describir las eficiencias de la producción de cultivos no se excluyen una de la otra y se pueden tratar concurrentemente con éxito. Agronómicamente se necesita seguir entendiendo mejor las relaciones complejas suelo-planta de cada agroecosistema.

Este documento trata de proporcionar un esquema agronómico básico que pueda ayudar a tomar los pasos interactivos necesarios en este proceso utilizando los sistemas de producción de cultivos existentes comunes en muchas de las regiones áridas y semiáridas alrededor del mundo. No existe ninguna tecnología en particular, sistema, pequeño subconjunto de tecnologías, o método específico que vayan a servir de panacea. Más bien, gran parte del reto estará en identificar e integrar con éxito la combinación apropiada de prácticas y tecnologías necesarias para desarrollar y mantener los sistemas de producción de cultivos sustentables. En éste sentido, los agrónomos y los administradores de sistemas de cultivos deberán ser capaces de poder utilizar la base de conocimientos existentes y habilidades de nuestros precursores e incorporar apropiadamente habilidades y tecnologías modernas.

Los sistemas de producción de cultivos son ecosistemas complejos (p.ej. agroecosistemas) y existen muchos factores que interactúan y operan simultáneamente. Sin embargo, hay cuando menos cinco aspectos básicos de la gestión agronómica que necesitan ser atendidos en un esfuerzo por desarrollar sistemas de producción de cultivos más eficientes y sustentables. Voy a

proporcionar un esquema básico de los componentes fundamentales de cada uno de estos cinco sistemas de producción de cultivos. Estas cinco áreas fundamentales incluyen:

- 1) Genética
- 2) Fenología de los cultivos
- 3) Manejo de los recursos hidráulicos
- 4) Manejo de los nutrientes
- 5) Integración de los sistemas

Genética

Una de las cosas más importantes que un agricultor hace, después de que decide qué es lo que va a cultivar en su terreno, es seleccionar la variedad. La variedad proporciona el material genético total para el cultivo en particular convirtiéndose entonces en el punto clave para ese campo o sistemas de producción. Los programas para mejorar cultivos y desarrollar variedades proporcionan los materiales biológicos más fundamentales que pueden ser utilizados en el desarrollo de cualquier sistema de producción de cultivos. Somos actualmente los beneficiarios del gran esfuerzo en el campo de la fitogenética y el mejoramiento de los cultivos que se lograron en su mayor parte durante la última mitad del siglo XX. Es más, la "Revolución Verde" es un ejemplo excelente de las ganancias dramáticas que se pueden lograr a partir del manejo apropiado, la dirección correcta y la implementación adecuada de los programas de mejoramiento de los cultivos (Roberts, 2008; Borlaug, et al., 2009; Evett and Tolk, 2009). También es justo mencionar que esencialmente todos los cultivos del mundo se han beneficiado de alguna manera del mejoramiento de los cultivos y el uso de variedades mejoradas. Para lograr el desarrollo futuro de los sistemas de producción de cultivos, será esencial continuar con el desarrollo de programas progresivos y productivos de fitogenética y mejoramiento de cultivos.

En años recientes (desde 1995), el desarrollo de cultivos transgénicos se ha hecho muy común en muchos sistemas de producción de cultivos y ha sido muy positivo para aumentar nuestra capacidad de continuar mejorando los rendimientos y la calidad de nuestros alimentos y nuestras fibras. El desarrollo de cultivos o variedades transgénicas depende directamente de los programas convencionales de fitogenética y mejoramiento de cultivos que proporcionan las variedades básicas a partir de las cuales se desarrollan las líneas transgénicas. Muchos expertos disputan que los sistemas genéticos mejorados (a través de la fitogenética y los programas transgénicos) servirán como la clave para nuestra capacidad de cumplir las crecientes demandas por alimentos y fibras de una población global que crece rápidamente. Sin embargo, los avances genéticos por si solos no podrán resolver o hacerle frente a estos problemas. Se requerirá de mejores prácticas agronómicas y la integración apropiada de las herramientas y tecnologías proporcionadas por los cultivos transgénicos. Las mejoras en el manejo de los suelos, los sistemas de cultivos, el control de plagas (insectos, malas hierbas, y enfermedades), la nutrición de las plantas, el manejo de la irrigación, etc., serán esenciales para lograr mayores rendimientos de los cultivos y los sistemas sustentables. Las plantas transgénicas son solo un componente en un complejo sistema que requiere de un manejo integrado.

Fenología de los Cultivos

El comportamiento fisiológico de las plantas varía tremendamente a lo largo de su ciclo de vida. Esto es cierto tanto para las plantas perennes como anuales. A medida que las plantas cambian fisiológica y morfológicamente a través de sus diversas etapas de crecimiento, los requerimientos de agua y de nutrientes también cambian considerablemente. Si bien las plantas tienen similitudes en sus patrones de crecimiento, cada especie de plantas individual posee requisitos únicos. Por tanto, en el manejo eficiente de un cultivo es importante entender la relación entre los cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren en un sistema de cultivo en función de la etapa de crecimiento de las plantas.

Una buena forma de empezar a integrar los sistemas de producción de cultivos con respecto a la irrigación, la nutrición y el manejo del cultivo, es entendiendo bien los patrones de crecimiento y desarrollo (fenología), en función de las unidades de calor (HUs por sus siglas en inglés- Heat

Units) o días después de la siembra (DDS, que es uno de los métodos básicos para llevar el registro de las etapas de crecimiento de los cultivos). Las guías fenológicas para cultivos describen las etapas críticas del crecimiento en relación a las unidades de calor acumuladas. Estas guías fenológicas pueden utilizarse para describir el uso de agua de un cultivo o los patrones de consumo en relación a las etapas críticas del crecimiento. Además, los patrones de adquisición de nutrientes se pueden describir en relación a las unidades de calor (HU) acumuladas y las etapas críticas en el crecimiento y desarrollo del cultivo. Por lo tanto, la línea base o punto de partida común para coordinar el uso de agua y la adquisición de nutrientes de los cultivos se da en la forma de un cronograma fenológico basado en las unidades de calor acumuladas para el manejo apropiado de los aportes de agua y de nutrientes.

Manejo de los Recursos Hidráulicos

Cuando irrigamos un cultivo, el principio fundamental es prevenir el estrés por falta de agua (estrés hídrico) y optimizar el crecimiento, rendimiento y la calidad de las plantas. Un paso crítico inicial en el manejo adecuado de un sistema de irrigación es darle la atención necesaria al manejo del agua del cultivo que se está sembrando. Por tanto, es importante que entendamos los requerimientos de agua específicos, o los patrones de uso consuntivo (UC) para cada cultivo en particular y cómo cambian los requerimientos de agua de los cultivos en relación a las etapas del crecimiento (Hagan et al., 1967; Doorenbos and Kassam, 1979; FAO, 2002b; y Wasson, 2007). No solo es importante entender los patrones de UC para un cultivo en particular y como es que estos se relacionan con las etapas importantes del crecimiento así como con la cantidad máxima o total de agua de irrigación utilizada, si no que también es importante conocer cuáles son los umbrales óptimos con respecto a la cantidad de agua disponible para las plantas (PAW por sus siglas en ingles - Plant Available Water) para el cultivo en particular. Los cultivos varían tremendamente con respecto a sus umbrales y capacidades de mantener un crecimiento y desarrollo óptimo bajo diversos niveles de depleción o agotamiento del agua disponible para las plantas (PAW) (Hagan et al., 1967; Doorenbos and Kassam, 1979). Por ejemplo, los cultivos de algodón y de melón tienen la capacidad de mantener el crecimiento y desarrollo óptimo o adecuado cuando PAW es > 55%. Sin embargo, otros cultivos como la lechuga (*Lactuca sativa* L.) o los chiles (chiles en general) comenzarán a sufrir estrés hídrico (estrés por falta de agua) y limitar su crecimiento, desarrollo y rendimiento cuando los niveles PAW bajan a menos del 70%. Por consiguiente, es importante tener una evaluación cuantitativa de estos umbrales para cada uno de los cultivos en particular y ser capaces de relacionar éstos umbrales con las etapas de crecimiento y las cantidades adecuadas de agua requeridas e igualar las tasas de irrigación con las tasas de UC.

Manejo de la Salinidad y Fracciones de Lavado (FL)

En todos los sistemas de irrigación de zonas áridas y desérticas, se debe siempre tomar precaución y manejar con cuidado la salinidad, el sodio y otros elementos o solutos de interés (Ghassemi, et al., 1995). Esto es importante para el manejo a corto plazo y muy importante para la sustentabilidad. Para manejar la salinidad de los suelos comúnmente se utilizan los Requerimientos de Lavado (RL) a través de los sistemas de irrigación en los sistemas suelo-planta. El RL es la cantidad adicional de agua de irrigación que se requiere por arriba del UC del cultivo que proporcione la lixiviación o el lavado adecuado de las sales solubles del perfil del suelo. Este método toma en consideración la salinidad del agua y la tolerancia del cultivo a las sales. Con frecuencia se refiere a la Fracción de Lavado (FL) como a la porción de agua aplicada que realmente pasa a través de y por debajo de la zona radicular (por arriba del uso consuntivo del cultivo) en el sistema irrigado en particular. Existen diversos métodos para calcular el RL. Un método muy bueno se describe en la Publicación 29 de la FAO (Ayers and Westcot, 1985).

$$RL = \frac{CE_w}{5(CE_s) - CE_{ar}}$$

Donde:

RL = requerimiento de lavado

CE_{ar} = salinidad del agua de riego aplicada ($dS\ m^{-1}$)

CE_s = salinidad máxima del suelo (promedio) tolerada por el cultivo

Eficiencia del Uso del Agua y los Sistemas de Irrigación

Existen muchos tipos de sistemas de irrigación utilizados en las regiones áridas y semiáridas alrededor del mundo. La eficiencia de los sistemas de irrigación es un factor importante en la conservación de los suelos y los recursos hidráulicos y en el desarrollo de los sistemas sustentables (Howell, 2001; Oster and Willchens, 2003; Lenton, 2004). Las eficiencias de irrigación pobres son muy comunes y brindan así una tremenda oportunidad para poder ahorrar agua.

Por tanto, otro factor importante asociado con el tipo de sistema de irrigación que se está utilizando es la “eficiencia de irrigación” (EI) la cual puede ser considerada de acuerdo a diversas definiciones: 1) eficiencia agronómica (la habilidad del sistema de proporcionar la cantidad de agua adecuada para cumplir con los requerimientos del cultivo), 2) eficiencia económica (el retorno o la ganancia económica del cultivo en relación al costo del agua y del sistema total de irrigación (incluyendo la fertirrigación), y 3) la eficiencia de la ingeniería (la cantidad de agua que en realidad se le da al cultivo). El cumplir con las eficiencias agronómicas y económicas constituye puntos primordiales a considerar. Algunos sistemas de irrigación se aproximan pero muy pocos llegan a una Eficiencia de Irrigación de la Ingeniería (EIE) del 100%. En la medida que las EI sean menores, mayores serán las pérdidas de agua y de fertilizantes (en el caso de los programas de fertirrigación). Uno de los mayores retos en el desarrollo de producción de cultivos irrigados sustentables es mejorar las EI.

La eficiencia del uso del agua (WUE por sus siglas en inglés- Water Use Efficiency), o el rendimiento por unidad de agua utilizada, es un método común para evaluar un sistema de cultivo con respecto al uso del agua (Evetts y Tolck, 2009). La eficiencia del uso del agua (WUE) de un cultivo puede ser aplicada tanto a los sistemas sobre los terrenos secos como los irrigados y se considera que normalmente depende de la genética y la fisiología del cultivo. Particularmente en los sistemas de irrigación comunes en los ambientes áridos y semiáridos, es importante distinguir entre el uso consuntivo (UC) de un cultivo y la cantidad de agua que se requiere a través del sistema de irrigación para producir un cultivo. Con frecuencia es incorrecto asumir que estas dos cantidades son iguales, pues la eficiencia de la irrigación (EI) es normalmente menor al 100%. Los sistemas con EI bajas disminuyen las eficiencias del uso del agua (WUE) para un cultivo y sistema de cultivo en particular incrementando la cantidad de agua de irrigación requerida por unidad de cultivo producido.

Manejo de los Nutrientes

Después del agua, los nutrientes (particularmente el N biodisponible) son normalmente los factores más limitantes en cualquier ecosistema terrestre, incluyendo los agroecosistemas. Para manejar la nutrición de las plantas, normalmente pensamos en términos generales y consideramos el rango completo de nutrientes esenciales para las plantas. Se puede proporcionar un complemento completo de los nutrientes esenciales a través de un sistema de producción de cultivos si éste es manejado apropiadamente (Bar-Yosef, 1999; Hebbbar et al., 2004; Malakouti, 2004; Shah, et al., 2003; Ombódi et al., 2006). El manejo eficiente de los nutrientes será crítico para el desarrollo de sistemas de producción de cultivos sustentables en muchos lugares del mundo, no solo en regiones áridas y semiáridas (Roberts, 2009). El manejo de la ecología del suelo (microorganismos del suelo y propiedades bioquímicas) es también extremadamente importante y se relaciona directamente con el manejo de los nutrientes y la integración en general del manejo de los cultivos y los suelos en un sistema de producción de cultivos. (Dick, 1992; Darwish et al., 2003; Francis, 2004).

Es importante reconocer que cada cultivo va a tener un requerimiento de nutrientes muy específico. En un esfuerzo por obtener el mayor nivel de eficiencia en términos de la adquisición/absorción o utilización de nutrientes de los cultivos, será necesario equiparar las tasas de fertilización con las demandas de los cultivos. Por lo tanto, la información que describe los patrones de absorción de nutrientes en relación a la fenología del cultivo para el cultivo en particular es muy importante en el esfuerzo por igualar (equiparar) la fertilización del cultivo con

las demandas reales de nutrientes del cultivo y el mejoramiento de la eficiencia de adquisición de los nutrientes.

Integración de Sistemas

El método general que se ha descrito aquí brevemente es un buen ejemplo de un sistema de producción de cultivos integrado de una manera más completa. Cada paso que tomemos para la obtención de sistemas de irrigación más completos y efectivos requiere de un entendimiento mas completo de los sistemas de cultivo (o agroecosistemas) y las respuestas de esos sistemas a nuestro manejo. Esto es también un buen ejemplo de la necesidad que existe de tener administradores expertos que posean la habilidad de integrar las ciencias y la tecnología dentro de un sistema de producción de cultivos. He aquí el arte de la producción de cultivos, que ha sido y seguirá siendo siempre un elemento importante en la producción de alimentos y fibras y en el desarrollo de sistemas de producción de cultivos sustentables.

Resumen

Tenemos la necesidad clara y presente de manejar los sistemas de producción de cultivos que tengan la capacidad de apoyar a la población global de hoy y del futuro cercano. También esta claro que es nuestra responsabilidad no destruir o disminuir la capacidad de las generaciones futuras de continuar sosteniéndose a partir de los mismos recursos de suelo y de agua con los que contamos hoy en día. Ese es el reto de desarrollar sistemas de producción de cultivos sustentables y algo que se encuentra completamente dentro de nuestro dominio. Esto es sin duda el “Gran Reto Ambiental” de nuestra generación actual. El mejoramiento de las eficiencias de producción de cultivos a partir de los sistemas existentes con los que estamos trabajando el día de hoy constituye un paso importante hacia el desarrollo de sistemas de producción de cultivos en regiones áridas y semiáridas.

LOS INSECTOS COMO INDICADORES DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

José L. Martínez Carrillo. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 sur Cd. Obregón, Sonora.
jlmarca@hotmail.com

Palabras clave: Cambio Climático, Herbívoros, Parasitoides, Plagas.

RESUMEN

La habilidad de los insectos para adaptarse rápidamente a las condiciones cambiantes del medio, pueden ser aprovechadas para utilizar estos organismos como bioindicadores del cambio climático que esta ocurriendo en la atmosfera terrestre. A pesar de que existe gran controversia, entre diversos grupos de activistas y científicos, sobre la veracidad de la ocurrencia de un incremento de la temperatura debido a las actividades antropogénicas y su contribución al cambio climático global; los cambios en la importancia de las plagas en los sistemas de producción mundial están indicando que algo esta ocurriendo. En el presente artículo se dan a conocer los puntos de vista del autor sobre los cambios en importancia de algunos insectos plaga desde principios de los años 1980's hasta la fecha. Según diversos autores, existen ciclos decenales de cambio climático que pueden afectar el comportamiento de los insectos y los demás elementos del sistema, como las plantas y sus enemigos naturales. Se presentan ejemplos con insectos del orden Hemiptera sub orden Homoptera como Mosca Blanca, Paratrioza y Diaforina que se han transformado en plagas importantes en México y a nivel mundial. Los brotes de estas plagas pueden reflejar los cambios climáticos que están ocurriendo a nivel global y servir como Bioindicadores de este cambio.

ABSTRACT

The ability of the insects to rapidly be adapted to the changing environmental conditions may be used to take advantage of these organisms as indicators of the climatic change that is happening in the earth's atmosphere. Even though several activists and scientific groups question the genuineness of the increase in temperature as an anthropogenic activity and its contribution to the global climatic change, the transformation of some insects as key pests on the world production systems, indicates that something is happening. In this article our points of view are presented over the alteration of insect pest status, since early 1980's up to date. Some authors consider that there are decanal cycles of climatic change, which may interfere with insect behavior and other elements of the production system, such as plants and natural enemies. Examples are presented with insects of the Hemiptrean sub order Homoptera as the whitefly, Tomato-Potato Psyllid, and Citrus Asian Psyllid, which have been transformed in key pests in México and at the international level. The outbreaks of these pests may be related the climatic changes that are occurring in the world and may be used as bioindicators of this change.

INTRODUCCIÓN

Los insectos son organismos que han permanecido en la tierra por millones de años, inclusive son anteriores a la aparición del hombre. Ellos se han adaptado a las diferentes condiciones de vida del planeta y se encuentran distribuidos en prácticamente todos los ecosistemas existentes. Los insectos tienen una gran plasticidad y habilidad para adaptarse a los cambios que ocurren en su medio, ellos son una evidencia del fenómeno de la selección natural propuesto por Charles Darwin. Los organismos que no se adaptan son eliminados y desaparecen, de esta forma a medida que el clima de la tierra cambia, o presenta una variabilidad climática importante estos organismos se ajustan rápidamente ocupando nichos ecológicos nuevos o aquellos que son dejados por otros organismos que no se adaptaron al cambio. Los insectos, dentro del estudio de ecología de poblaciones, están considerados como organismos oportunistas que utilizan estrategia de sobrevivencia "r". Son de tamaño pequeño, producen una gran progenie, pero no todos los descendientes sobreviven. Si las condiciones del medio se modifican, estos organismos efectúan cambios en su comportamiento reproductivo y pueden inclusive tender a la especiación a través de una combinación de factores del medio dependientes de los organismos y del hábitat donde se desarrollan (Percy, 2003).

Recientemente se ha dado mucha importancia al impacto que puede tener el cambio climático sobre los diferentes organismos que pueblan la tierra entre ellos el hombre. El calentamiento global del planeta es un tema controversial sobre el cual se han escrito infinidad de artículos científicos y otros especulativos. Existen evidencias de que el CO₂ de la atmosfera se ha incrementado y participa en forma importante en el efecto invernadero, provocando incremento en la temperatura de la atmosfera (Gore 2007). Esto se atribuye principalmente a las actividades del hombre.

Otros consideran que el calentamiento global es una consecuencia natural de la evolución de la tierra y que existen ciclos de calentamiento y enfriamiento de la tierra que se presentan en periodos de 25 a 30 años. De acuerdo con el Don J. Eaesterbrook profesor de Geología de la Universidad de Western Washington existen ciclos de calentamiento y enfriamiento del planeta, el último ciclo de calentamiento ocurrió de 1977 a 1998 y se entro en un ciclo de enfriamiento que puede prolongarse durante las tres próximas décadas. El sostiene que los modelos de predicción elaborados por el grupo IPCC donde se indica que se avecina un calentamiento global catastrófico no son correctos.

Impacto en organismos poiquilotermos.

Los organismos poiquilotermos como los insectos y las plantas pueden ser buenos indicadores de los cambios que ocurren en la atmosfera, Debido a que su metabolismo esta directamente influenciado por las condiciones climáticas que prevalecen en una región, los cambios observados en su densidad de población y diversidad de especies a través de tiempo sirven como indicadores de lo que esta ocurriendo en los biosistemas. El desplazamiento de poblaciones de insectos de los trópicos hacia latitudes mas al norte o al sur de las zonas tropicales indica que se esta presentando un cambio en su hábitat y ellos buscan mejores condiciones para sobrevivir o se adaptan -formando biotipos- a las condiciones cambiantes del medio donde se desarrollan.

La observación de brotes de plagas en los sistemas de producción puede ser una indicación del cambio climático que esta ocurriendo. Cuando las temperaturas se elevan los insectos tienden a ampliar su rango de acción. También llegan a causar más daño a los cultivos ya que al incrementarse la temperatura tienden a consumir mas alimento y a ser menos afectados por factores de mortalidad como los parasitoides. Es importante considerar el impacto del clima sobre las interacciones de las diferentes especies que se presentan en un ecosistema o en una agroecosistema. Stireman III et al. (2008), presentan información sobre la interacción larva-parasitoide en un amplio gradiente de variabilidad climática. Indican que existe un decremento en los niveles de parasitismo conforme la variabilidad climática se incrementa. Esta variabilidad interfiere con la habilidad del parasitoide para localizar a su huésped. Dada la importancia de estos organismos para regular las poblaciones de plagas tanto en sistemas naturales como aquellos manejados por el hombre, estos autores pronostican un incremento en la frecuencia e intensidad de los brotes de plagas herbívoras por la disrupción de la dinámica herbívoro-enemigo natural, conforme el clima se hace más variable,

Plagas que han mostrado incrementos en sus poblaciones.

Las plagas tradicionales de los cultivos han variado a través del tiempo y organismos que no se consideraban plagas son ahora de gran importancia en la agricultura regional. Un ejemplo de esto es la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn), plaga que se observo con brotes importantes en el Valle Imperial de California a principio de los años 1980's. Posteriormente sus poblaciones disminuyeron para de nuevo incrementarse significativamente a principio de los años 1990's, un ciclo de 10 años. Este incremento ocurrió en 1991 en el Valle Imperial y en el Valle de Mexicali en 1992 y 1993 fue un verdadero problema, que posteriormente se desplazo hacia el sur de México, llegando al Valle del Yaqui, Sonora en 1993, y alcanzando altas poblaciones en 1995 (Martínez-Carrillo 2006).. En esta región se implementaron medidas de control para reducir sus

poblaciones, sin embargo de nuevo en el 2005 se convirtió en una plaga importante de los diversos cultivos que se establecen en este Valle (Martínez-Carrillo 2006). Este incremento importante ocurrió de nuevo diez años después del primero. Un análisis de las condiciones climáticas que ocurrieron en 2005 indica que este año las temperaturas de los meses de Junio, Julio y Agosto en las cuales la plaga adquiere sus mayores poblaciones fueron 2 grados menores que en años anteriores lo que favoreció su incremento (Lagunes comunicación personal). La mosca blanca se convirtió en un serio problema a nivel mundial en los años 1990's, tal vez influenciado en gran medida por el impacto del cambio climático sobre las interacciones plaga-parasitoides-planta como se señala anteriormente.

Otro insecto del mismo grupo es el pulgón saltador *Paratrioza cockerelli* (Sulc), también es conocido con los nombres comunes de salerillo o simplemente como paratrioza. Este insecto se reporta en México desde 1947. A partir de los años 1970's se consideró una plaga importante de solanáceas. En los años 1990's redujo la producción de Jitomate en un 60% en el estado de Guanajuato, reduciéndose la superficie de siembra en los años subsecuentes en 85% (Garzón 2003).

El insecto se consideraba que estaba adaptado a condiciones climáticas frescas y que no soportaría altas temperaturas. Sin embargo esta plaga se ha desplazado a todas las zonas productoras de solanáceas como chile, tomate y papa, causando serios daños a la producción. En los últimos tres años sus densidades de población se han incrementado significativamente en el sur de Sonora, como lo demuestran los datos obtenidos en esta región (Figura 1). Las condiciones climáticas del noroeste de México son completamente diferentes de las que prevalecen en el Bajío, donde la plaga ha sido un problema serio, como se menciona anteriormente. Sin embargo, la paratrioza se ha adaptado y esta presente como una seria amenaza principalmente para los productores de papa y tomate en el noroeste de México, aunque también afecta chile que es una hospedera preferida (Garzón 2003).

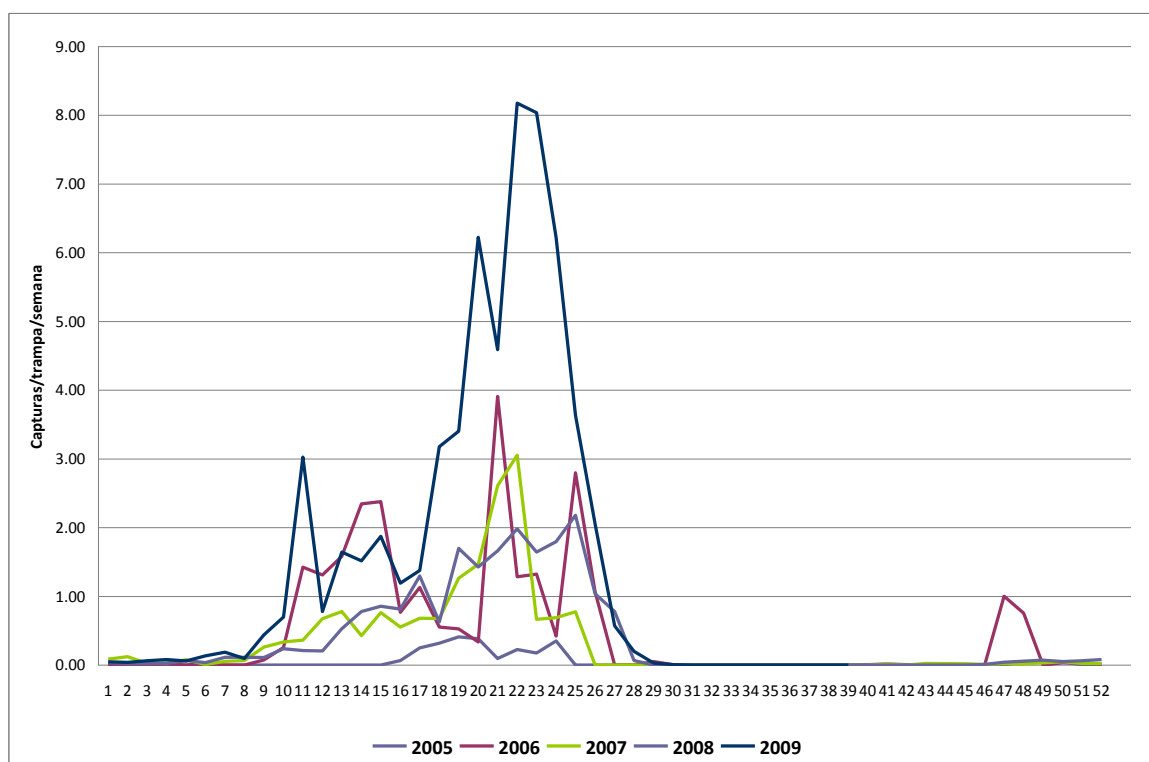


Figura 1. Fluctuación de poblaciones del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc) en Sonora 2005-2009.

La Diaforina o Psilido Asiático de los Cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama, es otra plaga que se ha convertido en una seria amenaza para la producción mundial de cítricos. Este insecto se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Su importancia como plaga radica principalmente en el daño indirecto que puede causar al los cítricos al transmitir la enfermedad conocida como enverdecimiento (Grenning) y aceptada ahora como Huanglongbing (HLB). La Diaforina, se ha dispersado rápidamente en todas las áreas citricotas de México a gran velocidad (Figura 2). En 2002 fue reportada por primera vez en Campeche y para 2008 ya había alcanzado el norte del país encontrándose en la zona urbana de Tijuana, Baja California (López Arrollo et al. 2005, NAPPO 2008). Afortunadamente la enfermedad no se presentó hasta este año 2009, en Tizimin Yucatán. Las poblaciones de Diaforina se han adaptado rápidamente a las diferentes condiciones climáticas que prevalecen en las áreas productoras de cítricos de la republica Mexicana (Figura 2). Lo que demuestra la gran plasticidad que tienen estos organismos para explotar nuevos hábitats. Las poblaciones de esta plaga son más abundantes cada año en las áreas donde se esta presentando



Figura 2. Distribución de *Diaphorina citri* Kuwayama en México.

CONCLUSIONES

Los insectos son organismos que se adaptan rápidamente a los cambios que ocurren en el medio donde se desarrollan. El incremento en la temperatura de la atmosfera de la tierra, es considera por algunos de origen antropogénico, y por otros como una consecuencia natural de la evolución de la tierra y que existen ciclos de calentamiento y enfriamiento que se presentan en periodos de 25 a 30 años, De cualquier forma el incremento en la temperatura puede ser un factor importante para la selección de organismos que se adapten a este cambio. Las observaciones generales que se han realizado indican que las plagas de algunos cultivos se han desplazado a áreas donde no se tenían anteriormente. Este desplazamiento ha sido rápido en algunos insectos de gran importancia como la mosca blanca, paratrioza y diaforina. Todos estos insectos pertenecen al mismo orden y sub orden, lo que puede dar a entender que este grupo taxonómico se ha visto favorecido por el cambio climático, y esta explotando nuevos hábitats. En este artículo se presenta información sobre la dinámica de desplazamiento y densidades de población de tres especies de Hemípteros (sub orden Homoptera) que sirven para alertar sobre el cambio en la composición de las especies en nuestros agroecosistemas, y muestran que los insectos pueden ser buenos indicadores del cambio climático. Este fenómeno que esta afectando la atmosfera de nuestro planeta. Los insectos se van adaptando a través de la selección natural de individuos con características genéticas que les permiten sobrevivir a los

cambios del clima y explotan nuevos hábitats que se forman debido a estos procesos. La presión de selección ejercida por los factores climáticos esta seleccionando estos organismos, lo que se demuestra a través de la presencia de biotipos adaptados a estos cambios y a través de esta selección podría establecerse un proceso de especiación alopátrica o simpátrica (Percy 2003).

LITERATURA CITADA

- Easterbrook, D.J., 2005, Causes and effects of abrupt, global, climate changes and global warming: Geological Society of America Abstracts.
- Gore, Al. 2007. Una Verdad Incomoda: La crisis planetaria del calentamiento global y como afrontarla. Libro de Ed. Gedisa..
- Garzón, T. J. A. 2003. El pulgón Saltador o la Paratrioza, una amenaza para la horticultura de Sinaloa. In: Memoria del Taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc. como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa. México. pp: 9-12.
- López-Arroyo, J.I., M.A. Peña, M.A. Rocha Peña, y J. Loera. 2005. Ocurrencia en México del psílido asiático *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), pp. C 68. En: Memorias del VII Congreso Internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chih., Méx.
- Martinez-Carrillo, J. L. 2006. Whitefly Resurgence on Cotton from the Yaqui Valley, Sonora, México. Proc. Beltwide Cotton Conferences. San Antonio TX. pp. 991-994.
- Percy, D. M., 2003. Radiation, Diversity, and Host-Plant Interactions among island and Continental Legume Feeding Psyllids. Evolution, 57(11), 2003, pp. 2540–2556.
- Stireman III, J. O., L. A. Dyer, D. H. Janzen, M. S. Singer, J. T. Lill, R. J. Marquis, R. E. Ricklefs, G. L. Gentry, W. Hallwachs, P. D. Coley, J. A. Barone, H. F. Greeney, H. Connahs, P. Barbosa, H. C. Morais, and I. R. Diniz. 2005. Climatic unpredictability and parasitism of caterpillars: Implications of global warming. PNAS Vol. 102, No. 48. 17384-17387.

MANEJO DE LOS FERTILIZANTES BASADO EN SENSORES: ¿DÓNDE HA ESTADO Y HACIA DÓNDE VA?

D. Brian Arnall

Especialista en Extesionismo sobre Precisión en el Manejo de los Nutrientes. Departamento de Ciencias de las Plantas y el Suelo. Universidad Estatal de Oklahoma. Stillwater, Oklahoma. EUA. b.arnall@okstate.edu.

Traducción por Jesús Santillano-Cázares. Profesor-Investigador ICA-UABC. Mexicali, B.C. Méx.

RESUMEN

Uno de los logros más impresionantes en la agricultura ha sido la introducción de sensores ópticos en el manejo de los nutrientes. Investigadores en la Universidad Estatal de Oklahoma han sido líderes en el desarrollo de tecnología de estimación de dosis de nitrógeno (N) basado en sensores. En las etapas iniciales de investigación fueron evaluados voluminosos sensores pasivos en pasto bermuda y en trigo de invierno con resultados promisorios. En la actualidad se utilizan sensores ópticos para estimar las recomendaciones de dosis de N en trigo de primavera, trigo de invierno, maíz y sorgo, a la vez que se está evaluando su uso en muchos otros cultivos, incluyendo cultivos hortícolas. Los sensores han cambiado mucho, de ser tan grandes que se requería el uso de tractores, hasta sensores activos que tienen el tamaño de una calculadora científica de bolsillo. El manuscrito que sigue presenta el desarrollo histórico de la tecnología, el estado actual y las perspectivas para el futuro.

HISTORIA

Para la Universidad Estatal de Oklahoma la iniciación en el campo de la tecnología de sensores ocurrió a finales de los 80's. En esos tiempos el objetivo era detectar y aplicar herbicidas a malezas y para 1990 la primera detectora y aspersora de malezas fue evaluada. Fue en 1992 cuando investigadores del Departamento de Ciencias de las Plantas y el Suelo (PaSS) y el Departamento de Ingeniería en Biosistemas Agrícolas (BAE) comenzaron a discutir acerca de cómo esta tecnología podría ser utilizada para determinar biomasa vegetal, este grupo fue conocido después como el equipo-VRT (variable rate technology o tecnología de aplicación variable). A través de trabajos previos se sabía que la biomasa del trigo de invierno podía ser usada como indicador del N requerido. Era el deseo del grupo usar la tecnología para mejorar la eficiencia de los fertilizantes N. Durante los años de 1993 y 1994, lecturas de experimentos sobre dosis de N en pasto bermuda comenzaron a ser obtenidas con los sensores. Este sensor era pasivo y muy voluminoso y pesado, tanto que era necesario montar el sensor a un pequeño tractor para poder operarlo en el campo (Figura 1). Con estos sensores, lecturas de la radiancia del espectro lumínico en las bandas roja (660 nm) y cercano al infrarrojo (o NIR) (780 nm) fueron registradas y el índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI) fue calculado ((NIR-roja)/(NIR+roja)). Los resultados iniciales del uso de sensores fueron promisorios y condujeron a investigación adicional en trigo y maíz.



Figura 1. Lecturas de NDVI siendo obtenidas en pasto bermuda, Stillwater, OK. 1997.

En 1994, estudiantes graduados obtuvieron lecturas de sensores y mas tarde aplicaron dosis de fertilizante N en trigo utilizando un algoritmo desarrollado por el equipo-VTR. El primer algoritmo calculaba las dosis usando un inverso dosis-N, escala NDVI. A medida que el NDVI se incrementaba (la biomasa se incrementaba), las dosis de fertilizante fueron reducidas. Este método fue llamado por alguno como “alimentando a los pobres y no alimentando a los ricos”. Con este experimento, las dosis de N se redujeron a la mitad y no hubo diferencias en rendimiento de grano, en comparación con aplicaciones de dosis fijas de N.

Durante los años iniciales de trabajo la cuestión de la escala de resolución era el punto de debate. Para responder a esta pregunta se condujo un experimento para determinar el grado de variación espacial de las propiedades del suelo, y la variabilidad en rendimiento de un área que se apreciaba aparentemente homogénea. Esto fue realizado mediante la colecta de muestras de suelo y forraje de cada 0.093 m^2 en un área de 2.13 por 21.34 m . Estos resultados mostraron que existían diferencias significativas en las propiedades del suelo entre áreas de 0.093 m^2 . Tomando en cuenta que las capacidades del equipo con que se contaba y esta información, se tomó la decisión de intentar una aplicación variable a una escala de 0.37 m^2 en trigo y por planta individual en maíz.

Con el paso de los años, muchas configuraciones diferentes de sensores pasivos fueron desarrolladas y probadas en el campo. Mientras que un progreso importante se lograba, una limitación mayor de los sensores pasivos era que requerían una calibración frecuente, y estaban limitados por la hora del día a la que las mediciones eran tomadas. También requerían una calibración casi constante con un plato blanco para asegurar mediciones adecuadas. Además, los rangos de datos en las bandas roja y NIR eran diferentes entre sensores y variaban dramáticamente con la hora del día, con o sin cubierta de nubes, entre otros problemas. Para solucionar esto, el Dr. Stone desarrolló un sensor que registraba simultáneamente la luz incidente (viendo hacia arriba) y la radiancia del follaje del cultivo (viendo hacia abajo). Este sensor utilizaba luz pasiva, significando que, medía la reflectancia de la luz natural (Figura 2). Este sensor medía tanto la cantidad de energía incidiendo sobre la planta y la luz que era reflejada por la planta. Usando esta tecnología estudiantes graduados condujeron varios experimentos de campo diseñados para observar cambios en las lecturas del sensor a lo largo de múltiples etapas de crecimiento, variedades, espaciado entre hileras, y dosis de N. Estimaciones de biomasa se encontraron que eran adecuadas independientemente del cambio de variedad y espaciamiento entre hileras.



Figura 2. Sensor pasivo midiendo la reflectancia en trigo de primavera, Ciudad Obregón, Sonora, México.

En 1995, como parte de un proyecto del BAE, los estudiantes construyeron el primer aplicador de dosis de N variable, utilizando un sistema de CO₂ presurizado. Con el objetivo de desarrollar y expandir la adopción de esta tecnología, en el mismo año, el equipo-VTR estableció un proyecto colaborativo con el CIMMYT, un centro de investigación internacional con base en México. Este proyecto se enfocó en la selección de variedades y en la predicción del potencial de rendimiento de trigo de primavera, ya iniciada la temporada de crecimiento. La tecnología de sensores en el manejo de nutrientes continuó avanzando en 1996 con el desarrollo de una relación entre la toma total de N por el forraje y el uso de NDVI obtenido con sensores ópticos. En marzo de 1996, el primer aplicador variable de dosis de N fue demostrado al público en un día demostrativo en Hennessey, OK, a donde acudieron mas de 100 personas (Figura 3).



Figura 3. La primera demostración de un aplicador de dosis variables de nitrógeno en Hennessey, OK., 1996.

Para 1996, la recomendación de dosis de N se basaba en la predicción del potencial de rendimiento ya iniciado el ciclo de crecimiento (de aquí en adelante referido con "a media temporada"). Fue evidente para el equipo que las lecturas del sensor obtenidas de diferentes localidades podrían ser combinadas en una sola ecuación y usarla para predecir el rendimiento. Este fue el momento en el que el primer modelo altamente funcional para predicción del rendimiento fue desarrollado, capaz de funcionar en múltiples localidades y años. Una modificación posterior del índice original para predicción del rendimiento potencial incluiría a los grados día de desarrollo (GDD) y se convertiría en INSEY (in-season estimated yield; o estimación del rendimiento a media temporada (Figura 4).

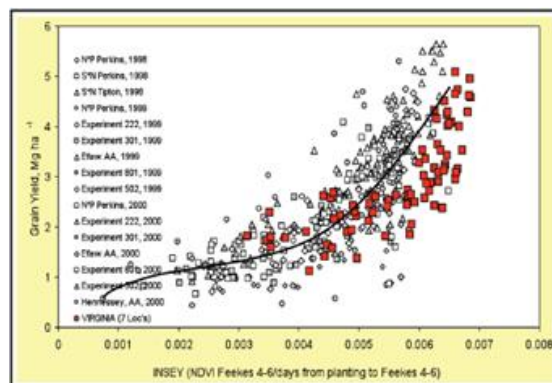


Figura 4. El primer modelo de predicción de rendimiento usando INSEY derivado de NDVI y los grados día de desarrollo.

En 1998 el equipo-VTR estuvo de acuerdo en trabajar con John y Ted Mayfield (futuros fundadores de N-Tech Industries y fabricantes del sensor GreenSeeker™) referente al potencial de comercialización de un aplicador de fertilizante N basado en sensores, para cultivos de cereales. Fue esencial trabajar con los Mayfield, ya que ellos poseían la propiedad intelectual de conceptos relacionados con sensores ópticos activos, mismos que ellos habían comprado a la empresa John Deere Co. El uso de sensores activos sería necesario en el desarrollo de Recomendaciones de N Basadas en Sensores (SBNRC), ya que los sensores activos miden la reflectancia de la luz que ellos mismos emiten, significando que los nuevos sensores no eran afectados por el ambiente, cobertura de nubes y hora del día, como los sensores pasivos, y además podían operar 24 horas al día.

En 2000, El Dr. Gordon Johnson, cuando se encontraba evaluando rendimientos de trigo en experimentos de largo plazo, notó que la dosis de fertilizante necesaria para maximizar los rendimientos variaba ampliamente a través de los años, y que eran impredecibles en muchos de sus experimentos de largo plazo. Si la capacidad de respuesta del N era tan variable a través de los años, el Dr. Bill Raun postuló que esto podría predecirse con mediciones a media temporada, en parcelas no limitadas de N (conocidas como “parcela rica” o “franja rica”, si se trata de una franja en medio del campo) y en parcelas limitadas de N. Esto condujo al desarrollo del Índice de Respuesta (RI), El RI permitía la predicción de la respuesta potencial a la aplicación de N, usando mediciones con el sensor, obtenidas a media temporada; de esta manera permitiendo la predicción de la magnitud de respuesta a fertilizantes aplicados en la superficie y así poder ajustar las dosis de N basados en la magnitud de respuesta proyectada. Usando el RI a media temporada (RI_{NDVI}), era posible proyectar la magnitud de respuesta al N aplicado, en diferentes localidades, condiciones climáticas y años.

El año 2000 marcó el establecimiento del Algoritmo para la Fertilización Óptima de N (NFOA) el cual incorporó la predicción del rendimiento y el índice de respuesta para determinar la dosis a media temporada. Durante el mismo año, BAE construyó un aplicador capaz de tratar cada 0.36 m² corriendo a velocidades normales de operación (Figura 5).



Figura 5. El aplicador Cherokee, este aspersor cubre 18 m en un pase y cuenta con sensores montados cada 0.6 m.

En 2002, la primera Calculadora de Dosis de N Basada en Sensores (SBNRC) disponible en internet fue liberada en el sitio www.nue.okstate.edu. Esta calculadora en línea permite a los usuarios alimentar los pocos valores necesarios (grados día de desarrollo, NDVI de la franja rica, y el NDVI del resto del campo ó “práctica normal del productor”) y se obtiene la dosis de N para ese ambiente en particular. Además, 2002 también marcó la liberación comercial del GreenSeeker™ por N-Tech Industries (Ukiah, California).

Del 2003 a la fecha, la tecnología de sensores y nuestra comprensión de sus capacidades se ha expandido. Esta ha conducido a varias revisiones de la tecnología de sensores desde la introducción del primer GreenSeeker™ en 2002. Al momento de estar escribiendo este documento, el sitio web (<http://www.soiltesting.okstate.edu/SBNRC/SBNRC.php>) contiene 24 algoritmos SBNRC para varios cultivos, estados y países. Cada algoritmo fue desarrollado por investigadores o usuarios de sus respectivas regiones. Además de la calculadora en línea, científicos y estudiantes graduados de la Universidad Estatal de Oklahoma han contribuido en el desarrollo de esta tecnología a 12 países en todo el mundo, la mayoría de los cuales están en países en desarrollo, donde tales tecnologías tienen el potencial de tener un gran impacto.

LA TECNOLOGÍA: ESTADO ACTUAL Y FUTURO

Durante este ciclo de cultivos pasado, la Universidad Estatal de Oklahoma evaluó SBNRC y técnicas de de aplicación variable a una escala de campos de cultivo a nivel comercial tanto en trigo como en maíz. Los experimentos estuvieron localizados en campos de productores cooperantes, donde cada parcela ocupó 0.10 ha. Los resultados mostraron que para trigo de invierno el promedio de incremento en la utilidad fue de \$ 22.22 (dólares de EUA) ha⁻¹ en comparación con la práctica normal de los productores, mediante el uso una franja rica de N y SBNRC para determinar la dosis óptima. Esta utilidad fue lograda mediante una reducción en la aplicación de fertilizante N, en algunas localidades, mientras que otras se beneficiaron de un incremento en el rendimiento, derivado de una fertilización superior a la utilizada por la práctica regular de los productores. Para los experimentos con maíz sólo un sitio ha sido cosechado hasta este momento. En esta localidad la dosis estimada por la SBNRC generó un ahorro de \$ 59.5 (dólares de EUA) ha⁻¹, comparado con la práctica normal del productor. El uso de sensores identificó la oportunidad de reducir la tasa de N aplicado, sin una reducción en rendimiento.

Para la tecnología, a una escala internacional, han existido algunos nuevos acontecimientos que tienen el potencial de tener un impacto significativo. El primero es la compra y apoyo de tres sensores primarios activos por grandes compañías. N-Tech Industries GreenSeeker™ fue comprado por Timble technologies, mientras que otro sensor de operación similar, el Holand Scientific Crop Circle™, fue comprado por AgLeader, el tercer sensor Yara™ fue comprado por Topcon. Esta inversión por compañías de renombre mundial deben recorrer un largo camino

para la aceptación de esta tecnología como una práctica agrícola válida y esperar un incremento paulatino en su adopción a una escala internacional.

Mientras que estas compañías están investigando las estrategias para vender las tecnologías actuales, los investigadores en las universidades siguen realizando investigación sobre mejoras en los algoritmos y equipo. En la Universidad Estatal de Oklahoma ha habido tres descubrimientos que parecen muy prometedores. Un nuevo algoritmo esta actualmente siendo probado que se cree que produce una recomendación que será mas consistente en casos extremos donde el algoritmo actual puede generar recomendaciones menores a las óptimas. Además de este nuevo algoritmo, muchas universidades están orientando la investigación del sensor hacia esfuerzos para incrementar la precisión de las lecturas para cultivos en hileras en etapas iniciales de crecimiento, que lo que era posible en el pasado. Finalmente, uno de los avances mas importantes está siendo logrado en el mismo equipo. Un prototipo de sensor que puede caber en un bolsillo se espera para comienzos del siguiente año (Figura 6). Un objetivo de los ingenieros fue crear este sensor a un costo de fabricación de aproximadamente \$ 100.00 (dólares de EUA). Esto va a permitir que la distribución de la tecnología se expanda más allá de sólo los investigadores y de las grandes compañías agrícolas.

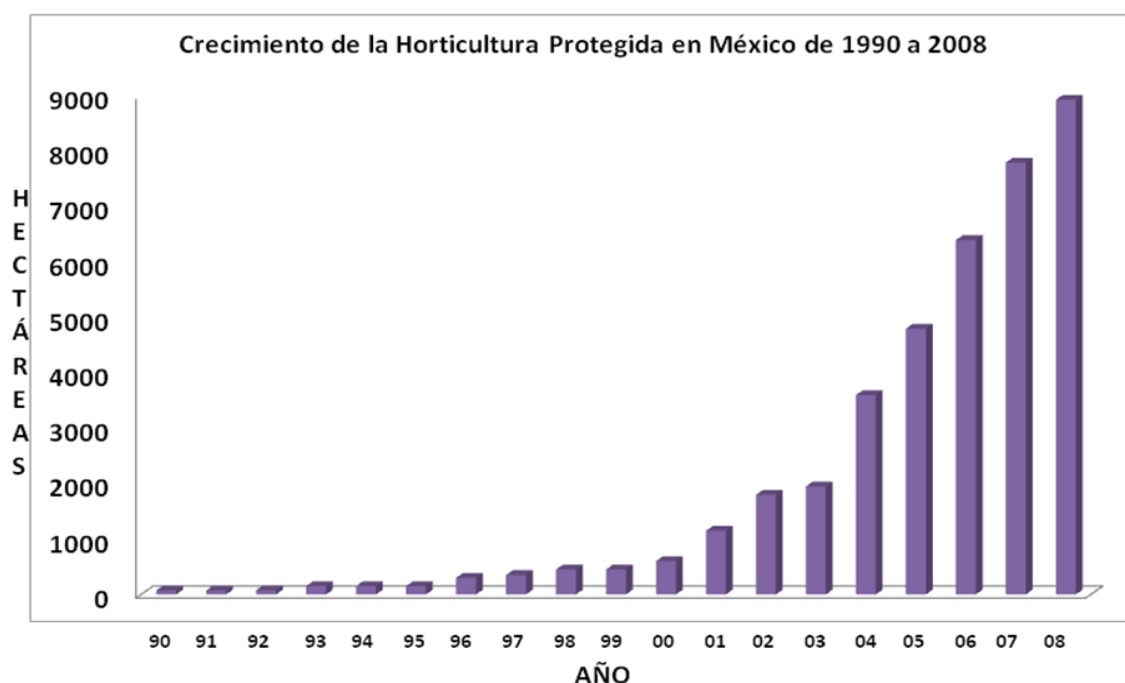


Figura 6. Prototipo de sensor de bolsillo

MANEJO DE ENFERMEDADES DE TOMATE EN AGRICULTURA PROTEGIDA

Raymundo S. García Estrada, Fitopatólogo CIAD, A. C. Unidad Culiacán. rgarcia@ciad.edu.mx

Actualmente la producción de hortalizas requiere de nuevas tecnologías que ayuden a incrementar los rendimientos que demanda la población cada día más grande, evitar la presencia de algunas plagas y enfermedades que en campo abierto hacen cada vez más difícil la producción. Además, la demanda de frutos con menor cantidad de agroquímicos y con mejor manejo de buenas prácticas de campo y de empaque que logren tener frutos sin ningún riesgo de contaminación (inocuos). Lo antes señalado ha provocado que en muy poco tiempo los cultivos de hortalizas de campo abierto se estén cambiando a cultivos en invernaderos o en algún tipo de agricultura protegida. Al respecto, la horticultura protegida se define como el sistema de producción que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos, con el objetivo de obtener un mayor rendimiento en la producción, frutos con mayor calidad e inocuidad y un menor costo de producción. Castellanos y Borbón (2009), indican que la horticultura protegida en México hasta junio de 2008 cubría una superficie de 8,934 ha.



Esta cifra no incluye lo relacionado a invernaderos de flores ni macro túneles. En producción de hortalizas en cultivos protegidos sobresalen los estados de Sinaloa, Baja California, Baja California Sur, Sonora, Jalisco, San Luis Potosí y Puebla entre otros. El principal producto producido es el tomate con un 75%, seguido de pimiento con un 12% y en tercer lugar pepino con un 10% (Castellanos y Borbón, 2009).

En la producción de tomates en cultivo protegido así como en campo abierto, se requiere desarrollar un plan de manejo fitosanitario. Este debe considerar los aspectos agronómicos, biológicos, culturales, químicos, meteorológicos y legales. El monitoreo es fundamental para el buen funcionamiento de un programa de manejo integrado y de ahí la importancia de identificar correctamente al patógeno responsable de los daños y conocer las condiciones que propician el desarrollo de los patógenos y de los síntomas que provocan en las plantas. El manejo de plagas y enfermedades en invernaderos con fertiriego o riego presurizado y con presencia de insectos polinizadores, requiere de una modificación en la forma de utilización de muchos de los plaguicidas. De la misma forma, la densidad de plantas por hectárea y el porte de las plantas, juegan un papel muy importante al momento de establecer la dosis de agroquímico o producto biológico a utilizar.

Los pasos a seguir dentro del manejo integrado de enfermedades para disminuir los efectos de las enfermedades y de las aplicaciones de agroquímicos se basan en el seguimiento de diferentes estrategias que incluyen a las siguientes prácticas: 1- Manejo del cultivo siguiendo principios fitosanitarios (eliminar los brotes chicos con la mano, sacar los restos vegetales en bolsas fuera de los invernaderos, desinfectar el suelo, limpiar las herramientas y eliminar las primeras plantas afectadas). 2- Monitoreo permanente del cultivo. 3- Uso de cultivares resistentes. 4- Control de malezas y otras plantas no deseadas. 4- Control de los factores ambientales que predispongan la presencia de una enfermedad (humedad y temperatura principalmente). 6- Aplicación de agroquímicos, agentes biológicos o productos de tipo orgánico específicos para cada tipo de enfermedad.

Cuando se detecta una enfermedad, se deben considerar los siguientes aspectos: Primero, analizar todos los factores incidentes y la manifestación de los síntomas observados para descartar probables causas no patogénicas, principalmente cuando están generalizados por sectores o en todo el invernadero, ya que una enfermedad causada por microorganismos patógenos nunca se hace evidente en horas o en forma uniforme en todo el invernadero o predio agrícola. Como norma, en los casos de anomalías en las partes aéreas, se debe revisar siempre el cuello y la raíz de varias plantas en distintas ubicaciones para ver si el origen del problema está en ese sector de la planta y se expresa en la parte aérea.

En el caso de enfermedades causadas por patógenos se deben controlar los factores ambientales para modificar las condiciones que predisponen la presencia de enfermedades, eliminar los primeros focos para que no se disemine rápidamente, cuidar las prácticas futuras de fertilización, riego, tutorado, desbrote, etc. que no sirvan para incrementar o difundir la enfermedad y realizar tratamientos químicos con productos específicos, buscando alternar para evitar resistencias y observar los tiempos de carencia.

Si la enfermedad no es patológica, se deben determinar los factores ambientales, de manejo, agroquímicos, etc. que pudieron provocar el problema para no repetirlo. Ante estos hechos, es esencial no aplicar agroquímicos innecesarios que agravan la situación, mantener el cultivo en observación hasta conocer el grado de daño de las plantas y determinar si el cuadro de alteración fisiológica en que están será superado. En cualquiera de los dos tipos de problemas, es importante remitir al laboratorio muestras representativas con todos los diferentes niveles de daños y así determinar con mayor exactitud el problema y la mejor alternativa de control. Esto evita aplicaciones excesivas de agroquímicos que no sirven en muchos de los casos para el fin que se usaron, o no son necesarios, que aumentan los costos y residuos, que generan la psicosis de pulverizar todo el tiempo contra todo. Logrando lo antes señalado, se podrán obtener hortalizas con buenas prácticas de producción y bajos residuos de agroquímicos.

Principales enfermedades en hortalizas.

El Tizón temprano producido por *Alternaria dauci f.sp. solani* se presenta como manchas con anillos concéntricos. Estos síntomas son más evidentes en el follaje viejo. Sin embargo, los síntomas también se pueden presentar en tallos, frutos y flores. En plantas en su primer mes de haber sido trasplantada se pueden observar síntomas a nivel de cuello de las plantas, que se pueden confundir con daños de *Rhizoctonia solani*. La enfermedad se puede reducir en forma mecánica al momento de realizar los deshojes y la aplicación de productos químicos convencionales junto a una buena ventilación. Cuando la presión de la enfermedad es alta en ocasiones es importante considerar mezclas de fungicidas, considerando los productos Boscalid, Dithane, Clorotalonil, Mancozeb, Azoxistribin y Pyremanil entre otros.

La cenicilla por *Leveillula taurica (Oidiopsis taurica)* se presenta en el follaje más viejo en forma de manchas amarillas por la parte superior del follaje y una vellosidad blanca por la parte de abajo. Posteriormente los tejidos centrales de las manchas mueren y estas adquieren en el centro un color café claro de aspecto papeloso. Esta enfermedad se puede presentar en cultivos de tomate, chile y de pepino. Cuando varias manchas se unen la hoja muere prematuramente. Se desarrolla a 10-35 °C con un óptimo de 26 °C y una humedad relativa del 70%.

La diseminación y control de la enfermedad se puede lograr eliminando las hojas más viejas y aplicando productos muy selectivos como el Miclobutanil, Metil tiofanato, Tryfloxistrobin,

Kresoxim, Azufre micronizado y Silicato de potasio entre otros. Dentro de biológicos se pueden usar *Bacillus stearrowthermophilus* y *B. subtilis*. El incremento de la humedad relativa dentro del invernadero y la temperatura fresca ayudan a limitar el desarrollo de la cenicilla.

Moho gris o Tizón de la Flor (*Botritis cinerea* Pers. Ex Fr.). Es una enfermedad que se caracteriza por afectar a cultivos de tomate, chile, pepino, berenjena y otros. Los daños se presentan tanto en tallos, follaje, flores y frutos. Por lo general los daños más evidentes se presentan en tallos y en frutos. En tallos aparecen manchas de color café claro con anillos concéntricos y el desarrollo del crecimiento del hongo de color gris. Los frutos afectados presentan una mancha de color café claro y de aspecto blando. Posteriormente se desarrolla en los tejidos del fruto una capa de aspecto suave de color gris. En algunos casos en los frutos únicamente se desarrollan los síntomas conocidos como mancha fantasma. La humedad relativa óptima oscila alrededor del 95% y la temperatura entre 17°C y 23°C. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo.

Al observar las primeras manchas en los tallos es importante raspar la parte afectada y aplicar con una brocha un producto selectivo y autorizado para cada cultivo. En frutos es importante monitorear frecuentemente para eliminar aquellos que presenten la evidencia de la enfermedad. También es necesario eliminar el exceso de humedad del suelo y del ambiente del invernadero. Otra práctica es el contar con excelente luminosidad dentro del invernadero. Si la enfermedad se quiere salir de control se deben aplicar productos selectivos en forma general (Pyrimethanil, Thiram, Diclorán, Cyprodinil, Fenhexamid y Metil tiophanato entre otros. En este caso también se puede utilizar en forma preventiva *Trichoderma harzianum* y *Bacillus stearrowthermophilus*. En el caso de los fungicidas químicos se debe cuidar que estos se encuentren autorizados para cada tipo de cultivo.

Recientemente en Sinaloa, los cultivos de tomate y chile han sido afectados por una enfermedad muy parecida en síntomas al moho gris, en este caso se trata del moho azul causado por el hongo *Penicillium* sp. La alternativa de control es similar a la de *Botrytis cinerea*.

Varias pudriciones de la raíz y tallo en tomate, chile y pepino son causadas por hongos como *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora capsici* y *Pythium*. Todos estos patógenos pueden causar marchitamientos y en ocasiones provocan severos daños.

Fusarium oxysporum causante de la fusariosis del tomate es una de las enfermedades más importantes de este cultivo. Este patógeno también puede atacar a chile. En tomate, las plantas enfermas primeramente manifiestan una coloración amarilla en uno de los lados de la planta, posteriormente toda la planta adquiere un color amarillo y finalmente las plantas enfermas mueren. La enfermedad es más evidente en plena etapa productiva del cultivo. La utilización de agua con muy buena desinfección ayuda en gran medida a retardar la presencia de la enfermedad. La fumigación o la solarización del sustrato y posteriormente la incorporación de agentes biológicos como *Bacillus stearrowthermophilus*, *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. lignorum* y *Gliocladium virens* son de gran ayuda en el manejo de la enfermedad. Cuando los daños de la fusariosis se hacen evidentes, la aplicación de productos químicos así como la de biológicos tienen poco impacto en un control eficiente de esta enfermedad.

Pudrición blanca o salvazo por (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary.

Hongo polífago que ataca a la mayoría de las especies hortícolas cultivadas. En plántulas produce Damping-off. En planta produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo.

La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que germinan en condiciones de humedad relativa alta y temperaturas suaves, produciendo un número variable de apotecios. El apotecio cuando está maduro descarga

numerosas esporas, que afectan sobre todo a los pétalos. Cuando caen sobre tallos, ramas u hojas producen la infección secundaria.

Control preventivo y técnicas culturales: Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas. Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta. Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación. Manejo adecuado de la ventilación y el riego.

El monitoreo oportuno y la rápida detección de *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, son de gran ayuda para implementar un manejo oportuno con productos químicos.

El exceso de agua o el poco drenaje de agua ayudan a que los daños por *Phytophthora capsici* y de *Pythium* spp., se presenten rápidamente. *Pythium* afecta al cuello de las plantas, en las cuales provoca un estrangulamiento principalmente. En el caso de *Phytophthora*, la pudrición en la raíz, cuello y un poco arriba del tallo es de color negro y de consistencia blanda. Las plantas afectadas tienden a morir en poco tiempo. El manejo adecuado del agua y un buen drenaje, evita en gran medida la presencia de estos patógenos. También es importante considerar si en el cuello de las plantas no existe la presencia de larvas de mosquitas de diferente especie que se alimentan de tejidos que mueren y que hacen que los hongos antes señalados encuentren un camino más fácil para atacar a las plantas de tomate, chile o pepino. Cuando la enfermedad se quiere salir de control se puede recurrir a productos selectivos para estos hongos como Metalaxil, Dimetomorf, Mefrenoxan, Fosetil aluminio y mezclas con Mancozeb o Clorotalonil. También se puede establecer un manejo preventivo con Biológicos como *Trichoderma harzianum* y *Bacillus stearothermophilus*.

Entre las enfermedades de origen patológico del cultivo de tomate en invernadero existen distintas bacteriosis como el Cáncer bacteriano causado por *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*. Afecta hasta el presente todos los materiales de tomate tanto en cultivos protegidos y de campo. Durante el ciclo agrícola 2006-2007, en 200 hectáreas de invernaderos en los que se tenían plantas injertadas, la estimación de pérdidas fue de 40 millones de dólares.

El Marchitamiento del tomate causado por *Ralstonia solanacearum* (= *Pseudomonas solanacearum*), así como la Necrosis de médula por *Pseudomonas corrugata*, también son otras de las principales enfermedades de tipo bacteriano del tomate por los daños económicos que causa y la falta de control. La marchitez bacteriana por *Ralstonia solanacearum* se caracteriza por provocar una muerte rápida de las plantas. Las plantas afectadas presentan los tejidos vasculares con una coloración café claro y el follaje se marchita y muere rápidamente que no le da tiempo de que cambie de color. El diagnóstico de esta enfermedad a nivel de campo es muy rápido. Se requiere de un recipiente transparente con agua limpia o clara. Se cuelga un tallito enfermo suspendido en el agua y si después de unos 2 a 3 minutos se presenta un exudado bacteriano en forma de hilo, sin lugar a dudas que se trata de *Ralstonia solanacearum*.

La necrosis de médula causada por *Pseudomonas corrugata*, se caracteriza por atacar a la parte central de los tallos, los cuales muestran una coloración oscura o negra y los tejidos de la médula se empiezan a desintegrar. En la parte externa del tallo se observa una mancha de color negro de consistencia blanda o acuosa. En la parte superior del daño, el follaje puede adquirir una coloración amarilla y posteriormente se empieza a marchitar hasta que finalmente muere. La coloración amarilla en algunos casos no es muy evidente. Por arriba y por abajo de las áreas con la pudrición blanda, en la parte externa de los tallos se empiezan a formar raíces adventicias.

Para todas estas enfermedades se requieren materiales con resistencia genética que a la fecha no se han desarrollado en el mundo. La aplicación de bactericidas y cobre no tiene un efecto marcado en el control de la enfermedad en las plantas afectadas. Los agroquímicos ayudan únicamente a que los patógenos que causan estas enfermedades no se diseminen rápidamente. Las labores de eliminación de plantas enfermas son otra alternativa muy importante para evitar que estos tipos de marchitamientos bacterianos aumenten rápidamente. Se debe tener cuidado de eliminar de 3 a 7 plantas aparentemente sanas alrededor de una planta enferma. La

desinfección de las manos y herramientas de trabajo es otra práctica muy importante para evitar la diseminación de este tipo de enfermedades. Es importante tratar la semilla con desinfectantes a base de cloro (2 a 3%) o con calor 52°C por 30 minutos o 55 °C por 20 minutos. La detección oportuna de este tipo de enfermedades es de gran importancia para que los daños no sean de consideración.

En períodos fríos y húmedos es importante *Erwinia carotovora* pv. *Carotovora*, la bacteria que provoca la pudrición húmeda del tallo o “médula negra o tallo hueco”. Los tejidos afectados también se caracterizan por producir un olor fétido. La enfermedad se puede diseminar rápidamente a todos los órganos (tallos, follaje y frutos). La pudrición por *Erwinia* provoca que los tejidos que se encuentran por arriba de las áreas afectadas se marchiten y mueran. Tiene gran capacidad saprofítica, por lo que puede sobrevivir en el suelo, agua de riego y raíces de malas hierbas. Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son altas humedades relativas y temperaturas entre 25 y 35°C.

Al observar plantas con marchitamiento apical, es importante observar e ir tocando todo el tallo para determinar si presentan áreas con pudrición. Al encontrar los puntos podridos, se realiza una perforación y se filtran de 2 a 3 mililitros de cualquier bactericida. En el caso de necrosis de médula esta práctica también puede ser de gran utilidad. En estos casos la infiltración del bactericida se puede realizar debido a que los tejidos de la médula se desintegran y se pueden llenar los espacios con el producto.

En Chile, la pudrición por *Erwinia* es una de las enfermedades que más frecuentemente se presentan a nivel de campo y en frutos en poscosecha.

La mancha bacteriana por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, se caracteriza por afectar a hojas, tallos, ramilletes florales y frutos, tanto de tomate como de Chile. Las manchas son de aspecto circular. Por la parte superior de las hojas la mancha bacteriana tiene un aspecto levanta y costrosa, estos síntomas también se presentan en forma similar en tallos, raquis del pedúnculo y en los frutos tanto de tomate como de Chile. Por la parte inferior del follaje se observa de aspecto húmedo o aceitoso. La estrategia de manejo de esta enfermedad incluye el tener muy buena aireación en el cultivo, el disminuir la alta humedad relativa, la eliminación de follaje viejo y muy afectado y la aplicación en períodos cortos de bactericidas, sin que cada producto se aplique en forma repetida por más de dos aplicaciones para evitar una rápida resistencia. Dentro de los antibióticos que más se utilizan se encuentran los siguientes: Oxytetraciclina, Estreptomycina, Gentamicina y la Kasugamycina. Las mezclas más frecuentes son las de Oxytetraciclina con Estreptomycina o con Gentamicina. En algunos casos se combinan dos antibióticos con alguna fuente de Cobre. La mayoría de las razas y patotipos de X. *vesicatoria* presentan resistencia a los sulfatos básicos y tribásicos de Cobre; por ello si el control es deficiente se debe utilizar Oxycloruro de Cobre o Hidróxido de Cobre.

También se han determinado patologías originadas por virus como el TMV (virus mosaico del tabaco). Este virus tiene como principal vector a cualquier cosa que provoque una rozadura de follaje (viento, personas y animales entre otros). Las personas que fuman juegan un papel muy importante en la transmisión y diseminación de este virus. Los virus PVY (virus Y de la papa) y CMV (virus mosaico del pepino), son transmitidos principalmente por pulgones y posteriormente en forma mecánica. El TSWV (virus de la marchitez manchada del tomate), es transmitido principalmente por trips. El TYLCV (virus de la cuchara amarilla de la hoja del tomate), es un virus relativamente nuevo en México. En Sinaloa, en el ciclo agrícola 2005-2006 provocó grandes pérdidas, las cuales en muchos casos fueron del 100%. La mosquita blanca es el principal vector de este geminivirus, el cual se hace evidente en las plantas entre una y dos semanas de haber sido colonizadas por la mosquita blanca. En este caso no es necesario contar con altas poblaciones de este insecto para tener fuertes daños de TYLCV. Además de estas virosis, que parecen ser las más importantes en nuestra región así como en otros países, se han detectado infecciones debidas a otros virus, aunque no se han descrito los daños que producen: PLRV (Potato leaf roll virus), PVX (Potato virus X), PVY (Potato virus Y), AMV (Alfalfa mosaic virus) y CMV (Cucumber mosaic virus), los cuales se transmiten por áfidos y el PepMV (Pepino mosaic virus), que origina un mosaico amarillo en las hojas jóvenes y se transmite mecánicamente.

La estrategia de control se enfoca principalmente a evitar la introducción de estas plagas al interior del invernadero, lo cual ocurre principalmente por las puertas o por las áreas en donde las mallas se rompen. De la misma forma es importante la utilización de insecticidas que no provoquen daños en los insectos polinizadores y la utilización de jabones, tierra de diatomeas, extractos de plantas y aceites, entre otros productos naturales. En forma mecánica se puede eliminar aquellas hojas de las plantas que tengan la presencia de huevecillos y ninfas de este insecto.

Tizón Tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.)

El tizón tardío del tomate y de la papa es una enfermedad que actualmente se encuentra extendida por todo el mundo, presentándose siempre bajo condiciones de temperatura y humedad que le sean favorables en multitud de especies vegetales, afectando a gran variedad de solanáceas, entre las que se encuentra el tomate.

Las principales fuentes de inóculo de esta enfermedad son los restos vegetales, siendo diseminados por el campo por medio de agentes como el viento, lluvia, pudiendo llegar a recorrer grandes distancias. El rango de hospederos de este hongo incluye tomate, papa, berenjena, chile verde, chile picante y otras plantas de la familia solanácea.

Los síntomas iniciales en la planta son la aparición de manchas de color verde claro o verde oscuro, transformándose en necróticas cuando la enfermedad se presenta más avanzada. Este avance es muy rápido llegando a invadir toda la hoja en 24 horas. Alrededor de la zona afectada se observa un pequeño margen que en presencia de humedad y en el envés aparece una capa de tipo algodonoso o terciopelo blanco.

Además de las hojas, la enfermedad se puede desarrollar en el tallo, donde produce manchas de tipo acuosas de color café oscuro a pardo, que en ocasiones puede llegar a rodear completamente el tallo. La parte que se encuentra por encima de la zona que se encuentra afectada presente una marchitez, pudiendo incluso a morir esta parte afectada. Cuando se encuentra afectado el fruto, aparecen manchas de color marrón sobre la superficie, el daño en los frutos inicia generalmente por el cáliz, por lo que es la parte superior la que presenta las manchas.

El hongo inverna en restos del cultivo y probablemente en solanáceas silvestre, para aparecer en las condiciones climáticas propicias y extenderse rápidamente por todo el campo. Las condiciones climáticas para que inicie la germinación del hongo son temperaturas que se encuentra entre los 10°C y los 25°C, y la presencia de humedad en la planta en forma de gotas de agua, por lo que en noches de humedad relativas de 90%, en sistemas de riego por aspersión o ante la aparición de rocío, se reúnen condiciones favorables para la aparición de la enfermedad. El hongo detiene su desarrollo a temperaturas superiores a los 35°C, pero no quiere decir que desaparezca del campo. En la mayoría de las áreas productoras de tomate, bajo estas condiciones climáticas el hongo puede aparecer en cualquier época del año, pero son en los meses de invierno y principios de primavera cuando es más probable que aparezca una infección. En Sinaloa, se ha determinado la presencia de este hongo en el mes de abril y mayo cuando existen condiciones de alta humedad (rocío o neblina), con días nublados y por el día temperatura superior a los 28°C.

La prevención y control incluyen el uso de material vegetal que garantice estar libre de enfermedad y destrucción de posibles fuentes de inóculo como los residuos de cosechas anteriores. Es importante evitar densidades de plantación elevadas, y disponer de adecuados sistemas de ventilación en las estructuras de los invernaderos con el fin de evitar humedades relativas altas. Además de evitar sistemas de riego que mojen directamente la planta como es el riego por aspersión. Realizar monitoreos frecuentes para detectar el inicio de la enfermedad. Como métodos químicos se recomienda realizar tratamientos preventivos con productos de contacto, llevando un control de las condiciones climáticas que se dan en el entorno del cultivo. Una vez se ha establecido la enfermedad en el cultivo deberán realizarse tratamientos curativos, con productos sistémicos, alternando los productos utilizados para evitar resistencias. Entre los

ingredientes que se sugieren sobresalen: Dimetomorf en mezcla con Mancozeb o Clorotalonil, Fosetil Aluminio, Cymoxanil en mezcla con Mancozeb, Zineb, Metalaxil, y Mefrenoxan mezclado con Mancozeb entre otros.

Nemátodos (*Meloidogyne incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*).

Afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de “jicamilla”. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos “rosarios”. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traducándose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra. Además, los nematodos interaccionan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado.

Control preventivo y técnicas culturales: La utilización de variedades resistentes. La desinfección del suelo en parcelas con ataques anteriores. La utilización de plántulas sanas. El manejo adecuado del agua.

Control biológico mediante enemigos naturales: Productos biológicos: preparado a base de los hongos *Paecilomyces lilacinus* y *Arthrobotrys irregulari*. También se puede utilizar los extractos comerciales de hongos que actualmente se distribuyen en el mercado. Otra alternativa son algunas formulaciones a base de aceite de neem, así como algunos extractos de plantas como el pino.

Control por métodos físicos. La esterilización con vapor. La solarización, que consiste en elevar la temperatura del suelo mediante la colocación de una lámina de plástico transparente sobre el suelo durante un mínimo de 30 días.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 1998. Fitopatología. 3ª edición. Editorial LIMUSA, México. 838 p.
- Aparicio, V.; Belda J.E.; Casado, E; GarcíaA, M.; Gómez, V.; Lastres, J.; Mirasol, E.; Roldan, E.; Sáez, E.; Sánchez, A. y Torres, M., 1998. Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas de la provincia de Almería: control racional. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla: 356 pp.
- Bender, C.G. y P.B. Shoemaker. 1984. Prevalence of *Verticillium* wilt of tomato and virulence of *V. dahlia* race 1 and 2 isolates in western North Carolina. Plant Dis. 68:305-309.
- Blancard, D. 2005. Enfermedades del Tomate. Observar, Identificar, Luchar. Ed. Mundi-prensa. España.
- CABI y EPPO. 2009. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. EPPO quarantine pest. 5 p.
- Castañó-Zacata J. y L. del Río Mendoza. 1994. Guía para el Diagnóstico y Control de Enfermedades en Cultivos de Importancia Económica. 3ra. Edición. Zamorano, Honduras: Zamorano Academic Press. 302p.
- Castellanos J. Z., y Borbón C. M. 2009. Manual de Producción de Tomate en Invernadero. Editor Castellanos J. Z. Intagri. S. C. México. 457 p.

- De Cal A, Pascual S, Larena I and Melgarejo P. 1995. Biological control of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *Plant Pathology* 44, 909-917.
- Domínguez, F. 1993. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 821 pp.
- Fernandez-Larrea V. O. 2001. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. Manejo integrado de plagas (Costa Rica) No. 62. p. 96-100.
- Fravel D, Olivain C and Alabouvette. 2003. *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. *New Phytologist* 157: 493-512.
- García E. R., Valenzuela G. 2009. Marchitez del tomate y Pudrición de la Corona. Manual de Producción de Tomate en Invernadero. Editor Castellanos J. Z. Intagri. S. C. México. pp 349- 356.
- García E. R. 2009. Cáncer Bacteriano del Tomate. Manual de Producción de Tomate en Invernadero. Editor Castellanos J. Z. Intagri. S. C. México. pp 383- 394.
- Garijo, C. 1991. Técnicas y criterios de intervención para el control de las plagas y enfermedades polífagas más importantes de los cultivos hortícolas en invernaderos. *Phytoma España* nº 34. 39-44.
- Gitaitis, R. D. 2001. El Chancro Bacteriano. In: Jones, J. B., J- P. Jones, R. Stall y T. Zitter. Plagas y Enfermedades del Tomate. Ediciones Mundiprensa. España. pp. 25-26.
- González, L. C. 1985. Introducción a la Fitopatología. IICA. San José Costa Rica. 148 p.
- Hausbeck, M. K. ; Bell, J.; Medina-Mora, C.; Podolsky, R. and Fulbright, D. W. 2000. Effect of bactericides on Population sizes and spread of *Clavibacter michiganensis michiganensis* subsp on tomatoes in the greenhouse and on disease development and crop yield in the Field. *Phytopathology* 90:38-44.
- Jarvis, W.R. 1998. Control de enfermedades en cultivos de invernadero. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 334 pp.
- Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades Fungosas de Hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo México. 88 p.
- Ramírez, V. J. y R.R.A. Sáins. 2006. Manejo Integrado de Enfermedades del Tomate.
- Reche, J. 1991. Enfermedades de hortalizas en invernadero. Ed. M.A.P.A. Madrid. 189 pp.
- Serrano, Z. 1996. Veinte Cultivos de Hortalizas en Invernadero. Ed. el autor. Sevilla. 638 pp.
- Stall, R. E. and Zitter, T. A. 1991. Compendium of Tomato Diseases. Edited by Jones, J. B. and Jones J. P. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. USA. 73 pp.

LOS BIOFERTILIZANTES COMO UNA OPCIÓN SUSTENTABLE EN UNA AGRICULTURA DE ZONAS ÁRIDO-SALINAS: *Salicornia bigelovii* UN CASO DE ESTUDIO.

Edgar Omar Rueda-Puente¹, Bernardo Murillo Amador², Juan Francisco Ponce Medina³, Manuel Cruz Villegas³, José Luís García Hernández², Jesús Santillano Cazares³, Leonel Avendaño Reyes³, y Enrique Troyo Diéguez².¹ Universidad de Sonora, Campus Santa Ana.² Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Universidad Autónoma del Estado de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. Email: erueda04@santana.uson.mx; erueda2@hotmail.com

Palabras clave: fertilizantes biológicos, agentes benéficos.

RESUMEN

La agricultura orgánica constituye un sector de modesta pero muy creciente importancia en el sector agrícola; sus ventajas ambientales y económicas han atraído la atención de muchos países. La utilización excesiva de fertilizantes resulta en mayores costos de producción y en la contaminación de suelos y aguas, lo que ha conducido a un proceso de deterioro de sus escasos recursos y a una creciente dificultad para renovarlos, promoviendo realizar un uso integral y diversificado de los recursos naturales, en un ambiente fluctuante y restrictivo. La diversificación biológica resultante de los sistemas orgánicos aumenta la estabilidad del ecosistema agrícola y brinda protección contra la tensión ambiental, lo que a su vez aumenta la capacidad de adaptación de las economías agrícolas. En las dos últimas décadas, una de las áreas de estudio que actualmente están impactando en la agricultura, es la aplicación de biofertilizantes a través del empleo de microorganismos como bacterias y hongos que viven en intercambio con las plantas, lo cual ha resultado muy positivo para fertilizar diversos cultivos. Los microorganismos con efecto benéfico en las plantas pueden tener un potencial considerable como agentes biocontroladores y biofertilizantes. Un grupo es el de bacterias actualmente conocido como PGPB-Plant Growth-Promoting Bacteria (siglas en inglés) = BPCP (Bacterias Promotoras de Crecimiento de Plantas) fue definido por Kloepper *et al.*, (1992) como bacterias habitantes de la raíz que estimulan significativamente el crecimiento de plantas.

ABSTRACT

Organic agriculture constitutes a modest sector, with an increasing importance in the agricultural sector; their environmental and economic advantages have attracted the attention of many countries. The excessive fertilizer use is in greater production costs and in the contamination of grounds and waters), a process of deterioration increasing difficulty to renew the soil and the water, promoting an integral and diversified use of the natural resources. In the two last decades, one of the study areas that at the moment are hitting in agriculture is the application of bio-fertilizers, through the use of microorganisms like bacteria and fungi which they live in interchange with the plants, which have an effect positive to fertilize diverse cultures. The microorganisms with beneficial effect in the plants can have a considerable potential as a bio-controls and bio-fertilizers agents. One of them is the bacteria called PGPB-Plant considering like as a Growth-Promoting Bacterium, which them were defined by Kloepper *et al* (1992) like bacteria who stimulate the growth of plants significantly.

Key words: biological fertilizers, beneficial agents.

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica constituye un sector de modesta pero muy creciente importancia en el sector agrícola; sus ventajas ambientales y económicas han atraído la atención de muchos países. La reducción del apoyo gubernamental a los insumos agrícolas brinda una oportunidad de conversión de sistemas agrícolas de bajos insumos en sistemas de agricultura orgánica más productivos. La diversificación biológica resultante de los sistemas orgánicos aumenta la estabilidad del ecosistema agrícola y brinda protección contra la tensión ambiental, lo que a su vez aumenta la capacidad de adaptación de las economías agrícolas. La demanda de alimentos

y fibras de producción orgánica por parte de los consumidores y la exigencia de un desarrollo más sostenible que plantea la sociedad, ofrecen nuevas oportunidades a agricultores y empresas de todo el mundo (Izquierdo *et al.*, 2002). La agricultura orgánica representa sin duda una oportunidad importante para los pequeños productores agrícolas. En América Latina este enfoque de producción se asocia cada vez más a las estrategias de desarrollo de la producción familiar. Sin embargo, plantea importantes desafíos por su orientación, cada vez mayor a la exportación, con las debidas exigencias de normas y gestión de calidad que esto implica. Lo anterior significa, tanto para las organizaciones de apoyo como para las organizaciones de productores, fortalecer su conocimiento en las técnicas de producción y normas de comercialización de los productos orgánicos. La agricultura orgánica también plantea desafíos nuevos para las instituciones de investigación. En particular, en aquellos relacionados con el sector agrícola sobre las posibilidades reales que estos tienen al contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible, a la calidad del medio ambiente, la generación de ingresos y la seguridad alimentaria. Una elección informada sobre la agricultura orgánica, dentro de una gama de opciones agrícolas sostenibles pondría a los gobiernos en condiciones de orientar su investigación y sus actividades de extensión y de aprovechar, en forma integrada con otras alternativas sostenibles de agricultura, las oportunidades comerciales disponibles en el ámbito nacional e internacional.

En relación a lo recomendado por los países miembros de la FAO, el programa sobre una agricultura orgánica incluye tres áreas de acción (agrupación orgánica de Chile, 2002): 1.- Sistemas y redes para proveer información sobre aspectos de producción, conservación, procesamiento, etiquetado y mercadeo de productos orgánicos; información técnica sobre requerimientos de producción, e información comercial sobre oportunidades de mercado; 2.- Herramientas de apoyo a políticas; 3.-Nuevas alternativas en la implementación de agro-insumos respaldados científicamente para su aplicación técnica en los sistemas orgánicos productivos y eficientes y, 4.- Asistencia técnica a los países para estudios y apoyo a los gobiernos sobre la producción, certificación y comercialización de productos orgánicos certificados; obtener acceso a mercados internacionales; capacitación en el proceso de producción orgánica; asistencia técnica para desarrollar una legislación nacional apropiada, desarrollar capacidad de certificación, de investigación, y extensión y promover el intercambio de experiencias entre países.

Lo anterior debido que a nivel mundial, la agricultura orgánica es uno de los varios enfoques de la agricultura sostenible y una de las alternativas de producción de alimentos que enfoca a la inocuidad o la neutralidad de sus efectos al medio ambiente. Asimismo, compartiendo otros enfoques de la agricultura sostenible como son promover agro ecosistemas que son social y ecológicamente sostenibles, lo que significa diversificar y estabilizar los ingresos rurales; aumentar la biodiversidad y la sostenibilidad del medio ambiente.

Fertilizantes biológicos

Considerando lo anterior, y con la problemática actual que constituye para la agricultura el mal uso de agro insumos (anualmente se utilizan en el mundo más de 100 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados y más de 90 millones de potasio y fósforo para obtener cultivos con altos rendimientos. La utilización excesiva de fertilizantes resulta en mayores costos de producción y en la contaminación de suelos y aguas), han conducido a un proceso de deterioro de sus escasos recursos y a una creciente dificultad para renovarlos, promoviendo realizar un uso integral y diversificado de los recursos naturales, en un ambiente fluctuante y restrictivo. El suelo como base de los recursos y de la producción se encuentra enmarcado en un ambiente complejo, heterogéneo y frágil, que evidencia una alta susceptibilidad a la erosión y una baja fertilidad natural, con efectos en la producción de los cultivos, en la productividad del trabajo y en la factibilidad del establecimiento de sistemas productivos sustentables.

La recuperación y el mantenimiento de la fertilidad de los suelos sobre una base sostenible, constituyen un factor de gran importancia en el desarrollo de la producción agropecuaria a nivel mundial. De ahí la importancia de intensificar los estudios que permitan mejorar su estabilidad y productividad a largo plazo. En las dos últimas décadas, una de las áreas de estudio que actualmente están impactando en la agricultura, es la aplicación de biofertilizantes a través del empleo de microorganismos como bacterias y hongos que viven en intercambio con las plantas,

lo cual ha resultado muy positivo para fertilizar diversos cultivos. Los microorganismos con efecto benéfico en las plantas pueden tener un potencial considerable como agentes biocontroladores y biofertilizantes. Se distinguen tres grandes grupos: a) microorganismos fijadores de nitrógeno, b) hongos micorrízicos, c) bacterias promotoras de crecimiento. Este último grupo de bacterias es actualmente conocido como PGPB-Plant Growth-Promoting Bacteria (siglas en inglés) = BPCP (Bacterias Promotoras de Crecimiento de Plantas) fue definido por Kloepper *et al* (1992) como bacterias habitantes de la raíz que estimulan significativamente el crecimiento de plantas. Las bacterias promotoras del crecimiento de plantas, en las dos últimas décadas, han sido objeto de estudio con un alto grado de interés. En años recientes se ha despertado cierta controversia con este grupo, ya que no se sabe hasta qué punto se puede considerar a una rizobacteria como una bacteria promotora de crecimiento, por lo que se han establecido cuatro características generales que definen este grupo: • Que no requieran de la invasión interna de tejidos en plantas, como ocurre en hongos micorrízicos con la formación de nódulos o arbuscúlos en el caso de *Rhizobium*.

- Que tengan una elevada densidad poblacional en la rizósfera después de su inoculación, ya que una población que declina rápidamente tiene una baja capacidad competitiva con la microflora nativa del suelo.
- Que presenten capacidad de colonización efectiva en la superficie de la raíz y como consecuencia puedan influir positivamente en el crecimiento de la planta.
- Que no produzcan daño en el hombre ni a otros microorganismos.

En cuanto al efecto positivo sobre el crecimiento por las plantas, las BPCP pueden actuar de manera directa o indirecta: *Mecanismos indirectos*: los metabolitos producidos de las BPCP pueden funcionar como determinantes antagónicos, involucran aspectos de control biológico, suprimen o inhiben el crecimiento de microorganismos perjudiciales para el desarrollo de la planta, vía de producción de sideróforos, antibióticos, acción de enzimas líticas (gluconasa, quitinazas) o inducción de mecanismos de resistencia. *Mecanismos directos*: ocurren cuando los metabolitos producidos por algunas cepas de las bacterias son utilizados como reguladores de crecimiento o precursores de estos por parte de la planta.

La conjunción de ambos mecanismos de acción ha dado como resultado la promoción evidente del crecimiento de plantas; se ha observado un incremento en la emergencia, el vigor y el peso de plántulas, un mayor desarrollo en sistemas radiculares y un incremento hasta de 30% en la producción de algunos cultivos de interés comercial.

Bacterias promotoras del crecimiento de plantas (BPCP)

Las principales actividades benéficas llevadas a cabo por bacterias de la rizósfera asociadas a raíces o asociativas incluyen la solubilización de minerales y nutrimentos, fijación de nitrógenos, producción de fitohormonas reguladoras del crecimiento, interacción sinérgica con otros microorganismos benéficos de la rizósfera y la inhibición de fitopatógenos; todas estas actividades incrementan la productividad vegetal (Gaskins *et al.*, 1985). La mayor parte de las investigaciones dirigidas a mejorar la respuesta vegetal ha enfatizado el uso de bacterias fijadoras de nitrógeno nativas en cereales y pastos de forraje y, recientemente ha incluido a otras plantas de cultivo. Bajo ciertas circunstancias, la cantidad de nitrógeno fijado por estos microorganismos puede ser significativa, pero no explica por sí misma el incremento del crecimiento de las plantas.

Hace más de 20 años se especuló por primera vez sobre hacer extensivo el uso de bacterias del género *Rhizobium* en las plantas agrícolas más importantes. Desde entonces la complejidad de la biología molecular del sistema nitrogenasa ha obligado a reconsiderar esa especulación (Quispel, 1991) y a explorar la posibilidad de utilizar bacterias fijadoras de nitrógeno asociadas de manera natural a plantas de cultivos particulares. En una revisión realizada hace doce años, Brown (1982) declaró que la única manera de obtener una respuesta positiva de inoculación bacteriana en el desarrollo y rendimiento vegetal es que la población bacteriana alcance una biomasa significativa en la raíz. Por tanto, la característica más importante que debe tener una bacteria fijadora de nitrógeno que pretenda utilizarse con fines prácticos, es que sea un colonizador agresivo de raíces. Al evaluar la capacidad de colonización radicular de bacterias de la rizósfera, es necesario distinguir entre adaptación a la rizósfera y la habilidad para continuar desarrollándose a la par con las raíces en proceso de desarrollo. Solamente aquellos organismos capaces de trasladarse de las semillas a la raíces e incrementar su biomasa en la

rizósfera pueden ser considerados colonizadores de raíces competitivos (Lifshitz *et al.*, 1986). Con el objeto de encontrar esta bacteria ideal se consideró importante el estudio de diferentes asociaciones entre bacterias benéficas y diferentes tipos de plantas. La investigación en esta dirección ha sido promovida, se ha enfocado en la interacción a *Azospirillum*-planta, la cual puede servir como modelo para todas las bacterias asociativas. Existen algunos estudios sobre otros géneros bacterianos como *Bacillus*, *Azotobacter*, *Klebsiella* y otras bacterias no muy estudiadas del género *Azotobacter* y *Azoarcus*, la especie *alcaligenes* y otros grupos bacterianos tales como cianobacterias, bacterias solubilizadoras de fosfato, bacterias sulfa-oxidantes y bacterias diazotróficas patógenos en plantas.

Desarrollo de Investigación

Las bacterias del género *Azospirillum* poseen la capacidad de fijar N_2 atmosférico -lo cual proporciona a las plantas nitrógeno asimilable- y de promover la liberación de hormonas, como ácido indolacético (AIA) y auxinas, lo que da como resultado una estimulación para la ramificación de las raíces y desarrollo de pelos radicales (33-40%), adicionales. Además, se ha sugerido que están involucradas en una mejor absorción de minerales y agua por parte de la planta lo que contribuye al crecimiento y aumento del rendimiento de las plantas (Kapulnik *et al.*, 1981; Bashan y Holguin, 1997 *b*). Los resultados experimentales y prácticos en el uso de las especies de *Azospirillum* han concluido que estas especies son capaces de promover la producción agrícola en diferentes suelos y condiciones de clima. El efecto de *Azospirillum* sobre las plantas parece ocurrir al inicio del desarrollo y la intensidad de dicho efecto depende de las condiciones del medio ambiente, del suelo, de la especie de vegetal, de las formas de cultivo y de la concentración óptima del inóculo (1×10^5 a 1×10^8 unidades formadoras de colonias (UFC/semilla o planta) (Bashan *et al.*, 1989). Los resultados han sido significativos en varios parámetros de crecimiento, los cuales en numerosos casos aumentan el rendimiento del cultivo desde un 5% hasta un 30%, cuando reemplazan fertilizantes con alto porcentaje de nitrógeno (Okon y Labandera, 1994). En la Universidad Autónoma de Puebla se inocularon grandes extensiones de suelos agrícolas cultivados con maíz y trigo con diferentes cepas de *Azospirillum* obteniéndose incrementos significativos en el rendimiento de la cosecha de ambos granos. Los estudios demostraron que la inoculación en *Triticum aestivum* L. con una cepa de *Azospirillum brasilense*, aislada de la rizósfera de *Brachiaria mutica*, mostró mejores resultados que la inoculación con cepas de colecciones aisladas de otras partes del mundo (Okon y Labandera, 1994). Otro estudio demostró que la respuesta de inoculaciones de *Azospirillum* spp es influenciada por fertilizantes a base de N, P y K, ya que estos incrementan la población de esta bacteria, lo cual repercute en una mayor producción de biomasa en las plantas (Kapulnik *et al.*, 1981). Actualmente en zonas agrícolas donde el efecto de sales es un problema, de los diferentes géneros se destaca *Azospirillum halopraeferens* cuya característica importante es su adaptación a suelos o ambientes con altos contenidos de sales, debido a que posee un mecanismo osmótico para regular la acumulación de solutos orgánicos; esta propiedad es importante en este tipo de microorganismos, ya que los suelos agrícolas de zonas áridas son afectados por problemas de salinidad. Rueda *et al.*, (1993 y 1994) reportan que la inoculación de bacterias halotolerantes tales como *A. halopraeferens* a plantas que se desarrollan en ambientes áridos salinos, son una opción a la fertilización química-nitrogenada, repercutiendo en efectos del tipo de producción como del tipo ambiental.

CONCLUSIONES

La agricultura a nivel mundial, constituye una actividad fundamental para la subsistencia de la población humana. Diversos factores han conducido a un proceso de deterioro de sus escasos recursos y a una creciente dificultad para renovarlos. El suelo como base de los recursos y de la producción se encuentra enmarcado en un ambiente complejo, heterogéneo y frágil, que evidencia una alta susceptibilidad a la erosión y una baja fertilidad natural, con efectos en la producción de los cultivos, en la productividad del trabajo y en la factibilidad del establecimiento de sistemas productivos sustentables. La recuperación y el mantenimiento de la fertilidad de los suelos sobre una base sostenible constituyen un factor de gran importancia en el desarrollo de la producción agropecuaria mundial. De ahí la importancia de intensificar los estudios que permitan

mejorar su estabilidad y productividad a largo plazo. La agricultura orgánica se ha caracterizado por hacer un uso integral y diversificado de los recursos naturales, en un ambiente fluctuante y restrictivo. La agricultura orgánica permite nuevas estrategias en el manejo de los recursos que están siendo actualmente utilizadas por los nuevos sistemas de producción agrícola. Entre las estrategias se encuentran *el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal* que apoyan el uso sostenido de los recursos en los sistemas productivos.

En los últimos años, la utilización de estos microorganismos-biofertilizantes en la producción de cultivos es una práctica en amplia expansión. Existe un grupo específico de bacterias que se han denominado de diversas formas, pero la más aceptada y difundida es la de bacterias promotoras del crecimiento de las planta Estos biofertilizantes han presentado diversos efectos sobre los cultivos y sobre la rizósfera, incrementando significativamente la producción agrícola y aplicando dosis bajas de fertilizantes a las recomendadas de manera tradicional. Resultados que enfatizan y orientan al productor e investigador a seguir estudiándolos en su interacción, ampliando la gama de estos microorganismos y evaluando su inoculación.

AGRADECIMIENTOS

Asimismo, quiero agradecer al Fondo Sectorial CONAFOR-CONACYT 2005 (Grupo de Análisis de Pertinencia del Fondo Sectorial de Investigación en materia Forestal) por el proyecto registrado con claveNo.: 14651", y estancia aprobada del Dr. Bernardo Murillo Amador en Apoyos Complementarios para la Consolidación Institucional de Grupos de Investigación (Repatriación, Retención y Estancias de Consolidación)- 2007.

LITERATURA CITADA

- Agrupación orgánica de Chile. 2002. Agricultura orgánica. Edit. Comité de la oficina Regional para América Latina y el Caribe. Chile. 219 p.
- Bashan, Y., Sing, M., Levanony, H. 1989. Contribution of *Azospirillum brasilense* Cd to growth of tomato seedlings is not through nitrogen fixation. Canadian Journal of Botany. 67: 2429-2434.
- Bashan, Y., Holguin, G. (1997 a). *Azospirillum*-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). Can J Microbiol. 3: 103-121.
- Bashan, Y., Holguin, G. (1997 b). Short-and medium term avenues for *Azospirillum* inoculation. In: Plant Growth-Promoting Rhizobacteria-present status and future prospects. (Eds) A. Ogoshi, K. Kobayashi, Y. Homma, F. Kodama, N. Kondo and S. Akino. Published by; Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan. Pp. 130-149.
- Brown, M. E. 1982. Nitrogen fixation by free-living bacteria associated with plants-fact or fiction? In: Bacteria and plants. M.E. Rhodes-Robert y J.A. Skinner (Eds). Academic Press New York. Pp. 25-41.
- Gaskins, M., Albretch S., Hubbel D. 1985. Rhizosphere bacteria and their use to increase plant productivity: A review. Agriculture Ecosystems and Environment 12: 99-116.
- Izquierdo J., Crampi L., De García E. 2002. Biotecnología apropiable: racionalidad de su desarrollo y aplicación en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago de Chile. 250 p.
- Kapulnik, Y., Sarig, S., Nur, I., Okon, Y., Kiegel, J., Henis Y. 1981. Yield increases in summer cereal crops of Israeli Fields inoculated with *Azospirillum*. Experimental Agriculture 17 179-187.
- Kloepper, J., Schippers, B., Bakker, P. 1992. Proposed elimination of the term endorhizosphere. Phytopathology, 82: 726-727.
- Levanony, H., Bashan, Y., Romano, B., Klein, E. 1989. Ultrastructural localization and identification of *Azospirillum brasilense* Cd on and within wheat root by inmuno-gold labeling. Plant and Soil. 117:207-218.
- Lifshitz, R., Loepper, J., Scher, F., Laliberte, M. 1986. Nitrogen fixing pseudomonas isolated from roots of plants grown in the Canadian high arctic. Appl. Environ. Microbiol. 51: 251-255.
- Okon, Y., Labandera, G.C.A. 1994. Agronomic applications of *Azospirillum* and evaluation of 20 years World wide Field Inoculation. Soil Biol. Biochem. Vol. 26, No. 12, pp. 1591-1601.
- Rueda-Puente, E., Castellanos, T., Troyo-Díéguez, E., Díaz de León-Alvarez, J. L., Murillo-Amador, B. 2003. Effects of a nitrogen-fixing indigenous bacterium (*Klebsiella*

pneumoniae) on the growth and development of the halophyte *Salicornia bigelovii* as a new crop for saline environments. J Agronomy and Crop Science 189 (5):323-332.

AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN: PREPARANDO EL TERRENO PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE DEL CAMPO EN MÉXICO

Bram Govaerts¹, Nele Verhulst^{1,2}, Ken D Sayre¹, Jesús Mendoza^{1,3} y Jesús Santillano-Cázares⁴.

¹Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Apdo Postal 6-641, Col Juárez, Delegación Cuauhtemoc CP 06600 México DF, 01 (55) 5804 2004, b.govaerts@cgiar.org.

²Department of Earth and Environmental Sciences, Katholieke Universiteit Leuven, Celestijnenlaan 200 E, 3001 Leuven, Belgium. ³Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), Antonio Caso S/N, Colonia Villa ITSON, C.P. 85120, Cd. Obregón, Sonora, México. ⁴Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC. Mexicali, B.C., México.

INTRODUCCIÓN

Los esfuerzos del género humano para producir una mayor cantidad de alimentos han dejado su huella en nuestro medio ambiente. El uso continuo de las prácticas de sistemas de cultivo convencionales que se basan en una labranza extensiva, especialmente cuando ésta se combina con la quema de los residuos de los cultivos *in situ*, ha magnificado las pérdidas debido a la erosión del suelo, la base de los recursos del suelo se ha degradado también progresivamente (Montgomery, 2007).

Actualmente, la agricultura empresarial que se practica en el Noroeste de México, sobre todo para granos básicos, atraviesa por una gran crisis. Lo anterior es producto de la interacción negativa de varios factores como son: deterioro de los suelos, altos costos de producción, lo que se traduce en una baja o nula rentabilidad, bajando la competitividad, lo que favorece que se incremente el número de productores con cartera vencida. El esquema intensivo de producción que se realiza en el Noroeste de México bajo el sistema tradicional incurre en acciones negativas, tales como: la quema de paja, nula incorporación de residuos de cosecha y abonos verdes así como el uso exagerado de pasos de maquinaria, además de la baja eficiencia en el uso del agua de riego, lo que ha provocado el deterioro del ambiente y del recurso suelo. Las prácticas inadecuadas en el manejo del suelo, a través del tiempo, han dado como resultado bajos porcentajes de materia orgánica, mayor salinidad, compactación y erosión, lo cual afecta la productividad de los suelos. Estudios edafológicos realizados en la región, indican que los factores antes mencionados favorecen la pérdida de calidad de los suelos de primera clase en 0.56% por año, y de continuar con dicha explotación se espera que la degradación de los suelos aumentará de manera gradual.

En el Altiplano de México la sequía de este año (2009) nos ha dado una gran lección, la tierra sin agua es incapaz de producir cultivos, sin agua no hay soporte de vida para nadie. Nuestros sistemas de producción agrícolas deben aprovechar eficientemente el agua. Todos estamos involucrados en este problema de escasez, las ciudades están sufriendo grandes recortes en el suministro del vital líquido, las parcelas de riego no tienen acceso a las cantidades de agua necesarias para producir, y la tragedia de la pérdida de las cosechas en los cultivos de temporal por falta de lluvias es evidente en muchas regiones del país. El agua es de todos y para hacer eficiente su uso debemos participar tanto los actores y autoridades de las grandes urbes como el medio rural.

Hoy día, el género humano ha entendido que la agricultura no sólo debe perseguir un alto rendimiento, sino también tiene que ser sostenible (Reynolds y Tuberosa, 2008). Los agricultores preocupados por la sostenibilidad del medio ambiente de sus sistemas de producción y aunado a que los costos de producción son cada vez mas altos, han empezado a adoptar y adaptar mejores prácticas de manejo que conduzcan a una agricultura sostenible. La agricultura de conservación se convierte en la alternativa más viable porque es un sistema rentable y conservacionista que reduce costos de producción e incrementa la productividad, con el consecuente beneficio ecológico y edáfico. La agricultura de conservación se enfoca a un concepto de sistema de agricultura completo, y combina tres principios básicos: (1) reducción de la labranza (Figuras 1 y 2), (2) retención de niveles adecuados de residuos del cultivo para cubrir la superficie del suelo (Figuras 1 y 2) y (3) uso de rotaciones de cultivos económicamente viables. Estos principios de la agricultura de conservación se aplican en una amplia gama de sistemas de producción. Obviamente los componentes específicos del manejo deben ser compatibles, y

necesitarán ser identificados a través de una investigación de adaptación con los agricultores activos involucrados para contrastar entre agro-clima/sistemas de producción.



Figura 1. Siembra directa sin mover el suelo. Un disco cortador abre el suelo, se deposita la semilla y la llanta compactadora vuelve a cerrar el suelo.



Figura 2. La semilla se deposita en una zanjita que se abrió con el disco.

Este trabajo incluye los resultados de dos ensayos a largo-plazo operados por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Int. (CIMMYT) en diferentes sistemas agro-ecológicos en México. El primer experimento se localiza cerca de El Batán, aproximadamente 30 km al noreste de la ciudad de México, en el altiplano subtropical de México. Donde predomina la agricultura de temporal en el área, con una precipitación de (350–800 mm) que ocurre de cuatro a seis meses en el período de verano, seguido por inviernos secos, y heladas. El clima de El Batán es representativo de muchas áreas de altiplano en el Oeste de Asia y el Norte de África, El Cono Sur y el Altiplano Andino de Sudamérica, El Altiplano Central de Etiopía, las llanuras costeras Mediterráneas de Turquía y el Altiplano Central de México. Cada región tiene sus condiciones específicas y sus problemas, pero algunas tendencias generales pueden ser reconocidas. Los altiplanos tropicales y subtropicales (centro de México, Etiopía, y otros) han sido densamente habitados e intensivamente cultivados durante siglos; hecho que resulta en problemas de sostenibilidad agrícola relacionados con la erosión del suelo y la disminución de la fertilidad (Scherr and Yadav, 1996). El sistema agrícola está bajo estrés debido a una disminución de la superficie cultivada por cada familia, la reducción de la disponibilidad de forraje y la degradación del suelo. La lluvia es insuficiente e impredecible, por lo tanto, la producción agrícola se ve amenazada por el estrés crónico de la humedad del suelo. La precipitación es generalmente intensa y corta, lo que lleva a un alto escurrimiento y un anegamiento temporal. El rendimiento de los cereales es bajo ($< 2 \text{ t ha}^{-1}$). Además, los campos están frecuentemente cubiertos de malezas y los cultivos presentan deficiencia de N, la estructura del suelo es pobre, y la superficie del terreno y las oquedades erosionadas se han generalizado (Govaerts et al., 2008). El segundo experimento está localizado en el Valle del Yaqui en las zonas áridas del noroeste de México. En el Valle del Yaqui durante los últimos 25 años, mas del 95% de los agricultores de la región han cambiado del uso de riego por inundación en plano a la siembra en camas (Aquino, 1998). Uno de cuatro surcos se ha sembrado arriba de la cama, en función de la anchura de la cama y del cultivo, con riego aplicado al surco. Los productores que cultivan trigo en camas obtienen un 8% de rendimientos mas alto y ahorran cerca de 25% en costos de producción, comparado con los sistemas de riego por inundación (Aquino, 1998). El rendimiento de grano en el área superó 6 t ha^{-1} y los niveles de insumos son altos, e.g. el promedio medio de N para trigo

es 275 kg de N ha⁻¹. La quema generalizada del residuo frecuentemente acompaña a la labranza, aunque algo del residuo es embalado para forraje e incorporado durante la labranza (Sayre, 2004). La siembra en camas proporciona una oportunidad natural para reducir la compactación al limitar el tráfico hacia el fondo de los surcos. El siguiente paso lógico para incrementar la sostenibilidad de las camas para que sean permanentes, evitando la labranza (solo remodelar las camas, cuando sea necesario) y reteniendo y distribuyendo los residuos sobre la superficie.

Una simple definición operativa de la calidad del suelo es dada por Gregorich et al. (1994) como 'El grado de aptitud de un suelo para un uso específico'. Dentro del marco de la producción agrícola, una alta calidad de suelo equivale a la habilidad del suelo para mantener una alta productividad sin una degradación significativa del suelo o del medio ambiente. La evaluación de la calidad del suelo se basa en características físicas, químicas y biológicas del suelo. Los factores de manejo que pueden modificar la calidad del suelo incluyen e.g. labranza y sistemas de manejo de los residuos, y siembra de cultivos con rotación (Karlen et al., 1997). Este trabajo se enfoca a la influencia del manejo de los residuos y la labranza en los parámetros de calidad. Se ha hecho una comparación entre sistemas de agricultura de conservación y agricultura convencional en dos áreas agro-ecológicas contrastantes: (1) sistemas de temporal con bajos insumos, semi-áridos, con cero labranza en plano y (2) sistemas de riego, con altos-insumos, áridos, con cero labranza y camas permanentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de temporal a largo plazo en el centro de México

El experimento de temporal está ubicado en El Batán en el altiplano subtropical semiárido, del Centro de México (2240 msnm.; 19.3°N, 98.5°O). El suelo tiene buenas condiciones químicas y físicas para la agricultura. Las principales limitaciones son las sequías periódicas, exceso de agua que sucede periódicamente y la erosión eólica e hídrica. La temperatura media anual es de 14°C (1990-2001) y el promedio anual de lluvia es de 600 mm año⁻¹, con aproximadamente 520 mm de lluvia entre mayo y octubre. Lluvia breve, intensa seguida de períodos secos tipifican la temporada de lluvias de verano y la evapotranspiración potencial total anual de precipitación es superior a 1900 mm durante todo el año. La estación experimental de El Batán tiene un promedio de período de cultivo de 152 días. El suelo es un Cumulic Haplustoll térmico, fino, mezclado, (Soil Survey Staff, 2003) (Cumulic Phaeozem (IUSS Working Group WRB, 2006)).

El experimento empezó en 1991 como se describe en Fischer et al. (2002). Las parcelas individuales son de 7.5 m por 22 m. Las prácticas usuales incluyen el uso de cultivares recomendados, maíz sembrado a una densidad de 60,000 plantas ha⁻¹ en hileras de 75 cm, trigo sembrado en hileras de 20 cm, utilizando 100 kg de semilla ha⁻¹. Ambos cultivos son fertilizados usando urea a 120 kg de N ha⁻¹, el N se aplicó al trigo en la etapa de crecimiento del 1er nudo (al voleo) y al maíz en la 5-6 etapa de desarrollo foliar (superficie-en banda). El control de malezas se realizó usando herbicidas apropiados, disponibles cuando fue necesario y no se utilizó control de plagas o enfermedades, excepto los tratamientos de semilla aplicados ya por las fuentes comerciales. La siembra de ambos, maíz y trigo, depende de la aparición de las lluvias de verano, pero normalmente se efectúa entre el 5 y el 15 de Junio.

El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con dos repeticiones. Hay 32 tratamientos en total. El conjunto básico lo componen 16 prácticas de manejo que se basan en la variación de (1) rotación de cultivos (monocultivo vs. rotación de maíz/trigo); (2) labranza (convencional vs. cero labranza); (3) manejo de residuos (retención vs. remoción). Una segunda serie de tratamientos se estableció en 1996 e incluye los tratamientos con retención parcial de los residuos y siembra en camas permanentes.

El ensayo a largo plazo con riego en el noroeste de México

El experimento se inició en 1992 cerca de Ciudad Obregón, Estado de Sonora, México (Lat. 27.33° N, Lon. 109.09° O, 38 msnm). La temperatura media anual es de 24.7 °C y la precipitación media anual es de 384 mm, con una temporada de lluvias que va de junio hasta agosto (1971-2000) (<http://www.inegi.gob.mx>). El suelo es un Hyposalic Hyposodic Vertisol (Calcaric, Chromic) (IUSS Working Group WRB, 2006), fine Chromic Haplotorrert) (Soil Survey Staff, 2003) bajo en materia orgánica (< 1%) y ligeramente alcalino (pH 7.7). Una descripción detallada del manejo de la parcela la ha reportado Limón-Ortega et al. (2000). El maíz y el trigo

son de riego y manejados en rotación anual: el trigo como cultivo de invierno sembrado de finales de noviembre a principios de diciembre y cosechado en mayo, seguido de maíz como cultivo de verano sembrado en junio sobre el mismo conjunto de parcelas y cosechado en octubre. Ambos cultivos se sembraron a 0.75 m en camas con trigo en dos hileras sembrado con una separación 20 cm y el maíz en una hilera. El riego se aplica en surcos.

El experimento incluye tres repeticiones de cada tratamiento en un diseño de bloques al azar con un arreglo de tratamiento de parcelas divididas. Las parcelas principales consisten de factores de labranza-paja como sigue: (1) *CTB-paja incorporada*: Camas con labranza convencional (labranza convencional con camas formadas después de cada cultivo); los residuos de maíz y trigo son volteados con el arado; (2) *PB-paja quemada*: Las camas permanentes (cero labranza con reutilización continua de las camas existentes, que son reformadas cuando es necesario); los residuos de ambos cultivos trigo y maíz son quemados; (3) *PB-paja removida*: En las camas permanentes; los residuos de trigo y maíz son removidos para embalsarse; (4) *PB-paja parcialmente removida*: camas permanentes; los residuos de maíz son removidos para embalsarse y la paja de trigo es retenida sobre la superficie del terreno; (5) *PB-paja retenida*: Las camas permanentes; y los residuos de maíz y trigo son mantenidos sobre la superficie del terreno.

Las parcelas divididas durante el invierno comprenden siete niveles de fertilización con N, pero para este trabajo se eligió un conjunto de tres tratamientos de N (0, 150, y 300 kg N ha⁻¹). El maíz recibe una aplicación uniforme de 150 kg N ha⁻¹. El N se aplicó como urea al fondo del surco y se incorpora a través del riego. Cada año el trigo y el maíz reciben 45 kg de P₂O₅ ha⁻¹ en banda en el surco y se reincorpora al cultivo cuando se re-forman las camas.

Parámetros de calidad del Suelo

La distribución del tamaño de los agregados y su estabilidad se determinaron durante el ciclo de cultivo 2006 en El Batán como se describe en Govaerts et al. (2006) y en Ciudad Obregón como se describe en Limón-Ortega et al. (2006). El tiempo de saturación, que es el tiempo que tarda el agua antes de correr fuera de un área específica en el campo, fue medido durante el ciclo de cultivo 2006 en El Batán durante el ciclo 2007-2008 en Ciudad Obregón como se describe en detalle en Govaerts et al. (2006). La infiltración por cilindros pequeños se determinó en El Batán como se reporta en Govaerts et al. (2007a). La biomasa microbiana C y N del suelo se midió como se reporta en Govaerts et al. (2007b) y Limón-Ortega et al. (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el sistema de temporal, semi-árido con cero labranza, la combinación de labranza reducida con retención de los residuos de los cultivos resulta en un rendimiento alto y estable (Figura 3-4). Comparado con las prácticas normales de los agricultores de agricultura de temporal, la agricultura de conservación resulta en rendimientos altos y estables (Figura 4). La retención de los residuos de los cultivos hace la diferencia, el rendimiento fue significativo y por lo menos un 50% mas alto con la retención de residuos que con la remoción de los residuos en la cero labranza (Figura 4). El tratamiento de cero labranza con eliminación parcial de los residuos dio un rendimiento equivalente a los tratamientos de residuos con retención completa (Govaerts et al., 2005). Es esencial para la sostenibilidad de las prácticas de manejo desarrolladas en los sistemas de temporal semi-áridos encontrar aquellos donde la captura y almacenamiento de agua para el suelo es óptima.

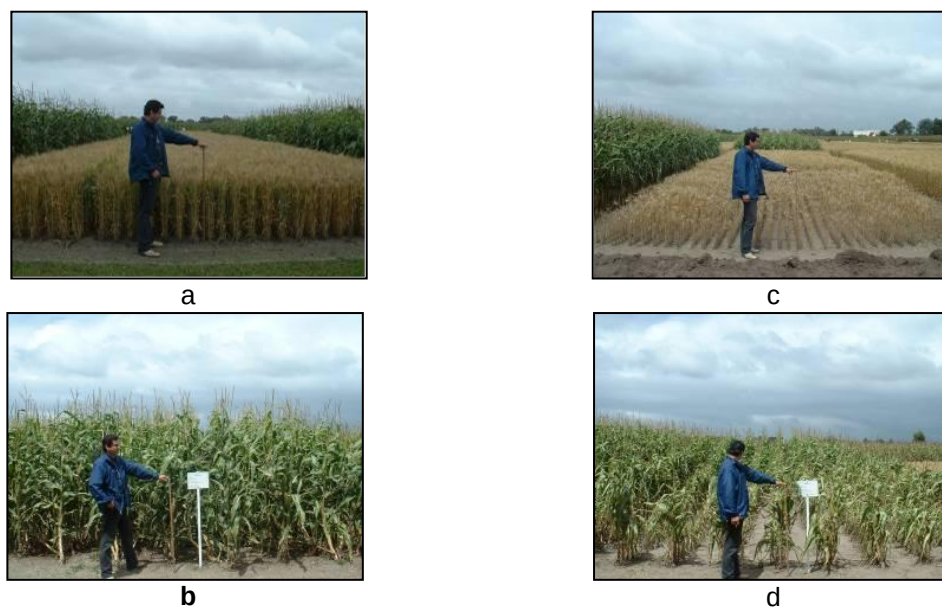


Figura 3. Manejo diferente resulta en un diferente potencial de rendimiento. Las fotografías a y b representan mas de 10 años de agricultura de conservación; mientras que las c y d representan mas de 10 años de una práctica agronómica equivocada.

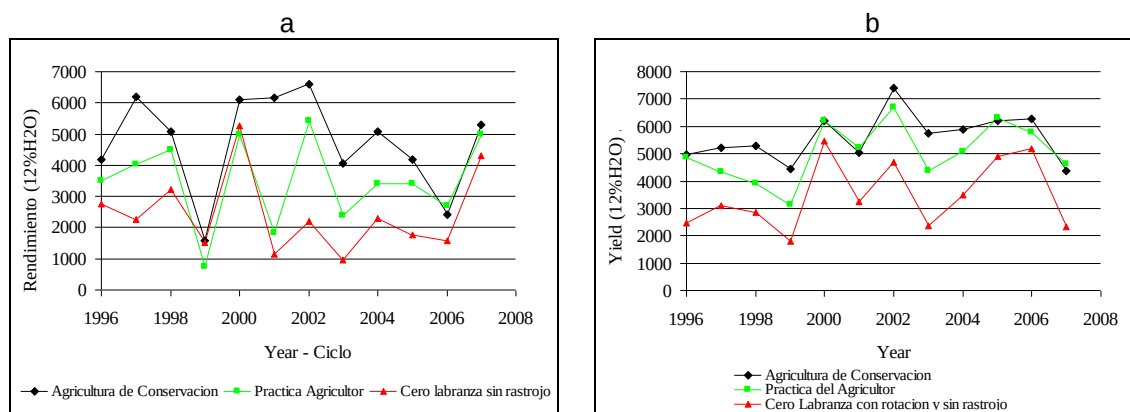


Figura 4. Efecto de la labranza y el manejo de los residuos después de varios años sobre el rendimiento de grano de a) maíz y b) trigo (kg ha⁻¹ a 12% H₂O) en el experimento a largo plazo de temporal en El Batán, CIMMYT.

La reducción en costos de producción, junto con el incremento del rendimiento hace de la agricultura de conservación una práctica rentable. La práctica del agricultor no resulta rentable. También, la agricultura de conservación es una opción para los grandes sistemas de producción de riego. Los ensayos a largo plazo en el Norte de México muestran que no hubo diferencias significativas en el rendimiento del trigo en algunas de las prácticas de manejo durante los primeros cinco años (10 ciclos de cultivo). Sin embargo, después de 10 ciclos, las diferencias de rendimiento entre los manejos de tratamientos claramente variaron con una dramática reducción en el rendimiento en el sistema de camas permanentes donde todos los residuos habían sido sistemáticamente quemados desde el inicio de los ensayos. Para los sistemas agrícolas con riego (al menos para los tropicales, semi-tropicales, áreas cálidas y templadas), la aplicación del riego parece "eliminarse ó posponerse" la expresión de la degradación de muchas propiedades del suelo asociadas con la quema continua de los residuos puede llegar hasta niveles en el que ya no es posible mantener el rendimiento aun con riego (Figura 5).

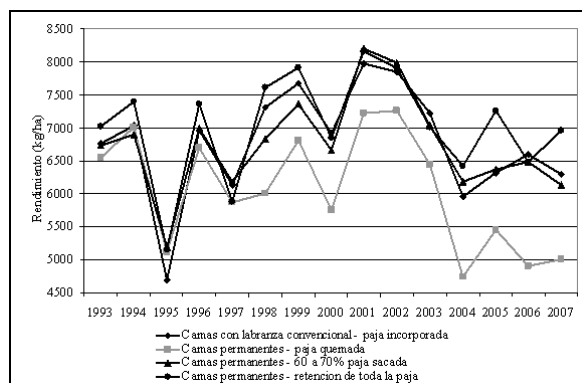


Figura 5. Efecto de la labranza y el manejo de los residuos después de varios años sobre el rendimiento de grano del trigo (kg/ha a 12% H₂O) en el experimento a largo plazo bajo riego en Ciudad Obregón, CIMMYT.

Aunque el rendimiento con un manejo adecuado de camas permanentes no es marcadamente mayor que el de las camas con labranza convencional con incorporación de residuos, los costos de producción de las camas permanentes, calculados en el 2006 promediando 6 ciclos de trigo, son sin embargo, marcadamente mas bajos (Figura 6).

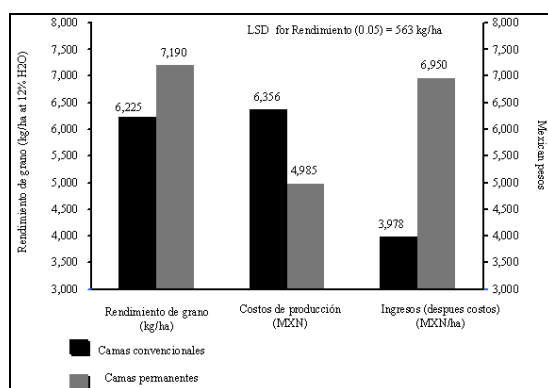


Figura 6. Efecto de la labranza y del manejo de los residuos durante varios años en los ingresos (MXN/ha) del CIANO/en Cd. Obregón.

La importancia de mantener el rastrojo o mantillo en el campo

El rastrojo es una base importante en de la agricultura de conservación, ya que si no hay residuos no puede existir el sistema (Figura 7). La importancia de dejar los residuos es lograr una buena cobertura y proteger al suelo del viento, así como retener la humedad. La quema de rastrojo se tiene que evitar completamente. Sin embargo, las demandas competitivas de los residuos de los cultivos a nivel finca (por ejemplo para su uso como forraje, combustible o material de construcción) son elevados en zonas semi-áridas de temporal y los sistemas pueden constituir graves obstáculos para la aplicación de la labranza cero con retención de residuos (Erenstein, 2002). Dado que la producción de biomasa es mayor en condiciones de riego que en temporal, en condiciones semi-áridas, hay mas margen para la remoción de una parte de los residuos del cultivo para otros usos. Es necesaria mas investigación para establecer los niveles mínimos de retención de los residuos.



Figura 7. La quema del rastrojo no es una práctica aconsejable en el uso de cero labranza; después o durante la cosecha se distribuye bien el rastrojo de manera que forme un colchón que proteja el suelo.

Efecto de rastrojo sobre los parámetros de calidad de suelo

Agregación del suelo

Tanto en el ensayo de temporal como en el ensayo de riego, el peso medio del diámetro (MWD) en el tamizado en seco y húmedo fue el mas alto cuando todos los residuos fueron retenidos sobre la superficie de las parcelas con cero labranza. La remoción del residuo en condiciones de temporal y la quema del residuo en condiciones de riego degradaron la estructura del suelo en comparación con la de retención (parcial) de los residuos (Figura 8).

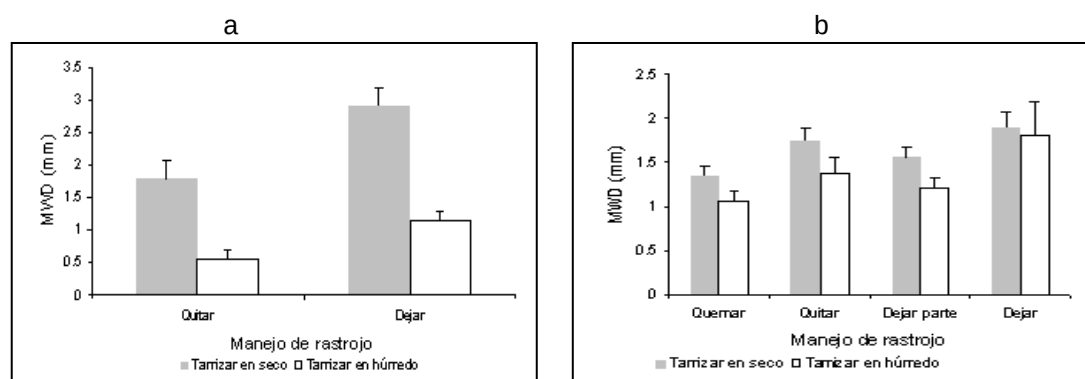


Figura 8. El efecto del manejo de los residuos en el peso medio del diámetro obtenido por el tamizado en seco y húmedo (mm) en los tratamientos de cero labranza (a) el ensayo de temporal en El Batán y (b) el ensayo con riego en Ciudad Obregón (Adaptado de Limón-Ortega et al. 2006). Los valores con diferentes letras difieren significativamente en 5% basados en bloques menores de la diferencia de grupos. Las Barras indican un error estándar.

Chan et al. (2002), también encontraron que el rastrojo quemado reduce significativamente la estabilidad del agua de los agregados en las fracciones >2 mm y < 50 μ m. Govaerts et al. (2007c) han obtenido resultados similares en un sistema de siembra en camas permanentes de temporal en el altiplano subtropical de México, donde el MWD del tamizado en seco y húmedo disminuyó al disminuir la cantidad de residuos retenidos, aunque la remoción de los residuos fue parcial pues fue embalado, se mantuvieron los agregados dentro de los límites aceptables.

Esto indica que la remoción total de los residuos debe evitarse, pero no es siempre necesario retener todos los residuos en el campo para aprovechar los beneficios de las camas permanentes o de cero labranza en sistemas en plano. El manejo de los residuos del ciclo anterior es clave para el desarrollo estructural del suelo y su estabilidad ya que la materia orgánica es un factor importante en la agregación del suelo. El residuo fresco constituye un factor clave para la formación de nuevos agregados mediante la creación de lugares propicios

para la actividad microbiana donde los nuevos agregados del suelo se desarrollan (De Gryze et al., 2005). Además, la retención de los residuos en la superficie del suelo, se reduce el daño de los agregados al protegerlos contra el impacto de las gotas de lluvia (Le Bissonnais, 1996).

Infiltración del agua

El tiempo de saturación es una medida de la infiltración directa en el suelo. En el ensayo de temporal, el tiempo de saturación fue menor para cero labranza con remoción de residuos que con retención de residuos (parcial), pero la diferencia fue solo significativa en la fase de la rotación de maíz (Figura 9). En parcelas con trigo, el tiempo de saturación fue mayor que en las parcelas de maíz y las diferencias entre los tratamientos fue menor. Los cultivos en pie inducen un efecto de cubierta 'vertical' que es menor en las parcelas de maíz ya que la densidad de la planta es menor. En condiciones de riego, el tiempo de saturación se incrementa con el incremento de la retención del residuo en la superficie del suelo. La quema de los residuos resultó en una menor infiltración directa (Figura 9). La retención de los residuos en la superficie previene la formación de costras al incrementar la estabilidad de los agregados comparado con cero labranza con remoción o quema de los residuos (Fig 8; Li et al. 2007; Chan et al. 2002) y protegen a los agregados del impacto directo de las gotas de lluvia (Le Bissonnais 1996). Además, los residuos dejados en la parte superior del suelo con cero labranza y retención de residuos actúan como una sucesión de barreras, reduciendo la velocidad del escurrimiento y dando oportunidad al agua de más tiempo para infiltrarse. Los residuos interceptan la lluvia y la liberan mas lentamente después (Scopel and Fideling 2001).

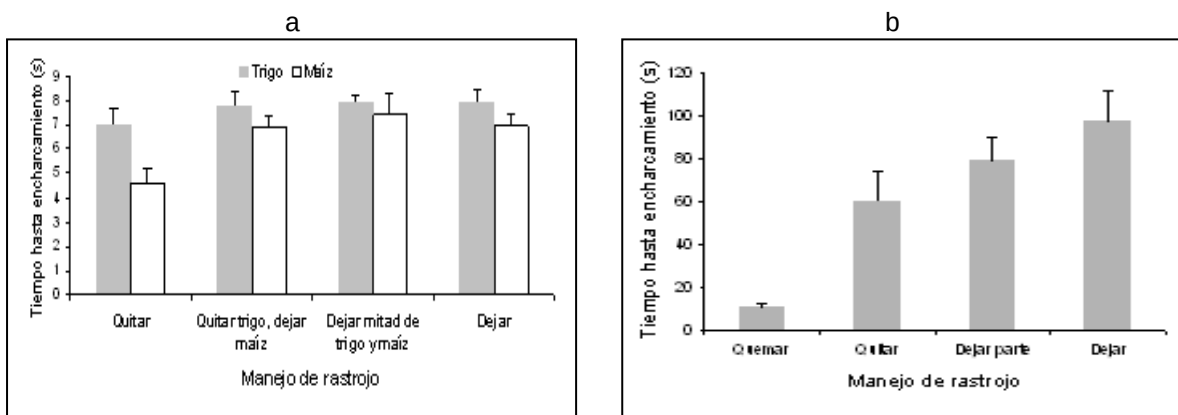


Figura 9- El efecto del manejo de los residuos en el tiempo de saturación (s) en tratamientos con cero labranza de (a) el ensayo de temporal en El Batán durante la fase de rotación de maíz y trigo y (b) el ensayo de riego en Ciudad Obregón durante la fase de rotación de trigo. Los valores con diferentes letras difieren significativamente en 5% basados en bloques menores de la diferencia de grupos. Las barras indican un error estándar.

Contenido de humedad en el Suelo

El aumento de la infiltración con la retención de los residuos en sistemas de cero labranza se reflejó en el contenido de la humedad del suelo a través de todo el ciclo de cultivo (Figura 10). En el ensayo de temporal, el contenido de humedad a 60 cm en la parte superior el suelo de las parcelas de cero labranza fue menor cuando el residuo fue removido comparado a cuando el residuo fue retenido. De manera similar, en el ensayo de riego, el contenido de humedad del suelo fue menor cuando el residuo fue quemado que cuando la superficie fue cubierta. La diferencia entre las prácticas fue menor en condiciones de riego, probablemente debido al efecto mitigante del riego. También Gicheru et al. (1994) mostró que la cubierta formada por el residuo del cultivo resultó en mas humedad bajo el perfil (0-120 cm) durante dos ciclos de cultivo (un período corto de lluvias y un período largo de lluvias) en 2 años en labranza convencional y

diques en un área semi-árida de Kenya. Mas agua en el suelo posibilita a los cultivos a desarrollarse a corto plazo durante los períodos secos y reduce la sensibilidad de un estrés hídrico del sistema, lo que es especialmente importante en sistemas de temporal.

Biomasa microbiana

La biomasa microbiana del suelo C y N se redujo al disminuir la cantidad de residuos retenidos en la superficie del suelo en los tratamientos de cero labranza a largo plazo tanto de temporal como de riego (Tabla 1). La biomasa microbiana del suelo refleja la capacidad del suelo para almacenar y mover los nutrientes (C, N, P y S) y la materia orgánica (Dick, 1992; Carter et al., 1999) y desempeña un papel importante en la estabilización física de los agregados (Franzluebbers et al., 1999). La supresión general esta también relacionada con el total de la biomasa microbiana del suelo, que compite con los patógenos por los recursos, o ocasiona la inhibición a través de formas mas directas de antagonismo (Weller et al., 2002). En consecuencia, la biomasa microbiana del suelo es considerada como un importante indicador de la calidad del suelo. La tasa de C orgánico en el aporte de la biomasa vegetal es generalmente considerada como el factor dominante en el control de la cantidad de biomasa microbiana en el suelo (Campbell et al., 1997). Franzluebbers et al. (1999) mostró que, como el complejo de C orgánico se amplía ó se contrae debido a los cambios en los insumos de C al suelo, el complejo microbiano también se expande o se contrae. El aporte continuo, uniforme de C de la retención de residuos sirve como fuente de energía para los microorganismos.

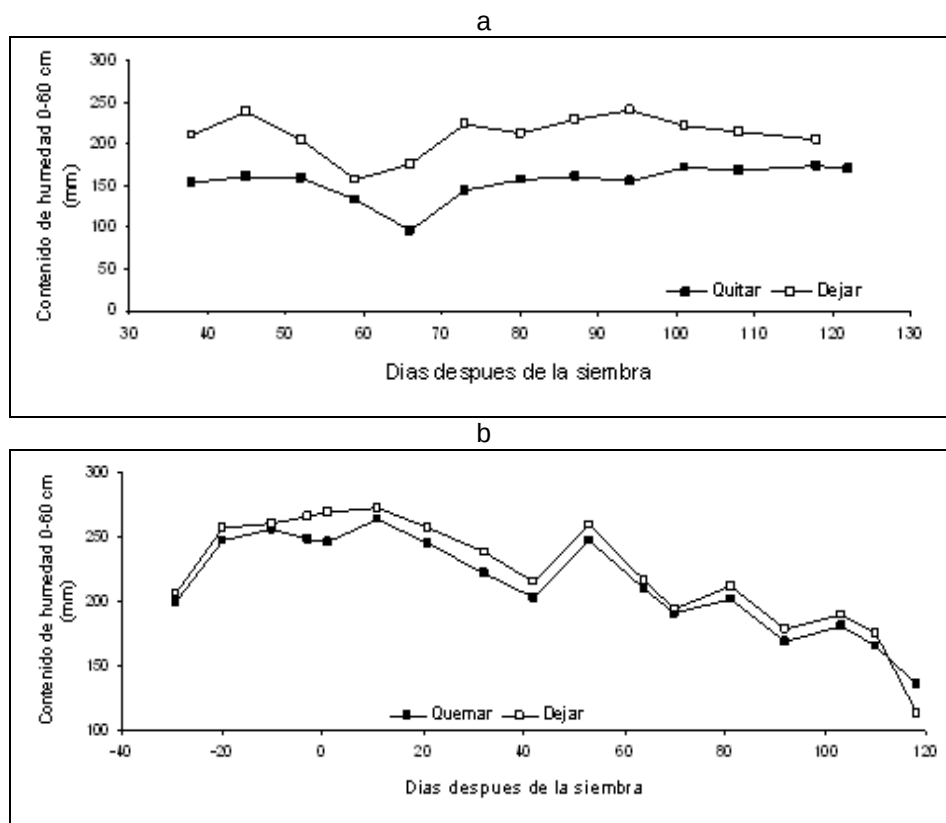


Figura 10- El efecto del manejo de los residuos sobre el contenido de humedad en el perfil (0-60 cm) a través de todo el ciclo de cultivo en la fase de rotación de trigo en tratamientos de cero labranza de (a) el ensayo de temporal en El Batán y (b) el ensayo de riego en Ciudad Obregón (riegos 28 días antes y 43, 71 y 95 días después de la siembra).

Tabla 1. El efecto del manejo de los residuos en la biomasa microbiana C y N del suelo en (SMB C y SMB N), en la fase de la rotación de trigo en los tratamientos con cero labranza del ensayo de temporal en el Batán (0-15 cm; Adaptada de Govaerts et al. 2007b) y el ensayo con riego en Ciudad Obregón (0-7.5 cm; Adaptada de Limón-Ortega et al. 2006).

Ensayo	Manejo de residuos	SMB C (mg C kg ⁻¹ suelo)	SMB N (mg N kg ⁻¹ suelo)
Temporal	Remoción	288 B	22 A
El Batán	Retención completa	453 A	20 A
Riego	Quema	540 b	22 c
Cd. Obregón	Remoción	617 ab	25 b
	Retención parcial	681 a	25 b
	Retención completa	687 a	31 a

Los valores con diferentes letras difieren significativamente en 5% basado en bloques menores de la diferencia de grupos.

Calidad química del suelo

La eliminación de los residuos de la cosecha se asocia con una disminución de la materia orgánica del suelo comparada con la labranza cero con retención de residuos. (Blanco-Canqui and Lal, 2007), como se observó en el ensayo de temporal. A pesar de la continua aplicación de C en los tratamientos con retención de residuos, la materia orgánica del suelo no difiere de los tratamientos con remoción de residuos en el ensayo de riego. Si la biomasa microbiana del suelo se utiliza como indicador temprano de la materia orgánica del suelo, sin embargo, la misma tendencia se puede esperar en condiciones de riego. En el ensayo de temporal, la eliminación de residuos como resultado de una disminución en el estatus de los nutrientes sobre la base de la concentración de C, N, K y Zn, en comparación con la retención de residuos. Solo el tratamiento continuo de trigo con remoción de residuos se acercó a los tratamientos de cero labranza con retención de residuos. En el sistema de camas permanentes con riego, el contenido total de N fue 1.14 veces menor cuando la paja fue quemada que cuando la paja fue retenida. La tasa de mineralización de N fue similar para los tratamientos de paja quemada y paja retenida, pero mayor para PB-con tratamientos de paja parcialmente removida donde solo la paja de trigo fue retenida. Este resultado está presumiblemente relacionado con la proporción de C-N de maíz que se deja en el campo en PB-paja retenida. Se ha frecuentemente reportado que durante la descomposición de la materia orgánica, El N inorgánico puede ser inmovilizados (Zagal y Persson, 1994), especialmente cuando la materia orgánica con un coeficiente grande del porcentaje de C-N se añade al suelo. La sodicidad del suelo y la concentración de P en general es mayor cuando los residuos fueron quemados en comparación con los otros tratamientos. Del mismo modo Govaerts et al. (2007c) observó mayor K, N, C y menor concentración de Na con retención de residuos en comparación con la remoción de residuos en un sistema de siembra en camas permanentes de temporal en el altiplano México.

La maquinaria adecuada es esencial para la implementación de agricultura de conservación

El desempeño de los cultivos en agricultura de conservación se relaciona con la humedad del suelo y los atributos relacionados con la infiltración, la estructura del suelo y la materia orgánica, lo que demuestra que la humedad del suelo es el principal factor limitante del sistema (Verhulst et al., 2008). La diferencia en el contenido de humedad del suelo entre las prácticas de manejo de los residuos era menor con riego que en condiciones de temporal debido a la corrección del efecto del riego, permitiendo otros factores como la disponibilidad de los nutrientes a ser mas importantes que en condiciones de secano. Por todo lo anterior, es evidente que la agricultura de conservación es una tecnología potencial disponible para los productores que puede mejorar el potencial de producción y reducir los costos de producción. Se necesita que esta tecnología sea validada y transferida extensamente en terrenos de los productores. Pero antes de que agricultores puedan aplicar la tecnología, se necesita contar con maquinaria adecuada para aplicar la agricultura de conservación. Sin duda, el principal factor que ha limitado la extensión y la adopción de la agricultura de conservación en particular para cultivos de grano pequeño como

el trigo, entre los agricultores a pequeña a mediana escala en países en vías de desarrollo, ha sido la falta de implementos apropiados, sobre todo equipos de siembra.

Nuestra filosofía ha sido desarrollar implementos multi-cultivo multi-usos que puedan ser reconfigurados de forma sencilla para mantener la forma de las camas, hacer la aplicación basal en banda o fertilización post-emergencia del cultivo, o sembrar semilla grande o pequeña. Para agricultores a pequeña y mediana escala, diseñamos un implemento que se configure fácil y rápidamente, que les permita realizar la mayoría de las actividades de la siembra, que les permita aplicar fertilizante y re-hacer las camas.

El uso de este tipo de sembradora beneficia a los agricultores reduciendo considerablemente sus costos de producción. El prototipo se inventó en México y está listo para producirse en talleres mexicanos, ¡listo para que México se coloque a la vanguardia en la fabricación de sembradoras multipropósito en el mundo!

CONCLUSIONES

Los ensayos de uso sostenible a largo plazo han mostrado que la agricultura de conservación tiene gran potencial en México. La agricultura de conservación reduce los costos de producción y la mano de obra; aumenta la competitividad de los agricultores y los ingresos en el sistema de producción de granos básicos; y representa una excelente opción para conservar los recursos naturales, mediante la concurrencia de los siguientes efectos:

- Mejora la textura y la estructura del terreno.
- Favorece la infiltración del agua y la retención de la humedad.
- Retiene por más tiempo la humedad del suelo en zonas de temporal o de riego, promueve el uso eficiente del agua y genera ahorros en su consumo durante el riego.
- Mejora las propiedades químicas y biológicas del suelo.
- Aumenta el nivel de materia orgánica.
- Reduce la erosión.
- Disminuye la quema del rastrojo.
- Al reducirse el uso de maquinaria agrícola, se ahorra combustible; hay menos emisiones de contaminantes y menor compactación del suelo,
- Es una opción para mitigar los efectos del cambio climático y la adopción de un sistema más robusto que soporte los efectos que existen ya.
- Los beneficios finales para los agricultores serán una agricultura sostenible y más rentable y la reducción de costos, que a la vez se traducirán en mayores ingresos.

Para aplicar la cero labranza, componente de agricultura de conservación, una práctica sustentable, se tiene que combinar con la retención de rastrojo ya que la retención de (parte de) los residuos es necesario para mantener la calidad del suelo. En el sistema de temporal semi-árido con cero labranza el peso medio del diámetro obtenido, por el tamizado en seco y húmedo, la infiltración, el contenido de humedad en el suelo, la biomasa microbiana del suelo y el status de los nutrientes fueron mas bajos con remoción de residuos que con retención de residuos. En el sistema de camas permanentes con riego, la quema de todos los residuos resultó en una degradación de la estructura del suelo, menor infiltración directa, contenido de humedad en el suelo y biomasa microbiana en el suelo en comparación con la retención de los residuos sobre la superficie. Las prácticas con retención parcial de los residuos mostraron que la calidad del suelo es similar a las prácticas con retención de todos los residuos. Es necesaria mas investigación para establecer los niveles mínimos de retención de residuos (umbral) con impactos positivos en la calidad del suelo y la producción de cultivos.

Reconocimientos

N.V. recibió una beca para su investigación doctoral de Research Foundation - Flanders. Agradecemos a M. Ruíz Cano, J. Gutiérrez Angulo, J. Sánchez López, A. Zermeño, C. Rascón, B. Martínez Ortiz, A. Martínez, M. Martínez, H. González Juárez, J. García Ramírez and M. Pérez por su asistencia técnica. La investigación fue auspiciada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Int. (CIMMYT, Int.) y sus colaboradores estratégicos y donantes.

LITERATURA CITADA

- Aquino P 1998 The adoption of bed planting of wheat in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico. *Wheat Special Report.17a*, CIMMYT, Mexico DF.
- Aune, J.B., Bussa, M.T., Asfaw, F.G. and Ayele, A.A. 2001. The ox ploughing system in Ethiopia—can it be sustained? *Outlook Agr.* 30, 275–280.
- Blanco-Canqui, H. and R. Lal. 2007. Soil Structure and organic carbon relationships following 10 years of wheat straw management in no-till. *Soil & Till. Res.* 95: 240-254.
- Campbell, C.A., Janzen, H.H., Juma, N.G., 1997. Case studies of soil quality in the Canadian prairies: long-term field experiments. In: *Soil Quality for Crop Production and Ecosystems Health* (Gregorich, E.G. and Carter, M.R., Eds.), Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 351-397.
- Carter, M.R. 1992. Influence of Reduced Tillage Systems on Organic-Matter, Microbial Biomass, Macro-Aggregate Distribution and Structural Stability of the Surface Soil in a Humid Climate. *Soil Till. Res.* 23, 361-372.
- Chan, K.Y., Heenan, D.P., Oates, A., 2002. Soil carbon fractions and relationship to soil quality under different tillage and stubble management. *Soil Till. Res.* 63, 133-139.
- De Gryze, S., Six, J., Brits, C. and Merckx, R. 2005. A quantification of short-term macroaggregate dynamics: influences of wheat residue input and texture. *Soil Biol. Biochem.* 37, 55-66.
- Dick, R.P. 1992. A Review - Long-Term Effects of Agricultural Systems on Soil Biochemical and Microbial Parameters. *Agr. Ecosyst. Environ.* 40, 25-36.
- Erenstein, O. 2002. Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: an evaluation of residue availability and other technological implications. *Soil Till. Res.* 67: 115-133.
- Fischer, R.A., Santiveri, F. and Vidal, I.R. 2002. Crop rotation, tillage and crop residue management for wheat and maize in the sub-humid tropical highlands. I. Maize and system performance. *Field Crops Res.* 79, 123–137.
- Franzluebbers, A.J., Haney, R.L., Hons, F.M. and Zuberer, D.A. 1999. Assessing biological soil quality with chloroform fumigation-incubation: Why subtract a control? *Can. J. Soil Sci.* 79, 521-528.
- Gicheru, P.T. 1994. Effects of Residue Mulch and Tillage on Soil-Moisture Conservation. *Soil Technology* 7, 209-220.
- Govaerts, B., Barrera-Franco, M.G., Limón-Ortega, A., Muñoz-Jiménez, P., Sayre, K.D. y Deckers, J. 2008. Clasificación y evaluación edafológicas de tres sitios experimentales en el altiplano central de México. *Tropicultura*, 26, 1, 2-9
- Govaerts, B., Fuentes, M., Mezzalama, M., Nicol, J.M., Deckers, J., Etchevers, J.D., Figueroa-Sandoval, B. and Sayre, K.D. 2007a. Infiltration, soil moisture, root rot and nematode populations after 12 years of different tillage, residue and crop rotation managements. *Soil Till. Res.* 94, 209-219.
- Govaerts, B., Mezzalama, M., Unno, Y., Sayre, K.D., Luna-Guido, M., Vanherck, K., Dendooven, L. and Deckers, J. 2007b. Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. *Appl. Soil Ecol.* 37, 18-30.
- Govaerts, B., Sayre, K.D. and Deckers, J. 2005. Stable high yields with zero tillage and permanent bed planting? *Field Crop. Res.* 94, 33-42.
- Govaerts, B., Sayre, K.D. and Deckers, J. 2006. A minimum data set for soil quality assessment of wheat and maize cropping in the highlands of Mexico. *Soil Till. Res.* 87, 163-174.
- Govaerts, B., Sayre, K.D., Lichter, K., Dendooven, L. and Deckers, J. 2007c. Influence of permanent raised bed planting and residue management on physical and chemical soil quality in rain fed maize/wheat systems. *Plant Soil* 291, 39-54.
- Gregorich, E.G., Carter, M.R., Angers, D.A., Monreal, C.M. and Ellert, B.H. 1994. Towards A Minimum Data Set to Assess Soil Organic-Matter Quality in Agricultural Soils. *Can. J. Soil Sci.* 74, 367-385.
- IUSS Working Group WRB 2006. *World Reference Base for Soil Resources 2006*. FAO, Rome, Italy, pp. 128.

- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. and Schuman, G.E. 1997. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61, 4-10.
- LeBissonnais, Y. 1996. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility .1. Theory and methodology. *Eur. J. Soil Sci.* 47, 425-437.
- Li, H.W., Gao, H.W., Wu, H.D., Li, W.Y., Wang, X.Y. and He, J. 2007. Effects of 15 years of conservation tillage on soil structure and productivity of wheat cultivation in northern China. *Austr. J. Soil Res.* 45, 344-350.
- Limón-Ortega, A., Govaerts, B., Deckers, J. and Sayre, K.D. 2006. Soil aggregate and microbial biomass in a permanent bed wheat-maize planting system after 12 years. *Field Crops Res.* 97, 302-309.
- Limón-Ortega, A., Sayre, K.D. and Francis, C.A. 2000. Wheat and maize yields in response to straw management and nitrogen in a bed-planting system. *Agron. J.* 92, 295-302.
- McGarry, D., Bridge, B.J. and Radford, B.J. 2000. Contrasting soil physical properties after zero and traditional tillage of an alluvial soil in the semi-arid subtropics. *Soil Till. Res.* 53, 105-115.
- Montgomery, D. R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. *PNAS* 104: 13268-13272.
- Nyssen, J., Poesen, J., Mitiku Haile, Moeyersons, J., Deckers, J., 2000. Tillage erosion on slopes with soil conservation structures in the Ethiopian highlands. *Soil Till. Res.* 57, 115-127.
- Nyssen, J., Vandenreyken, H., Poesen, J., Moeyersons, J., Deckers, J., Mitiku Haile, Salles, C. and Govers, G. 2005. Rainfall erosivity and variability in the Northern Ethiopian Highlands. *J. Hydrol.* 311, 172-187.
- Reynolds, M. and Tuberosa, R. 2008. Translational research impacting on crop productivity in drought-prone environments. *Curr. Opin. Plant Biol.* 11: 171-179.
- Sayre, K.D. 2004. Raised-bed cultivation. In: *Encyclopedia of Soil Science*. (R Lal Ed.) Marcel Dekker, Inc, New York.
- Sayre, K.D., Limón-Ortega, A. and Govaerts, B. 2005. Experiences with permanent bed planting systems CIMMYT/Mexico. In: *Evaluation and performance of permanent raised bed cropping systems in Asia, Australia and Mexico* (Roth, C.H., Fischer, R.A., Meisner, C.A. Eds.), Proceedings of a workshop held in Griffith, Australia. ACIAR Proceedings 121. ACIAR, Griffith, Australia, pp. 12-25.
- Scherr, S.J. and Yadav, Y. 1996. Land degradation in the developing world: implications for food, agriculture, and the environment to 2020. *Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 14*, International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Scopel, E. and Findeling, A. 2001. Conservation tillage impact on rainfed maize production in semi-arid zones of western Mexico. Importance of runoff reduction. In: *Conservation Agriculture a worldwide challenge. I World Congress on Conservation Agriculture Madrid*. XUL, Cordoba, Spain, pp. 179-184.
- Soil Survey Staff 2003. *Keys to Soil Taxonomy*, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington, D.C., USA, pp. 332.
- Verhulst, N., Govaerts, B., Sayre, K.D., Deckers, J. and Dendooven, L. 2008. Using NDVI and soil quality analysis to assess influence of agronomic management on within-plot spatial variability and factors limiting production. *Plant Soil*, In Press, DOI 10.1007/s11104-008-9787-x.
- Weller, D.M., Raaijmakers, J.M., Gardener, B.B.M. and Thomashow, L.S. 2002. Microbial populations responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 40, 309-348.
- Zagal, E. and Persson J. 1994. Immobilization and remineralization of nitrate during glucose decomposition at four rates of nitrogen addition. *Soil Biol. Biochem.* 26, 1313-1321.

ASSESSING A SITE-SPECIFIC YIELD DETERMINATION AND FIELD-LEVEL TRACKING SYSTEM FOR ICEBERG LETTUCE PRODUCTION IN THE DESERT SOUTHWEST**Kurt D. Nolte**

Yuma County Cooperative Extension, University of Arizona, Yuma, AZ

Field packing into cardboard cartons is the current method for the handling and later transport of all leafy vegetables, including Iceberg lettuce. Field packing generally provides greater marketable yields because of reduced mechanical damage. And, for Iceberg and other lettuces, field efficiency, postharvest quality, and enhanced productivity necessitate the boxing and identification of quality attributes early in the supply chain, either in the field or packinghouse. Consumer demand for ever-increasing amounts of minimally processed fresh produce can run the risk of being contaminated by pathogens which can heighten the decay process and, in some cases, make consumers seriously ill. And, should an unfortunate issue involving field-level food safety arise, the ability to trace a contaminant back to a specific field location is critical to the rapid and effective understanding, management and control of the event. Viewed broadly, U.S. food producers have developed an enormous capacity to track the flow of food along the supply chain, though individual systems vary. Some traceability systems are deep, tracking food from the retailer back to the farm, while others extend back only to a key point in the production process.

In the fresh produce industry, the development of trace-back systems has been greatly influenced by the characteristics of the product, the harvesting infrastructure, and the current technology. Yet, the ability to georeference cut and packed lettuce back to a precise field location is still in its infancy. In this light, there is no current system which has the capability to trace carton-level packed Iceberg to an exact field location. Using RFID and integrated GPS technologies, we demonstrate the first field-level, georeferenced carton tracking system to the leafy green industry. The system is highlighted with the seamless traceability of produce from the retail shelf back to precise grower protocols, field locations, crop vigor status, field worker identification and weather conditions during growth and subsequent harvest. As the system will incorporate carton level GPS links, precise lettuce yield determinations can be made within a field and later integrated into other precision management strategies.

PONENCIAS ORALES

ORAL PRESENTATIONS

ПОНЕИЦИА

ENSAYO UNIFORME DE 20 LÍNEAS ELITE Y VARIEDADES DE CANOLA (*BRASSICA NAPUS* L.) EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Nemecio Castillo Torres¹. ¹INIFAP - Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY). Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 155. Ciudad Obregón, Sonora. CP 85000. E-mail: castillo.nemecio@inifap.gob.mx

Palabras clave: Mejoramiento Genético, Oleaginosas, Estabilidad y Fenología.

RESUMEN

En el Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY), Sonora, durante el ciclo O-I 2007-2008 se evaluaron en dos fechas de siembra (FS) 20 líneas elite y variedades de canola dentro de un ensayo uniforme establecido en diferentes regiones del centro y norte de México. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. Los mejores rendimientos se obtuvieron en la FS del 15 noviembre, reduciéndose en promedio un 15 % para la 2ª FS (6 de diciembre). Las mejores líneas elite fueron: SEL-M-F3-437, SEL-M-F3-203, SEL-M-F3-374, SEL-M-F3-269 y SEL-M-F3-436, con rendimientos que fluctuaron de 2742 a 2904 kg ha⁻¹, superando estadísticamente al mejor testigo Hyola 401 que obtuvo 2637 kg ha⁻¹. Dichas líneas también mostraron mayor precocidad y menor altura de planta que Hyola 401. Basado en los resultados de este ciclo y anteriores, se sugiere validar con fines de liberación como nuevas variedades las líneas elite SEL-M-F3-437, SEL-M-F3-203, SEL-M-F3-374, y SEL-M-F3-436.

ABSTRACT

Twenty elite lines and canola varieties were evaluated in two sowing dates (SD) at Yaqui Valley Experimental Station, Sonora, during fall-winter cycle 2007-2008, into a uniform trial in different regions at center and north of México. The randomized complete block design with four replications was used. The best yields were obtained in the first SD (November 15) and decrease 15 % for second SD (December 6). The best elite lines were: SEL-M-F3-437, SEL-M-F3-203, SEL-M-F3-374, SEL-M-F3-269 and SEL-M-F3-436, with yields between 2742 and 2904 kg ha⁻¹ and best check variety were Hyola 401 with 2637 kg ha⁻¹. Those lines were early and less high that Hyola 401. Based on the results, it is suggested to validate in order to release the elite lines SEL-M-F3-437, SEL-M-F3-203, SEL-M-F3-374, y SEL-M-F3-436, as new varieties

INTRODUCCIÓN

La diversificación de cultivos con opciones rentables se presenta actualmente como una prioridad para los agricultores del sur de Sonora a fin de mantenerse en la actividad agrícola. En los últimos años los altos costos de producción y falta de agua han impactado la rentabilidad así como el área de siembra de cultivos como soya, maíz, trigo, algodón y cártamo. En este sentido, con base en la productividad mostrada por canola, este cultivo se presenta como una nueva opción que puede ser rentable para el productor, por lo cual se requiere crear la tecnología de producción que asegure altos rendimientos y bajos costos. Dentro de dicha tecnología, el componente varietal es de suma importancia ya que en la medida que se utilice la variedad adecuada se tendrá la posibilidad de explorar el potencial productivo de este cultivo en la región. En este sentido, a través del programa nacional de mejoramiento genético se han desarrollado las primeras líneas elite de canola las cuales fueron incluidas en el presente estudio.

El objetivo de la presente investigación fue determinar cuales son las variedades o líneas elite con mayor potencial y la mejor fecha de siembra en el sur de Sonora. Los resultados obtenidos serán utilizados como base para la liberación de las primeras variedades mexicanas de canola.

La fecha recomendada para el cultivo de canola en el sur de Sonora es del 1º de noviembre al 15 de diciembre. En fechas tardías aumenta el daño de pulgones y disminuye el rendimiento potencial. Las variedades recomendadas son: IMC-204 y IMC-205, altas oleicas de ciclo intermedio y Hyola 401, híbrido convencional de ciclo precoz. (Castillo, 2004).

En las zonas centro y sur de Jalisco la canola debe sembrarse dentro del periodo comprendido del 20 de noviembre al 30 de diciembre, considerándose como óptima la primer quincena de diciembre. Las fechas de siembra tardías reducen el periodo de roseta, propiciando bajos rendimientos; en siembras oportunas

este periodo se amplía, generando plantas con abundante ramificación y vainas, y por consecuencia buen rendimiento. (Medina, González y González, 2003).

Para la región norte de Tamaulipas se sugiere realizar la siembra de canola del 15 de octubre al 10 de diciembre. En siembras posteriores se tienen mayores riesgos de plagas y de altas temperaturas durante la etapa de floración y formación de grano, lo cual afecta el rendimiento. Entre los híbridos disponibles en el mercado, los que durante los últimos años han mostrado mejor adaptación y rendimiento son Hyola 401, Hyola 420 y Hyola 330, razón por la que son los más recomendables para producción comercial. (Ortegón, 2003).

La fecha de siembra en el cultivo de canola es una práctica de importancia para tener el mejor desarrollo del cultivo y consecuentemente la mejor producción. De tal forma que las plantas tengan las mejores condiciones climáticas para su desarrollo, así como una menor presencia de plagas en función de una mayor incidencia de enemigos naturales. (Cortez *et. al.*, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental Valle del Yaqui, Sonora, en el ciclo otoño-invierno, 2007-2008. Se evaluaron 20 líneas elite y variedades de canola, dos fechas de siembra: 15 de noviembre y 6 de diciembre. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones, la parcela experimental fue de 4 surcos a 80 cm de separación por 5 m de largo y como parcela útil se tomaron los 2 surcos centrales de 4 m de largo (6.4 m^2). Al cultivo se le dio el manejo agronómico recomendado para la región. Se midieron las siguientes variables: días a inicio de floración (IF) y madurez fisiológica (MF), altura de planta (AP - cm), acame ($1= 0\% - 5= 100\%$) y rendimiento de grano (kg ha^{-1}). Sólo se hizo análisis estadístico de esta última variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se aprecia en los Cuadros 1 y 2, se detectaron diferencias estadísticas entre variedades en ambas fechas de siembra (FS). Los mejores rendimientos se obtuvieron en la 1ª FS, reduciéndose en promedio en un 15 % para la 2ª FS, como puede observarse en el Cuadro 3. Estos resultados coinciden con lo mencionado por Castillo, (2004), Medina, González y González (2003) y Ortegón, (2003), quienes indican que en fechas de siembra tardías se reduce el rendimiento de grano debido a la mayor incidencia de plagas y la exposición a condiciones climáticas adversas durante la fase reproductiva del cultivo.

En el Cuadro 3 se puede apreciar que en promedio de las dos FS los mejores genotipos fueron las líneas elite SEL-M-F3-437, SEL-M-F3-203, SEL-M-F3-374, SEL-M-F3-269, SEL-M-F3-436, con rendimientos que fluctuaron de 2742 a 2904 kg ha^{-1} , superando al mejor testigo Hyola 401 que obtuvo 2637 kg ha^{-1} con un 4 a 10 %. Un aspecto que se debe tomar en cuenta es la precocidad de los genotipos, y de acuerdo a los resultados obtenidos las líneas de mayor rendimiento fueron alrededor de 10 días más precoces que el testigo Hyola 401. Dicha precocidad está relacionada positivamente con una menor altura de planta, lo cual resulta favorable para reducir los problemas de acame. Las variedades precoces son más adecuadas en el ciclo de Otoño-Invierno bajo condiciones de riego ya que evaden las altas temperaturas e incidencia de plagas que se presenta durante la etapa reproductiva del cultivo, en tanto que en el ciclo Primavera-Verano bajo condiciones de temporal, escapan del daño que puede ocasionar la presencia de heladas tempranas, además de aprovechar de una manera más eficiente el agua de lluvia.

Las líneas elite SEL-M-F3-437, SEL-M-F3-203, SEL-M-F3-374, y SEL-M-F3-436, evaluadas dentro del Proyecto Nacional de Canola del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) han presentado un excelente comportamiento durante los últimos tres ciclos, tanto en ensayos como en parcelas de validación establecidas en diferentes regiones del centro, occidente y norte de México, por lo que se sugiere validarlas un ciclo más y proponer la liberación de al menos 2 de ellas.

CUADRO 1. ENSAYO DE RENDIMIENTO UNIFORME DE 20 LÍNEAS ELITE Y VARIEDADES DE CANOLA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. FS – 15 NOVIEMBRE. CICLO O-I 2007-2008.

LÍNEA O VARIEDAD	IF días	MF Días	AP cm	Acame (1 - 5)	REND* kg ha ⁻¹	DMS ₀₅ **
SEL-M-F3-203	54	121	155	2	3083	a
SEL-M-F3-437	50	122	158	2.5	3078	a
SEL-M-F3-374	57	122	158	3.5	2974	ab
SEL-M-F3-436	55	122	151	1.5	2932	ab
HYOLA 401(T)	63	131	170	2	2930	ab
SEL-M-F3-269	58	123	174	3	2849	abc
SP-ARMADA(T)	73	136	199	2	2843	abcd
HYOLA 61(T)	69	133	185	1	2734	abcd
SEL-M-F3-275	60	123	159	3	2711	abcd
P1C1-6	58	126	194	2.5	2619	abcde
POB-2-VY-SEL-116-1	58	124	171	3	2528	bcdef
MONTY(T)	60	125	169	3	2450	bcdef
P1C1-65	59	125	186	3	2346	cdefg
P2C1-145	58	125	182	3	2289	defg
P2C2-CB	59	125	178	3.5	2198	defg
06H-991	79	137	187	2	2109	
SEL-H-F4-481	54	128	172	2	2083	
P2C1-71	60	125	173	3.5	2034	
P1C1-73	58	126	169	3	2015	
P2C1-8	61	126	189	3.5	1877	

T = Testigo, IF = Inicio de floración, MF = Madurez fisiológica, AP = Altura de planta.

* C. V. = 15.02

** DMS₀₅ = 544**CUADRO 2. ENSAYO DE RENDIMIENTO UNIFORME DE 20 LÍNEAS ELITE Y VARIEDADES DE CANOLA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. FS. – 6 DICIEMBRE. CICLO O-I 2007-2008.**

LÍNEA O VARIEDAD	IF días	MF días	AP cm	Acame (1 - 5)	REND.* kg ha ⁻¹	DMS ₀₅ **
SEL-M-F3-437	53	118	155	2	2729	a
SEL-M-F3-269	59	117	155	3	2645	ab
SEL-M-F3-436	58	118	160	2	2552	abc
SEL-M-F3-374	59	119	145	4	2536	abc
SEL-M-F3-203	55	117	160	2	2518	abc
SEL-M-F3-275	60	118	160	3	2494	abc
POB-2-VY-SEL-116-1	59	120	180	3	2364	bcd
HYOLA 401(T)	64	125	160	2	2343	bcd
HYOLA 61(T)	69	129	180	1	2258	bcd
MONTY(T)	61	121	170	3	2242	bcd
P2C1-145	62	121	175	3	2239	bcd
SP-ARMADA(T)	74	130	185	2	2211	cde
06H-991	78	131	195	2	2167	cdef
P2C1-71	67	120	170	3.5	2145	cdef
P2C2-CB	62	123	195	3	1963	
P1C1-73	65	126	180	3	1810	
SEL-H-F4-481	56	124	155	3	1802	
P1C1-6	62	127	175	3	1794	
P2C1-8	65	127	170	3	1706	
P1C1-65	67	128	180	3	1596	

* C. V. = 13.03

** DMS₀₅ = 407

CUADRO 3. RENDIMIENTO DE 20 LÍNEAS ELITE Y VARIEDADES DE CANOLA EN DOS FECHAS DE SIEMBRA (FS). VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO O-I 2007-2008.

Nº de Orden	LINEA O VARIEDAD	1ª FS 15 NOV. (kg ha ⁻¹)	2ª FS 6 DIC. (kg ha ⁻¹)	REND. PROMEDIO (kg ha ⁻¹)	% del testigo Hyola 401
1.	SEL-M-F3-437	3078	2729	2904	110
2.	SEL-M-F3-203	3083	2518	2801	106
3.	SEL-M-F3-374	2974	2536	2755	105
4.	SEL-M-F3-269	2849	2645	2747	104
5.	SEL-M-F3-436	2932	2552	2742	104
6.	HYOLA 401(T)	2930	2343	2637	100
7.	SEL-M-F3-275	2711	2494	2603	99
8.	SP-ARMADA(T)	2843	2211	2527	96
9.	HYOLA 61(T)	2734	2258	2496	95
10.	POB-2-VY-SEL-116-1	2528	2364	2446	93
11.	MONTY(T)	2450	2242	2346	89
12.	P2C1-145	2289	2239	2264	86
13.	P1C1-6	2619	1794	2207	84
14.	06H-991	2109	2167	2138	81
15.	P2C1-71	2034	2145	2090	79
16.	P2C2-CB	2198	1963	2081	79
17.	P1C1-65	2346	1596	1971	75
18.	SEL-H-F4-481	2083	1802	1943	74
19.	P1C1-73	2015	1810	1913	73
20.	P2C1-8	1877	1706	1792	68
21.	PROMEDIO	2534	2206	2370	-

CONCLUSIONES

En base a los resultados de este ciclo y anteriores, se sugiere para validación y con fines de liberación como nuevas variedades las líneas elite SEL-M-F3-437, SEL-M-F3-203, SEL-M-F3-374, y SEL-M-F3-436, por ser las de mayor rendimiento, precocidad y estabilidad. Al igual que en otros años, los mejores rendimientos se obtuvieron en fechas de siembra de la 2ª quincena de noviembre, por lo que la sugerencia sería sembrar durante esta época.

LITERATURA CITADA

- Castillo T. N. 2004. Tecnología de producción de canola en el Sur de Sonora. Desplegable para productores N° 14. Campo Experimental Valle del Yaqui - CIRNO - INIFAP.
- Medina O. S., González A. A. y González E. D. 2003. Guía para producir canola bajo riego en el Centro y Sur de Jalisco. Folleto para productores N° 1. Campo Experimental Altos de Jalisco - CIRPAC - INIFAP.
- Ortegón M. A. S. 2003. Guía para la producción de canola en el norte de Tamaulipas. Folleto para productores N° 14 Campo Experimental Río Bravo - CIRNE-INIFAP.
- Cortéz M. E. 2004. Enemigos naturales para el control biológico de insectos plaga en canola. Folleto Técnico N° 22. Campo Experimental Valle del Fuerte – CIRNO – INIFAP.

BALANCE DE NITRATO Y AMONIO EN UN SUELO CON LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS ORGÁNICO Y CONVENCIONAL CON CULTIVO DE MAÍZ (*ZEA MAYS*)

D. Cristóbal-Acevedo¹; Y. Cristóbal-Muñoz¹. ¹Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 de la Carretera México- Texcoco. Texcoco, Edo. de México. C.P. 56230. cristobalacevdo@yahoo.com.mx

Palabras clave: Nitrogeno Mineral, Nitrógeno Orgánico, Escurrimiento, Agua de Lluvia.

RESUMEN

Actualmente existe gran interés por los sistemas de producción agrícolas orgánicos, debido a que se obtienen productos más sanos y se impacta menos al ambiente en comparación con los sistemas de producción convencional. Por otra parte el nitrógeno (N) es esencial para el crecimiento de los cultivos. Para inferir la magnitudes de las entradas por precipitación y las salidas por escurrimiento superficial; así como la concentración de amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-) en el suelo a 0, 15, 30, 60, 90 y 120 cm de profundidad, se realizó un experimento en el año 2007 con los sistemas orgánico y convencional en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. Se sembró maíz y se establecieron pluviómetros, parcelas de escurrimiento y recipientes para colectar el agua en los dos sistemas y determinar NH_4^+ y NO_3^- . Los resultados mostrarán que la concentración promedio de amonio y nitrato en el agua de lluvia fue de 1.9 mg L^{-1} y de 1.2 mg L^{-1} respectivamente. Las concentraciones de amonio y nitrato en el agua de escurrimiento fueron más elevadas en el tratamiento convencional que en el orgánico, evidenciando que las salidas fueron mayores en el sistema convencional. En el caso de las concentraciones de NH_4^+ y NO_3^- en el suelo, el amonio de la parcela orgánica mostró una mayor concentración en comparación con la convencional en todas las profundidades. El comportamiento del nitrato fue opuesto al del amonio, pues en la parcela convencional se obtuvieron las mayores concentraciones a las profundidades probadas.

ABSTRACT

Currently there is great interest in organic agricultural production systems, because they produce products healthier and less impact to the environment compared to conventional production systems. Moreover nitrogen (N) is essential for crop growth. To infer the magnitudes of the inputs by precipitation and runoff outputs; as well as the concentration of Ammonium (NH_4^+) and nitrate (NO_3^-) in soil at 0, 15, 30, 60, 90 and 120 cm depth, an experiment was conducted in the year 2007 with organic and conventional systems in the Agricultural Experimental Field of the Autonomous University of Chapingo. Corn was planted and established rain gauges, runoff plots and containers to collect water in the two systems and determination of NH_4^+ y NO_3^- . The results showed that the average concentration of ammonium and nitrate in rainwater was 1.9 mg L^{-1} and 1.2 mg L^{-1} respectively. The concentrations of ammonium and nitrate in the runoff were higher in the conventional treatment than in the organic, showing that the outputs were higher in the conventional system. In the case of the concentrations of NH_4^+ y NO_3^- in soil, organic plot showed a ammonium higher concentration compared with the conventional at all depths. The behavior of nitrate was opposite to ammonium, therefore in the conventional plot showed the highest concentrations at the depths tested.

INTRODUCCIÓN

El Nitrógeno inorgánico se compone de NH_4^+ , NO_3^- y NO_2^- , estos se forman por la descomposición y mineralización de nitrógeno orgánico, las concentraciones que se estiman de NH_4^+ , NO_3^- son 1 y 2 por ciento del N total en suelos, esto puede variar por la aplicación de fertilizantes nitrogenados. La suma de nitrógeno orgánico y nitrógeno inorgánico es el nitrógeno total del suelo (Tan, 1996). La forma orgánica del nitrógeno es la forma de reserva en el suelo puesto que este representa del 95 al 98 por ciento del nitrógeno total, el ión amonio (NH_4^+) representa alrededor del 1 por ciento del cual una décima parte está en forma libre y nueve décimas están en forma ligada a los coloides del suelo, este amonio proviene de la descomposición de la materia orgánica (Ruiz, 1999). Existen diferentes enfoques de la agricultura orgánica pero todos afirman que es una solución al problema del equilibrio ecológico en la producción agrícola, entendido como la igualdad de las entradas y salidas de agua, materia y energía en un ecosistema. La agricultura orgánica con el enfoque de la Granja Orgánica "Efraín Hernández Xolocotzin"

consiste en adiciones de N al suelo, en forma de residuos de cosecha de cultivos como maíz, frijol, haba, girasol, mientras que el sistema convencional cuenta con la adición de fertilizante nitrógeno sin la incorporación de residuos de cosecha. El N es el elemento más limitante que hay en casi todos los suelos, por lo que prácticamente siempre hay que suministrarlo en diferentes formas (Castellanos *et. al.*, 2000) y su dinámica es muy amplia en el suelo, por lo que es importante la cuantificación de las entradas y salidas de N del sistema, ya que si las salidas son mayores que las entradas entonces el sistema tenderá a una menor producción y a un empobrecimiento paulatino en N. Por el contrario si las entradas son mayores que las salidas, entonces el sistema tenderá a un mayor contenido de N en el suelo, que tampoco es conveniente porque además de ser perjudicial para las plantas puede perderse (volatilización y desnitrificación) y contribuir al efecto de invernadero, la destrucción de la capa de ozono y la lluvia ácida, o lixiviarse en forma de nitrato (Ramos 1977).

OBJETIVOS

Determinar la magnitud de las entradas de NH_4^+ y NO_3^- por lluvia y las salidas por escurrimiento superficial, así como sus concentraciones en el suelo, en los sistemas orgánico y convencional para inferir las posibles diferencias en su dinámica en los dos sistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, en la Granja Orgánica "Efraín Hernández Xolocotzin", la cual se encuentra ubicada a $19^\circ 29' 00''$ de latitud norte y $98^\circ 53' 00''$ de longitud oeste, a una altura de 2250 m.s.n.m. Labores del cultivo. Se estableció un cultivo de maíz en condiciones de temporal en el mes de mayo de 2007, en el sistema convencional se utilizó la fórmula de fertilización de 200-100-80; usando como fuente de nitrógeno sulfato de amonio (21% N), como fuente de fósforo super fosfato simple (18% P_2O_5) y sulfato de potasio (50% K_2O) como fuente de potasio. Se aplicó 50 por ciento de nitrógeno y todo el fósforo y potasio a la siembra. El otro 50 por ciento de nitrógeno se aplicó al final del desarrollo vegetativo. En el sistema orgánico no se realizó fertilización mineral, sólo la adición de residuos de cosecha del cultivo de maíz del ciclo anterior. Cuando el maíz tenía aproximadamente 15 cm de altura se instalaron las parcelas de escurrimiento en ambos sistemas, con bordos recubiertos de plástico y en una de las esquinas más bajas, de acuerdo a la pendiente, se colocó un tubo de PVC que comunica la parcela a una tina de acero galvanizado para captar el agua de escurrimiento. El área de las parcelas fue de 25 m^2 y sólo se colocó una en cada sistema. Durante el ciclo de cultivo de maíz en el sistema orgánico y convencional se realizaron muestreos del agua de lluvia y escurrimiento para determinar las concentraciones de NH_4^+ y NO_3^- . Se realizó un muestreo al azar del suelo a las profundidades de 0, 15, 30, 60, 90 y 120 cm al final del ciclo de cultivo para obtener las concentraciones de las mismas fracciones en el suelo de los sistemas orgánico y convencional. La determinación de NH_4^+ y NO_3^- se realizó con el método As-13-1998 de la Norma Oficial Mexicana, (SEMARNAP-Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos, 1998) que se basa en la extracción del amonio intercambiable por equilibrio de la muestra de suelo con KCl 2N y su determinación por destilación mediante arrastre de vapor en presencia de MgO. La adición de la aleación de Devarda permite incluir la determinación de nitratos. Se realizó un análisis de varianza y la Prueba de medias Tukey ($\alpha=0.05$) a los datos derivados del muestreo del suelo al final de ciclo de cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Amonio y nitrato (NH_4^+ y NO_3^-) en el agua de lluvia

La concentración de nitrógeno en el agua de lluvia depende de la época del año, la intensidad del evento de precipitación y la proximidad a fábricas o ciudades, ya que los contaminantes en el aire son fuente de nitrógeno y el aporte por agua de lluvia es relativamente bajo en comparación con los fertilizantes.

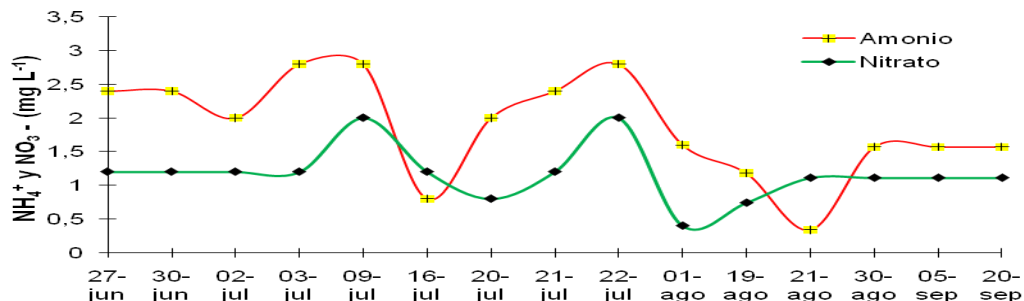


Figura.1. Concentración de amonio y nitrato en agua de lluvia.

De acuerdo con la Figura 1 el aporte de amonio por agua de lluvia varió entre 0.34 a 2.8 mg L⁻¹ con un promedio de 1.9 mg L⁻¹ es claro que las concentraciones registradas en este sitio experimental, no se obtendrían en zonas rurales ya que la granja Orgánica Efraím Hernández X. se encuentra en una zona suburbana como lo es Texcoco. La concentración de amonio en agua de lluvia, presentó un comportamiento cíclico en su región media con ascensos y descensos moviéndose entre los rangos 2.8 y 0.34 muy similar a la concentración de nitrato, donde coinciden los días de más altas concentraciones. Las coincidencias muestran que existe una relación entre sí, ya que muestran un comportamiento más constante al inicio y final del ciclo de cultivo. La concentración de nitratos varió de 0.4 a 2 mg L⁻¹ con un promedio de 1.2 mg L⁻¹. Comparando los resultados (amonio y nitrato en agua de lluvia) del presente experimento con los obtenidos en los Andes de Venezuela presentados por Fassbender (1994) en la revisión de literatura, que son: entre 0.39 y 1.11 mg L⁻¹ con un promedio de 0.64 mg L⁻¹. Valores que evidencian una diferencia de amonio y nitrato entre una zona suburbana y una zona natural y libre de emisiones contaminantes, ya que con solo el aporte de amonio o nitratos por separado se supera sin problema el promedio obtenido en Venezuela por Fassbender (1994). Sin duda el comportamiento cíclico en la concentración de amonio y nitrato está íntimamente relacionado con las emisiones de contaminantes y los vientos presentes en la zona. Esto serviría sin duda como parámetro para posteriores investigaciones.

Amonio y Nitrato (NH₄⁺ y NO₃⁻) en el agua de escurrimiento

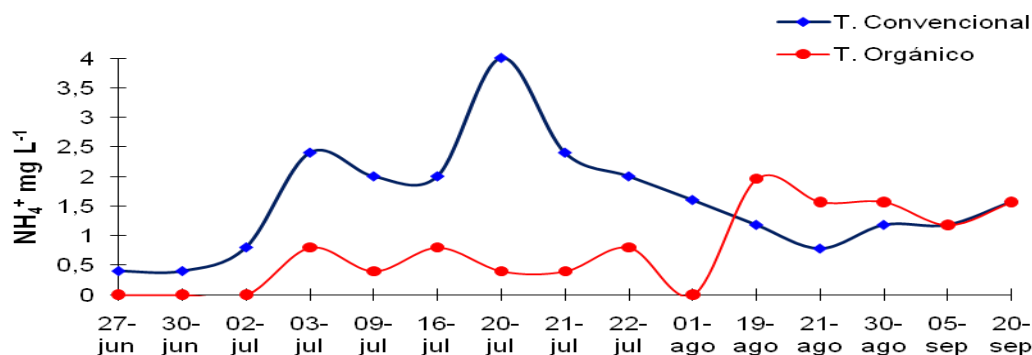


Figura.2. Concentración de amonio en agua de escurrimiento colectada en tinas.

En la Figura 2 se puede apreciar que los contenidos de amonio en el agua de escurrimiento van de 0 a 4 mg L⁻¹ considerando los dos tratamientos. El valor más elevado se registró en la tina convencional y el más bajo en la tina orgánica, por lo menos hasta el 19 de agosto donde el orgánico supero al

convencional en tres fechas o eventos, a partir del 5 de septiembre los resultados tienden a homogeneizarse. El efecto ocasionado por la fertilización es fácilmente observable en el pico del 20 de julio en el manejo convencional, ya que se fertilizó el 18 del mismo mes.

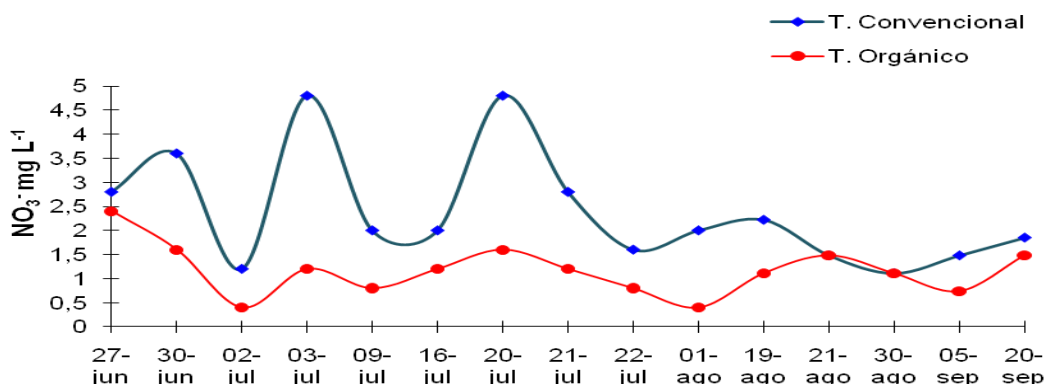


Figura.3. Concentración de Nitrato en agua de Esgurrimiento.

El comportamiento del nitrato en el agua de escurrimiento (Figura 3) fue muy parecido a lo ocurrido en el amonio (Figura 2), aunque a un intervalo de concentración más amplio (0.4 a 4.8 mg L⁻¹). Las concentraciones en la tina convencional superaron a las encontradas en la tina orgánica, a excepción de los días 21 y 30 de agosto donde se igualaron los resultados, para posteriormente regresar a su estado inicial. Evidenciando que las salidas de N son mayores en el sistema convencional. Para explicar el por qué los días 19, 21 y 30 de agosto mostraron un cambio en su comportamiento en la concentración de amonio y nitrato, se deben considerar varios factores como son el tiempo de formación de compuestos nitrogenados y la intensidad de las precipitaciones así como los escurrimientos registrados. En las Figuras 2 y 3, se nota que hay una variación más alta en el contenido de amonio, ya que en comparación con los nitratos, éste es el compuesto en el suelo de más rápida formación, también la microfauna del suelo y la alta humedad en estas fechas pudo reducir la velocidad de oxidación del amonio acumulándose más en el tratamiento orgánico. A pesar de las similitudes en el comportamiento entre las concentraciones de amonio y nitrato en el agua de escurrimiento, se nota que en los dos tratamientos (orgánico y convencional) se obtuvo una mayor salida de nitratos en el agua de escurrimiento. Esto se explica, tomando como base que la carga de las arcillas en el suelo es negativa, mientras que el amonio posee cargas positivas y el nitrato negativas. Si cargas diferentes se atraen y cargas iguales se repelen, se tiene que el NO₃⁻ es más móvil en el suelo y más fácilmente arrastrado por el escurrimiento superficial que el NH₄⁺.

Amonio y nitrato (NH₄⁺ y NO₃⁻) en el suelo

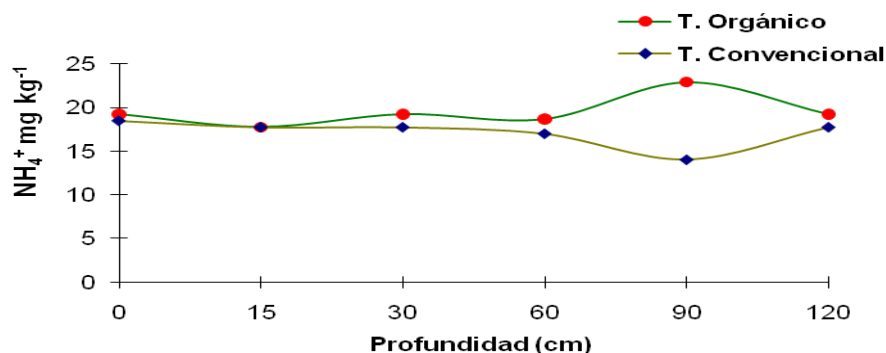


Figura.4.Contenido de amonio en el suelo al finalizar el ciclo de cultivo.

La Figura 4 muestra que al comparar la concentración de amonio en el suelo de la parcela orgánica contra la convencional, en todas las profundidades, la primera muestra una mayor concentración. También se observa que no hubo mucha variación entre las profundidades a excepción de los 90 cm. Esto ocurre tanto para el tratamiento convencional como orgánico. Es interesante que solo en la concentración de amonio en el suelo, la parcela orgánica sea superior a la convencional, esto puede deberse a que al ser el amonio uno de los compuestos nitrogenados de más rápida formación, se haya visto beneficiado por el abundante número de bacterias que trae consigo la materia orgánica; presente en mayor cantidad en la parcela orgánica, que en la convencional.

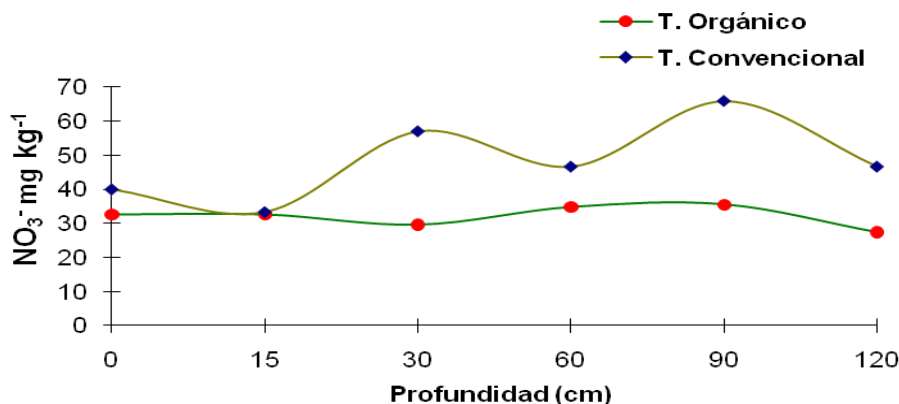


Figura.5.Contenido de nitratos en el suelo al finalizar el ciclo de cultivo.

En la Figura 5 se presenta un comportamiento opuesto al de la Figura 4 ya que en la parcela convencional, se obtuvieron las mayores concentraciones de nitrato, destacándose el comportamiento de los resultados a partir de la profundidad de 30 cm, ya que se observa una mayor variabilidad en el comportamiento de las concentraciones de nitrato bajo los dos tratamientos, e incluso los resultados obtenidos en nitrato fluctuaron más que los de amonio esto debido a que el nitrato presenta una mayor movilidad en el suelo por su carga eléctrica negativa.

Análisis estadístico del contenido de amonio y nitrato en el suelo

De acuerdo al análisis estadístico realizado, a las profundidades de 0, 15, y 60 cm no se encontró diferencias significativas de los tratamientos (ANOVA; $p > 0.05$). En el caso de las profundidades de 30 cm sólo se tuvo efecto significativo (ANOVA; $P < 0.05$) para el NO_3^- obteniéndose los siguientes valores 29.6 mg kg^{-1} para el tratamiento orgánico y 56.9 mg kg^{-1} para el tratamiento convencional. A los 90 cm se tuvo efecto (ANOVA; $P < 0.05$) para el NH_4^+ con los siguientes valores 22.9 mg/kg para el tratamiento orgánico y 14.1 mg/kg para el tratamiento convencional, para el NO_3^- también se tuvo efecto obteniéndose los siguientes valores 35.2 mg/kg para el tratamiento orgánico y 65.86 mg/kg para el tratamiento convencional. A los 120 cm de profundidad únicamente se tuvo efecto significativo (ANOVA; $P < 0.05$) para NO_3^- obteniéndose los siguientes valores 27.38 mg kg^{-1} para el tratamiento orgánico y 46.62 mg kg^{-1} para el tratamiento convencional.

LITERATURA CITADA

- Castellanos J. Z; Aguilar, S.A., Uvalle, J.X. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2ª Edición. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola. Colección Incapa. México. p. 67-70.
- Fassbender, H. W, 1994. Química de Suelos con énfasis en América Latina. Segunda edición, San José, C. R. : IICA. p 201 – 227.
- Ramos, C. El uso de aguas residuales en riegos localizados y en cultivos hidropónicos. Instituto Valenciano de investigaciones Agrarias. Apdo. Oficial, 46113 Moncada.

- Ruiz, F. 1991. Agricultura biointensiva en el minifundio mexicano. Una alternativa para la producción de alimentos y el manejo ecológico del suelo. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- SEMARNAP. Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos 1998. Norma Oficial Mexicana de Procedimientos de Análisis de suelos y Certificación de Laboratorios. 140 p.
- Tan, K. H. 1996. Soil sampling, Preparation and Analysis. Marcel Dekker, Inc. USA. p 135-140.
- Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos. 1998. Norma oficial Mexicana de Procedimientos de Análisis de Suelos y Certificación de Laboratorios. p 54-59.

RESISTENCIA A ACARICIDAS DEL ÁCARO DE DOS MANCHAS *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH COLECTADOS EN EL CULTIVO DEL ROSAL DE INVERNADERO EN COATEPEC DE HARINAS, ESTADO DE MÉXICO

Sotero Aguilar-Medel¹, Rómulo García-Velasco¹, Justino Gerardo González-Díaz¹ y Jaime Mejía-Carranza¹. ¹Centro Universitario Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México. Km 1.5 Carretera Tenancingo-Villa Guerrero. 52400 Tenancingo, Edo. de México. soteromex@hotmail.com.

Palabras clave: Araña roja, Acaricida y Resistencia.

RESUMEN

En condiciones de laboratorio, se determinó la resistencia de una población del ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch a los acaricidas: Abamectina, Óxido de Fenbutatin, Clorfenapir, Pyridaben, Amitraz, Bifentrina y Propargite. La población fue colectada en el cultivo del rosal de invernadero en el municipio de Coatepec de Harinas, Estado de México (Coatepec). Los valores de la CL_{50} variaron de 0.01 hasta 0.07 $ml \cdot l^{-1}$; y los valores de las CL_{95} fueron de 6.1 hasta 547.5 $ml \cdot l^{-1}$. En relación a una población susceptible colectada en Chapingo, Estado de México (Susceptible), a nivel del 50% de mortalidad, las proporciones de resistencia (RR_{50}) más elevadas se presentaron en los acaricidas Clorfenapir (16.7x), Propargite (17.5x), Bifentrina (28.6x) y Amitraz (66.7x); mientras que al 95% de mortalidad las proporciones de resistencia (RR_{95}) fueron con los mismos acaricidas pero en diferente orden: Clorfenapir (30.1x), Amitraz (91.8x), Propargite (212.9x) y Bifentrina (417.9x). La población de Coatepec mostró menor resistencia a Abamectina y al Óxido de Fenbutatin.

ABSTRACT

The resistance of a "two spotted" spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) population was evaluated under *in vitro* conditions to different acaricides. The mite population was collected in *Rosa sp.* plants cultivated in glasshouses located at the municipality of Coatepec de Harinas (Coatepec), State of Mexico. The mite population resistance was tested to the acaricides Abamectine, Fenbutatine Oxide, Clorfenapir, Pyridaben, Amitraz, Bifentrin and Propargite. Results showed variation on the doses CL_{50} from 0.01 to 0.07 $ml \cdot l^{-1}$, and CL_{95} from 6.1 to 547.5 $ml \cdot l^{-1}$. Alternatively, a susceptible population of mite spider, collected in Chapingo State of Mexico (Susceptible), at a CL_{50} showed the higher levels of resistance (RR_{50}) to the Clorfenapir (16.7x), Propargite (17.5x), Bifentrina (28.6x) and Amitraz (66.7x); On the other hand, at a CL_{95} the levels of resistance of the same population were opposite to those observed at the CL_{50} with the same acaricides: (Clorfenapir (30.1x), Amitraz (91.8x), Propargite (212.9x) and Bifentrine (417.9x). The Coatepec population showed low resistance to Abamectine and Fenbutatine Oxide.

INTRODUCCIÓN

El ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), es una plaga importante en todo el mundo en muchos cultivos, incluyendo hortalizas, árboles frutales y ornamentales (Bolland et al., 1998). En el cultivo del rosal, es una plaga importante y ocasiona severos daños (Van de Vrie, 1985, Field y Hoy, 1986). El daño que ocasiona es directo, al reducir el área fotosintética y la abscisión de las hojas debido a las altas infestaciones (Gorman et al., 2001). Los invernaderos son las áreas ideales para el desarrollo de los ácaros, pueden completar su ciclo en una semana cuando las condiciones ambientales son adecuadas (Dusgunes y Cobanoglu, 1983).

En tres municipios del Estado de México: Villa Guerrero, Tenancingo y Coatepec de Harinas, se cultivan aproximadamente 600 ha de rosa de corte bajo invernadero, cuya plaga principal es *T. urticae*. Los acaricidas juegan un papel importante en el manejo de las poblaciones de estos ácaros (Van de Vrie et al., 1972). La dificultad de manejar esta plaga, se debe a su habilidad de desarrollar resistencia (Ditrich, 1975; Cranham y Helle, 1985). A nivel mundial se tienen muchos reportes que documentan que diversas poblaciones de *T. urticae* han desarrollado resistencia a insecticidas y acaricidas (Hoyt et al., 1985; Keena and Granet, 1987; Sawicki y Denholm, 1987; Herron y Rophail, 1998; Gorman et al., 2001). Y la resistencia puede ser prevenida o retardada mediante estrategias apropiadas del manejo de la resistencia (Sawicki y Denholm, 1987). Esta situación no es diferente en los cultivos de rosa de invernadero en el sur del Estado de México, ya que el control de esta plaga ha sido en la mayoría de los casos con sustancias químicas. En estos municipios, se considera que los ácaros de dos machas ya han

desarrollado resistencia a los acaricidas utilizados para su control, debido a la aplicación frecuente de insecticidas y acaricidas. El ciclo biológico de los ácaros es corto en condiciones de invernadero. La mayoría de los productores solo usan el control químico, como el único método para combatir esta plaga, y no se aplica ninguna estrategia para manejar la resistencia.

OBJETIVOS

Los objetivos planteados en este estudio fueron determinar, en condiciones de laboratorio, la resistencia a seis acaricidas en una población del ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch, colectada en el cultivo de rosa (*Rosa sp.*) de invernadero, y determinar el nivel de resistencia que ha desarrollado respecto a una población susceptible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Poblaciones. Se determinó la resistencia a seis acaricidas, del ácaro de dos manchas *T. urticae* de una población colectada en invernaderos de rosas en el municipio de Coatepec de Harinas en el Estado de México (Coatepec). Como referencia de susceptibilidad se usó la población de Chapingo, Estado de México (Susceptible), la cual fue colectada en el árbol del trueno (*Ligustrum lucidum* Ait.). Se asume que esta población nunca ha sido expuesta a insecticida o acaricida por lo que para este estudio fue considerado como la población susceptible.

Cría de ácaros. Los ácaros fueron criados en plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. var. Bayomex de 40 días de edad como lo sugieren Helle y Overmeer (1985). Las plantas infestadas con ácaros fueron manejadas en una jaula de tela de organza, cuyas medidas fueron: 1.2 x 0.7 x 0.9 m. Esta jaula permitió evitar la dispersión de los ácaros así como la infestación de estas plantas por otros artrópodos.

Acaricidas. Los acaricidas evaluados fueron: Abamectina (Abamectina® 1.8 Helm), Óxido de Fenbutatin (Torque® 55), Clorfenapir (Sunfire® 24 CE), Amitraz (Mitac® 20 CE), Bifentrina (Talstar®) y Propargite (Propargite® 720 CE).

Bioensayos. En condiciones de laboratorio, se realizaron bioensayos de la línea base. En estos bioensayos, se usaron ácaros adultos de la generación F1, y las ocho-diez concentraciones usadas fueron determinadas previamente en bioensayos de la ventana biológica, a fin de encontrar las dosis que causan mortalidades entre el 1 y el 100%. Los bioensayos consistieron de cuatro repeticiones que se realizaron en días diferentes.

El procedimiento del bioensayo usado fue el de la inmersión de círculos de hoja de frijol. Los círculos fueron de 3.8 cm de diámetro, los cuales se sumergieron en la concentración respectiva del acaricida durante 20 segundos. Posteriormente, fueron secados a la intemperie durante 20 minutos. Estos círculos contaminados se colocaron en cajas petri de plástico de 4 cm de diámetro. En cada caja se colocaron 20 ácaros adultos. La mortalidad de los ácaros fueron evaluados a las 48 horas con ayuda de un estereoscopio. Se consideraron ácaros muertos todos aquellos que no mostraron movimientos.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar donde los tratamientos fueron las diferentes concentraciones utilizadas y los bloques fueron las repeticiones que se realizaron en diferentes días. La mortalidad de los ácaros se analizó con el procedimiento Probit ($p \leq 0.05$) (SAS) para estimar las concentraciones que mataron el 50% de la población (CL_{50}), y las concentraciones que mataron el 95% (CL_{95}). La respuesta de las poblaciones fue considerada significativamente diferente si sus correspondientes límites de confianza al 95% no se superlaparon. El nivel de mortalidad máxima aceptable en el testigo fue del 10%, y esta se corrigió mediante la fórmula de Abbott (Abbott 1925). La respuesta relativa (RR) se obtuvo dividiendo el valor observado al nivel de la concentración que elimina al 50% (RR_{50}) o al 95% (RR_{95}) de la población de campo, entre el valor correspondiente de la población susceptible (Robertson y Preisler 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abamectina. Los valores de CL_{50} en las poblaciones Susceptible y Coatepec fueron de 0.007 y 0.01 $ml \cdot l^{-1}$ respectivamente; y la CL_{95} fueron 2.3 $ml \cdot l^{-1}$ en la Susceptible y 6.1 $ml \cdot l^{-1}$ en la población de Coatepec (Tabla I), mientras que la respuesta relativa al 50% (RR_{50}) fue de 1.4, y al 95% (RR_{95}) de 2.7.

Considerando la superposición de los límites de confianza a un 95%, tanto en la CL_{50} como en la CL_{95} , no hubo diferencias estadísticas entre las dos poblaciones.

Óxido de Fenbutatin. Los valores de CL_{50} en las poblaciones Susceptible y Coatepec fueron de 0.02 y 0.03 $ml \cdot l^{-1}$ respectivamente; y la CL_{95} fueron 101.6 en la población Coatepec y 104.5 en la Susceptible (Cuadro I), mientras que la respuesta relativa al 50% (RR_{50}) fue de 1.5, y al 95% (RR_{95}) de 1.0. Considerando la superposición de los límites de confianza a un 95%, tanto en la CL_{50} como en la CL_{95} , no hubo diferencias estadísticas entre las dos poblaciones.

Cuadro I. Líneas base de susceptibilidad de dos poblaciones de *Tetranychus urticae* Koch a seis acaricidas en condiciones de laboratorio.

Población	n	b± EE	$CL_{50}(LC\ 95\%)$ ($ml \cdot l^{-1}$)	$CL_{95}(LC\ 95\%)$ ($ml \cdot l^{-1}$)	χ^2	RR_{50}	RR_{95}
Abamectina							
Coatepec	640	0.61±0.05	0.01 (0.007-0.02)	6.1 (2.0-27.8)	1.9	1.4	2.7
Susceptible	640	0.65±0.08	0.007 (0.002-0.007)	2.3 (0.3-128.5)	12.5		
Óxido de fenbutatin							
Coatepec	640	0.46±0.05	0.03 (0.006-0.09)	101.6 (11.4-4119.0)	18.4	1.5	1.0
Susceptible	880	0.43±0.06	0.02 (0.003-0.08)	104.5 (6.7-27390.0)	16.0		
Clorfenapir							
Coatepec	560	0.52±0.03	0.01 (0.008-0.02)	19.9 (6.9-78.2)	8.4	16.7	30.1
Susceptible	880	0.53± 0.04	0.0006 (0.0003-0.0009)	0.66 (0.24-2.38)	4.4		
Amitraz							
Coatepec	640	0.45±0.03	0.02 (0.009-0.03)	70.7 (23.6-283.3)	2.3	66.7	91.8
Susceptible	720	0.49± 0.06	0.0003 (0.00009-0.001)	0.77 (0.07-91.37)	9.4		
Bifentrina							
Coatepec	640	0.37±0.04	0.02 (0.005-0.06)	547.5 (57.7-19565.0)	11.0	28.6	417.9
Susceptible	800	0.50±0.04	0.0007 (0.0004-0.001)	1.31 (0.37-7.23)	1.5		
Propargite							
Coatepec	560	0.52± 0.04	0.07 (0.04-0.11)	100.1 (36.2-374.7)	6.8	17.5	212.9
Susceptible	560	0.80± 0.06	0.004 (0.002-0.007)	0.47 (0.23-1.28)	0.7		

n: número total de individuos tratados, EE: error estándar de la pendiente, CL_{50} (CL_{95}): concentración que elimina al 50% (95%) de los individuos tratados, LC 95%: límite de confianza al 95%, $RR_{50(95)}$: respuesta relativa al 50% (95%) de mortalidad ($CL_{50(95)}$ de la población de campo/ $CL_{50(95)}$ de la población susceptible).

Clorfenapir. Los valores de CL_{50} en las poblaciones Susceptible y Coatepec fueron de 0.0006 y 0.01 $ml \cdot l^{-1}$ respectivamente; y la CL_{95} fueron 0.66 $ml \cdot l^{-1}$ en la población Susceptible y 19.9 $ml \cdot l^{-1}$ en la Coatepec (Tabla I). Los límites de confianza a un 95%, a nivel de la CL_{50} se traslaparon, pero a nivel de la CL_{95} hubo diferencias estadísticas. La respuesta relativa al 50% (RR_{50}) fue de 16.7, y al 95% (RR_{95}) fue de 30.1.

Amitraz. Los valores de CL_{50} en las poblaciones Susceptible y Coatepec fueron de 0.0003 y 0.02 $ml \cdot l^{-1}$ respectivamente; y la CL_{95} fueron 0.77 $ml \cdot l^{-1}$ en la población Susceptible y 70.7 $ml \cdot l^{-1}$ en Coatepec (Tabla I), mientras que la respuesta relativa al 50% (RR_{50}) fue de 66.7, y al 95% (RR_{95}) de 91.8. Considerando la superposición de los límites de confianza a un 95%, tanto en la CL_{50} como la CL_{95} , no hubo traslape, por lo que la población de referencia mostró una resistencia menor que la población de Coatepec.

Bifentrina. Los valores de CL_{50} en las poblaciones Susceptible y Coatepec fueron de 0.0007 y 0.02 $ml \cdot l^{-1}$ respectivamente; y la CL_{95} fueron 1.31 en la población Susceptible y 547.5 en Coatepec (Tabla I), mientras que la respuesta relativa al 50% (RR_{50}) fue de 28.6, y al 95% (RR_{95}) de 417.9. Considerando la superposición de los límites de confianza a un 95%, tanto en la CL_{50} como la CL_{95} , no hubo traslape, por lo que la población de referencia mostró una resistencia menor que la población de Coatepec.

Propargite. Los valores de CL_{50} en las poblaciones Susceptible y Coatepec fueron de 0.004 y 0.07 $ml \cdot l^{-1}$ respectivamente; y la CL_{95} fueron 0.47 en la población Susceptible y 100.1 en Coatepec (Tabla I), mientras que la respuesta relativa al 50% (RR_{50}) fue de 17.5, y al 95% (RR_{95}) de 212.9. Considerando la superposición de los límites de confianza a un 95%, tanto en la CL_{50} como la CL_{95} , no hubo traslape, por lo que la población de referencia mostró una resistencia menor que la población de Coatepec.

Los ácaros de dos manchas, *T. Urticae*, tienen una alta capacidad para desarrollar resistencia a los productos químicos que son usados para su control; esto es debido a que su ciclo de vida es muy corto y tienen una alta tasa reproductiva. Por otra parte, los productores aplican una fuerte presión de selección al usar el control químico, y en muchos casos no existe un programa del manejo de la resistencia. Esta situación se repite en el Sur del Estado de México, donde la producción de rosas en invernadero es intensivo y el ácaro de dos manchas es la plaga más importante de este cultivo. El desarrollo de la resistencia es evidente, y se demuestra en este estudio al registrar altos niveles de resistencia a cuatro acaricidas: Clorfenapir (16.7x-30.1x), Propargite (17.5x-212.9x), Bifentrina (28.6x-417.9x) y Amitraz (66.7x-91.8x). Estudios realizados por Reséndiz (1998) también encontró altos niveles de resistencia a Bifentrina (83746x), Amitraz (1589x) y Propargite (1477x) en una población de *T. urticae* de Villa Guerrero, Estado de México.

Cuando un producto químico deja de ser efectivo, las prácticas más comunes de los floricultores, es incrementar las dosis, o bien mezclan dos o más productos con la finalidad de incrementar su efectividad. Esto trae consigo serios problemas, tales como el incremento del costo de producción; contaminación del suelo, contaminación del agua y del aire; intoxicaciones por parte de los trabajadores, y se induce el desarrollo de la resistencia de las plagas. Por lo que es conveniente verificar frecuentemente la efectividad de los plaguicidas tanto en campo como en el laboratorio, y establecer un programa del manejo de la resistencia que ayude a retardarla.

En este estudio se determinó que la población de Coatepec sigue siendo susceptible a dos acaricidas evaluados: Óxido de Fenbutatin y Abamectina. Estos productos deben ser usados limitadamente y alternados con otros métodos de control para retrasar en lo mayor posible el desarrollo de la resistencia.

LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Bolland, H. R., J. Gutierrez, and C. H. W. Flechtman. 1998. World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Koninklijke Brill NV, Leiden. The Netherlands.
- Cranham, J. E., and W. Helle. 1985. Pesticide resistance in Tetranychidae, in W. Helle and M. W. Sabelis (eds.), Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier, Amsterdam. pp. 405-421.
- Dittrich, V. 1975. Acaricide resistance in mites. Z. Angew. Entomol. 78: 28-45.
- Duzgunes, Z. and S. Cobanoglu. 1983. The life history and tables *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acarina: Tetranychidae) under the various temperatures and humidities. Plant Protection Bulletin. 23 (4) 171-187.

- Field, R. P. and M. A. Hoy. 1986. Evaluation of genetically improved strains of *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina: Phytoseiidae) for integrated control of spider mites on roses in greenhouse. *Hilgardia* 54: 1-31.
- Gorman, K., F. Hewitt, I. Denholm and G. J. Devine. 2001. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. *Pest Mang Sci.* 58:123-130.
- Helle, W. y J. P. W. Overmeer. 1985. Toxicological test methods. In: Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 1A (W. Helle and M. W. Sabelis, eds) Elsevier Science Publishing Company. Inc. U.S.A. p. 391-395.
- Herron G. A. and J. Rophail. 1998. Tebufenpyrad (Pyranica®) resistance detected in two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) from apples in Western Australia. *Experiment & Applied Acarology*. 22: 633-641.
- Hoyt, S. C., P. H. Westigard and B. A. Croft. 1985. Cyhexatin resistance in Oregon populations of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina:Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 78: 656-659.
- Keena. M. A. and J. Granett.1987. Cyhexatin and propargite resistance in populations of spider mites (Acari: tetranychidae) from California almonds. *J. Econ. Entomol.* 80: 560-564.
- Reséndiz. G. B. 1998. Resistencia a acaricidas de una población de *Tetranychus urticae* Koch procedente de Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de Doctorado. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 42 p.
- Robertson, J. L., and H. K. Preisler. 1992. Pesticide bioassays with arthropods. CRC, Boca Raton, FL. 127 p.
- Sawicki, R. M. and I. Denholm. 1987. Management of resistance to pesticides in cotton pest. *Tropical Pest Management*. 33 (4): 262-272.
- Van de Vrie M, J. A. McMurtry and C. B. Huffaker. 1972. Ecology of Tetranychid mites and their natural enemies: a review III. Biology, ecology and pest status and host plant relations of Tetranychids. *Hilgardia* 41: 343-432.
- Van de Vrie, M. 1985. Greenhouse ornamentals, in Helle & M. Sabelis (Eds.), Spider mites. Their biology, natural enemies and control, vol. 1B. Elsevier, Amsterdam. pp. 273-283.

EFFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (H₂O₂) Y ÁCIDO ASCÓRBICO (AA) EN PLANTAS DE CRISANTEMO VARIEDAD POLARIS CON SÍNTOMAS DE VIRUS (TSWV) EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

Jezabel Peralta-Velázquez¹, Martha Elena Mora-Herrera¹, Humberto Antonio López-Delgado², Rómulo García-Velasco¹ y Justino González-Días¹. ¹Centro Universitario Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México. Carr. Tenancingo-Villa Guerrero Km 1.5 Edo. de México C.P. 52400 México. marthaelenam@gmail.com. ²Programa Nacional de Papa, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Metepec, Méx. 52141, A. P. 4-1. México

Palabras clave: antioxidantes, carotenoides, estrés oxidativo, inducción de tolerancia, peroxidasas.

RESUMEN

Los virus ocasionan grandes pérdidas en los cultivos de importancia económica. Los sistemas oxidativo y antioxidativo implicados en las respuestas planta-patógeno puede llevar a la muerte o a la inducción de tolerancia a factores de estrés biótico y abiótico. En plantas de crisantemo con síntomas al virus TSWV se evaluó el efecto de aplicaciones de peróxido de hidrógeno (H₂O₂) y ácido ascórbico (AA) en condiciones de invernadero. El tratamiento de AA 1200 ppm incremento significativamente la longitud, peso seco y número de botones y tallos, con respecto a los testigos que solo fueron asperjados con agua. El tratamiento de H₂O₂ 1 mM incremento significativamente la actividad enzimática de las peroxidasas. En los tratamientos de AA la clorofila total, clorofila *a* y *b* así como xantofilas y carotenos incrementaron significativamente con respecto a los testigos, lo que está relacionado a una disminución de clorosis e inducción de antioxidantes no enzimáticos que protegen a la célula contra el estrés oxidativo generado posiblemente por la infección del virus.

ABSTRACT

Virus can produce significant lost in economical important crops. The oxidative and antioxidant systems involved in the plant-pathogen responses can lead to death or to the induction of tolerance to biotic and abiotic stress. The effect of application of hydrogen peroxide (H₂O₂) and ascorbic acid (AA) on chrysanthemum TSWV virus infected plants under glasshouse conditions was evaluated. The 1200 ppm of AA treatment significantly enhanced length, dry weight and the number of blooms and stems, respecting the controls sprayed with water. The H₂O₂ 1mM treatment significantly enhanced the peroxidase activity. In the AA treatments, total chlorophyll, chlorophyll *a* and *b*, xanthophylls and carotenoids significantly enhanced respecting the controls, these responses are related with reduction of chlorosis and the protection of the cell against oxidative stress, possibly due by the virus infection inducing no-enzymatic antioxidants.

INTRODUCCIÓN

En la zona de Villa Guerrero, Estado de México el cultivo de crisantemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelet) es de gran importancia económica, se ve afectado por varias enfermedades que disminuyen su rendimiento y elevan los costos de producción. Las enfermedades que atacan a este cultivo son las ocasionadas por varios virus y hongos (Cárdenas-Alonso, 1994;). El principal virus que afecta al crisantemo en México es el Tomato spotted wilt tospovirus (TSWV), provoca pérdidas de hasta 90%. El síntoma característico de este virus es una necrosis sistémica en tallo que impide el paso de nutrientes y posteriormente clorosis generalizada, marchitamiento y muerte (Cárdenas-Alonso, 1994). La aparición de síntomas y la severidad de estos en el campo, dependen de factores tales como: el hospedante, edad de la planta, época del año y estado fisiológico de la planta (German *et al.*, 1992; en Aquino, 2005) y condiciones ambientales como; luz, radiación y fertilizantes (Chia y He, 1999). Diversas prácticas culturales y alternativas usando diversos compuestos y/o biotecnología han estado asociadas con la reducción de la incidencia de enfermedades ocasionadas por virus, pero esto incrementa los costos de producción e impacta al ambiente (Albouy y Devergne, 2000).

Cuando las plantas son atacadas por virus, hongos y/o bacterias entre otros, se produce una respuesta llamada estallido oxidativo, en la cual hay una rápida y excesiva producción de especies reactivas de oxígeno (ERO). Las cuales están implicadas en la respuesta de hipersensibilidad y resistencia sistémica (Mehdy *et al.*, 1996).

Estudios recientes han demostrado la importancia de las ERO especialmente el H_2O_2 , en la inducción de tolerancia a estrés biótico y abiótico por la modulación de la actividad antioxidante (Neill *et al.*, 2002; Scandalios, 2005). En la infección por virus en plantas, se ha encontrado una estrecha relación entre infección, tolerancia y daño con las respuestas del sistema oxidativo y antioxidativo (Hernández *et al.*, 2001; 2004; 2006; Clarke *et al.*, 2002; Li y Burritt *et al.*, 2003). Hernández *et al.*, (2001; 2004) han sugerido que los cambios de enzimas antioxidantes llevan a la regulación del H_2O_2 y que este induce tolerancia contra el virus PPV (plum pox virus) en plantas de albaricoque y durazno.

El H_2O_2 y el AA son moléculas involucradas en la señalización de la expresión genética contra el estrés biótico y abiótico; se ha demostrado que al asperjarlas en plantas de papa con fitoplasma mejoran el cultivo y la calidad de los tubérculos de plantas positivas a fitoplasma (Romero-Romero y López Delgado, 2009); además, son de bajo costo y no presentan ningún riesgo al ambiente. La inducción de tolerancia y aclimatación a diferentes tipos de estrés está asociada a las respuestas oxidativas y antioxidativas de las plantas, por ello el conocimiento y manipulación de señales de estrés, para incrementar la tolerancia y resistencia de cultivos de importancia económica, ante estrés biótico y abiótico, podría reducir el empleo de agroquímicos, los costos y riesgos al ambiente.

El objetivo de este trabajo fue: la evaluación del efecto del H_2O_2 y AA sobre plantas de crisantemo con síntomas al virus TSWV en condiciones de invernadero no tecnificado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron esquejes de plantas de Crisantemo variedad Polaris con síntomas y sin síntomas a TSWV. Los cuales se sembraron en almácigos por dos semanas para enraizar. Después se trasplantaron a macetas con peet-moss® y agrolita® a una proporción 2:1. Todas las plantas se mantuvieron en condiciones de invernadero no tecnificado. 15 días después del trasplante a maceta las plantas se empezaron a asperjar dos veces por semana hasta antes del comienzo de la floración (90 días) con soluciones de AA 600 1200 ppm y H_2O_2 1 y 10 mM pH 5.7 con tween, como describe Romero-Romero y López-Delgado, (2009). El análisis de los resultados se hizo en referencia al testigo con síntomas (Tc/s) y sin síntomas (Ts/s) a los cuales solo se les asperjo agua pH 5.7 con tween. Se utilizaron 20 plantas por tratamiento y el experimento se realizó dos veces. Se cuantificó: longitud de tallo, peso seco, número de botones, número de ramas laterales, pigmentos fotosintéticos, y la actividad enzimática de las peroxidasas. Estas variables se midieron a los 90 días al finalizar las aspersiones. Además los pigmentos fotosintéticos y la actividad enzimática de la peroxidasa se midieron en los testigos antes de iniciar las aspersiones de H_2O_2 y AA (i).

La cuantificación de la actividad enzimática de la peroxidasa (EC 1.11.1.7) por espectrofotometría se realizó de acuerdo con el método descrito por Srivastava y Dwivedi, (1998). La extracción de proteína se realizó por el método descrito por Anderson *et al.* (1995).

La cuantificación de proteína se realizó de acuerdo al método de Bradford (1976).

La clorofila total, *a*, *b*, carotenos y xantofilas se cuantificaron en extractos al 80% de acetona como describe Linchtenthaler y Wellburn (1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos del H_2O_2 y AA en plantas de crisantemo con síntomas a TSWV.

Todos los tratamientos de AA y H_2O_2 muestran una ligera tendencia a incrementar el peso fresco, la longitud, número de botones y de brotes por plantas, en plantas con síntomas a TSWV, pero el tratamiento de AA 1200 ppm fue el que mostró una diferencia significativa en los parámetros medidos con respecto al los testigos (Tabla 1). Esta respuesta es similar a lo encontrado en plantas de papa infectadas con fitoplasma donde tratamientos de H_2O_2 y AA mostraron mejorar el cultivo y calidad de los tubérculos inclusive de plantas no infectadas de fitoplasma (Romero-Romero y López-Delgado, 2009).

Tabla 1. Evaluación del tratamiento por aspersión de AA y H₂O₂ sobre plantas de crisantemo cultivadas en condiciones de invernadero por 120 días. Los resultados son el promedio de 20 plantas por tratamiento. * Diferencia significativa (t Student, P < 0.05). con respecto a los controles.

Tratamientos	Peso seco (g)	Longitud (cm)	No de botones x planta	No de tallos x planta
T c/síntomas	7.5±0.56	45.8±1.52	5.6±0.47	2.1±0.19
T s/síntomas	6.3±0.52	49.8±1.82	7.2±0.58	2.4±0.16;
AA 600 ppm	7.7±0.66	52.2±2.67*	7±0.4	2.2±0.20
AA 1200 ppm	8.3±0.58*	51.9±3.21*	7.8±0.52*	2.9±0.06*
H ₂ O ₂ 1 mM	7.5±0.59	47.1±2.76	7.5±0.46	2.7±0.18*
H ₂ O ₂ 10 mM	7.9±0.50	52.8±3.17*	7.5±0.38	2.5±0.17

Efectos del H₂O₂ y AA en plantas de crisantemo con síntomas a TSWV sobre la actividad peroxidasa y pigmentos fotosintéticos.

El tratamiento de 1 mM de H₂O₂ incremento significativamente el contenido de la actividad de las peroxidases (Fig 1), este hecho es importante si consideramos que el H₂O₂ es el sustrato de las peroxidases para la formación de lignina que está asociada a la tolerancia (Mehlhorn *et al.*, 1996), se ha reportado que el contenido de las peroxidases está asociado a la inhibición de la replicación de virus en hojas de frijol tratadas con hormonas (Clarke *et al.*, 2002). Algunos trabajos han reportado que las peroxidases están directamente relacionadas a la interacción planta virus y al grado de infección (Riedle-Bauer, 2000). En recientes años se ha estudiado los efectos de los virus asociados al sistema oxidativo y antioxidativo (Chia y He, 1999; Hernández *et al.*, 2001, 2004, 2006); por la importancia que tiene en la señalización para la inducción de tolerancia a factores de estrés (Neill *et al.*, 2002; Scandalios, 2005). Sin embargo, aun no es del todo claro como funciona el sistema antioxidante ante los virus y como responden ante la infección (Riedle-Bauer, 2000; Clarke *et al.*, 2002). Además de que existen pocos estudios encaminados a inducir tolerancia a estrés biótico por la aplicación de moléculas que participan en la inducción del sistema antioxidante.

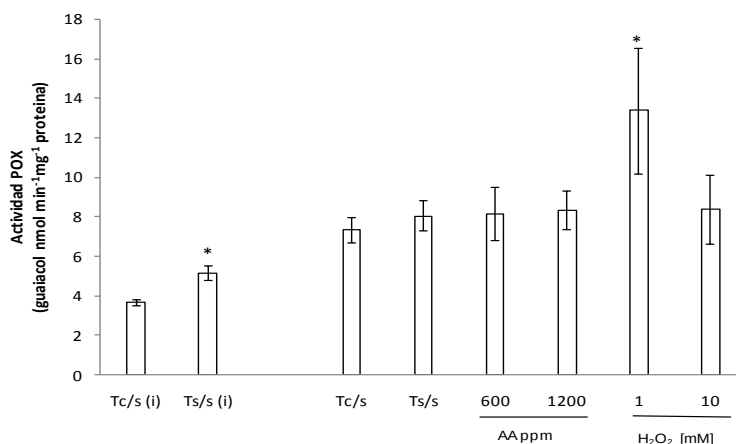


Figura 1. Actividad enzimática de las peroxidases de plantas de crisantemo con síntomas al virus TSWV asperjadas con H₂O₂ o AA. (i) plantas de 15 días de crecimiento en maceta antes del inicio de las aspersiones de H₂O₂ y AA. Los resultados son el promedio de dos experimentos y de tres muestras por tratamiento. (*) Diferencia estadística (t Student, p < 0.05).

Por otro lado se ha demostrado que uno de los efectos de la infección por virus en plantas es la clorosis y el daño a la capacidad fotosintética (Chia y He, 1999; Song *et al.*, 2009), por lo que en este trabajo se estudiaron los pigmentos fotosintéticos asociados además al sistema antioxidante no enzimático.

De manera general los tratamientos con AA incrementaron significativamente la clorofila total (Fig. 2 A), clorofila a (Fig. 2 B) y b (Fig. 2 C), y xantofilas y carotenos (Fig. 2 D) con respecto a los testigos. Chia y he, (1999), encontraron que en orquídeas infectadas con virus la capacidad antioxidante se ve afectada

un 21% con respecto a plantas no infectadas, esto es importante porque el daño a los fotosistemas incrementa el estrés oxidativo (Foyer *et al.*, 1994), lo que lleva a la posible destrucción y muerte de los componentes. Además el incremento de xantofilas y carotenoides está asociado a la desintoxicación de ERO en la célula (Scandalios, 2005), por lo que el tratamiento con AA en este trabajo esta asociado no solo a la reducción de la clorosis sino a la inducción del sistema antioxidante no enzimático, que puede llevar a la tolerancia a factores de estrés biótico. Otros trabajos han demostrado que los pigmentos fotosintéticos sufren menor daño al aplicar AA y H_2O_2 en plantas de papa con fitoplasma lo que se ve reflejado en menor clorosis y mejora de la productividad del tubérculo (Romero-Romero y López-Delgado, 2009).

En conclusión: el AA y el H_2O_2 son potencialmente útiles para disminuir los daños por la infección por virus posiblemente por su participación en el sistema antioxidante enzimático y no enzimático. Además de que estos compuestos son económicos e inocuos al ambiente.

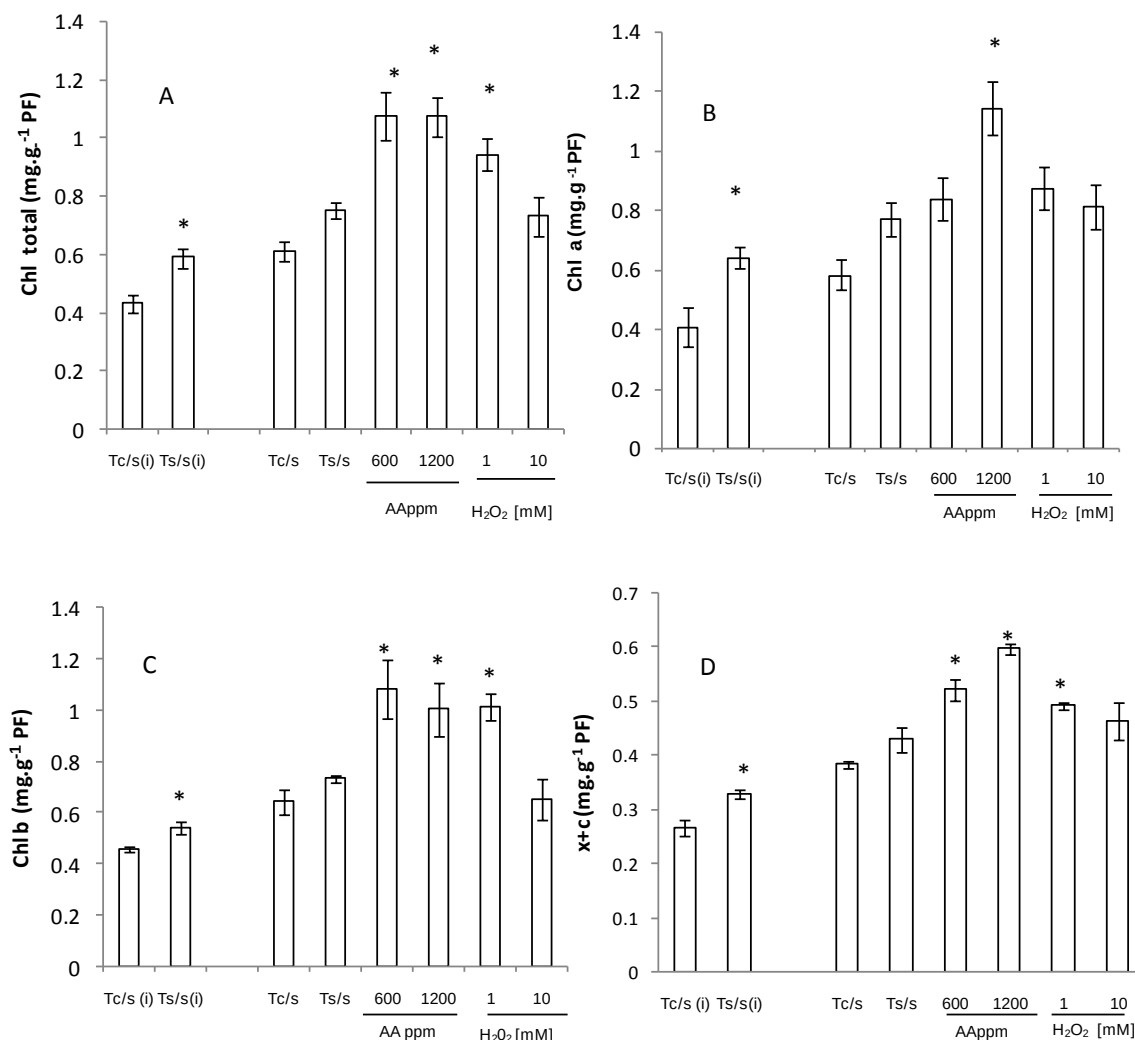


Fig. 2 Clorofila total (Fig. A), clorofila a (Fig. B) y b (Fig. C), y xantofilas y carotenos (Fig. D), de plantas de crisantemo asperjadas con H_2O_2 y AA en condiciones de invernadero. (i) plantas de 15 días de crecimiento en maceta antes del inicio de las aspersiones de H_2O_2 y AA. Los resultados son el promedio de dos experimentos y de tres muestras por tratamiento (*) Diferencia estadística (t Student, $p < 0.05$).

LITERATURA CITADA

- Anderson MD, Prasad TK and Stewart CR. **1995**. Changes in isozyme profiles of catalase, peroxidase, and glutathione reductase during acclimation to chilling in mesocotyls of maize seedlings. *Plant Physiology*. 109:1247-1257.
- Albouy J and Devergne J-C. **2000**. Enfermedades producidas por virus de las plantas ornamentales. Ed. Mundi-prensa. España. p. 480.
- Aquino HO. **2005**. Distribución de virus y efecto del ácido acetil salicílico y compuestos orgánicos en la severidad de virosis y roya blanca en tres variedades de crisantemo *Dendranthema morifolium* (Ramat) Tzvelev. Tesis. Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 81 p.
- Bradford MM. **1976**. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. 72:248-254.
- Cárdenas-Alonso, MR. 1994. Las enfermedades causadas por virus en ornamentales en México y alternativas de solución. *Revista Chapingo* 1:124-130.
- Chia TF and He J. **1999**. Photosynthetic capacity in *Oncidium* (Orchidaceae) plants after virus eradication. *Environmental and Experimental botany* 42:12-16.
- Clarke SF, Guy PL, Burritt DJ y Jamenson PE. **2002**. Changes in the activities of antioxidant enzymes in response to virus infection and hormone treatment. *Physiol Plant* 114:157-164.
- Foyer CH, Lelandais M and Kunert KJ. **1994**. Photooxidative stress in plants. *Physiol Plant*. 92:616-717.
- Hernandez JA, Días-Vivancos P, Rubio M, Olmos E, Ros-Barcelo A and Martínez-Gómez P. **2006** Long-term plum pox virus infection produces an oxidative stress in a susceptible apricot, *Prunus armeniaca*, cultivar but not in a resistant cultivar. *Physiol Plant*. 126:140-152.
- Hernández JA, Rubio M, Olmos E, Ros-Barcelo A and Martínez-Gómez P. **2004**. Oxidative stress induced by long-term plum pox virus infection in peach (*Prunus persica*). *Physiol Plant*. 122:486-495.
- Hernández JA, Talavera JM, Martínez-Gómez P, Dicenta F and Sevilla F. **2001**. Response of antioxidant enzymes to plum pox virus in two apricot cultivars. *Physiol Plant*. 111:313-321.
- Li Z and Burritt DJ. **2003**. The influence of Cocksfoot mottle virus on antioxidant metabolism in the leaves of *Dactylis glomerata* L. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 62:285-295.
- Lichtenthaler HK, Wellburn AR. **1983**. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions* 11: 591-592.
- Mehdy MC, Sharma YK, Sathasivan K and Bays NW. **1996**. The role activated oxygen species in plant disease resistance. *Physiologia Plantarum*. 98:365-374.
- Mehlhorn H, Lelandais M, Korth HG and Foyer CH. **1996**. Ascorbate is the natural substrate for plant peroxidases. *FEBS Letters*. 378:203-206.
- Neill SJ, Desikan R and Hancock J. **2002**. Hydrogen peroxide signalling. *Current Opinion in Plant Biology*. 5(5):388-395.
- Riedle-Bauer M. 2000. Role of oxygen Species and antioxidant enzymes in systemic virus infections of plants. *J. Phytopathology*. 148:297-302.
- Romero-Romero T and López-Delgado H. **2009**. Ameliorative effects of hydrogen peroxide, ascorbate and dehydroascorbate in *Solanum tuberosum* infected by phytoplasma. *Am. J. Pot. Res.* 86: 218-226.
- Scandalios JG. **2005**. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. *Brazilian J. Med Biol Res.* 38:995-1014.
- Song X-S, Wang Y-J, Mao W-H, Shi K, Zhou Y-H, Nogués S and Yu J-Q. **2009**. Effects of cucumber mosaic virus infection on electron transport and antioxidants system in chloroplasts and mitochondria of cucumber and tomato leaves. *Physiol Plant*. 135:246-257.
- Srivastava MK and Dwivedi UN. **1998**. Salicylic acid modulates glutathione metabolism in pea seedlings. *Journal of Plant physiology*. 153(3-4):409-414.

BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS POR MICROORGANISMOS BENÉFICOS Y SU EFECTO EN EL DESARROLLO VEGETAL DE PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS L.*) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Edwin Arturo Vega Coronado¹, Maritza Arellano Gil², Ofelda Peñuelas Rubio², Marco Antonio Gutiérrez Coronado³ y Catalina Mungarro Ibarra². Instituto Tecnológico de Sonora, Dirección de Recursos Naturales, 5 de Febrero 818 sur Col Centro. Cd. Obregón, Sonora México CP85000, Tel (644)410 90 00 ext 1009. ¹Egresado del programa de Ingeniero Biotecnólogo. ²Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinaria. ³Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. cmungarro@itson.mx.

Palabras clave: Raíz, materia orgánica, fertilidad, suelo rizosférico.

RESUMEN

Los microorganismos son un componente importante para la salud y la bioremediación de los suelos; por lo que se evaluaron diferentes dosis de un biopreparado microbiano como mejorador en suelos agotados del Valle del Yaqui Sonora; se monitorearon las características fisicoquímicas del suelo y variables de crecimiento vegetativo, dando como resultado el incremento de la materia orgánica del suelo (T4, 40 Lt ha⁻¹), altura de planta, peso seco de raíz y aéreo. Resultando el T2 (10 Lt ha⁻¹) y T3 (20 Lt ha⁻¹) los que generaron las condiciones óptimas para elevar estos parámetros.

ABSTRACT

The microorganisms are an important component for the soil health and bioremediation; different doses from microbial biopreparation were evaluated in Sonoran Yaqui Valley exhausted soil; the soil physico-chemical characteristics and vegetative growth were monitored, giving as a result the increase of the soil organic matter (T4, 30 Lt ha⁻¹), plant height and aerial and root dry weight. T2 (10 Lt ha⁻¹) and T3 (20 Lt ha⁻¹) dosages generated the optimal conditions to lift these parameters.

INTRODUCCIÓN

El suelo afecta directamente el crecimiento y vigor de las plantas, y por lo tanto influyen el crecimiento de los brotes, la fotosíntesis y el crecimiento de la raíz (Maier, 2000). A su vez las plantas ejercen una notable influencia sobre las comunidades microbianas de los suelos. La cubierta vegetal del suelo es un factor importante para la determinación del tipo y la cantidad de microorganismos presentes (Ronald, 2002).

Muchos microorganismos viven alrededor de las raíces de las plantas e influyen en su crecimiento, y tienen gran importancia para los cultivos agrícolas. La población microbiana en la rizosfera es considerablemente mayor que la de los suelos sin raíces y es fisiológicamente más activa. Existen muchos microorganismos del suelo reportados como productores de metabolitos biológicamente activos y que ayudan a la absorción de nutrientes por las plantas (Oliveira *et al.* 1987).

OBJETIVO

Evaluar el efecto de la aplicación de un biopreparado a nivel del suelo del cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero en el crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta así como también en la fertilidad del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El bioensayo se realizó en el invernadero experimental de la Unidad Nainari del Instituto Tecnológico de Sonora, bajo un diseño experimental simple, completamente al azar, el cual constó de 4 tratamientos y 10 repeticiones, con lo cual se tuvieron un total de 40 unidades experimentales, manejándose riegos y fertilización periódicos a demanda de la planta.

El Biopreparado se elaboró en un contenedor de 10 L de capacidad, en el cual se vertieron 10 mL de biomasa bacteriana en una concentración de 1×10^7 UFC/mL, micelio fúngico (5000 µg/mL), esporas de hongos (1×10^8 esporas/mL), 20 g de Carbono orgánico y 5 mL de antiespumante por cada litro de biopreparado. Se aireó durante 12 h y al finalizar el proceso se adicionó 5 mL/L de Antiagallas (*Paecilomyces lilacinus*) y 100 mL / L de ácidos carbixílicos, como inductor de exudados radiculares.

Los tratamientos se aplicaron a razón de; T1: Testigo (sin aplicación de biopreparado), T2: 10 Lts/Ha, T3: 20 Lts/Ha y T4: 40 Lts/Ha; se aplicaron al suelo al momento de la siembra y a los 15 y 30 días después de la misma.

Las evaluaciones se realizaron con los siguientes indicadores:

Altura de la planta; se midió con cinta métrica desde la base del tallo hasta la punta de crecimiento cada 5 días, registrándose los resultados en Cm.

Longitud de raíz; se extrajo completamente la raíz y se midió con cinta métrica su longitud desde la unión al tallo, hasta el punto de mayor longitud. Expresándose los resultados en Cm.

Peso seco de raíz; se seleccionó la raíz y se colocó en bolsas de papel previamente identificadas para secarlas en estufa a 60 °C por 48 horas, hasta peso constante; se registro el peso seco en Gr.

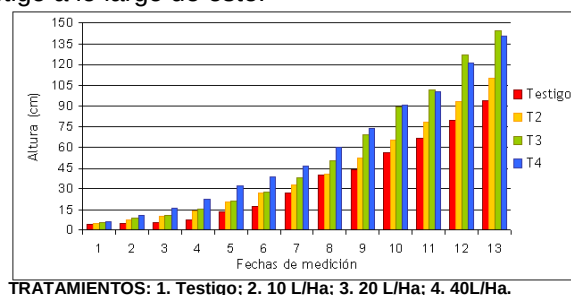
Peso seco aéreo; se tomó toda la parte aérea de cada planta (hojas y tallos), se guardaron en bolsas de papel etiquetadas, posteriormente se introdujeron por 48 horas en un horno a 70°C hasta peso constante. Se registró el peso en Gr.

Análisis fisicoquímico; se tomó una muestra de 50 g del suelo contenido en cada maceta y se obtuvieron 3 muestras compuestas de cada tratamiento para efectuar análisis físico químico de suelo (salinidad y fertilidad). Realizados por Laboratorio de suelos y nutrición vegetal de INIFAP Cd. Obregón.

Conteo de hongos y bacterias en suelo rizosférico; se colectó el suelo adherido a las raíces de cada planta y se obtuvieron 3 muestras compuestas de cada tratamiento para practicar análisis microbiológico con la técnica de epifluorescencia para cuantificar biomasa de hongos y bacterias totales y activos. (Realizados por Laboratorio Innovak Global).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

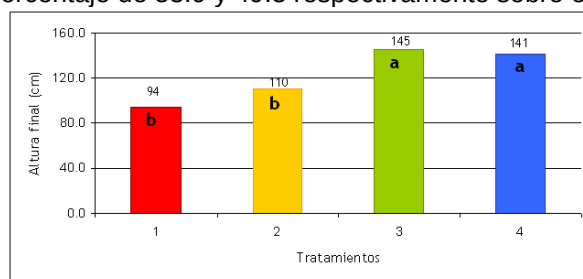
Altura de la planta. El crecimiento a través de las 13 fechas de medición de plantas de pepino se presenta en la figura 1, donde se observa que desde el inicio el experimento, los tratamientos con BMB fueron superiores al testigo a lo largo de este.



TRATAMIENTOS: 1. Testigo; 2. 10 L/Ha; 3. 20 L/Ha; 4. 40L/Ha.

Fig. 1. Evaluación de un biopreparado en la altura de pepino en trece fechas de medición.

En la última medición, considerada como altura final (figura 2) el análisis de varianza dio como resultado diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos evaluados, donde todos fueron mayores que el testigo, sin embargo, los tratamientos 3 (20 L/Ha) y 4 (40 L/Ha) fueron iguales entre si, y obtuvieron un porcentaje de 53.9 y 49.3 respectivamente sobre el testigo sin aplicación.



TRATAMIENTOS: 1. Testigo; 2. 10 L/Ha; 3. 20 L/Ha; 4. 40L/Ha.

Fig. 2. Altura final de pepino con la aplicación de un biopreparado bajo condiciones de invernadero.

Existen otros experimentos con resultados similares al presente estudio, como el de Ryu *et al.* (2002) quien utilizó tratamientos con *Bacillus subtilis* en plantas de tomate, donde éstas se vieron favorecidas hasta con 5 cm de altura sobre el testigo bajo condiciones de invernadero.

Longitud de raíz. Estadísticamente no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, sin embargo, todos los tratamientos superaron al testigo: el tratamiento 2 con 14.8%, el 3 con 12% y por último el 4 con 9%. (Figura 3)

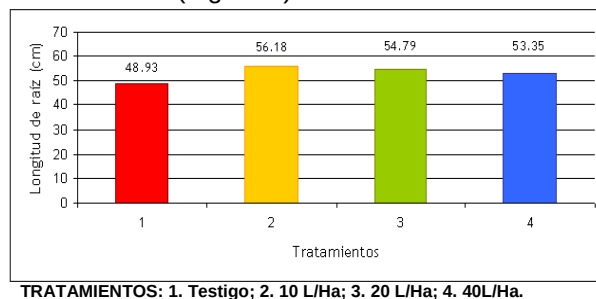


Fig 3. Longitud de raíz de pepino con la aplicación de un biopreparado bajo condiciones de invernadero

Terry *et al.* (2005), aplicaron microorganismos benéficos como biofertilizantes a plantas de tomate, donde observaron diferencias altamente significativas en cuanto a la longitud de raíz, presentando mayor efecto los tratamientos con aplicación en comparación al testigo. A pesar de que en el presente experimento no se presentaron diferencias estadísticas, en similitud con el de Terry *et al.* (2005), todos los tratamientos con aplicación superaron al testigo, lo que puede resumirse en el efecto positivo que tiene el empleo de microorganismos sobre las plantas.

Peso seco de raíz. En el análisis estadístico realizado se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. La figura 4 muestra notoriamente estas diferencias donde los tratamientos con aplicación del biopreparado fueron más grandes que el testigo, así como las medias de cada uno. Los tres tratamientos 2 y 3 fueron aproximadamente 4.9 veces más grandes que el tratamiento 1, y el tratamiento 4 fue 4.2 veces mayor.

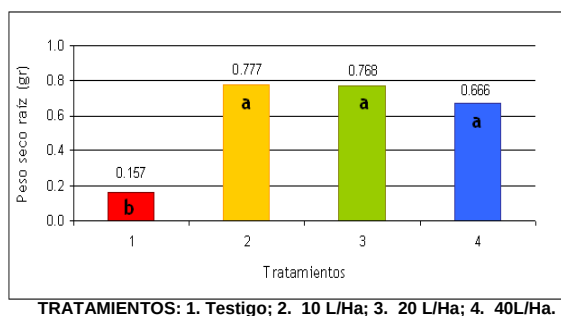


Fig 4. Peso seco de raíz de pepino con la aplicación de un biopreparado bajo condiciones de invernadero.

Cuesta *et al.* (2008) afirman que la inoculación de hongos y bacterias llegan a jugar un papel importante para favorecer los niveles de peso seco radical en el desarrollo vegetativo. La aplicación de microorganismos es un reflejo de este comportamiento, ya que los tratamientos que lo contenían fueron 4 veces mayores que el testigo sin aplicación.

Peso seco aéreo. El comportamiento de los tratamientos evaluados en el peso seco aéreo de plantas de pepino así como las medias correspondientes se presentan en la figura 5, donde se visualizan las diferencias estadísticamente significativas que hubo entre estos, en el cual los tratamientos con aplicación de biopreparado fueron diferentes entre ellos y superiores al testigo: el tratamiento 3 fue 84%

mayor que el tratamiento 1; los tratamientos 4 y 2 fueron 78.8 y 40.1% más grandes que el tratamiento 1 respectivamente.

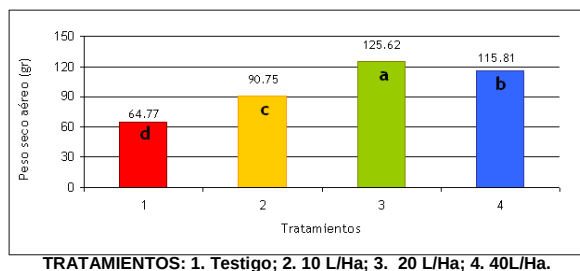


Fig 5. Evaluación de un biopreparado en el peso seco aéreo de pepino bajo condiciones de invernadero.

Los estudios de Meyer y Liderman (1986) y Oliveira *et al.* (1987) en sus experimentos con bacterias promotoras del crecimiento vegetal encontraron resultados similares al presente estudio con relación al peso seco foliar. Así, se deduce que el buen desempeño de la planta de pepino se ve favorecido por la aplicación del biopreparado microbiano.

Análisis fisicoquímico.

El suelo analizado según los resultados es pobre en cuanto al contenido de materia orgánica, ya que el rango aceptable es de 5%, sin embargo, haciendo la comparación entre los tratamientos, T4 (40 L/Ha) incrementó 62% su contenido respecto al testigo sin aplicación, como lo muestra la figura 6C, seguido por T3 (20 L/Ha) que presentó un incremento de 31% sobre el testigo. De suma relevancia es este comportamiento ya que para lograr aumentos de materia orgánica utilizando otros medios, como la aplicación de gallinaza o estiércol, se requerirían toneladas de producto. Estos resultados representan un avance debido a las características del suelo evaluado, como el grado de compactación y erosión que presentan.

Numerosos estudios coinciden en que la materia orgánica, es el principal indicador e indudablemente el que posee una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad. La descomposición de la materia orgánica produce CO_2 que forma H_2CO_3 en el suelo. Este aumenta la solubilidad de muchos compuestos del suelo aumentando así el aprovechamiento de nutrientes (Ortiz y Ortiz, 1980).

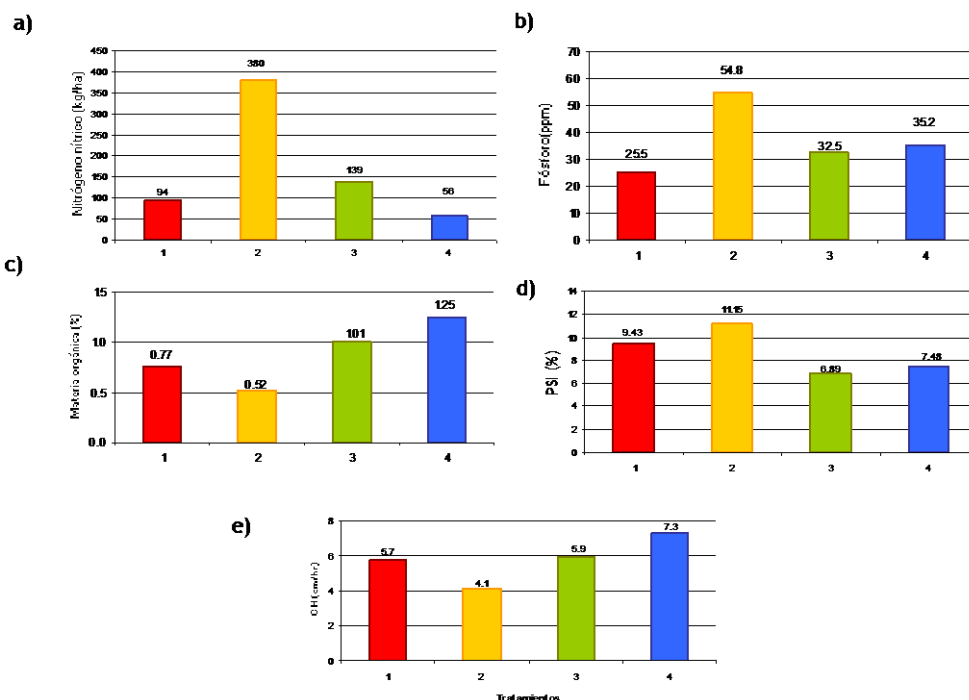


Fig. 6. Análisis fisicoquímico de suelos tratados con un preparado microbiano.**CONCLUSIÓN**

La aplicación del biopreparado logro mejorar la fertilidad del suelo, ya que ayudo a aumentar la flora microbiana del suelo del cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero y gracias a la acción de los microorganismos al hacer más disponibles los nutrientes se logro un mayor índice de aprovechamiento de estos lo cual beneficio a la planta de pepino en su desarrollo vegetativo integrado, obteniendo plantas y raíces más grandes, quedando evidenciado el efecto que tienen los microorganismos para promover la producción de sustancias orgánicas benéficas por las raíces.

LITERATURA CITADA

- Cuesta I., A. Ferrer y E. Rengifo. 2008. Importancia de la inoculación dual de bacterias y *glomus mosseae* sobre crecimiento y micorrización de plántulas de *swietenia macrophyllax mahagoni*. (<http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1064/cuf0112s.pdf>) fecha de consulta: Julio de 2009
- Maier, Raina M. 2000. Environmental Microbiology. Academic Press. California, E.U.A. pp. 425
- Meyer J.R. y R.G. Linderman. 1986. Response of subterranean clover to dual inoculation with vesicular arbuscular fungi and a plant growth-promoting bacterium, *Pseudomonas putida*, Soil Biology and Biochemistry 18: 185-190.
- Oliveira E., E. Sieverding y T.S. Toro. 1987. Interaction between three species of VAM fungi and one isolate of *Pseudomonas putida* on casava. In: Sylvia D.M., Hung L.T. and Graham J.MH. (eds) Mycorrhizae in the Next Decade, Practical Applications and Research Priorities, 216. Proceedings of the 7th NACOM, IFAS, University of Florida, Gainesville.
- Ortiz Villanueva B. y Ortiz Solorio C. Alberto. 1980. Edafología. 3ª. Edición. Imprenta Universitaria-UACH. Chapingo, México. Pp. 22, 134.
- Ronald M. 2002. Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. Ed. Person. Albania.
- Ryu, C-M., Reddy, M. S., Zhang, S., Murphy, J. F. and Kloepper, J. W. 2002. Plant growth promotion of tomato by a biological preparation (LS213) and evaluation for protection against Cucumber mosaic virus. Department of Entomology & Plant Pathology, Auburn University, Auburn, AL 36849-5409, USA.
- Terry, E., A. Leyva y Anni Hernández. 2005. Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Revista Colombiana de Biotecnología 2(4): 5-54.

RESPUESTA DE LA PRODUCCIÓN DE TRIGO A LAS HORAS FRÍO EN ÁREAS AGRÍCOLAS DEL ESTADO DE SONORA.

Pedro Félix-Valencia¹, J. Eliseo Ortiz-Enríquez¹, José Guadalupe Quitana-Quiróz¹ y Guillermo Fuentes-Dávila¹. ¹Campo Experimental Valle del Yaqui. Norman E. Borlaug Km 12, A. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora. Tel. (644)414553. felix.pedro@inifap.gob.mx

Palabras clave: Índice Bioclimáticos, Temperatura del Aire, Sumas Térmicas.

RESUMEN

Se encontró un alto grado de correlación entre el rendimiento y las horas frío (HF), lo cual permite predecir la producción con una confianza del 89%. La relación muestra como base un acumulado de 340 HF para obtener un rendimiento de 4.63 ton/ha, y por cada incremento de 100 HF de este nivel, el rendimiento se incrementa en 330 kilogramos. Especial atención debe ponerse a las fechas de siembra posteriores al 15 de diciembre y para los ciclos donde se prevé baja presencia de horas frío. El pronóstico del rendimiento antes de iniciar siembras, es una buena medida para tratar de aminorar el efecto de las altas temperaturas, aplicando mayor precisión en la tecnología de producción.

ABSTRACT

A high level of correlation was found between grain yield and cold units (CU), which allows predicting yield within a confidence interval of 89%. The relationship shows an accumulated base of 340 CU in order to obtain 4.63 ton/ha, and yield increase is in the order of 330 kg for each 100 CU. Especial attention must focus on planting dates after December 15 and for crop seasons where a low number of cold units is anticipated. Grain yield forecast before sowing is a good measure to try to minimize the effect of high temperatures; this applies precision to the production technology.

INTRODUCCIÓN

Por su posición geográfica, el estado de Sonora muestra un gradiente de sur a norte de condiciones extremas en temperatura y ocurrencia de precipitación, que lo caracteriza como seco y cálido en la mayor parte del año. La oscilación de la temperatura en los meses de otoño e invierno es de -1° a 31°C y de 20° a 42°C durante los meses de verano, de manera que para su agricultura, la temperatura es el factor climatológico mas relacionado con la productividad anual del trigo.

Las variedades de trigo que se cultivan en Sonora, muestran una expresión favorable entre la acumulación bien distribuida de horas frío durante el ciclo de cultivo y el rendimiento de grano. Su respuesta varía con la localización geográfica y el efecto dominante del fenómeno climático anual, el cual es conocido como “La Niña” y “El Niño” o condición fría, neutra o caliente de la temperatura, relacionados históricamente con las variaciones anuales de los rendimientos promedios de trigo en cada distrito de riego. La base de datos disponible del rendimiento y de la temperatura, proporciona la oportunidad de predecir ambos para fines específicos, destacando que su utilidad en la agricultura puede servir para proponer ajustes en el manejo agronómico previo a la siembra en cada nuevo ciclo agrícola.

Existen varias metodologías para valorar la importancia de la temperatura del aire y poder explicar el comportamiento fenológico de los cultivos, entre los que destacan las sumas térmicas (horas calor, horas frío) como índices bioclimáticos, que permiten relacionar el desarrollo de la planta con períodos extremos del clima. Esta metodología simplista de sumas térmicas (Confalone y Navarro, 1999) puede explicar la variabilidad en el desarrollo de la planta hasta en 98% como lo señala Arnold (1959).

El objetivo del estudio por lo tanto es, medir la relación que existe entre la condición fría de la temperatura del aire con la producción media comercial de trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó para las localidades agrícolas de los valles del Mayo, Yaqui, Guaymas, costa de Hermosillo y para el área agrícola de San Luis Río Colorado, en el estado de Sonora, México. Se utilizó para el análisis los rendimientos medios comerciales de cada localidad a partir de los ciclos cosechados

del 2004 a 2009, que fueron reportados anualmente por la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Sonora (OEIDRUS) y la información de horas frío que reporta diariamente la red estatal de estaciones climáticas automatizadas de INIFAP-PIEAES-COFUPRO, que puede consultarse en la página www.agroson.org.mx. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar considerando las localidades como bloque, utilizando el procedimiento GLM (SAS, 2004). Para cotejar la metodología de cálculo de horas frío se consultaron varias metodologías para valorar la importancia de la temperatura del aire y poder explicar el comportamiento fenológico de los cultivos, entre los que destacan las sumas térmicas (horas calor, horas frío) como índices bioclimáticos, que permiten relacionar el desarrollo de la planta con períodos del clima. Esta metodología simplista de sumas térmicas puede explicar la variabilidad en el desarrollo de la planta hasta en 98% como lo señala en maíz, Arnold (1959). Para este estudio se utilizó el umbral térmico igual o menor a 10°C que registra la estación climatológica durante una hora. La memoria digital de cada estación meteorológica registra lecturas cada 10 minutos y proporciona el dato integrado por hora y por día. Para calcular las horas frío faltantes de la información histórica, se calculó del dato horario de la temperatura mínima y máxima, aplicando la fórmula: $T_{min} > T_b$; $HF=0$ y cuando la $T_{min} < T_b$; $HF = 1 + (T_b - T_{min})$, donde T_b = Temperatura base del cultivo (mínima vital) y T_{min} = temperatura mínima horario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra un gradiente de horas frío en los meses del año, mientras que en el Cuadro 2 se observan las tendencias anuales del frío en cada ciclo de crecimiento por localidad. Esta información de horas frío presentada en los Cuadros 1 y 2, fue utilizada para cotejar la relación existente con la producción promedio de trigo de los últimos seis años de cada distrito de riego en el estado de Sonora, la cual se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 1. Registro promedio mensual de horas frío del 2004 a 2008.

Región*	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
V. Mayo	173	147	113	38	4	1	1	1	9	4	16	123
V. Yaqui	186	156	117	41	5	1	1	1	2	2	23	152
V. Guaymas	180	99	69	9	1	0	0	0	0	3	9	130
C. Hermosillo	218	203	97	33	3	0	0	0	9	9	51	214
San Luis R.C.	260	191	113	33	2	0	0	0	0	9	72	271

*Información de la red de estaciones climatológicas de INIFAP-COFUPRO-PIEAES, instaladas en diferentes distritos de riego.

Cuadro 2. Total de horas frío acumuladas durante el período de noviembre al mes de abril de cada ciclo agrícola.

Ciclo Agrícola	Valle del Mayo	Valle del Yaqui	Valle de Guaymas	Costa de Hermosillo	San Luis R.C.
2004-05	500	619	--	773	--
2005-06	792	828	381	884	1078
2006-07	788	817	635	948	1059
2007-08	843	916	700	942	1077
2008-09	575	648	427	785	968
Promedio	700	766	536	866	1045

Cuadro 3. Rendimiento (ton/ha) promedio comercial registrado en las zonas productoras de trigo en Sonora.

Ciclo	Valle del Mayo	Valle del Yaqui	Valle de Guaymas	Costa de Hermosillo	San Luis R.C.
2003-04	5.000	4.900	5.000	6.000	6.500
2004-05	5.200	5.451	4.318	5.800	5.936
2005-06	6.000	6.166	4.200	6.145	6.812
2006-07	6.100	6.251	4.313	6.214	6.184
2007-08	6.100	6.077	4.767	6.286	6.757
2008-09	5.620	5.685	4.835	6.000	6.070
Prom.	5.670	5.755	4.572	6.074	6.376

Fuente: OEIDRUS-SAGARPA.

De manera general, las condiciones de temperatura mas apropiadas para todas las localidades inician el 15 de noviembre y terminan el 15 de abril. Las diferencias de frío que se muestran entre localidades al inicio del ciclo puede ser importante para definir con mayor precisión el inicio de la siembra y la variedad a emplear.

De acuerdo con el Cuadro 2 y la Figura 1, la zona agrícola con menor aptitud para la producción de trigo es el valle de Guaymas, donde anualmente se siembra un promedio de 2,655 hectáreas (últimos 6 años) con un rendimiento medio de 4.6 ton/ha. La baja acumulación de frío del mes de febrero y el registro frecuente de altas temperaturas puede ser una de las causas del bajo rendimiento medio de esta región.

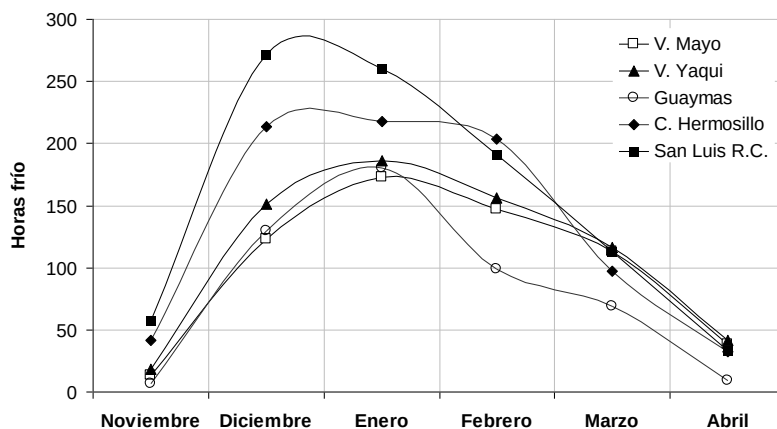


Figura 1. Expresión mensual de las horas frío por distrito de riego (período de siembra a madurez fisiológica del trigo; promedio de los ciclos cosechados en 2004 a 2009).

Para el máximo aprovechamiento del período de frío en el área agrícola de Guaymas, la siembra deberá realizarse en un lapso mas corto de tiempo; entre el 20 de noviembre al 10 de diciembre. Otra opción es la utilización de variedades de trigo con un ciclo 10 a 15 días mas corto que las variedades usadas actualmente.

El valle del Mayo muestra menor acumulación de frío durante el ciclo de trigo que el valle del Yaqui, con una diferencia menor de 66 HF, siendo más evidente en el mes de diciembre. Los registros históricos de la temperatura máxima del aire muestran que la zona del valle del Mayo es 1°C menor que el área del valle del Yaqui (Félix et al., 2008). Esta diferencia de temperatura favorable para la zona agrícola del valle

del mayo, disminuye el riesgo por oscilación térmica, ventaja que se manifiesta, en las unidades de producción con mayor acercamiento costero.

Las zonas de producción de trigo de la costa de Hermosillo y de San Luis R.C., son las que muestran mayor cantidad de horas frío, relacionado fuertemente con mayores volúmenes en la producción unitaria de trigo. En comparación a la zona sur del Estado, la costa de Hermosillo muestra un potencial mayor a 300 kilos por hectárea en su rendimiento medio, mientras que la región de San Luis R.C. se cosecha un promedio de 700 kilos de grano más por hectárea (Cuadro 3).

-Relación de las horas frío con el rendimiento

El estudio permite medir la relación del rendimiento con las horas frío, en un perfil climatológico ubicado geográficamente entre los paralelos 26°48'00" a 32°12'00" de Latitud Norte, y los 109°42'00" a 114°59'30" de Longitud Oeste.

Como resultado de este análisis, la Figura 2 muestra un alto grado de correlación entre el rendimiento y las horas frío (HF), lo cual permite predecir el rendimiento con una confianza del 89%. La relación muestra como base un acumulado de 340 HF para obtener un rendimiento de 4.63 ton/ha, y por cada incremento de 100 HF de este nivel, el rendimiento se incrementa en 330 kilogramos.

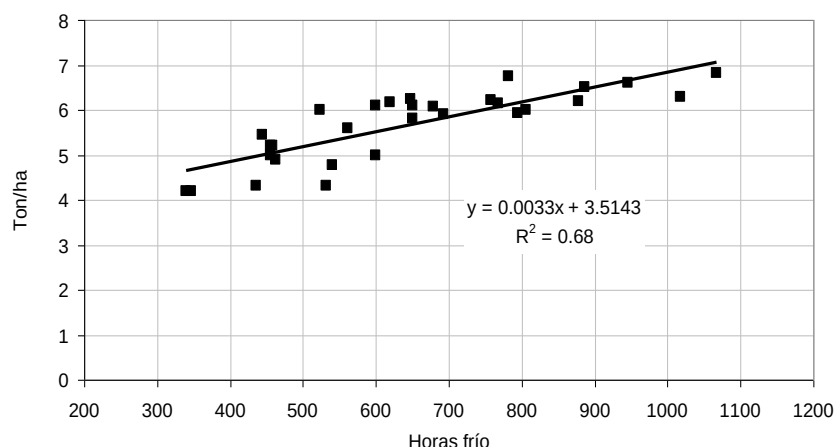


Figura 2. Expresión del rendimiento comercial con base en las horas frío, en los distritos de riego: Valles del Mayo, Yaqui y Guaymas, costa de Hermosillo y San Luis R.C., durante los ciclos agrícolas 2004-05 a 2008-09.

Los rendimientos a nivel parcelario muestran una variación amplia como respuesta al manejo que decide el agricultor, desde parcelas donde se obtienen rendimientos menores a las 4.63 t/ha, hasta parcelas donde el agricultor obtiene rendimientos mayores de 7 t/ha.

La variación del rendimiento parcelario está determinado por varios factores, siendo los mas destacados; la fecha de siembra, riegos oportuno y suficiente, deficiencias nutricionales, salinidad, tipos de suelo, control oportuno de plagas y malezas. En su conjunto, la destreza del productor para manejar con oportunidad éstos factores de variación del rendimiento, hacen posible la expresión de rendimientos de 8.5 ton/ha en años fríos en el sur del Estado y rendimientos mayores a las 9 ton/ha en el norte de Sonora.

-Relación de las horas frío con el crecimiento de la planta de trigo

El conocimiento sobre el desarrollo de la planta de trigo es importante para adecuar las decisiones de manejo y el uso de insumos en las diferentes etapas de crecimiento. Desde el punto de vista de clima, todas las etapas fenológicas del trigo son sensibles a la oscilación de la temperatura del aire. Su efecto extremo es irreversible cuando daña los tejidos; cuando su efecto es moderado, entre los límites

tolerantes, se manifiesta controlando los períodos fenológicos de la planta y como consecuencia generando resultados variables en la producción.

Es importante distinguir la relación que guarda el desarrollo de la planta con las horas calor y con las horas frío. Las horas calor definen las etapas de crecimiento como una constante térmica (Pascale y Damario, 2004), es decir, al cumplirse un número determinado de horas calor, la planta cambia de etapa fenológica, independientemente de la fecha de siembra y de la localidad. Cuando el año es cálido, rápidamente se completan las horas calor necesario de cada etapa fenológica, acortando así la duración del ciclo biológico del trigo.

Las horas frío por el contrario, alargan los períodos fenológicos, proporcionando condiciones que reducen la velocidad con que se llevan a cabo los procesos fisiológicos y consecuentemente retardan el crecimiento. La experiencia indica que en años fríos el ciclo biológico del trigo se alarga, y por lo general se genera un mayor rendimiento de grano. Lo mismo sucede en fechas de siembra alrededor del primero de diciembre.

La información que se ha obtenido en los ensayos de rendimiento en fechas de siembra que se establecen en el Campo Experimental Valle del Yaqui, y en parcelas comerciales de trigo en diferentes distritos de producción en Sonora, han sido base para determinar las horas térmicas relacionados con el crecimiento y el rendimiento potencial de trigo. Para tener una idea de esta variación por fecha de siembra se presenta a continuación en los Cuadros 4 y 5.

Cuadro 4. Suma de horas térmicas al inicio de cada etapa fenológica durante el ciclo agrícola 2008-09.

Fecha de siembra	Yemas corona raíz		Primer nudo		Hoja bandera		Madurez fisiológica	
	HC	HF	HC	HF	HC	HF	HC	HF
17/11/08	219	7	352	34	515	202	919	415
01/12/08	152	19	384	135	506	302	845	439
15/12/08	106	44	302	191	488	384	807	475
02/01/09	130	117	279	244	482	322	793	417

HC= Horas calor; HF= Horas frío.

Cuadro 5. Horas térmicas acumuladas por etapa fenológica.

Fecha de siembra	Plántula		Amacollo		Encañe		Llenado Grano	
	HC	HF	HC	HF	HC	HF	HC	HF
17/11/08	209	7	144	27	163	168	403	213
01/12/08	142	19	142	116	223	167	339	137
15/12/08	100	44	202	147	186	193	319	91
02/01/09	120	117	159	127	204	78	311	95

HC= Horas calor; HF= Horas frío.

La tasa de crecimiento del amacollamiento muestra una cobertura vegetal del 30% cuando se han acumulado 150 horas frío, en un ciclo frío (2007-08), mientras que para la misma fecha de siembra en un ciclo cálido (2008-09), la cobertura vegetal fue de 17% con sólo 30 horas frío y un acumulado similar de 140 horas calor en ambos ciclos de siembra. El período de amacollamiento puede durar en condiciones de estrés por calor de 15 a 20 días con una escasa acumulación de 30 horas frío, mientras que el período puede alargarse de 30 a 35 días con un acumulado de 150 horas frío o más. Si la etapa de amacollamiento se acelera, como lo ocurrido en el ciclo agrícola 2008-09 para siembras tempranas, los macollos no completan su desarrollo y aunque exista frío suficiente en etapas posteriores, el daño

ocasionado por el estrés de calor es irreversible, lo cual se manifiesta en una reducción del rendimiento unitario.

El tallo se alarga a una velocidad de 1.8 cm/día al igual que la espiguilla, y su estructura se desarrolla rápidamente. El período puede durar 23 días con un acumulado cercano a 80 horas frío, o alargarse por más de 30 días cuando las condiciones de frío superan las 170 horas, según se describe en el Cuadro 5.

La etapa de crecimiento del trigo en el mes de enero (fin de amacollo a encañe) puede resistir temperaturas de 0°C sin afectar la producción. Sin embargo, este nivel puede afectar la etapa de floración y llenado del grano durante febrero, siendo más riesgoso para siembras tempranas del trigo, principalmente en la costa de Hermosillo y región de San Luis R.C. El riesgo de daño por frío en la planta de trigo es factible si se presentan heladas en el mes de febrero. Las heladas que se presentan son de baja frecuencia e intensidad causando daños imperceptibles al trigo. La frecuencia de heladas se incrementa hacia la parte noroeste del Estado.

La etapa de desarrollo de la planta de trigo más sensible a heladas, es durante la emergencia de la espiga y hasta el estado lechoso del grano. Si se presenta una helada, sólo se dañará la fracción de espiguillas expuestas al aire. Si la espiga ha emergido totalmente, se dañará la fracción que esté en crecimiento activo y posteriormente se detectarán espacios vacíos en las espiguillas. Si el grano se encuentra en la etapa inicial de desarrollo, se deshidrata y se desprende de su base. La identificación puede realizarse cinco días después de registrarse la helada. También se puede presentar esterilidad de flores y daños durante la fase inicial del llenado del grano, cuando se está expuesto a varios días consecutivos de temperaturas nocturnas menores de 5°C. Dos o más períodos consecutivos expuestos a este nivel de temperatura pueden tener consecuencias graves sobre el rendimiento.

-Distribución espacial de las horas frío

La dinámica de la temperatura que muestran las estaciones climáticas, señalan zonas compactas con diferente intensidad en horas frío. El patrón de distribución y la escala de horas frío que muestran, permite al agricultor ubicar su predio y relacionarlo con el potencial de horas frío acumulable en su área de siembra. Esta información la puede utilizar para decidir su fecha óptima de siembra en base a la variedad que va a utilizar, considerando su ciclo biológico desde la siembra hasta la madurez fisiológica. Si se desea aprovechar el potencial del clima, los registros que oscilan entre los 800 a 570 HF desde inicio al cierre del ciclo, permite hacer una adecuada planeación de la fecha de siembra.

También, en base al potencial de frío que muestran estas áreas, puede calcular el riesgo y programar el manejo del cultivo acorde con el efecto climático, con el fin de tratar de obtener el máximo rendimiento. En base a las necesidades de frío requeridas en las diferentes etapas fenológicas del trigo, el agricultor podría también optar por sembrar otros cultivos menos exigentes de horas frío, como se muestra para la zona Este de Huatabampo, la zona Noreste del valle del Yaqui y sur de la región de Guaymas.

Los productores que están ubicados las zonas con mayor potencial para acumular horas frío, tienen la oportunidad de extender su período de siembra dentro del rango recomendado, con la posibilidad de obtener altos rendimientos aún sembrando al final del período de siembra recomendado. En un ciclo cálido, es preferible sembrar cultivos de ciclo mas corto que trigo, principalmente en las zonas de baja manifestación de horas frío.

CONCLUSIONES

Es concluyente, a partir de la información disponible, que el potencial de rendimiento del trigo que se expresa en los cinco distritos de desarrollo rural en el estado de Sonora, esta fuertemente relacionado a las condiciones de temperatura fría que prevalecen durante el ciclo de cultivo. El agricultor puede dar seguimiento de las horas frío que registran las estaciones climatológicas cercanas a su predio para planear la mejor fecha de siembra de trigo.

LITERATURA CITADA

- Arnold, C.Y. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Proceeding of the American Society of Horticultural Science* 74:430-445.
- Confalone, A.E. y Navarro, D.M. 1999. Comparación de modelos de tiempo térmico para maíz. Comparison of corn thermal time models. *Revista Brasileira de Agrometeorología*, Santa María 7(2):207-211
- Félix, V.P., Ortiz, E.J.E., Fuentes, D.G., Quintana, Q.J.G. y Grajeda, G.J. 2009. Horas frío en relación al rendimiento de trigo. Áreas de producción del estado de sonora. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico No. 63. p.40. ISBN 978-607-425-159-3
- Pascale, A.J. y Damario, E.A. 2004. *Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología*. Ed. Fac. Agronomía. UBA, Buenos Aires, Argentina.

DINÁMICA POBLACIONAL DEL PULGÓN CAFÉ *GREENIDEA* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) Y SUS ENEMIGOS NATURALES EN *PSIDIUM GUAJAVA* (MYRTACEAE) Y *FICUS BENJAMINA* (MORACEAE)

Manuel Darío Salas-Araiza¹, Robert W. Jones², Alejandro Peña-Velasco¹, Oscar Alejandro Martínez-Jaime¹, Eduardo Salazar Solís¹ y Carolina Balandrán Becerra¹. ¹Departamento de Agronomía. División Ciencias de la Vida. Universidad de Guanajuato. salasm@dulcinea.ugto.mx; ²Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

Palabras clave: Dinámica poblacional, *Greenidea*, *Psidium guajava*, *Ficus benjamina*.

RESUMEN

El objetivo de ésta investigación fue determinar la dinámica poblacional de *Greenidea psidii* (Gp), *G. ficicola* (Gf) y sus enemigos naturales en guayaba y ficus. Es el primer reporte de *G. psidii* en ficus y de ambas especies para el estado de Guanajuato. Las poblaciones de ápteros y alados de Gp fueron mayores en guayaba que en ficus a mediados de abril y coincide con los brotes vegetativos en el frutal. Gp y Gf fueron detectados en guayaba desde marzo y desde mediados de abril en ficus. La población total de crisopas presentó una correlación positiva con las poblaciones de Gf.

ABSTRACT

Population dynamics of *Greenidea psidii* (Gp), *G. ficicola* (Gf) and natural enemies was determined in guava and ficus. This is a first report of Gp associated to ficus and both species for Guanajuato state. Alatae and apterous Gp populations was higher in guava from march, and in ficus from half april. Greenwings populations had positive correlations with Gf populations.

INTRODUCCIÓN

La contribución de México a la producción mundial de guayaba es del 25% y a nivel nacional el estado de Aguascalientes aporta el 95.6% de la producción (SIAP s/f); el estado de Guanajuato sólo posee pequeñas huertas, cuya producción se destina al consumo local; sin embargo, la vecindad con Aguascalientes, lo hace una fuente posible de insectos plaga de este frutal. Halbert (2004) señala que *Greenidea ficicola* Takahashi fue recolectada en Florida en el 2002 y junto con *Greenidea psidii* (= *formosana*) van der Goot se alimentan de guayaba y ficus, este último es ampliamente comercializado en el mundo y puede servir como vehículo de plagas exóticas (O'Donnell y Parrella 2005). En Brasil en 1916, se registró por primera vez a *G. psidii* asociada a *P. guajava* y *P. cattleianum* Sabine y recientemente a *G. ficicola* en *F. benjamina* en este mismo país (Noemberg et al. 2006). En México, Peña-Martínez et al. (2003) reportaron a *G. ficicola* en ficus en el estado de Guanajuato, México y a *G. psidii* alimentándose de guayaba en los estados de Hidalgo, Morelos, Guerrero y Distrito Federal, Trejo-Loyo et al. (2004) señalan haber recolectado *Greenidea* (*Trichosiphum*) *formosana* (Maki) y *G. ficicola* Takahashi en mirtáceas en Cuernavaca, Morelos. Pérez-Hidalgo et al. (2009) reportan a *G. psidii* en guayaba e indican que está ampliamente distribuida en Costa Rica, por lo que suponen que la introducción de este áfido ocurrió hace tiempo.

El presente trabajo se realizó con el fin de contribuir al conocimiento de la biología de *Greenidea psidii*, *G. ficicola* y sus enemigos naturales en *Psidium guajava* y *Ficus benjamina* en el estado de Guanajuato, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el campo experimental de la División de Ciencias de la Vida (DICIVA) de la Universidad de Guanajuato en la ExHacienda El Copal (101° 01' 01" N, 20° 49' 49" O) en el municipio de Irapuato, estado de Guanajuato, México, situado a 1,750 msnm. La zona tiene una precipitación anual de 650 mm, una temperatura media de 18.5 °C y humedad relativa de 56%.

El trabajo se llevó a cabo en una huerta de guayaba (*P. guajava*) y de ficus (*F. benjamina*) de 10 años de edad, ambos sitios separados por una distancia aproximada de 1,000 m. Se hicieron muestreos semanales de pulgones (formas aladas y ápteras) y depredadores (adultos de Coccinellidae y larvas de Chrysopidae) a partir del 23 de marzo hasta el 22 de junio del 2007, mediante una sombrilla entomológica de 1 m² dando 10 golpes por árbol, en 10 árboles de cada especie; el material recolectado de cada árbol

se conservó en frascos individuales con alcohol al 70%, para su posterior análisis. Inicialmente se planeó realizar una prueba de "t" para cada fecha de muestreo, utilizando las 10 muestras (árboles) para comparar los promedios que se obtienen al contrastar: *Gp* en guayaba y en ficus, *Gf* en guayaba y en ficus, *Gp* y *Gf* en guayaba, *Gp* y *Gf* en ficus, *Chrysoperla* y *Scymnus* en guayaba y ficus. Debido a que las variables dependientes (número de insectos de las diferentes especies de pulgones y depredadores) no cumplieron el supuesto de normalidad (prueba de Shapiro-Wilks), se decidió aplicar la alternativa no paramétrica a la prueba de "t", es decir, la prueba de Mann-Whitney (estadístico W), la cual nos permite comparar las medianas de dos muestras aleatorias independientes de distribución desconocida. Se realizaron además análisis de correlación entre las poblaciones de cada especie de insecto en guayaba y ficus (pulgones y depredadores) y las condiciones climáticas; así como de las poblaciones de cada especie de pulgón en las dos especies de vegetales y las poblaciones de cada especie de insectos depredadores (en guayaba y ficus). Los análisis fueron realizados con el paquete SAS (SAS 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies de *Greenidea* en guayaba y ficus.

Tanto *Greenidea psidii* (*Gp*) como *G. ficicola* (*Gf*) estuvieron presentes en guayaba y ficus (Fig 1 y 2); Reyes-Barrón (2005) reporta únicamente a *Gf* en *F. benjamina* y en laurel de la India *Ficus retusa* L. en la ciudad de México, por lo que éste es el primer registro de *Gp* en esta Moracea y de ambas especies en el estado de Guanajuato; Noemberg *et al.* (2006), señalan que el hospedero primario de *Gf* es ficus y Halbert (2004) menciona que la guayaba es fuente de alimento de este homóptero, como se confirma con los resultados de este trabajo.

Dinámica poblacional de *Greenidea psidii* y *Greenidea ficicola*.

En guayaba, los primeros individuos de *Gp* se registraron a fines de marzo y la más alta población a mediados de abril (7.5 pulgones/árbol) (Fig. 1), lo que coincidió con la emergencia de los brotes vegetativos de este frutal según lo menciona Damián-Nava (2004), al describir la fenología de esta mirtacea; es posible que los primeros áfidos que colonizan las plantas de guayaba sean atraídas por estímulos odoríferos emanados de los brotes, Powell *et al.* (2006) indican que las especies de pulgones asociadas a un solo hospedero responden a uno o algunos metabolitos específicos de la planta.

Las poblaciones de *Gp* (ápteros y alados) son significativamente más altas en guayaba ($w=119.0$; $P=0.0122$) que en ficus a mediados de abril (20/04/07) (Fig. 1), en tanto que *Gf* tuvo la mayor densidad a fines del mismo mes (6 pulgones/árbol), pero sin detectarse diferencias estadísticamente significativas entre ambas especies vegetales (Fig. 2).

En la Fig. 3 se observa que las poblaciones ápteras y aladas de *Gp* y *Gf* permanecen por un periodo mayor de tiempo en guayaba; *Gp* desde fines de marzo hasta el término de los muestreos y *Gf* tiene esa misma tendencia aunque en menor número, no hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos especies en las diferentes fechas de muestreo. En ficus la presencia de pulgones ápteros y alados de *Gp* y *Gf*, ocurre desde la tercera semana de abril hasta el final de los muestreos; siempre es mayor el número de pulgones de *Gp*, excepto el 27 de abril donde las poblaciones de *Gf* son más altas, no hay diferencias estadísticas en las fechas de muestreo entre las dos especies (Fig. 4).

Hay diferencias entre las poblaciones de áfidos ápteros y alados de *Gp* en guayaba y ficus, desde mediados de abril hasta mediados de mayo (13/04, $w=138.5$ $P=0.017$; 20/04, $w=100.5$ $P=0.002$; 27/04, $w=35$ $P=0.000003$; 04/05 $w=88$ $P=0.0003$; 11/05, $w=118$ $P=0.003$) como se observa en la Fig. 5. Igualmente las formas ápteras de *Gf* son mas abundantes que las aladas en diferentes fechas de muestreo (20/04, $w=127.5$ $P=0.016$; 27/04, $w=17.0$ $P=3.21$) cuando se compararon las poblaciones totales en guayaba y ficus (Fig. 6).

Incidencia de *Gp* y *Gf* en relación con la temperatura y precipitación.

No hubo correlación entre la temperatura y precipitación y los poblaciones de pulgones en guayaba y ficus, MacCornack *et al.* (2004) indican que las poblaciones insectiles se ven influenciadas por otros factores además de los meteorológicos, generalmente los insectos tienen una relación no lineal entre la temperatura y su desarrollo, como es el caso de los áfidos y Desneux *et al.* (2006) reporta que la temperatura no es un factor importante para los pulgones como *Aphis glycines* Matsumura. Ambas especies de *Greenidea* incrementaron su desarrollo cuando la temperatura sobrepasó los 20 °C y se mantuvo alrededor de los 22 °C (Fig. 7).

Enemigos naturales de *Greenidea*. Chrysopidae.

Se identificaron tres especies de crisopas *Chrysoperla comanche* (Banks), *C. exotera* (Návas) y *C. carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), la más abundante fue *C. comanche* y constituye el primer reporte de esta especie para el estado de Guanajuato. *C. comanche* es señalada por Ramírez-Delgado *et al.* (2006), como la especie que predomina en nogal y vid en los estados de Coahuila y Durango, lo que coincide con los resultados aquí reportados, como es su incidencia en frutales.

La Figura 7 muestra las medias de las poblaciones totales de las tres especies de crisopas en guayaba y ficus. Las poblaciones de estos depredadores se presentaron desde el 20/abr. en ficus con un máximo el 27/abr. (0.32 ind./árbol) disminuyendo posteriormente, las poblaciones más altas de las tres especies de este depredador se registraron en la moracea. En guayaba la población más alta de *Chrysoperla* se registró el 11/may. (0.15 ind./árbol). La población total de las tres especies de crisopas correlacionan positivamente con las poblaciones totales de *Gf* ($R^2 = 0.703$) siendo el polinomio de grado 2 $y = 1.2479x^2 - 4.3073x + 9.6493$, el de mejor ajuste; tal como se observa en la Figura 8, donde las poblaciones de crisopas se incrementan conforme lo hacen las de esta especie de pulgón.

Coccinellidae.

Las especies de coccinélidos determinadas fueron: *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, *Harmonia axyridis* Pallas, *Zoglobra* spp, *Coccinella* spp, *Olla v-nigrum* (Mulsant), *Cycloneda sanguinea* L., *Stethorus* spp, *Hyperaspis quadrioculata* (Motschulsky) y *Scymnus* spp. En ficus el género *Scymnus* fue el más abundante con 167 individuos del total de muestreos, comparado con 126 capturados en guayaba. Es posible que la abundancia de depredadores en ficus, sea ocasionado por lo denso del follaje, que actúa como refugio de diversos artrópodos, tal como se señaló para crisopas.

En ficus, *Scymnus* spp. incrementó su población a partir del 04/05 alcanzando un máximo el 01/06 de aproximadamente 6 individuos/árbol y continua en esa tendencia hasta el final de los muestreos. Existen diferencias estadísticas significativas en las poblaciones de *Scymnus* spp entre guayaba y ficus en diferentes fechas de muestreo (11/05 $w=77.5$, $p=0.016$; 25/05 $w=92.0$, $p=0.00093$; 01/06 $w=95.0$, $p=0.00048$; 15/06 $w=83.0$, $p=0.0055$; 22/06 $w=83.0$, $p=0.0055$). En la presente investigación no se observó parasitismo del pulgón. Aunque ficus puede ser un reservorio de especies del áfido café, este árbol puede actuar como un banco de coleópteros benéficos (Holland *et al.* 2008), que servirá como fuente de inóculo para incrementar la abundancia de enemigos naturales de muchas plagas de los cultivos (Thomson y Hoffman 2009), ya que los depredadores se moverán a otras plantas buscando alimento (Sloggett *et al.* 2008).

Este trabajo sienta las bases para el manejo de *Greenidea psidii* y *G. ficicola* en guayaba, al determinar la dinámica poblacional tanto en el frutal como en ficus, sus máximos poblacionales y los enemigos naturales a ellos asociados, para enfocar los esfuerzos de control en rangos de tiempo mejor definidos y contar con reservorios de insectos benéficos como son los árboles de ficus.

LITERATURA CITADA

- Damián-Nava A., V. A. González-Hernández, P. Sánchez-García, C. B. Peña-Valdivia, M. Livera-Muñoz y T. Brito-Guadarrama. 2004. Crecimiento y fenología del guayabo (*Psidium guajava* L.) cv. "Media China" en Iguala, Guerrero. Rev. Fitotec. Mex. 27(4): 349-358.
- Desneux N., R. J. O'Neil y H. J. S. Yoo. 2006. Supresión of population growth of the soyan aphid, *Aphis glycines* Matsumura, by predators: The identification of a key predators and the effects of prey dispersion, predators abundance, and temperature. Environ. Entomol. 35(5): 1342-1349.
- Halbert, S. E. 2004. The genus *Greenidea* (Rhynchota: Aphididae) in the United States. Florida Entomologist 87 (2): 159-163.
- Holland J. M., H. Oaten, S. Southway y S. Moreby. 2008. The effectiveness of field margin enhancement for cereal aphid control by different natural enemy guilds. Biological Control. 47: 71-76.
- MacCornack B. P., D. W. Ragsdale y R. C. Venette. 2004. Demography of soybean aphid (Homoptera: Aphididae) at summer temperatures. J. Econ. Entomol. 97(3): 854-861.
- Noemberg-Lazzari S. M., R. C. Zonta-De Carvalho, J. T. Cardoso y D. C. Calado. 2006. First record of *Greenidea psidii* van der Goot and comparison with *Greenidea ficicola* Takahashi (Hemiptera: Aphididae) in Brazil. ZOOTAXA 1235: 63-68.
- O'Donnell Ch. A. y M. P. Parrella. 2005. Host suitability of selected *Ficus* species for *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). Florida Entomologist 88(1): 97-98.

- Peña-Martínez R., N. Villegas-Jiménez, L. Reyes-Barrón, G. Padilla-Badillo y S. Halbert. 2003. Dos nuevas plagas potenciales en México (Homoptera: Aphididae: Grenideinae). *Entomología Mexicana*. 3:411-415.
- Pérez-Hidalgo N., W. Villalobos-Muller y P. Mier-Durante. 2009. *Greenidea psidii* (Hemiptera: Aphididae: Greenideinae) new invasive aphid in Costa Rica. *Florida Entomologist*. 92(2):396-398.
- Powell G., C. R. Tosh y J. Hardie. 2006. Host selection by aphids; Behavioral, evolutionary, and applied perspectives. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 309-330.
- Ramírez-Delgado M., J. I. López- Arroyo, U. Nava-Canberos, A. González-Hernández y R. Mercado-Hernández. 2006. Diversidad y fluctuación poblacional de especies de Chrysopidae en frutales del norte de México. *Entomología mexicana*. 5 (1): 480-485.
- Reyes-Barrón L. 2005. Morfología y fluctuación poblacional del pulgón café del ficus *Greenidea ficicola* Takahashi (Hemiptera:Aphididae) en la ciudad de México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN. México D.F. 89 pp.
- SAS.1995. User's guide for linear models. Institute Inc. Cary, North Carolina.
- SIAP s/f. Volumen de Producción de Guayaba.
www.siap.sagarpa.gob.mx/modelos/Cadenas/guayaba/estnac.pdf
- Sloggett J. J., I. Zeilstra y J. J. Obrycki. 2008. Patch residence by aphidophagous ladybird beetles: Do specialists stay longer?. *Biological Control*. 47: 199-206.
- Thomson L. J. y A. A. Hoffman. 2009. Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. *Biological Control*. 49: 259-269.
- Trejo-Loyo A. G. R. Peña-Martínez y N. Villegas-Jiménez. 2004. Afidofauna (Hemiptera: Aphididae) (Cuernavaca, Morelos, México. *Folia Entomol. Méx.* 43(2): 191-202.

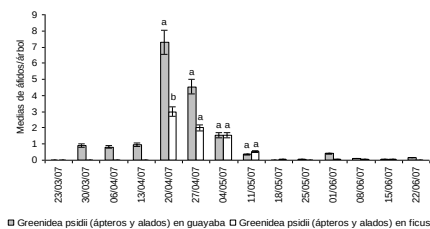


Fig. 1. *G. psidii* ápteros y alados en guayaba y ficus. Irapuato, Gto. Méx. 2007. Mann-Whitney (20/04/07, $w = 119.0$, $p = 0.0122$).

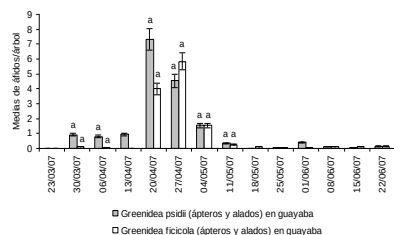


Fig. 3. Apterous y alados de *G. psidii* y *G. ficicola* en guayaba. Irapuato, Gto. Méx. 2007.

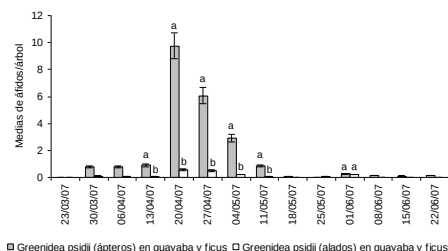


Fig. 5. Comparación de ápteros y alados de *G. psidii* en guayaba y ficus. Irapuato, Gto Méx. 2007. Las medias con literal diferente indica medianas estadísticamente diferentes. Mann-Whitney. (13/04/07, $w=138.5$, $p = 0.0179$; 20/04/07, $w=100.5$, $p = 0.0020$; 27/04/07, $w=35.0$, $p = 0.0000$; 04/05/07, $w= 88.0$, 0.0003 ; 11/05/07, $w=118.0$, $p = 0.0036$)

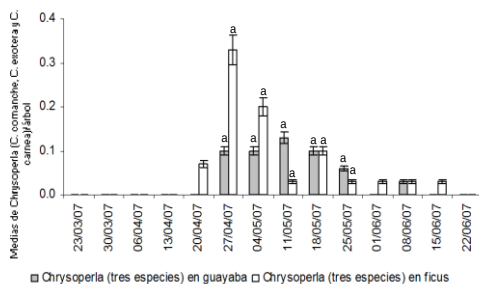


Fig. 7. Dinámica poblacional del total de las tres especies de *Chrysoperla* en guayaba y ficus. Irapuato, Gto, Méx. 2007.

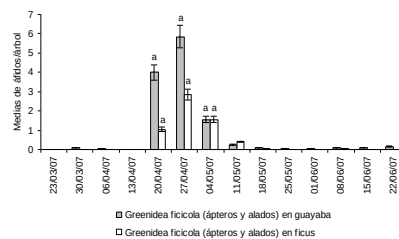


Fig. 2. *G. ficicola* (ápteros alados) en guayaba y ficus. Irapuato, Gto, Méx. 2007.

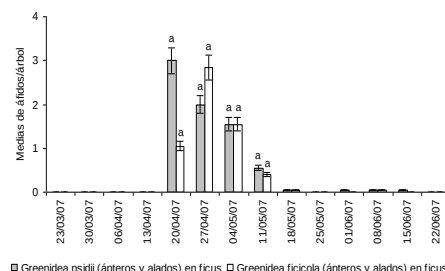


Fig. 4. Apterous y alados de *G. psidii* y *ficicola* en ficus. Irapuato, Gto. Méx. 2007.

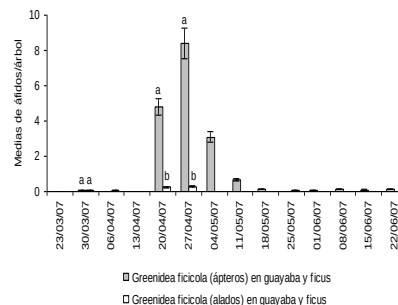


Fig. 6. Comparación de ápteros y alados de *G. ficicola* en guayaba y ficus . Irapuato, Gto, Méx. 2007. Mann-Whitney (20/04/07, $w=127.5$, $p = 0.0162$; 27/04/07, $w=17$, $p = 0.0140$).

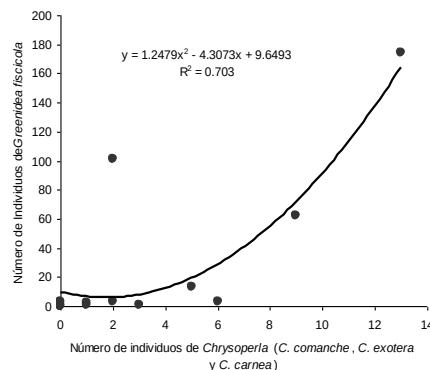


Fig. 8. Correlación y modelo de regresión simple entre *G. ficicola* y *Chrysoperla*. Irapuato, Gto. Méx. 2007.

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ANUAL DE NITRÓGENO Y SUGERENCIAS EN LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN HUERTAS EN PRODUCCIÓN DE NARANJA VALENCIA EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Juan Manuel Ramírez Díaz¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Dr. Norman E. Borlaug Km. 12, Valle del Yaqui. Cd. Obregón Son., México. ramirez.juan@inifap.gob.mx

Palabras clave: fertilización, cítricos, extracción de nitrógeno, demanda de nitrógeno.

RESUMEN

De 2007 a 2009 los rendimientos anuales de 10 huertas de naranja Valencia se correlacionaron con el contenido foliar de Nitrógeno (N). Se calculó la demanda anual de N con la metodología de Morgan y Hanlon (2006). El rendimiento promedio de los tres años fue de 26.7 ton·ha⁻¹, la extracción promedio de N fue de 103.5 kg N·ha⁻¹, y 3.94 kg N·ton⁻¹ de fruta. Por años, en 2007 se obtuvieron 20.4 ton·ha⁻¹, el 2008 fueron 26.3 y el 2009 aumentó a 33.3 ton·ha⁻¹, la demanda anual respectiva fue de 88.4 101.7 y 120.4 kg de N·ha⁻¹, así como 4.33, 3.94 y 3.61 kg de N·ton⁻¹ de fruta. El análisis foliar en los tres años indica que el 65% de las muestras están en nivel Bajo y 35% tienen nivel normal. La regresión y correlación de rendimiento y contenido de N foliar fueron altamente significativas, el rendimiento aumenta a partir del nivel mínimo de 2.27% de N foliar. Huertas con niveles de Suficiencia (entre 2.35 y 2.6% de N foliar) tuvieron rendimientos de 108.9 a 155.5 kg·árbol⁻¹. Se revisa el estado actual del conocimiento, se presentan y discuten sugerencias para mejorar la fertilización nitrogenada en las huertas de naranja Valencia. Se sugiere obtener la curva de respuesta del N en condiciones controladas para calibrar estos resultados.

ABSTRACT

Yield and N foliar content in 10 Valencia orange orchards were evaluated from 2006 to 2009. Annual N requirements were determined using Morgan and Hanlon procedures (2006). Average yield for the three years was 26.7 ton·ha⁻¹, N requirements were 103.5 kg N·ha⁻¹ and 3.94 kg N·ton⁻¹ of fruit. In 2007, 2008 and 2009 average yields were 20.4, 26.3 and 33.3 ton·ha⁻¹, their respective annual N requirement were 88.4, 101.7 and 120.4 kg N·ha⁻¹, equivalent to 4.33, 3.94 and 3.61 kg N·ton⁻¹ of fruit. Leaf analysis showed 65% of the samples were at Low level and 35% were Normal. Regression and correlation were highly significant, yield increased after the minimum level of 2.27% N. Orchards with Optimum level (2.35 to 2.60% N) yielded from 108.9 to 155.5 kg·tree⁻¹. An overview on citrus N nutrition and guidelines for N fertilizer practices in Valencia orange orchards are presented. It is suggested to conduct experiments under controlled conditions to calibrate these results.

INTRODUCCIÓN

El Nitrógeno (N) tiene muchas funciones en las plantas, es un componente importante de los aminoácidos, proteínas y azúcares. Los compuestos nitrogenados más activos están en el protoplasma y núcleo de las células, entre los cuales se encuentran las enzimas que aceleran los procesos biológicos. Es el nutriente que con más frecuencia se utiliza en los fertilizantes minerales que se aplican a las huertas de cítricos, tiene más influencia que cualquier otro elemento en el crecimiento, apariencia del árbol, producción y calidad de fruta. El funcionamiento adecuado del N requiere que otros elementos esenciales, especialmente el Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio estén en niveles adecuados. (Zekri y Obreza 2003).

La cantidad de Nitrógeno extraída por la fruta es la componente más importante que define la cantidad anual requerida por el árbol. La fruta madura extrae 0.1 lb de Nitrógeno por caja de 90 lb (1.111 kg·ton⁻¹ de fruta) por lo que debe reponerse año con año como fertilizante para que se transforme en la cosecha siguiente. La acumulación de biomasa por el árbol en sus diferentes etapas de desarrollo es el segundo factor, árboles jóvenes producen anualmente mas hojas que madera y pueden necesitar 0.1 lb N·árbol⁻¹ (45.3 gr·árbol⁻¹) para el aumento de copa, árboles grandes pueden necesitar 0.05 lb (22.65 gr.). La cantidad anual de N que se requiere es la suma del N extraído por la fruta más el que se requiere para el aumento de biomasa. Esta cantidad debe dividirse entre la Eficiencia de Uso del Nitrógeno, que en el

caso de sistema presurizados puede ir de 40 a 60%, en gravedad 35% y aplicaciones foliares de 50 hasta 80 a 90% dependiendo de la efectividad de la aplicación. (Morgan y Hanlon, 2006). La extracción de $\text{N} \cdot \text{ton}^{-1}$ de fruta de naranja reportada en diferentes partes del mundo ha variado de 1.1 a 1.8 kg: 1.1 (Morgan y Hanlon 2006), 1.48 (Paramavisam *et al.* 2000 en: Obreza y Morgan 2008), 1.77 (Koo 2009), 1.8 (Hardy y Huett 2005), 1.6 (Falivene 2005).

También se ha reportado la extracción total de N considerando el follaje, fruta, lixiviación y fijación en un rango de 3.7 a 4 kg de $\text{N} \cdot \text{ton}^{-1}$ de fruta: 3.9 (Hardy y Huett 2005), 3.68 (Malavolta *et al.* 2009), 4.03 (Sauls 2002), 4.0 (Núñez Moreno 1999), 2.95 (Falivene 2005).

En una huerta en producción, se estima que el N en la biomasa de 312 árboles $\cdot \text{ha}^{-1}$ es de 240.3 kg., si la fruta extrae 1.111 kg de $\text{N} \cdot \text{ton}^{-1}$, entonces, en una huerta con producción de 30 $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ la fruta representa el 13.8% del $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ y con 40 $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ el 18.5% (Morgan y Hanlon 2006).

OBJETIVOS

Estimar la demanda anual de N en huertas en producción de naranja Valencia.

Relacionar el rendimiento anual por huerta con el contenido de N foliar.

Determinar la oportunidad de mejora de la producción.

Sugerir mejores prácticas en la fertilización nitrogenada de las huertas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 10 huertas en producción de naranja Valencia, en las temporadas 2007, 2008 y 2009 se evaluó el rendimiento (peso, frutos y peso promedio de fruto árbol⁻¹) en 10 árboles seleccionados al azar en un área de 0.6 ha. por huerta. Su edad actual fluctúa de 8 a 17 años, plantados a 8 x 4 m. y el patrón utilizado en la mayoría de ellas es el Citrange Carrizo.

Se realizó el análisis foliar siguiendo la metodología de California, que consiste en tomar la tercer hoja de puntas de rama sin fruto del crecimiento de primavera en el período de mediados de agosto a mediados de septiembre, se hizo una mezcla compuesta de 100 a 120 hojas provenientes de los 10 árboles marcados y se interpretó con los estándares de California (Embleton, Coggins y Whitney 1996, Embleton, Jones y Labanauskas 1973). Las pruebas estadísticas ($P < 0.05$ y 0.01) se efectuaron mediante análisis de regresión y correlación con el paquete estadístico MSTAT-C (2009) para los tres años del rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{árbol}^{-1}$ y el N foliar expresado en porcentaje de materia seca. Se utilizó el programa EXCEL para graficar la ecuación de regresión con su coeficiente de determinación.

La demanda anual de Nitrógeno se calculó utilizando los rendimientos anuales por huerta de los últimos tres años con el procedimiento de Morgan y Hanlon (2006) que considera la siguiente expresión:

$$\text{Demanda anual de N} = (\text{N extraído por la fruta} + \text{N para aumento de biomasa}) / \text{Efic. Uso N.}$$

Donde:

N extraído por la fruta: 1.111 $\text{kg} \cdot \text{N} \cdot \text{ton}^{-1}$ de fruta.

N para aumento de biomasa (312 árboles $\cdot \text{ha}^{-1}$ / ha): 14.1336 kg. de $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Eficiencia de Uso del Nitrógeno: 0.35 para riego gravedad, 0.5 para presurizados.

Finalmente, se revisó el estado del conocimiento actual de la fertilización nitrogenada en cítricos y se hacen algunas sugerencias para mejorar la eficiencia de uso de este nutriente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 1. Rendimiento, estimación anual de la demanda de Nitrógeno en base a las producciones obtenidas en diez huertas de naranja Valencia. Valle del Yaqui, Son. 2007 – 09.

BLOQUE	RENDIMIENTO TON/HA				DEMANDA ANUAL KG DE N / HA				DEMANDA ANUAL KG N / TON FRUTA			
	2007	2008	2009	MEDIA	2007	2008	2009	MEDIA	2007	2008	2009	MEDIA
902	11.4	25.8	39.3	25.8	53.6	87.7	115.7	85.7	4.7	3.6	2.9	3.6
712	12.1	21.9	26.9	21.9	55.2	87.5	88.1	76.9	4.6	3.7	3.3	3.7
613	12.4	22.2	21.5	22.2	55.8	100.8	76.0	77.5	4.5	3.7	3.5	3.7
2004	19.2	20.9	32.0	20.9	101.4	76.5	142.1	106.7	5.3	5.5	4.4	5.5
409	19.9	25.5	33.8	25.5	72.6	79.0	103.4	85.0	3.6	3.4	3.1	3.4
515	20.6	30.4	41.4	30.0	105.7	129.5	171.8	135.7	5.1	4.6	4.2	4.6
1818	21.1	19.5	25.0	19.5	75.1	56.2	83.7	71.7	3.6	3.8	3.4	3.8
1520	22.3	34.9	48.5	34.9	77.9	103.5	136.1	105.8	3.5	3.1	2.8	3.1
1123	32.1	36.0	38.7	36.0	142.2	158.8	163.2	154.7	4.4	4.3	4.2	4.3
1712	32.8	29.8	26.2	29.8	144.5	137.2	123.6	135.1	4.4	4.5	4.7	4.5
MEDIA	20.4	26.3	33.3	26.7	88.4	101.7	120.4	103.5	4.3	3.9	3.6	3.9

Rendimiento.

El rendimiento promedio del 2007 fue de 20.4 ton·ha⁻¹, en 2008 fue de 26.3 y el 2009 fue de 33.3; el promedio general de los tres años fue de 26.7 ton·ha⁻¹. El promedio trianual del rendimiento por huerta varió de 19.5 a 36 ton·ha⁻¹. (Cuadro 1).

Estimación de la demanda anual de Nitrógeno por hectárea.

La demanda general promedio de los tres años fue de 103.5 kg. La demanda anual con los rendimientos promedio obtenidos fue de 88.4 kg de N·ha⁻¹ en 2007, 101.7 en 2008 y 120.4 en 2009. La media trianual de la demanda por huerta varió de 71.7 a 154.7 kg N·ha⁻¹. (Cuadro 1).

Estimación de la demanda de N·ton⁻¹ de fruta producida.

En promedio de los tres años, el rendimiento fue de 26.7 ton·ha⁻¹, la demanda anual de N fue de 103.5 kg·ha⁻¹. y se necesitaron 3.94 kg de N·ton⁻¹ de fruta producida, este último índice es similar al reportado por investigadores de diversas partes del mundo. (Hardy y Huett 2005), (Malavolta *et al.* 2009), (Sauls 2002), (Núñez Moreno 1999). (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cantidad de Nitrógeno utilizada por tonelada de fruta producida por año y promedio de tres años en naranja Valencia. Valle del Yaqui, Sonora. 2007-09.

AÑO	REND TON / HA	DEMANDA ANUAL DE N	KG N / TON PRODUCIDA
2007	20.4	88.4	4.3
2008	26.3	101.7	3.9
2009	33.3	120.4	3.6
MEDIA	26.7	103.5	3.9

Relación del rendimiento y contenido foliar de Nitrógeno.

El análisis de Regresión Múltiple ($F_{2,22} = 9.07$, signif. 0.001) así como los Coeficientes de Determinación y el Múltiple (0.452 y 0.672) fueron altamente significativos. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento y N-foliar. Ecuación y nivel de significancia de los coeficientes de regresión. Y: N foliar; X: rend. árbol⁻¹.

ECUACIÓN DE REGRESIÓN	VALORES	ERROR STANDARD	VALOR DE "t"	PROB.
INTERCEPTADA	2.441934			
COEF. DE X	-5.2092e-003	2.511e-003	-2.074	0.05
COEF. DE X ²	3.88463e-005	1.4011e-005	2.772	0.01

En la Fig. 1 se muestra la función generalizada que relaciona al rendimiento con el contenido foliar de N en las 10 huertas durante tres años. Mediante la primera derivada se obtuvo el mínimo de la curva, el cual correspondió a 67.049 kg.árbol⁻¹ y 2.267% N foliar, a partir de este punto aumentan el rendimiento y el contenido de N en la hoja. Esta asociación demuestra que altos rendimientos están asociados con mayor contenido de N foliar. El 65% de las muestras está en nivel Bajo y 35% en nivel Suficiente, rendimientos superiores a 108.9 kg están en nivel de Suficiencia de N.

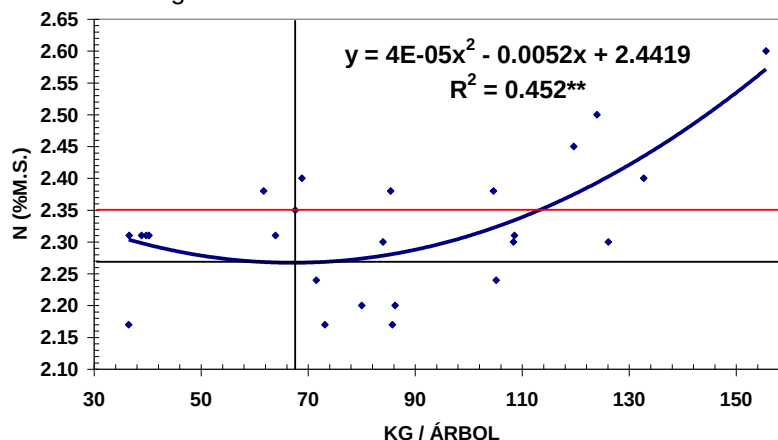


Fig. 1. Regresión y Correlación de Rendimiento y contenido foliar de N en naranja Valencia. Valle del Yaqui, Sonora. 2007-09.

Estos resultados son un análisis *a posteriori* de la demanda de N por los árboles de 10 huertas evaluadas por tres años que tuvieron manejos diferentes pero pueden servir de guía para programar la fertilización del año siguiente. Es necesario obtener la curva de respuesta al N en un sitio experimental con condiciones controladas para calibrar los resultados.

Fertilización nitrogenada.

Los árboles pasan por un ciclo de fases de crecimiento anualmente (Ramírez Díaz 2007).

Investigaciones en España (Castel Sánchez y Ferrer Talón 2005) indican que la mas alta demanda del consumo anual de N se presenta en primavera con 56% (75% se obtiene de las reservas y 25% del suelo), en Verano es estima en 32% y en Otoño el 12%. La absorción de Nitrógeno en mg.kg⁻¹ de M.S.día⁻¹ a través del año es el siguiente: Enero: 18, Abril: 40, Junio: 100, Julio: 42, Septiembre: 30, Diciembre: 10.

En California se ha demostrado que la demanda de N es máxima de floración hasta junio. Los productores aplican generalmente de 1/10 a 1/4 del requerimiento anual de N vía foliar en pre y post-floración con Urea LB. El N restante se aplica por el sistema de riego de marzo a julio o principio de agosto. (Kallsen 2009).

En Florida, se toma como base una aplicación de $157 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ para producir $20.2 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, de ahí se aumentan 15.7 kg de $\text{N} \cdot \text{año}^{-1}$ por cada incremento de $10.1 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$. La máxima demanda es de fines de invierno a principios de verano. Se realizan 3 aplicaciones en partes iguales: a principio de febrero e inicio de floración, la segunda entre floración y fines de mayo, la última entre septiembre y mediados de octubre después de las lluvias por ser suelos arenosos (Obreza y Morgan, 2008).

En Texas, en árboles adultos aplican $168 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, o bien $4.03 \text{ kg} \cdot \text{N} \cdot \text{ton}^{-1}$ a producir el año siguiente, esta recomendación es muy similar a la demanda obtenida en este trabajo en el Valle del Yaqui. La mayoría de los productores aplican una sola vez al año 2 a 3 meses antes de la floración, algunos fraccionan dos tercios poco antes de la floración y el resto en mayo. En riego presurizado hacen por lo menos una aplicación mensual a través del año (Sauls 2002).

En España, huertas adultas con 400 árboles $\cdot \text{ha}^{-1}$ requieren de 240 a $320 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Legaz Paredes y Primo Millo 1988). En sistemas presurizados, aplican en marzo el 5% de la dosis anual, en abril el 10%, en mayo el 15%, en junio el 20%, en julio el 20%, en agosto el 15%, en septiembre el 10% y en octubre el 5%. (Castel Sánchez y Ferrer Talón 2005).

En la Costa de Hermosillo, con una eficiencia de aplicación del 50%, en una huerta de $20 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ se sugiere aplicar alrededor de $100 \text{ Kg} \cdot \text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Además, por cada tonelada adicional a las 20 se deben agregar 4 kg de $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ hasta llegar a una dosis máxima de 180 kg de $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Núñez Moreno 1999). Los resultados de nuestro trabajo confirman esta recomendación.

Fertilización foliar con Urea (LB) para aumentar rendimiento y tamaño de fruto.

Investigaciones por la Dra. Lovatt y su grupo evaluaron una sola aplicación de Urea LB en varios estados fenológicos del árbol en dosis de 0.16 lb de $\text{N} \cdot \text{árbol}^{-1}$ equivalente al 25-35% de la dosis anual de N con excelentes resultados (Lovatt 1999a, 1999b, Alí y Lovatt 1994).

Aplicaciones de Urea foliar en invierno para favorecer la siguiente floración.

De acuerdo con el 'Citrus Flowering Monitor' de la Universidad de Florida (Albrigo 2009), se deben aplicar de 28 a $31 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N como Urea LB cuando se hayan acumulado de 550 a 750 horas con temperatura menor a 20°C (Albrigo et al., 2006). En el Valle del Yaqui esto ocurre de Nov.18 a Dic.10 en promedio de los últimos 5 años (Ramírez Díaz 2008b). En el análisis foliar de las huertas los tres últimos años, el 65% de las muestras están en niveles Bajo y Deficiente (Ramírez Díaz 2008a), en éstas, se sugiere considerar una aplicación de Urea LB en invierno para reforzar la floración y la caída inicial de fruto, ya que juntas en ese corto período utilizan 27.3% de los fotosintatos a consumirse en el año. (Bustan y Goldschmidt 1998).

Sugerencias para la fertilización nitrogenada en huertas adultas de naranja Valencia.

Calcular la cantidad de N a aplicar con base en el rendimiento objetivo (esperado en huertas en desarrollo y promedio de 3 a 4 años en adultas).

Las fases de desarrollo indican que la dosis anual puede fraccionarse hasta en cuatro aplicaciones: 1) fines de noviembre a 10 de diciembre para apoyar la floración; 2) fines de enero a principios de febrero a indicios de inicio de brotación y floración; 3) a fines de abril al término de la caída de pétalos; 4) a mediados de mayo a primer quincena de junio.

En este análisis, el criterio del fraccionamiento es 60% de la dosis anual de noviembre a febrero, 30% en abril y 10% en mayo-junio.

La demanda anual de N en las huertas fluctuó de 70 a $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Cuadro 4. Propuesta de fraccionamiento de las aplicaciones de N en huertas de naranja Valencia con riego por gravedad. Valle del Yaqui, Sonora. 2007-2009.

APLICACIÓN	DOSIS DE KG. DE NITRÓGENO POR HECTÁREA															
	70		80		90		100		110		120		130		140	
NOV-DIC ⁽¹⁾	20	30	20	30	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
FEBRERO ⁽²⁾	20	30	28	18	30	20	30	30	30	30	30	30	65	65	70	80
ABRIL ⁽³⁾	20	10	32	32	40	40	40	40	30	30	30	30	35	35	40	40
MAY-JUN ⁽⁴⁾	10	0	0	0	0	0	0	0	20	20	30	30	0	0	0	0

Fraccionamiento de la dosis: 60% de nov.a feb., 30% en abril y 10% en mayo-junio.

⁽¹⁾Aplicación foliar de Urea LB a huertas con nivel Bajo de N foliar en todas las dosis.

⁽²⁾Aplicación foliar de 20 a 30 kg de $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ con Urea LB en huertas con Bajo nivel de N foliar hasta dosis de 120 kg de $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$, dosis de 130 a 150 kg debe aplicarse al suelo porque son de 65 a 80 kg de $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

⁽³⁾Esta aplicación de preferencia al suelo porque la Urea LB puede tener problemas de efectividad. No deben aplicarse más de 30 a 40 kg. de N·ha⁻¹ en dosis de 130 a 150 kg. de N·ha⁻¹, adelantar la aplicación de mayo-junio para evitar reverdecimiento si hay fruta madura.

⁽⁴⁾ Esta aplicación puede hacerse en las dosis de 110 a 120 kg. de N·ha⁻¹. Está en función de fecha de cosecha, reverdecimiento y aumento de temperatura. Queda como opción si se recorre abril.

En riego por goteo pueden hacerse las dos primeras aplicaciones de Urea LB (40 a 60 kg de N·ha⁻¹) y el resto fraccionarlo de marzo a octubre de acuerdo con la recomendación de Castel Sánchez y Ferrer Talón (2005), las aplicaciones máximas de junio y julio son de 22 kg.de N·ha⁻¹ por lo que es menos fertilizante en verano. Los criterios de decisión para el número de fraccionamientos son: rendimiento objetivo, dosis, análisis de agua, suelo y análisis foliar.

No es conveniente esperarse a fertilizar hasta después de la cosecha por temor a reverdecimiento de la fruta madura porque el árbol queda a expensas de las reservas para sostener la floración, brotación y amarre de fruto y va a ir contra la fructificación del año siguiente. La Urea LB se activa en 48 horas y su efecto en el contenido de N foliar ya no es notorio a los 30 días (El-Otmani *et al.* 2002), así que lo aplicado en noviembre a febrero el árbol lo utiliza en la emisión de floración y brotación (máxima prioridad) y su efecto puede decirse que termina en abril cuando empieza a subir la temperatura.

Si solo se fertiliza en verano habrá que aplicar solo la parte proporcional que resta, es decir, solo debe ser el 30% del requerimiento anual, el aplicar el 100% desequilibra al árbol y se favorece el crecimiento de la cáscara de la fruta en desarrollo y reverdecimiento de la madura.

Para que la fertilización sea eficiente debe ir acompañada de un buen programa de riego.

CONCLUSIONES

Derivado de la evaluación de 10 huertas de naranja Valencia durante tres años en el Valle del Yaqui Sonora, se concluye lo siguiente:

En promedio de las 3 cosechas se obtuvieron 26.7 ton·ha⁻¹ de fruta por huerta, la demanda estimada de N fue de 103.5 kg N·ha⁻¹ equivalente a 3.94 kg N·ton⁻¹ de fruta producida. Este índice de eficiencia coincide con el reportado por la literatura.

El rango anual del rendimiento por huerta fue de 20.4 a 33.3 ton·ha⁻¹ con una demanda anual entre 88 y 120 kg N·ha⁻¹.

La regresión múltiple de contenido foliar de N y rendimiento fue cuadrática y altamente significativa. A partir de 67 kg·árbol⁻¹ y el valor mínimo de 2.27% de N en la hoja, comenzaron a aumentar ambas variables, pero a aumentos regulares de rendimiento correspondieron mayores aumentos de N foliar.

El 65% de las muestras analizadas en tres años están en nivel Bajo de N foliar, esto indica una buena oportunidad de mejora en las huertas. La ecuación de regresión indica que dentro del nivel de Suficiencia (2.35 a 2.6%N) se encontró a huertas con 108.9 a 155.5 kg·árbol⁻¹, los rendimientos mas altos.

Este estudio, junto con el diagnóstico Agua-Suelo-Planta realizado en las huertas y la información internacional permitió obtener la primera aproximación de sugerencias para la fertilización nitrogenada en huertas de naranja en el Valle del Yaqui.

Es necesario obtener la curva de respuesta al N en condiciones controladas para calibrar los resultados.

LITERATURA CITADA

- Albrigo, L. G., Beck, H. W. and J. I. Valiente. 2006. Testing a Flowering Expert System for the 'Decision Information System for Citrus'. Proc. VIIth IS on Modeling in Fruit Research. Acta Hort. (ISHS). 707: 17-24.
- Albrigo, L. G. 2009. Citrus Bloom Monitor. University of Florida. On line.
- Ali, A. G. and C. J. Lovatt. 1994. Winter Application of Low-biuret Urea to the Foliage of 'Washington' Navel Orange Increased Yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(6): 1144-1150.
- Bustan, A. and E. E. Goldschmidt. 1998. Estimating the cost of flowering in a grapefruit tree. Plant, Cell and Environment. 21: 217-224.
- Castel Sánchez, J. R. y P. J. Ferrer Talón. 2005. Manejo de la Fertirrigación en los Cítricos. Pp. 170-189. In: V. M. Medina-Urrutia *et al.* Memoria Científica. III Simposio Internacional Citrícola. 16-18 Nov. 2005. Tecomán Colima.

- El-Otmani, M., Ait-Oubahou, A., Zahra, F. and Lovatt, C.J. 2002. Efficacy of Foliar Urea as an N source in Sustainable Citrus Production Systems. *Acta Hort.* (ISHS) 594:611-617.
- Embleton, T. W., Coggins Jr. C. W. and Witney G. W. 1996. What is the Most Profitable Use of Citrus Leaf Analysis ?*Proc Int. Soc. Citric.VIII Int. Citrus Congr. SAfrica.* (2): 1261-1264.
- Embleton, T.W., W.W. Jones and C.K. Labanauskas 1973. Leaf Analysis as a Diagnostic Tool and Guide to Fertilization. In: (Ed. W. Reuther). *The Citrus Industry. Vol.3. Chapter 6.* pp. 183-205. Univ. of California. Div. Agric. Sci.
- Falivene, S. 2005. Orange Crop Mineral Nutrient Accumulation and Removal Charts. NSW DPI.Darenton Austr. 5 p. <http://www.australiancitrusgrowers.com.au/PDFs/resources/>
- Hardy, S. and D. huett. 2005. NorthCoast Citrus Nutrition Workshop Report. CITTgroups Fruitgrowers Newsletter. NSW DPI, Australia.
- Kallsen, C. 2009. Citrus Nitrogen fertilization. CERN Citrus and Subtropical Fruit. Univ. of Calif. Coop. Ext. Serv. Kern County Univ. of Calif. Agriculture and Natural Resources.
- Koo, R.C.J. 2009. Citrus spp. World Fertilizer Manual. International Fertilizer Assoc. On line.
- Legaz Paredes, F. y E. Primo Millo. 1988. Normas para la Fertilización de los Agrios. IVIA. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura I Pesca. Fullets Divulgació. 5-88. 29p.
- Lovatt, C. J. 1999a. Timing Citrus and Avocado Foliar Nutrient Applications to Increase Fruit Set and Size. *Hortechology.* 9(4): 607-612.
- Lovatt, C. J. 1999b. Management of Foliar Fertilization. *Terra.* 17(3): 257-264.
- MSTAT-C. 2009. Paquete Estadístico. Dr. Russel Freed. Director Dpto. de Ciencias de Cultivos y Suelo. Univ. Estatal de Michigan.
- Malavolta, E. H., H. Casale y C. Pissin. 2009. Síntomas de desórdenes nutricionales en la naranja. On line.
- Morgan, K.T. and E.A.Hanlon. 2006. Improving Citrus Nitrogen Uptake Efficiency: Understanding Citrus Nitrogen Requirements. Soil and Water Science Department. Florida Coop. Ext. Serv. IFAS. Univ. of Fla. SL-240. <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Núñez Moreno, J. H. 1999. Nutrición de los Cítricos. Pp. 57-86. En: Durón Noriega, L. J., B. Valdez Gascón, J. H. Núñez Moreno, G. Martínez Díaz (Eds.). *Cítricos para el Noroeste de México.* INIFAP-CIRNO-C. E. Costa de Hermosillo. 155 p.
- Obreza, T. A. y K. T. Morgan (eds). 2008. Nutrition of Florida Citrus Trees. SL 253. Soil and Water Department. Florida Coop. Ext. Serv., IFAS-University of Florida. 2nd. Ed. 96 p.
- Paramasivam, S., A. K. Alva, K. H. Hostler, G. W. Easterwood and J. S. Southwell. 2000. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. *J. Plant Nutrition.* 23(3): 313-327.
- Ramírez Díaz J. M. 2008a. Análisis foliar para el manejo nutrimental de huertas de naranja Valencia en el Valle del Yaqui, Sonora. XI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Univ. Autónoma de B.C. Mexicali, B.C. Octubre 23 y 24.
- Ramírez Díaz, J. M. 2008b. Modelos para evaluar el efecto de la temperatura en la floración de naranja Valencia en el Valle del Yaqui, Sonora. 3^a Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal del INIFAP. Mérida Yuc. Noviembre 3 al 8.
- Ramírez Díaz, J. M. 2007. Crecimiento y Fructificación de los Cítricos. Curso Internacional de Citricultura. Campo Experimental General Terán, N. L. Dic. 13 y 14.
- Sauls, J. W. 2002. Nutrition and Fertilization. Texas Citrus and Subtropical Fruits. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/>
- Zekri, M. and T.A.Obreza. 2003. Plant Nutrients for Citrus Trees. Soil and Water Department. Florida Coop. Ext. Serv. IFAS. Univ. of Fla. SL 200. <http://edis.ifas.ufl.edu>

PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA DEL VALLE DEL YAQUI

Antonio Armenta Cejudo¹, Pedro Félix Valencia¹, Fernando Vieira de Figueiredo², Dena Camarena Gómez², Jose Grageda Grageda², Alejandro Castellanos Villegas³, Erasmo Valenzuela Cornejo². ¹ Investigador INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Valle del Yaqui. Norman E. Borlaug Km. 12, Valle del Yaqui. CP.85000. Cd. Obregón, Son. ² Investigador INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Carretera a Bahía de Kino Km. 12.6, C.P. 83000. Hermosillo, Son. ³ Profesor-investigador UNISON. Luis Encinas y Rosales, Centro. CP. 83000 Hermosillo, Son.
vieira.fernando@inifap.gob.mx

Palabras clave: Clima, Tecnología, Investigación, Agua, Cultivos.

RESUMEN

Los modelos climáticos contemplan para la cuenca del Río Yaqui un aumento generalizado de la temperatura (1.5 a 2.7 °C), menor disponibilidad de agua (10 a 30%) debido a la disminución de la precipitación anual y estacional, así como el incremento de eventos extremos como huracanes y lluvias torrenciales. El reto es iniciar en el corto plazo, acciones para adaptar los sistemas de producción. El presente trabajo plantea cómo la investigación y la tecnología pueden contribuir a mitigar los riesgos esperados. Los resultados son el producto del trabajo compartido entre productores, educadores, investigadores y funcionarios gubernamentales tomadores de decisión, para lograr definir un plan de acción que armonice las actividades futuras en el área agrícola.

ABSTRACT

The weather models for the Rio Yaqui basin forecast a widespread increase on temperature (1.5 a 2.7 °C), and less water availability due decrease of annual and seasonal rainfall (10 a 30%), as well as a rise in extreme events like hurricanes and pouring rain. The challenge is to launch in a short term actions for an adaptation of the production systems. The present work sets how the research and technology, can contribute to mitigate the expected risks. The results for a definition of an action plan for the agricultural activities on the field of study are product of the collaborative work of producers, sector agencies, officials and researchers.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático global aumenta la incertidumbre en la agricultura por lo cual es importante diseñar una estrategia integral de adaptación que permita conservar la productividad y sustentabilidad de la agricultura. Los modelos climáticos contemplan para la cuenca del Río Yaqui un aumento generalizado de la temperatura (1.5 a 2.7 °C), menor disponibilidad de agua (10 a 30%) debido a la disminución de la precipitación anual y estacional, así como el incremento de eventos extremos como huracanes y lluvias torrenciales (Conde y Gay, 2008).

El cambio climático plantea el reto de iniciar en el corto plazo, acciones para la adaptación de la agricultura del Valle del Yaqui, y la investigación y la tecnología son herramientas básicas que pueden contribuir a mitigar los riesgos esperados.

La presente investigación es parte de un proyecto realizado en tres países de Latinoamérica: Uruguay, Perú y México, coordinado por el Banco Mundial y la Universidad de Cornell, en México participaron COFUPRO, Fundación Produce Sonora, la Universidad de Sonora y el INIFAP (Banco Mundial 2009).

OBJETIVOS

Mostrar el proceso participativo para la definición de un plan de acción para la adaptación al cambio climático en la agricultura del Valle del Yaqui. La metodología aquí planteada y sus acciones podrían ser útiles para otras regiones del país, la implementación y operación de los proyectos planteados servirán de herramientas para mitigar los efectos ante los eventos extremos esperados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología consistió en la elaboración de un diagnóstico de los cambios esperados y su impacto en la agricultura regional. El planteamiento para su análisis y discusión se desarrolló en tres talleres, participando el grupo coordinador del estudio, con productores, agentes de cambio y el sector institucional. Los talleres se llevaron a cabo en Cd. Obregón Sonora: el primero se realizó los días 6 y 7 de octubre de 2008; el segundo el 9 de febrero de 2009 y el tercero el 23 de marzo de 2009.

En estos talleres mediante un proceso por etapas se llegó primero a identificar las opciones de respuesta más relevantes al cambio climático. En una segunda etapa la selección y priorización de las estrategias de adaptación en la región, hasta llegar a la selección de las cuatro estrategias más importantes: Manejo integral de la cuenca del río Yaqui; Sistema de alerta temprana de riesgo climatológico y fitosanitario; Mejoramiento genético y revalidación de tecnologías; Diversificación de mercados y nuevas opciones de cultivos. Que en conjunto conforman un plan de acción para adaptar la agricultura del Valle del Yaqui ante los nuevos escenarios que presenta el cambio climático.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Manejo Integral de la Cuenca del Río Yaqui.

La cuenca del Río Yaqui, de la cual se abastecen de agua los distritos de riego 018 y 041, Comunidades Yaqui y Valle del Yaqui, abarca una superficie aproximada de 71,452 Km², que se ha subdividido en tres grandes sub cuencas con escurrimientos promedio de 3,163 hm³ a lo largo de sus 410 Km de extensión, y en las que se han construido tres grandes presas, Angostura, Novillo y Oviachic con capacidades de almacenamiento de 921, 3,020 y 3,227 hm³ (DRRY, 2009).

El manejo integral de la cuenca implica la óptima utilización del agua del Río Yaqui, para asegurar el funcionamiento del suministro de agua y la sustentabilidad de los diferentes agro-ecosistemas, los usos consuntivos de los diferentes actores (población urbana y rural), sectores y actividades desarrolladas en el Valle del Yaqui (agricultura, ganadería y uso industrial). Para el logro de los objetivos se plantean las siguientes acciones: Establecer el plan de manejo integral de la cuenca del Río Yaqui, incluyendo el establecimiento de políticas de conservación y manejo de los ecosistemas naturales de la cuenca del Río Yaqui; La valoración de los servicios ambientales, incluyendo el monitoreo y plan de manejo integral de los recursos asociados a la cuenca, mediante el establecimiento de programas de manejo y conservación de los ecosistemas de bosques templados y bosques subtropicales de la cuenca, que permitan el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas, en particular el agua y la biodiversidad. Un planteamiento de control y fortalecimiento de capacidades locales mediante el desarrollo y establecimiento de monitoreo y modelos de simulación a nivel módulos y parcelas, para el manejo y uso eficiente y apropiado del agua en el Valle del Yaqui. Mejora en la eficiencia de conducción, control y uso de agua en parcelas.

Para la implementación se requiere no solo del desarrollo de una nueva cultura de conservación y manejo sostenible y ahorro de agua en la población, sino también el desarrollo de recursos humanos e infraestructura que incremente las capacidades técnicas y el desarrollo de sistemas descentralizados de conocimiento sobre la conservación y manejo de los servicios de los ecosistemas, el recurso hídrico y el manejo sustentable de la cuenca.

2. Sistema de Alerta Temprana de Riesgo Climatológico y Fitosanitario

En la región agrícola del Valle del Yaqui, Sonora, México, la actividad económica primordial es la agricultura, destacando los cultivos de trigo, hortalizas y frutales, especies que son frecuentemente afectadas por la presencia de fenómenos climáticos adversos tales como la ausencia o mala distribución del frío durante el invierno, heladas tempranas y/o tardías, exceso o falta de precipitación, además, de la presencia de enfermedades y plagas así como una aplicación deficiente del riego.

El sistema tiene por objetivo generar información para la prevención ante los fenómenos climáticos adversos, el sistema de alerta, será de gran apoyo en la toma de decisiones de los usuarios, tanto los productores agropecuarios, como los sistemas de protección civil. Para su implementación se plantea las

acciones siguientes: Operar y mantener en óptimas condiciones una red de estaciones meteorológicas automatizadas en el área agrícola del Valle del Yaqui, además de otras en la parte alta de la cuenca; Utilización de modelos de cambio global para estimar el riesgo climático, predicción de plagas, enfermedades, fenológicos, heladas y otros que utilizan información de variables ambientales; Utilización de información climática confiable, que sirva de apoyo para la toma de decisiones en prácticas de manejo que ayuden a reducir los riesgos e impacto económico de esos fenómenos adversos a los cultivos; Difusión por todos los medios posibles (internet, periódico, radio, televisión, correo electrónico, pláticas, cursos, talleres, entre otros) de información agro-meteorológica básica oportuna y veraz; Difusión de mapas con información de riesgo climático, fitosanitario y de rendimientos potenciales con el fin de que los utilice como una herramienta de optimización del uso de insumos que coadyuvan a una producción sustentable.

Al implementar ésta opción tecnológica, se establece una alternativa para mitigar los efectos del clima. Los productos agroclimáticos servirán de apoyo a los productores al reducir los riesgos en sus cultivos; los de mapas de zonas agroclimáticas de cultivos, ayudan a establecer una especie cultivable en el mejor lugar; los pronósticos climáticos semanales, servirán a los programas de riego mediante el mapeo de la evapotranspiración potencial que se genera en la red de estaciones meteorológicas automatizadas; la generación de índices agroclimáticos como las horas frío, unidades calor y otros; Se podrían establecer paquetes de mitigación especial de acuerdo al pronóstico climático, por cultivo y prácticas de manejo a seguir.

3. Mejoramiento Genético y Revalidación de Tecnologías

El cambio climático plantea el reto de obtener variedades de maíz, trigo, cártamo, soya y canola; para las condiciones agroclimáticas del Valle del Yaqui, en los ciclos agrícolas de otoño-invierno y primavera-verano, con el propósito de contar con materiales de bajo riesgo en la producción, con capacidad competitiva y rentable en la producción comercial, a través de diferentes métodos incluyendo selección asistida por marcadores moleculares y caracterización varietal mediante huellas de ADN.

La agricultura del Valle del Yaqui utiliza más del 90% del agua disponible, proveniente de la presa y del acuífero subterráneo, el resto lo demanda el consumo urbano e industrial. Durante los últimos diez años, este distrito ha regado una superficie promedio de 224 mil hectáreas por año, con una asignación volumétrica promedio de 7.5 mm³/ha. La infraestructura disponible para la conducción del agua y los métodos de riego parcelario que utilizan los agricultores, permite que el sistema de riego proporcione una eficiencia global cercana al 55% (Félix *et al.* 2008). La revalidación de tecnologías se enfoca a incrementar la eficiencia en el uso del agua a través de modernizar la infraestructura de conducción, el uso de tecnologías que permitan maximizar la eficiencia en la aplicación del riego y mejorar la fertilidad del suelo.

Estas acciones fueron consideradas prioritarias por los sectores productivos y organismos participantes en la selección de una estrategia para mitigar los efectos del cambio climático. Asimismo, al revisar los antecedentes de desarrollo agropecuario del área de estudio, encontramos que el factor limitante históricamente ha sido el agua y adicionalmente el mejoramiento genético es quizá el componente tecnológico que ha dado un mayor dinamismo en el desarrollo tecnológico.

En el trigo, recientes estudios indican que debido al calentamiento global puede generar importantes disminuciones en el rendimiento. Los factores que se esperan podrían afectar son el aumento en la temperatura y un cambio en la interacción de plagas y enfermedades; así como, efectos en ciertas etapas de desarrollo como radiación solar y la temperatura que reducen el crecimiento de la espiga, el grano y acortan el ciclo, todos estos factores afectan el rendimiento potencial de grano. Ante este escenario, es prioritario obtener variedades de trigo con un diferente ciclo productivo y con mayor capacidad de respuesta a foto y termo-periodo y en general a las nuevas condiciones climáticas para mantener o mejorar el rendimiento y la competitividad que posee este cultivo.

Del grupo de los cereales destaca el maíz como un cultivo alternativo con rentabilidad igual o superior al trigo. En el proceso de mejoramiento de maíz para enfrentar los efectos del cambio climático las acciones

consisten en selección de plantas resistentes a altas temperaturas y aridez, pero también buscar mayor eficiencia en el uso del agua y del nitrógeno. El reto para el ciclo de verano es obtener híbridos que permitan mejorar la productividad de 6 a 8 t ha⁻¹ y para el ciclo de otoño-invierno obtener híbridos con rendimiento superior a 10 t ha⁻¹, resistentes a la roya y micoplasmosis, a pudriciones de tallo y mazorca, causadas por hongos patógenos que también producen micotoxinas nocivas al consumidor.

Las oleaginosas como canola, cártamo y soya representan un gran potencial frente al aumento de temperaturas y reducción de la precipitación, debido a que son de bajo requerimiento hídrico y amplia adaptación a diferentes ciclos (otoño-invierno y primavera-verano), condiciones de humedad (riego y temporal) y sistemas de labranza (tradicional y de conservación). Para consolidar esta opción se requiere impulsar un programa de mejoramiento genético con el propósito de formar variedades e híbridos nacionales adaptados a las condiciones agroecológicas de la cuenca del Río Yaqui y que puede ser útil para otras zonas del país como estrategia para enfrentar la incertidumbre climática y reducir la dependencia del exterior.

Con la reconversión del método de riego actual por gravedad hacia el fertirriego se logra una eficiencia mayor al 70%, principalmente con sistemas presurizados y riego a la demanda. En el Valle del Yaqui, Sonora, el uso de sistemas de riego presurizados no supera las 5 mil hectáreas, es decir el 1% de la superficie total de riego. En esta área agrícola el sistema de riego dominante es por gravedad, la conducción del agua de riego en la parcela es a través del método de surcos en 91% del área sembrada y el método de riego por melgas en 8% de la superficie total. Ambos métodos de riego proporcionan una eficiencia del 55%, con pérdidas de agua en la parcela por infiltración (23%), por evaporación (15%) y por escurrimiento (7%). De manera que de la dotación volumétrica que se destina anualmente (7.5 millares de m³/ha) una proporción del 45% se pierde. El objetivo de esta propuesta es demostrar la eficiencia y rentabilidad de diversos sistemas de riego ahorradores de agua que permita en el futuro evitar pérdidas en las parcela por percolación.

El deterioro del suelo y del ambiente se puede medir por la cantidad de rastrojo que se destruye en una región, así como la cantidad de fertilizante que se tiene que agregar al suelo para obtener un mismo nivel de producción. En atención al señalamiento de la problemática regional, el planteamiento de la presente propuesta tiene como objetivo impulsar la labranza de conservación con rotaciones de cultivos ajustado a los intereses económicos del productor, pero también recuperar progresivamente la fertilidad del suelo con la incorporación de biomasa y abonos orgánicos, para hacer menos dependiente de los fertilizantes, reducir las pérdidas de agua por evaporación, disminuir las emisiones contaminantes de CO₂ a la atmósfera.

4. Diversificación de Mercados y Nuevas Opciones de Cultivos

El objetivo es desarrollar estrategias de diversificación en los mercados tradicionales y alternativos hacia sistemas producto de mayor valor y proponer tecnologías de producción en nuevas opciones de producción, principalmente hacia frutales y hortalizas.

La producción de frutales en el valle del Yaqui cuenta con una superficie de 2,330 ha, la naranja es el más importante con 1,874 ha, le sigue nogal con 142 ha y mandarina 127 ha, el resto cuentan con superficies menores a las 100 ha y son mango, melón, toronja y limón. Aun cuando la superficie es baja, genera un valor en la producción de 36.5 millones de pesos, son cultivos con una derrama económica en la región muy importante al ocupar entre 30 y 100 jornales por hectárea y el valor por hectárea promedio es de 23,450 pesos (OEIDRUS-Sonora 2009).

Asimismo, la producción de hortalizas en el Valle del Yaqui en el año agrícola 2007-2008 se sembraron 10,217 hectáreas, la papa fue la de mayor importancia con 3,217 ha, le siguen calabacita 1,598 ha, sandía 1,299, tomate rojo 767 ha, chile 647 ha, espárrago 561 ha, tomate verde 557 ha, entre otros con superficies menores. El valor de la producción de las hortalizas es de 1,564 millones de pesos, representa el 38% del total de la producción del valle del Yaqui y con solo el 4.1% de la superficie sembrada en el año agrícola 2007-2008, es una actividad que genera entre 50 y 100 jornales por hectárea y el valor por hectárea promedio es de 100,226 pesos (OEIDRUS-Sonora 2009).

Esta estrategia, pretende contribuir en la definición de canales de comercialización y lograr certidumbre en la actividad agropecuaria al contar con información para que el productor tome las mejores decisiones de producción. Por otra parte, el estudio de mercados alternativos se enfocará al mercado justo que beneficia al pequeño productor agrícola, a través de una alternativa de comercialización con características propias, adaptadas a estos agricultores con dificultades para competir en el mercado global. Este tipo de comercio intenta disminuir al máximo posible el número de intermediarios y promover las condiciones para que reciban un precio justo por su producto. El objetivo, es el de encontrar alternativas de producción con mayor valor agregado para sus productos como forma de adaptación a los impactos provocados por el cambio climático. Esta opción de respuesta está enfocada a los pequeños productores al considerarse que estos son más vulnerables al cambio climático y que muchos de ellos se encuentran en algún grado de pobreza.

CONCLUSIONES

El cambio climático es un fenómeno complejo, de gran incertidumbre y con una dinámica amplia y desconocida, solo aproximada mediante modelos de escenarios posibles. El plan de acción aquí expuesto soporta sus estrategias en la generación de información y desarrollo de tecnologías validadas competitivas, eficientes y sustentables, que permitan mantener o mejorar la productividad de la agricultura de la región aun con la presencia de cambio climático.

El agua es el elemento central de este plan de acciones. Se requiere una cultura de conservación y manejo sostenible y de ahorro por parte de los productores y la población rural y urbana. Contar con infraestructura y el recurso humano con alta capacidad técnica para el desarrollo de sistemas descentralizados de conocimiento sobre la conservación y manejo de los servicios de los ecosistemas, el recurso hídrico y el manejo sustentable de la cuenca del Río Yaqui.

Finalmente, la metodología y las estrategias planteadas, son una herramienta útil para otras regiones agrícolas del país con condiciones agroclimáticas parecidas a las del Valle del Yaqui. El cambio climático global es un hecho y dada la dimensión de los cambios que se avecinan, la complejidad de las interacciones biofísicas y biológicas que desencadenarán y la direccionalidad y dinámica con que se establecerán en una región específica, es importante que desarrollemos estrategias de adaptación a dichos cambios que, dadas las incertidumbres actuales, aseguren que su implementación sea sin detrimento de la productividad y la sustentabilidad actual.

LITERATURA CITADA

- Banco Mundial (2009). Building response strategies to climatic change in agricultural systems in Latin America. http://siteresources.worldbank.org/EXTLACREGTOPRURDEV/Resources/503766-1225476272295/PDF_Agriculture_Climate_change.pdf.
- Conde A.M.C., Gay G.C. (2008). Guía para la generación de escenarios de cambio climático a escala regional. UNAM. <http://www.atmosfera.unam.mx/gcclimatico/archivos/taller3/guias/Guia%20escenarios.pdf>
- DDR. Distrito de Riego Río Yaqui. (2009). <http://www.drriyaqui.com.mx/>.
- Félix V.P., Leyva C.J.C., Ortiz E.J.E., Quintan Q. J.G., Jiménez O. G. (2008). Comportamiento histórico y tendencia del clima en la zona agrícola y pecuaria del Sur de Sonora "Expectativas ante un cambio climático". Libro técnico No. 4. ISBN 9786074251098. CIRNO, INIFAP.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climatic Change. Cambio Climático (2001). Climatic change. Impacts, Adaptation and Vulnerability. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.php?idp=0>
- OEIDRUS (2009). Gobierno del Estado de Sonora, SAGARPA. <http://www.oeidrus-sonora.gob.mx/>

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE AISLADOS DE *BACILLUS* SP. EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE GARBANZO (*CICER ARIETINUM* L.)

Rogelio Sosa Pérez¹, Aida Lizbeth Coronel Martínez², Fernando Ernesto Saldierna Portillo³, Melissa Reyes Medina³, Julio César Jiménez Leyva³. ¹Centro de Ciencias de Sinaloa, Av. Las Américas 2771 Nte, Culiacán, Sinaloa. ²Escuela de Biología, Ciudad universitaria UAS. ³Instituto Tecnológico de Culiacán, Juan de Dios Bátiz s/n Col. Guadalupe. rogelio@computo.ccs.net.mx

Palabras clave: Inoculación, *Bacillus*, rizosfera, biocontrol, protección.

RESUMEN

El cultivo de garbanzo en Sinaloa se ve afectado por un complejo de hongos, de los cuales destaca *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (FOC), que a partir del suelo infecta tejido y follaje, ocasionando marchitez y amarillamiento; para su control las estrategias de utilización de aislados bacterianos, pueden ser una alternativa. En este trabajo se evaluó el efecto de la inoculación de aislados de *Bacillus* sp antagonistas contra el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*, en plantas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.). A partir de aislados de *Bacillus* seleccionados por su actividad antagonista *in vitro* contra FOC, se produjeron inóculos en cajas de petri con Agar Nutritivo y también se produjo inóculo micelial del hongo en PDA, para su utilización en un experimento realizado en invernadero del área del Centro de Ciencias de Sinaloa. Se valoró fenología de la planta considerando altura, peso, vigor, rendimiento y aparición de cánceres en los tallos y lesiones en el follaje. Se numeraron además las colonias microbianas de la rizosfera (hongos, actinomicetos, bacterias y *Bacillus*). De los ensayos realizados se pudo constatar en efectos estimuladores y protectores en planta de garbanzo por algunos de los aislados de *Bacillus* sp., destacando los aislados, Bac ccs-18, Bac ccs-174 y Bac ccs-49 y que el efecto de la aplicación de los aislados de *Bacillus* sp, en poblaciones microbianas en el ensayo fue variable, significativo y no significativo.

ABSTRACT

The cultivation of chickpea in Sinaloa is affected by a complex of fungi, which highlights *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (FOC), which from soil infects tissue and foliage, causing wilt and yellowing; for its control, use of bacterial isolates strategies, might be an alternative. This work assessed the effect of inoculation of *Bacillus* sp isolates antagonists against fungus FOC in plants of chickpea (*Cicer arietinum* L.). From *Bacillus* isolates selected by their *in vitro* antagonist activity against FOC, inocules were produced in petri plates with Nutritive Agar and also was produced mycelia inocule of the fungus in PDA, for use in experiment in greenhouse off Sinaloa Science Center area. It was assessed the plant phenology considering height, weight, force, performance and appearance of cancers in stems and injuries to the foliage. Rhizospheric microbial colonies (fungi, actinomycetes, bacteria and *Bacillus*), were measured. Conducted trials showed stimulators and protective effects on chickpea by some *Bacillus* sp. Isolates, emphasizing the isolates, Bac ccs-18, Bac ccs-174 and Bac ccs-49 and that the effect of the application with the *Bacillus* sp. isolates in microbial populations, was variable, significant and not significant.

INTRODUCCIÓN

La vegetación en el estado de Sinaloa está vinculada a diversos factores ecológicos que interactúan entre sí, de tal manera que dan lugar a muy variadas formas de vida. Sinaloa es una de las entidades agrícolas más importantes del país, destacando la producción de garbanzo, ocupando el primer lugar a nivel nacional (INEGI, 2008). Éste cultivo se ve afectado por plagas y enfermedades, predominando en estas últimas hongos como *Ascochyta rabiei* y *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*, que a partir del suelo infectan tejido y follaje, repercutiendo en la producción y afectando la economía de los productores. (Takeoglu *et al.*, 2000).

Se ha reportado que la marchitez y amarillamiento del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (Padwick), es una de las enfermedades que más ha causado pérdidas en la producción de garbanzo en la mayoría de los países donde se cultiva (Breve *et al.*, 2001).

Ante esta problemática surge la necesidad de encontrar agentes de biocontrol para contrarrestar los efectos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* en plantas de garbanzo, tal es el caso de la selección de

especies de *Bacillus*, para la producción de agrobiológicos microbianos que impliquen bajos costos y garanticen la preservación de los ecosistemas (Jacobsen *et al.*, 2004).

En varios estudios se demuestra que los microorganismos desarrollan en la interfase suelo-planta acciones de interés, tales como la estimulación de la germinación y enraizamiento de las semillas, incremento de la disponibilidad de nutrientes y de su captación por planta, mejora de la estructura del suelo, protección de la planta frente a diversas tensiones ambientales, tanto bióticas como abióticas, fijación de nitrógeno, producción de hormonas reguladoras de crecimiento, interacción sinérgica con otros microorganismos benéficos de la rizósfera; todas estas actividades incrementan la productividad vegetal (Dart, 1990).

De ésta manera, el primer paso que se requiere para establecer una estrategia de control biológico, es tratar de comprender como interactúan las bacterias y los microorganismos en el medio ambiente para corregir las deficiencias propiciadas por el clima de los sustratos.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de la inoculación de aislados de *Bacillus* sp antagonistas contra el hongo *Fusarium oxysporum* f sp. *ciceris*, en plantas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Crecimiento de microorganismos utilizados. Los aislados de *Bacillus* sp seleccionados fueron crecidos en placas con medio Agar Nutritivo ((Peptona de carne 5 g, Extracto de carne 3 g, Agar - agar 12 g, H₂O destilada 1 L) y *Fusarium oxysporum* f sp. *ciceris* en placas con medio PDA (Infusión de patata 4 g, Glucosa 20 g, Agar - agar 15 g, H₂O destilada 1 L); fueron sometidos a incubación a 28^o C hasta la obtención de suficiente cantidad de colonias.

Experimento. Se condujo un experimento en las instalaciones del Centro de Ciencias de Sinaloa, en macetas con suelo franco, sembradas con semillas de garbanzo variedad blanco Sinaloa 92. El diseño completamente al azar consistió de 13 tratamientos con tres repeticiones (Cuadro 1) y se realizó en invernadero y se le dio seguimiento en un lapso de tiempo de dos meses. La dosis de fertilización contemplada fue la regional recomendada 100 kg/ha de nitrógeno y 50 kg/ha de fósforo (Gómez Garza *et al.*, 2002), la cual fue añadida por medio de un sistema de riego por goteo.

Los muestreos se realizaron en la etapa fenológica de floración en la planta y se realizaron valoraciones microbianas: cuentas celulares totales de hongos, actinomicetos, *Bacillus* y bacterias; y valoraciones fisiológicas: aparición de cánceres oscuros en los tallos, lesiones en el follaje, vigor, altura, peso y rendimiento. Las poblaciones microbianas se midieron en muestras de la rizosfera de garbanzo y se efectuaron a partir de raíces colectadas a las cuales se les removió el exceso de suelo con agitación vigorosa. 5 gramos (peso seco) de cada muestra fue colocada en 45 mL de agua destilada estéril en un agitador y sometido a alta velocidad por 1 min para producir una mezcla. La suspensión radicular fue diluida hasta 10⁸, después de la cual, alícuotas de 0.1 mL fueron asperjadas hacia medios semiselectivos en cajas de petri: Martin para hongos (Dextrosa 10g, Peptona 5g, Fosfato monobásico 1g, Sulfato de magnesio 0.5g, Agar 18g, Estreptomicina 0.3mL/100mL de medio, Rosa de bengala dil. 1/30,000 de medio, Agua destilada 1000 mL); Czapek para actinomicetos (Sacarosa 30g, Nitrito sódico 3g, Sulfato magnésico 0.5g, Sulfato ferroso 0.01g, Hidrógeno fosfato dipotásico 1g, Agar- agar 13g, Agua destilada 1000mL, pH = 7.3); Agar nutritivo (AN) para *Bacillus* y bacterias (Peptona de gelatina 5g, Extracto de carne 3g, Agar 15g, Agua destilada 1000 mL, pH 6.8).

Las colonias fueron numeradas después de la incubación a 30° C alrededor de las 48 horas y se reportaron como ufc por gramo de peso radicular (Corlay Chee y Gómez Cruz, 2001; Turner y Brackman, 1991).

El vigor se evaluó en base a una escala de rango subjetivo de 1 a 5, donde 1 siendo el menos vigoroso y 5 el más vigoroso en términos de altura, grosor y apariencia general de la planta.

Para las evaluaciones de enfermedad se estableció una escala subjetiva oscilante de 1 a 5 para lesiones en el follaje, donde 1=no cánceres en follaje, 2=25% del área del follaje enferma, 3=50% del área del follaje enferma, 4=75% del follaje enfermo y 5= follaje completamente enfermo. Una planta por maceta fue removida al azar para establecer severidad de la enfermedad.

Para visualizar la aparición de cánceres oscuros, se utilizaron raíces con tallos bien lavados, para ello se desprendió la raíz en el cuello y al tallo se hizo un corte longitudinal y en base a una escala se

consideraron 1=tallos formados saludables y 5=tallos que aparecieron café y necróticos en los haces vasculares (Turner y Brackman, 1991).

Análisis estadísticos.- Los resultados que lo requirieron, fueron analizados para significancia estadística; con las pruebas pertinentes para comparar los diferentes tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las valoraciones fenológicas en la planta de garbanzo en base a la inoculación de aislados de *Bacillus* realizadas (Cuadro 2), indicaron mejores respuestas en los tratamientos T6 (planta + Bac ccs-18 + hongo 83K), T7 (planta + Bac ccs-174 + hongo 83k) y T8 (planta + Bac ccs-49 + hongo 83k) en los parámetros fenológicos medidos (altura, peso fresco, vigor, lesiones en follaje, cánceres en tallo, número de semillas y peso de semillas); la aparición de lesiones en el follaje y cánceres oscuros en tallo se dio en los tratamientos donde se aplicaron los hongos (T2 y T3). Los valores de las poblaciones microbianas en ufc/g (Cuadro 3) mostraron valores elevados para hongos en los tratamientos T6 (planta + Bac ccs-18 + hongo 83K) y T11 (planta + Bac ccs-18 + hongo 828); para actinomicetos en el tratamiento T2 (planta + hongo 83K); para *Bacillus* los valores más elevados no significativos correspondieron a los tratamientos T7 (planta + Bac ccs-174 + hongo 83k) y T10 (planta + Bac ccs-15 + hongo 828) y en bacterias al tratamiento T12 (planta + Bac ccs-174+hongo828).

Los resultados presentados aquí demuestran que algunos aislados de *Bacillus* debidamente caracterizados en su conducta y potencial antagonista *in vitro*, inducen estimulación del crecimiento de la planta de garbanzo y protección de la misma contra cepas del hongo fitopatógeno *Fusarium oxysporum* f. sp *ciceris*. Kloepper y colaboradores (2004), sostienen un punto de vista similar para diversos cultivos. Los aislados de *Bacillus* Bac ccs-18, Bac ccs-174 y Bac ccs-49, incrementaron desarrollo fenológico y suprimieron la pudrición radicular del garbanzo, en el ensayo; de ello se deduce que los organismos biocontrol que se introdujeron en el suelo, colonizaron las raíces y sobrevivieron el tiempo suficiente necesario para proteger contra las infecciones provocadas por los patógenos, realmente de ello depende el éxito de cepas rizosféricas seleccionadas (Kim *et al*, 1997). Posiblemente diferentes mecanismos de acción de los aislados, puedan explicar los efectos estimulatorios y de supresión de enfermedades en el garbanzo. Múltiples *Bacillus* sp. y *Paenibacillus* spp. pueden promover la salud en los cultivos en variedad de formas. Algunas poblaciones suprimen patógenos de las plantas a través de la producción de metabolitos antibióticos, mientras que otras pueden estimular directamente a la planta huésped a defenderse de la infección y algunos otros ayudan en simbiosis o en el suelo a absorber nutrientes a las plantas. (McSpadden Gardener, 2004). Muchas actividades para el biocontrol de enfermedades en plantas han utilizado simples agentes biocontrol como antagonistas a un patógeno, esto puede ser la causa de encontrar resultados de inconsistencia debido a que los agentes sean inactivos en el ambiente suelo o contra los patógenos objetivo (Jacobsen *et al.*,2004; Raupach y Kloepper, 1998). Los resultados obtenidos en este estudio, refuerzan la opinión de que las investigaciones para el uso de *Bacillus* spp. en la agricultura deben continuar, tomando en cuenta los progresos alcanzados en la implementación de inoculantes microbianos (Kloepper *et al.*,2004) y que se requiere más conocimiento de la diversidad, distribución y actividades de *Bacillus* spp. Que sean de utilidad para la identificación de nuevas cepas inoculantes y los sistemas de cultivo a los cuales ellas deban ser aplicadas (McSpadden Gardener, 2004).

CONCLUSIONES

De los ensayos llevados a cabo se pudieron constatar efectos estimuladores y protectores en planta de garbanzo de algunos de los aislados de *Bacillus* sp. destacando los aislados, Bac ccs-18, Bac ccs-174 y Bac ccs-49.

El efecto de la aplicación de los aislados de *Bacillus* sp, en poblaciones microbianas en ambos ensayos fue variable, significativo y no significativo.

AGRADECIMIENTOS

A FOMIX-CONACYT por el apoyo financiero para la realización de este proyecto.

Cuadro 1.- Diseño experimental con plantas de garbanzo.

Tratamientos	
T1	Planta testigo
T2	Planta + hongo 83K
T3	Planta + hongo 828
T4	Planta + Bac ccs-7 + hongo83k
T5	Planta + Bac ccs-15 + hongo83k
T6	Planta + Bac ccs-18 + hongo 83k
T7	Planta + Bac ccs-174 + hongo 83k
T8	Planta + Bac ccs-49 + hongo 83k
T9	Planta + Bac ccs-7 + hongo 828
T10	Planta + Bac ccs-15 + hongo 828
T11	Planta + Bac ccs-18 + hongo 828
T12	Planta + Bac ccs-174 + hongo 828
T13	Planta + Bac ccs-49 + hongo 828

Cuadro 2.- Valoraciones fenológicas de la rizosfera de garbanzo en base a inoculación de aislados de *Bacillus*, en ensayo llevado a cabo en invernadero.

Tratamientos	Altura floración (cm)	Peso fresco (g)	Vigor***	Evaluaciones de enfermedad lesiones en el follaje****	Aparición de canceres oscuros en tallos*****	No. de semillas por planta	Peso de Semillas (g)
T1*	49.00 BC**	12.76 ABC	4.03 A	1.33 C	1.00 A	1.00 ABC	0.36 CD
T2	49.33 BC	10.83 BCD	2.60 BC	2.33 ABC	1.60 A	0.66 BC	0.73 BCD
T3	51.33 AB	8.73 BCD	2.66 BC	2.76 AB	1.60 A	1.66 AB	1.63 AB
T4	50.33 ABC	13.20 ABC	3.13 ABC	2.46 ABC	1.00 A	0.66 BC	0.63 BCD
T5	52.33 AB	13.63 ABC	3.00 ABC	1.80 ABC	1.00 A	2.00 A	1.50 ABC
T6	60.33 A	15.03 AB	2.93 ABC	1.20 C	1.00 A	1.66 AB	1.21 ABCD
T7	53.00 AB	14.43 ABC	3.36 AB	1.30 C	1.00 A	1.33 ABC	1.56 AB
T8	52.33 AB	18.76 A	3.96 A	1.30 C	1.00 A	1.66 AB	1.93 A
T9	58.66 AB	10.73 BCD	3.13 ABC	1.36 C	1.00 A	1.00 ABC	0.80 ABCD
T10	49.66 ABC	14.00 ABC	3.40 AB	1.43 BC	1.00 A	0.66 BC	0.70 BCD
T11	40.00 C	5.13 D	2.06 C	2.30 ABC	1.00 A	0.33 C	0.33 D
T12	51.33 AB	14.46 ABC	3.20 AB	1.33 C	1.00 A	1.33 ABC	0.83 ABCD
T13	52.33 AB	8.30 CD	2.43 BC	3.03 A	1.00 A	1.66 AB	1.33 ABCD

*T1 = Planta testigo, T2 = Planta + hongo 83k, T3 = Planta + hongo 828, T4 = Planta + Bac ccs-7 + hongo83k, T5 = Planta + Bac ccs-15 + hongo83k, T6 = Planta + Bac ccs-18 + hongo 83k, T7 = Planta + Bac ccs-174 + hongo 83k, T8 = Planta + Bac ccs-49 + hongo 83k, T9 = Planta + Bac ccs-7 + hongo 828, T10 = Planta + Bac ccs-15 + hongo 828, T11 = Planta + Bac ccs-18 + hongo 828, T12 = Planta + Bac ccs-174 + hongo 828, T13 = Planta + Bac ccs-49 + hongo 828.

** Valores seguidos de la misma letra no son significativos en el nivel α 0.05 de la prueba dms.

*** Vigor: 1= Menor vigor a 5 = Mas vigoroso.

**** Lesiones en el follaje: 1= No cánceres, 2= 25% del área de follaje enfermo, 3= 50% del área de follaje enfermo, 4= 75% del área de follaje enfermo, 5 = 100% follaje completamente enfermo.

***** Cánceres oscuros en tallos: 1 = tallos formados saludables a 5 = tallos que aparezcan cafés y necróticos en los haces vasculares.

Cuadro 3.- Valoraciones microbianas de la rizosfera de garbanzo en base a inoculación de aislados de *Bacillus*, en ensayo llevado a cabo en invernadero.

Tratamientos	Hongos x 10 ³ ufc/g	Actinomicetos x 10 ⁵ ufc/g	<i>Bacillus</i> x 10 ⁵ ufc/g	Bacterias x 10 ⁷ ufc/g
T1*	6.66 B**	17.66 B	127.33 A	2.76 C
T2	4.00 B	4900.00 A	1.66 A	193.33 AB
T3	6.66 B	17.00 B	48.33 A	103.33 ABC
T4	3.66 B	14.00 B	7.00 A	13.66 BC
T5	10.00 B	1.66 B	2.66A	7.36 C
T6	67.00 A	16.66 B	4.00 A	3.96 C
T7	4.33 B	113.33 B	146.66 A	46.66 ABC
T8	10.00 B	228.66 B	39.00 A	46.66 ABC
T9	5.00 B	226.66 B	105.33 A	70.00 ABC
T10	1.66 B	366.66 B	135.00 A	26.66 ABC
T11	20.66 AB	766.66 B	133.66 A	40.66 ABC
T12	7.00 B	86.66 B	73.33 A	202.00 A
T13	1.00 B	136.66 B	5.33 A	13.33 BC

*T1 = Planta testigo, T2 = Planta + hongo 83k, T3 = Planta + hongo 828, T4 = Planta + Bac ccs-7 + hongo83k, T5 = Planta + Bac ccs-15 + hongo83k, T6 = Planta + Bac ccs-18 + hongo 83k, T7 = Planta + Bac ccs-174 + hongo 83k, T8 = Planta + Bac ccs-49 + hongo 83k, T9 = Planta + Bac ccs-7 + hongo 828, T10 = Planta + Bac ccs-15 + hongo 828, T11 = Planta + Bac ccs-18 + hongo 828, T12 = Planta + Bac ccs-174 + hongo 828, T13 = Planta + Bac ccs-49 + hongo 828.

** Valores seguidos de la misma letra no son significativos en el nivel α 0.05 de la prueba dms.

LITERATURA CITADA

- Breve, M.P.; M.P. Hawere; M.N. Sainan; P.K. Ranjekar and V.S. Gupta, .(2001). "Potential of microsatellite to distinguish four races *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* prevalent in India." Theoretical and Applied Genetic 1020(7): 138-144.
- Corlay Chee, L. y G. Gómez Cruz. 2001. Ecología Microbiana, Manual de Prácticas. UACH, Chapingo, Texcoco, México.
- Dart, P..J.. 1990. Agricultural Microbiology: Introduction. En: Agricultural Biotechnology: Opportunities for International Development. G.J. Persley (Ed.). Service for Nat. Agric. Res. The Hague, Netherlands. 53-78.
- Gómez Garza, R. M.; M. K. Avilés Gonzalez; J.J Pérez Valdez y J.R. Manjares Sandoval. 2002. El Cultivo del Garbanzo Blanco en el Centro de Sinaloa. INIFAP PRODUCE CIRNO, Culiacán, Sinaloa, México. No. 48:40 p.
- INEGI. 2008. Anuario estadístico Sinaloa. INEGI-Gob. Del Estado de Sinaloa. Aguascalientes, México. 649 p.
- Jacobsen, B.J.; N.K. Zidak and B.J. Larson. 2004. The role of *Bacillus*-based biological control agents in integrated pest management systems: plant diseases. Phytopathol. 94, No. 11: 1272-1275
- Kim, D.S.; R.J. Cook and D.M. Weller. 1997. *Bacillus* sp. L324-92 for biological control of three root diseases of wheat grown with reduced tillage. Phytopathol. 87, No. 5: 551-558.
- Kloepper, J.W.; C.M. Ryu and S. Zhang. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. Phytopathol. 94, No. 11: 1259-1266.

- McSpadden Gardener, B.B. 2004. Ecology of *Bacillus* and *Paenibacillus* spp. In agricultural systems. *Phytopathol.* 94, No. 11: 1252-1258.
- Raupach, G.S. y J.W. Kloepper. 1998. Mixtures of plant growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple cucumber pathogens. *Phytopathol.* 88, No. 11: 1158-1164
- Takeoglu, M.; A.Tullu; W.J. Kaiser and F.J. Muehlbauer. 2000. "Inheritance and linkage of two genes that confer resistance to Fusarium wilt in chickpea." *Crop Science* 40:1247-1251.
- Turner J. T. and P.A. Brackman, 1991. Factor relating to peanut yield increases after seed treatment with *Bacillus subtilis* introduced into two soils of different texture in field microplots. *Fems Microbial. Ecol.* 38: 151-160.

EFFECTO DEL TIPO SUELO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD DEL GARBANZO BLANCO DE RIEGO EN EL VALLE DEL MAYO, SONORA, MÉXICO

Isidoro Padilla Valenzuela¹, Pedro F. Ortega Murrieta², José E. Ortiz Enríquez¹, R. A. Salinas Pérez³, y Ernesto Sánchez Sánchez¹. ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui. Norman E. Borlaug Km 12, A. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora. Tel. (644)414553 padilla.isidoro@inifap.gob.mx, ²Campo Experimental Costa de Hermosillo, ³Campo Experimental Valle del Fuerte.

Palabras clave: *Cicer arietinum* L., Rentabilidad, Calidad, Clima, Enfermedades.

RESUMEN

El garbanzo por su bajo requerimiento de agua, es una importante opción de cultivo en la región del Mayo. Entre las limitantes destaca la rabia (*Fusarium*, *Sclerotinia* y *Macrophomina*), el mildiú (*Peronospora* sp.) y el moho gris (*Botrytis cinerea*), enfermedades que ocasionan fuerte daño al sistema radicular, el follaje, flores y a las vainas. Estas enfermedades son esporádicas, ya que dependen de las condiciones de humedad ambiental. Este trabajo se realizó durante el 2008-2009 en dos tipos de suelo de aluvión (migajón-arenoso y migajón-limoso), en los municipios de Navojoa y Etchojoa, Sonora. Se evaluaron cinco líneas avanzadas de garbanzo (HOGA-012, HOGA-021, HOGA-067 y, HOGA-490-2) provenientes del Campo Experimental Costa de Hermosillo, (MOGA-36) del Campo Experimental Valle Fuerte y los testigos comerciales Blanco Sinaloa 92 y Costa 2004. En suelo de migajón-arenoso, los mejores tratamientos fueron HOGA-012, Blanco Sinaloa 92 y HOGA-490-2 con 4.486, 4.306 y 4.203 t ha⁻¹, B/C de 2.79, 2.68 y 2.62 y ganancias de \$29,405.00, \$27,605.00 y 26,575.00 por hectárea. Los mejores en suelo de migajón-arenoso fueron HOGA-012 y MOGA-36 con 2.794 y 2.615 t ha⁻¹, B/C de 1.76 y 1.65, y ganancias de \$12,485.00 y \$10,695.00 por hectárea. La diferencia entre ambos suelos se atribuyó a la disminución del nivel de humedad en el manto freático aunado a temperaturas altas al final del ciclo, las cuales aceleraron el proceso de maduración y el tamaño del grano.

ABSTRACT

Because of its low water requirements, chickpea is an important option for crop exploitation in the Mayo region. Between the main production constraints outstands root rot (*Fusarium*, *Sclerotinia* and *Macrophomina*), mildew (*Peronospora* sp.) and the gray mould (*Botrytis*), diseases that cause strong damage to the root system, the foliage, flowers and to the pods. These diseases are sporadic, since they depend on the conditions of environmental humidity. This work was carried on during the 2008-2009 in two types of soils (sandy-loam and heavy-loam), in the municipalities of Navojoa and Etchojoa, Sonora. Five elite chickpea lines (HOGA-012, HOGA-021, HOGA-067 and, HOGA-490-2) derived from the Costa de Hermosillo Experiment Station, (MOGA-36) from Valle del Fuerte Experiment Station and the checks Blanco Sinaloa-92 and Costa 2004 were evaluated. In sand-loam, the best treatments were HOGA-012, Blanco Sinaloa 92 and HOGA-490-2 with 4,486, 4,306 and 4,203 t ha⁻¹, B/C of 2,79, 2,68 and 2,62 and net profits of \$29,405,00, \$27,605,00 and 26,575,00 Mexican pesos per hectare. The best treatments in heavy-loam soil were HOGA-012 and MOGA-36 with 2,794 and 2,615 t ha⁻¹, B/C of 1.76 and 1.65, and net profits of \$12,485.00 and \$10,695.00 per hectare. The difference between both soil types was attributed to the declination of the humidity level in the receding water table combined to high temperatures at the end of the crop season, which accelerated the process of maturation and also reduced size of the grain.

INTRODUCCIÓN

Entre las leguminosas de grano seco, el garbanzo ocupa el segundo en importancia en el mundo, después del frijol. De las más de diez millones de hectáreas de garbanzo que se siembran en el mundo, casi siete millones se cultivan en la India (Morales *et al.*, 2004). México figura entre los países productores y exportadores más importantes del mundo. La superficie nacional en 2008 fue de 102,868 hectáreas, con una producción de 142,143 toneladas (FAO, 2009). En el Noroeste se siembra alrededor de 70% del área nacional y en su totalidad es de garbanzo blanco, el cual es altamente apreciado en el mercado de exportación (Padilla *et al.* 2008a).

El garbanzo por su bajo requerimiento de agua, es una importante opción de cultivo en la región del Mayo. Entre las limitantes de producción destaca la rabia (complejo de *Fusarium*, *Sclerotinia* y *Macrophomina*), el mildiú (*Peronospora* sp.) y a partir del año 1992, el moho gris (*Botrytis cinerea*), enfermedades que ocasionan fuerte daño al sistema radicular, el follaje, flores y a las vainas (Padilla *et al.* 2008b). Así, estas enfermedades

son esporádicas, ya que dependen fuertemente de las condiciones climatológicas principalmente de la humedad. Esta situación en conjunto con los altos precios del trigo y maíz han repercutido en la reducción de la superficie de 4,847 ha en el ciclo O-I 2004-05 a solo 631 ha en O-I 2007-08 (SAGARPA, 2009).

La formación de variedades con resistencia a enfermedades de la raíz y foliares, a través del mejoramiento genético, debe ser un proceso continuo ya que las variedades van perdiendo su resistencia, y es necesario contar con otras nuevas para mantener una buena producción (Morales *et al.*, 2004). Por otro lado, para lograr la productividad y productividad, es necesario generar nuevas variedades que permitan al garbanzo mexicano competir mejor en el ámbito internacional al producir grano de alta calidad, pero que también ayuden al productor garbanzo en la producción a un menor costo (Manjarrez *et al.*, 2007). Por lo tanto las variedades producidas para la región, además de mostrar las cualidades de alta resistencia a enfermedades foliares y de la raíz, deben reunir características de 1) granos de color crema o blanco, 2) rugosidad con costillas bien definidas, 3) semillas grandes de hasta 50 semillas en 30 g y 4) período de cocción no mayor a 65 minutos con base a grano remojado por 12 horas (Mexía, 2007; Zazueta, 2008). En cuanto a calidad, el garbanzo mexicano es reconocido mundialmente y es el producto preferido por un nicho de mercado que acepta pagar un precio mayor que el proveniente otros países (Zazueta, 2008). El objetivo del presente estudio tuvo como propósito determinar el comportamiento agronómico de cinco líneas elite de garbanzo en dos tipos de suelos, en riego por gravedad en el Valle del Mayo, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo de investigación se realizó durante el ciclo 2008-2009 en dos tipos de suelo de aluvión (migajón-arenoso y migajón-limoso), con agricultor cooperante, en la región del Valle del Mayo, en los municipios de Navojoa y Etchojoa, Sonora. Se evaluaron cinco líneas avanzadas de garbanzo (HOGA-012, HOGA-021, HOGA-067 y, HOGA-490-2) provenientes del programa de mejoramiento de garbanzo del Campo Experimental Costa de Hermosillo, (MOGA-36) del Programa de Mejoramiento de Garbanzo del Campo Experimental Valle Fuerte y los testigos comerciales Blanco Sinaloa 92 y Costa 2004. La siembra se realizó con máquina de precisión depositando 18 semillas/m, previamente tratadas con vitavax (300 ml/100 kg de semilla) los días 28 de diciembre de 2008, en suelo de migajón arenoso y 2 de enero de 2009 en suelo de migajón limoso. Se fertilizó con la fórmula 57-18-25-24 todo antes de la siembra sobre suelo húmedo. Solamente se dio un riego de auxilio en floración entre los 48 (migajón-arenoso) y 56 (migajón-limoso) días de la siembra, cuando la planta se encontraba en la etapa de floración y formación de vainas, en ambos tipos de suelo. Para la distribución de los tratamientos se utilizó un arreglo en franjas. La parcela experimental fue de cuatro surcos de 50 m de longitud a 0.80 m de separación, la parcela útil fue de dos surcos centrales de 5 m de longitud (8 m²). En la evaluación se consideraron las siguientes variables agronómicas: días a emergencia, días floración, madurez fisiológica, reacción a roya, Botrytis, mildiú y rabia. Las escalas para medir la presencia de roya fue 1 a 5, donde 1 = sin síntomas; en mildiú y Botrytis fue 0 a 9, donde 0 = sin síntomas y 9 = 100 % de daño, en rabia se contaron las plantas afectadas por parcela y el valor calculado se expresó en porcentaje. Para la medición de variables climáticas se consideró las temperaturas máximas y mínimas, la humedad relativa máxima y mínima diarias, las cuales fueron tomadas de la Estación El Chapote (www.agroson.mx), ubicada a una distancia aproximada de 3 a 6 km de los lotes experimentales. Para la estimación de rendimiento se colectaron las plantas de la parcela útil, separando cinco con competencia completa por parcela para el conteo de número de vainas llenas y vainas vanas. El % de exportación se obtuvo pasando una muestra de 1 kg de grano por una criba 1m x 1 m con orificios de 9mm X9 mm. Los resultados se analizaron utilizando el modelo de completamente al azar, la prueba de Student-Neuman-Keul (SNK) (0.05) en la separación de medias. Para el análisis de rentabilidad se calculó el coeficiente de beneficio costo (B/C) y la ganancia neta (\$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Suelo de migajón-arenoso

En los Cuadros 1 y 2 se concentran los resultados del análisis de datos del rendimiento y sus componentes. Se observó que todos los materiales alcanzaron la madurez para corte a los 150 a 151 días. Las líneas HOGA-490-2, MOGA-36 y la variedad Costa 2004 sobresalieron en número de vainas/planta con 38.2, 37.6 y 39.9, mientras que en granos/vainas no hubo diferencia. En presencia de vainas vanas por planta destacaron HOGA-021 y HOGA-490-2 CON 1.7 y 1.9, respectivamente. Mientras que en rendimiento de grano HOGA-012, MOGA-36 y HOGA-490-2 con 4.722, 4.722 y 4.531 t ha⁻¹, siendo significativamente diferente HOGA-012 a las demás (Cuadro 2). En calidad de grano destacó la línea HOGA-067 con mayor calibre y porcentaje de

exportación con 39 granos/oz y 95% de exportación. De acuerdo con Gómez (1994) La variedad BS-92 produce 3.4 t ha⁻¹ y 38.4 semilla/oz en condiciones óptimas, mientras que la variedad COSTA 2004 en riego por goteo produce hasta 4.475 t ha⁻¹ en riego por goteo, con 60% de calibre XXX, y 36 calibre 0 (Morales *et al.*, 2004). Al respecto Auckland y van der Maesen (1980) afirma que el garbanzo crece bien en una amplia gama de suelos de buen drenaje con pH entre 6.5 8.0 y que las lluvias durante el crecimiento del cultivo pueden dañar las plantas físicamente, pero también promueve la presencia de enfermedades, reduce la eficiencia en la fertilización y el pegado de vainas. Las temperaturas óptimas para la época de floración van de 10 a 14°C, las mínimas y de 25 a 31 a madurez. Al final del ciclo, las temperaturas deben fluctuar de 14 a 35 °C.

En la Figura 1 puede apreciarse que durante la etapa de floración a madurez, la planta tuvo condiciones de 10 a 29 °C, y no hubo lluvias apreciables, lo cual contribuyó a favorecer la expresión del potencial de rendimiento de las variedades. Además, el tipo de suelo favoreció la exploración de las raíces, para la absorción de agua y nutrientes durante todo el ciclo.

CUADRO 1. RENDIMIENTO Y COMPONENTES DE SIETE LINEAS DE GARBANZO EN SUELO DE MIGAJON-ARENOSO. INIFAP 2009.

TRAT	DIAS A CORTE	VAINAS/PLANTAS	GRANOS/VAINA	VAINA A VAINA*	REND (T HA ⁻¹)	CALIBRE (GRANOS/OS)	% DE EXPORT
4. HOGA-067	150	30.4	1.2	2.3	4.007	39	95
2. HOGA-021	150	31.9	1.2	1.7	4.312	41	94
1. HOGA-012	150	33.4	1.2	2.0	4.722	40	95
6. COSTA 2004	150	39.9	1.2	2.6	4.273	41	95
3. MOGA-36	151	37.6	1.2	2.4	4.531	42	90
5. HOGA-490-2	151	38.2	1.2	1.9	4.519	49	93
7. BS-92 *	151	34.6	1.2	3.1	4.395	39	98

*Blanco Sinaloa-92

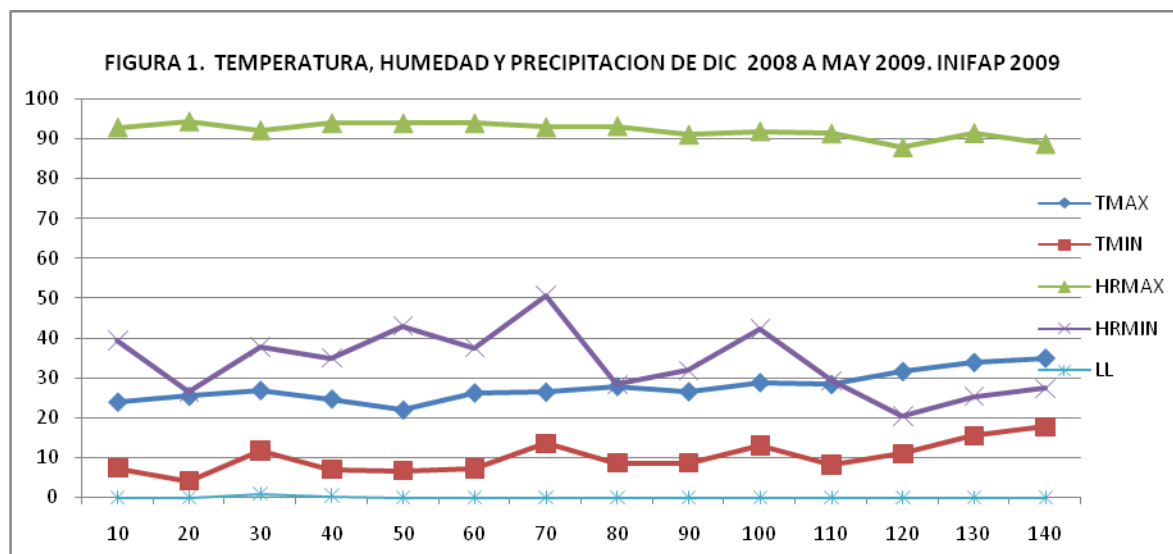
En el Cuadro 2 se muestran los resultados del análisis de rentabilidad para lo cual se consideró el rendimiento neto, es decir, lo que corresponde al % de exportación. Así, con el costo de producción del ciclo O-I 2008-09 estimado en \$16,415.00, \$960.00 ha⁻¹ de PROCAMPO y un valor de \$10,000.00 por tonelada de grano, los mejores tratamientos fueron HOGA-012, Blanco Sinaloa 92 (BS-92) y HOGA-490-2 con B/C de 2.79, 2.68 y 2.62 y ganancias de \$29,405.00, \$27,605.00 y 26,575.00 por hectárea.

CUADRO 2. RENDIMIENTO NETO, B/C Y GANANCIA EN SIETE LINEAS DE GARBANZO EN SUELO DE MIGAJON-ARENOSO. INIFAP 2009

TRAT	REND (T HA ⁻¹)	% DE EXPORT	REND NETO (T HA ⁻¹)	B/C	GANANCIA (\$)
4. HOGA-067	4.007 c	95	3.807	2.38	22,615
2. HOGA-021	4.312 abc	94	4.053	2.53	25,075
1. HOGA-012	4.722 a	95	4.486	2.79	29,405
6. COSTA 2004	4.273 bc	95	4.059	2.53	25,135
3. MOGA-36	4.531 ab	90	4.078	2.54	25,325
5. HOGA-490-2	4.519 ab	93	4.203	2.62	26,575
7. BS-92*	4.394 abc	98	4.306	2.68	27,605

DMS (0.05)=0.2907; CV=4.5%; COSTO DE PRODUCCION= \$16,415, INCLUYE RENTA DE LA TIERRA; *BLANCO SINALOA-92
PRECIO POR TONELADA=\$10,000.00 + PROCAMPO (\$960 HA⁻¹)

Las variables agronómicas se describen en el Cuadro 3, donde puede apreciarse que todos los materiales emergieron a los 18 días y alcanzaron inicio de floración a los 42 días, excepto la línea HOGA-490-2. En días madurez fisiológica destacaron HOGA-21 y HOGA-012 por su precocidad con 124, MOGA-36 fue la más tardía con 129 días. En cuanto a porte medido por la tendencia al acame, las líneas HOGA-021, HOGA-012, MOGA-36 y BS-92 mostraron hábito erecto y HOGA-067, COSTA-2004 y HOGA-490-2 tendieron a acamarse, lo cual pudo estar relacionado con la altura de planta. En lo referente a reacción a enfermedades todos los genotipos mostraron tolerancia a las principales enfermedades, excepto BS-92, la cual fue susceptible a mildiú y Botrytis. Lo anterior, pese a haberse realizado aplicaciones de fungicidas (Amistar) para combatir estas enfermedades e insecticidas (Proclaim) para las principales plagas, las cuales fueron gusano de la cápsula *Heliothis sp.* y gusano soldado *Spodoptera exigua*.



CUADRO 3. VARIABLES AGRONÓMICAS DE SIETE LINEAS ELITE DE GARBANZO EN SUELO DE MIGAJO-ARENOSO. INIFAP 2009.

TRAT	DIAS A:				AP (CM)	REACCION A:		
	E	IF	MF	A		R	M	B
4. HOGA-067	18	42	129	3	35	1.5	2	3
2. HOGA-021	18	42	124	2	41	1	1.25	2.25
1. HOGA-012	18	42	124	2	46	1.5	2	2.25
6. COSTA 2004	18	42	129	3	42	2	2	2
3. MOGA-36	18	42	134	2	35	3	3	3
5. HOGA-490-2	18	44	129	3	40	1	2	3
7. BS-92*	18	42	129	2	36	1	4	5

E=DÍAS A EMERGENCIA; IF=DÍAS A INICIO DE FLORACIÓN; MF=DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA;

A=ACAME; AP=ALTURA DE PLANTA (CM); R=REACCION A ROYA,

M=REACCION A MILDUI;

B= REACCION A BOTRYTIS; * BLANCO SINALOA 92.

Suelo migajón-limoso

En los Cuadros 4 y 5 se concentran los resultados del análisis de datos del rendimiento y sus componentes en condiciones de suelo de migajón-limoso en donde se observó que los materiales alcanzaron la madurez para corte 125 a 130 días. Las líneas HOGA-067 y HOGA-012 sobresalieron en número de vainas/planta con 26.8, 22.5, mientras que en granos granos/vainas no hubo diferencia. En presencia de vainas vanas por planta destacaron HOGA-490-2 y HOGA-12 con 1.7 y 1.4, respectivamente. En rendimiento de grano sobresalieron HOGA-012 y MOGA-36 con 3.071 y 3.041 t ha⁻¹, siendo significativamente diferentes a las demás (Cuadro 5). En calidad de grano destacó la variedad en calibre con 44 granos/oz, pero HOGA-012 produjo mayor porcentaje de exportación 91%.

CUADRO 4. RENDIMIENTO Y COMPONENTES DE SIETE LINEAS DE GARBANZO EN SUELO DE MIGAJO-LIMOSO. INIFAP 2009.

TRAT	DIAS A CORTE	VAINAS/PLANTA	GRANOS/VAINA	VAINA VANA*	REND (T HA ⁻¹)	CALIBRE (GRANOS/OZ)	% DE EXPORT
7. BS-92**	130	16.8	1.2	2.5	2.993	44	85
3. MOGA-36	130	16.3	1.2	2.1	3.041	48	86
2. HOGA-021	125	17.6	1.2	1.8	2.987	48	86
1. HOGA-012	125	22.5	1.2	2.0	3.071	50	91
4. HOGA-067	125	26.8	1.1	1.7	2.770	45	89
5. HOGA-490-2	130	16.6	1.1	1.4	2.735	51	85
6. COSTA 2004	125	23.4	1.4	2.0	2.637	51	85

*VAINAS VANAS POR PLANTA; ** BLANCO SINALOA-92

En el Cuadro 5 se muestran los resultados del análisis de rentabilidad para lo cual se consideró el rendimiento neto, es decir, lo que corresponde al % de exportación. Así, con el costo de producción del ciclo

O-I 2008-09 estimado en \$16,415.00, \$960.00 ha⁻¹ de PROCAMPO y un valor de \$10,000.00 por tonelada de grano, los mejores tratamientos fueron HOGA-012 y MOGA-36 con B/C de 1.76 y 1.65, y ganancias de \$12,485.00 y \$10,695.00 por hectárea.

Los más bajos rendimientos observados en este tipo de suelo, comparación con el de migajón-limoso se debieron a una mayor disponibilidad de agua, en este último. En ambos lotes se suministró el riego aproximadamente en la misma etapa, sin embargo, pese a que en el suelo de migajón-limoso se establecieron las variedades cinco días después, éstas tendieron a alcanzar más rápidamente su madurez, por las temperaturas imperantes y por la reducción de la humedad disponible en el suelo. Lo anterior coincide con Auckland y van der Maesen (1980) quien menciona que el garbanzo tiene un ciclo de 100 a 170 días y que la disminución del nivel en el manto freático aunado a temperaturas altas al final del ciclo, aceleran el proceso de maduración y el tamaño del grano.

CUADRO 5. RENDIMIENTO NETO, B/C Y GANANCIA EN SIETE LINEAS DE GARBANZO EN SUELO DE MIGAJON-LIMOSO. INIFAP 2009

TRAT	REND (T HA ⁻¹)	% DE EXPORT	REND NETO (T HA ⁻¹)	B/C	GANANCIA (\$)
7. BS-92*	2.992 b	85	2.543	1.61	9,975
3. MOGA-36	3.041 a	86	2.615	1.65	10,695
2. HOGA-021	2.987 b	86	2.569	1.62	10,235
1. HOGA-012	3.070 a	91	2.794	1.76	12,485
4. HOGA-067	2.769 b	89	2.464	1.50	8,226
5. HOGA-490-2	2.735 b	85	2.325	1.47	7,795
6. COSTA 2004	2.637 b	85	2.241	1.42	6,955

DMS (0.05)=0.2559; CV=6.0%; COSTO DE PRODUCCION=\$16,415

PRECIO POR TONELADA=\$10,000.00 + PROCAMPO (\$960 HA⁻¹); * BLANCO SINALOA-92

Las variables agronómicas se describen en el Cuadro 6, donde puede apreciarse que todos los materiales emergieron a los 18 días y alcanzaron inicio de floración entre 38 a 43 días. Las más precoces a IF fueron BS-92, MOGA-36 y COSTA 2004. La línea HOGA-490-2 alcanzó IF hasta los 43 días. En MF se registró una diferencia de 5 días entre los más precoces y los más tardíos. Destacaron HOGA-21, HOGA-012, HOGA-067 y la variedad Costa 2004 por su MF más temprana con 114 días. En cuanto a porte medido por la tendencia al acame, las líneas HOGA-021, MOGA-36, HOGA-067 y HOGA-490-2, BS-92 y COSTA 2004 mostraron hábito erecto y HOGA-012 tendió a acamarse, lo cual pudo estar relacionado con la altura de planta. En lo referente a reacción a enfermedades todos los genotipos mostraron aunque leves, daños de roya. En mildiú HOGA-021 mostró alta tolerancia, mientras que HOGA-490-2 presentó susceptibilidad. En cambio, la variedad BS-92 y la línea MOGA-36, ambas genotipos originarios de Sinaloa, fueron susceptibles al ataque de Botrytis. Lo anterior, pese a haberse realizado aplicaciones de fungicidas (Amistar) para combatir estas enfermedades e insecticidas (Proclaim) para las principales plagas, las cuales fueron *Heliothis sp.* y *Spodoptera exigua*.

CUADRO 6. VARIABLES AGRONÓMICAS DE SIETE LINEAS ELITE DE GARBANZO EN SUELO DE MIGAJON-LIMOSO. INIFAP 2009.

TRAT	DIAS A:				AP	REACCION A:		
	E	IF	MF	A		R	M	B
7. BS-92	18	38	119	2	45	3	3.25	3.75
3. MOGA-36	18	38	119	2	45	3	3.25	3.75
2. HOGA-021	18	41	114	3	48.75	3	2.75	2.5
1. HOGA-012	18	41	114	4	47.25	3	2	2.5
4. HOGA-067	18	41	114	3	41.25	3	3.25	2.5
5. HOGA-490-2	18	43	119	2	46.75	3	3.75	3.5
6. COSTA 2004	18	38	114	2	49	3	2.25	3

E=DÍAS A EMERGENCIA; IF=DÍAS A INICIO DE FLORACIÓN; MF=DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA;
 A=ACAME; AP=ALTURA DE PLANTA (CM); R=REACCION A ROYA,
 M=REACCION A MILDUI;
 B= REACCION A BOTRYTIS; * BLANCO SINALOA 92.

CONCLUSIONES

Los mejores suelos para la siembra de garbanzo son los del migajón-arenoso en el sur de Sonora.
 La mejor línea elite fue HOGA-012.

La baja disponibilidad de agua en el suelo y las altas temperaturas al final del cultivo, acortan el ciclo, reducen el rendimiento y merman la calidad de grano del garbanzo.

LITERATURA CITADA

- Auckland A. K. and L. J. G. van der Maesen. 1980. Chickpea. In: Hybridization of crop plants. W. R. Fehr and H. H. Hadley (Eds.). American Society of Agronomy and Crop Science Society of America. Madison, WI, USA. pp. 249-259.
- FAO, 2009. Statistical data of the Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. www.fao.org/
- Gómez G., R. M. 1994. Blanco Sinaloa-92: Nueva variedad de garbanzo para el noroeste de México. Folleto Técnico N° 13. SAGAR-INIFAP-Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán Sinaloa. 12 p.
- Manjarrez S., P., J. A. Morales G., y R. A. Salinas P. 2007. Futuras variedades de garbanzo blanco a ser liberadas por el INIFAP para el Estado Sinaloa. II Encuentro Regional de Integrantes del Sistema Producto Garbanzo en Sinaloa. Memoria Técnica N° 2. Culiacán, Sinaloa, México. pp. 1
- Mexía S. E. 2007. Efecto de reguladores hormonales en garbanzo blanco *Cicer arietinum* L. en fechas tardías. Tesis Ingeniero Agrónomo. División de Ciencias e Ingeniería. Departamento de Ciencias Químico-Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Sonora. Unidad Regional Sur Navojoa, Sonora. 54 p.
- Morales G., J. A., L. J. Durón N., G. Martínez D., J. H. Núñez M. y A. Fu C. 2004. EL Cultivo del garbanzo blanco en Sonora. Libro Técnico N° 6. SAGAR-INIFAP-CEVY-CIRNO-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, México. p. 11.
- Morales G., J. A., P. Manjarrez S., N. Castillo T., R. A. Salinas P., L. Montoya C., y I. Padilla V. 2005. Costa 2004: Nueva variedad de garbanzo blanco para la Costa de Hermosillo. Folleto Técnico N° 28. SAGAR-INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora. 20 p.
- Morales G., J. A., P. Manjarrez S., y R. A. Salinas P. 2004. Mejoramiento genético y variedades. En: EL Cultivo del garbanzo blanco en Sonora. Libro Técnico N° 6. SAGAR-INIFAP-CEVY-CIRNO-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, México. p. 77.
- Padilla V., I. J. E. Ortiz E., I. Armenta C., y S. Sepúlveda M. 2008a. Evaluación de variedades de garbanzo blanco bajo condiciones de riego por goteo en el Valle de Guaymas-Empalme, Sonora. Memoria del Día del Productor 2008. Publicación Especial N° 15. SAGAR-INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. pp. 45-48.

- Padilla V., I. R. A. Salinas P., P. F. Ortega M. y E. Sánchez S. 2008b. Comportamiento agronómico de siete líneas elite de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en condiciones de riego en el Valle del Mayo, Sonora. Res. XXII Congreso Nacional Y Segundo Internacional de Fitogenética, 21 al 26 de septiembre de 2008. Texcoco, Edo. de México. p. 169.
- SAGARPA, 2009. Datos estadísticos del Distrito de Desarrollo Rural N° 149-Navojoa. Navojoa, Sonora, México.
- Zazueta M., O. 2008. Perspectivas de comercialización del garbanzo en los mercados internacionales ciclo 2008-2009. V Jornada de transferencia de tecnología del cultivo de garbanzo. Fundación Produce Sinaloa. Memoria de Capacitación. pp. 47-50.

EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE OLIVO (*OLEA EUROPAEA L.*) PARA ACEITE BAJO CONDICIONES DESÉRTICAS DE SONORA.

Raúl Leonel Grijalva Contreras¹, Arturo López Carvajal¹, Rubén Macías Duarte, Fabián Robles Contreras¹, Manuel de Jesús Valenzuela Ruiz¹ y Fidel Núñez Ramírez². ¹Investigadores del Sitio Experimental de Caborca-INIFAP Avenida S No. 8 Norte. Apdo. Postal 125. H. Caborca, Sonora, México. Tel. (01) 6373720623. ²Estudiante de Doctorado en la Universidad Autónoma de Baja California. grijalva.raul@inifap.gob.mx.

Palabras clave: Variedades, fenología, rendimiento, calidad, aceite de oliva.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluaron seis cultivares de olivo italianos para la producción de aceite (Grossa di Cassano, Nocellara Messinese, Nocellara del Belice, Leccino, Coratina, Carolea y Manzanillo como testigo). El trabajo se realizó en el Campo Experimental del INIFAP en Caborca, Sonora durante el año 2007. La plantación se realizó en el 2000 a un distanciamiento de 8x8 m (156 árboles ha⁻¹) y bajo riego por goteo. El análisis estadístico indicó diferencias altamente significativas en el rendimiento entre los cultivares, siendo los más productivos Nocellara Messinese, Carolea, Coratina, y Leccino con 150.2, 140.4, 126.3 y 100.1 kg árbol⁻¹, respectivamente, siendo entre ellos estadísticamente iguales, seguido por los cultivares Nocellara de Belice y Grossa di Cassano con 57.7 y 40.5 kg árbol⁻¹. El cultivar Manzanillo produjo 90.8 kg árbol⁻¹. Por otro lado, el rendimiento graso osciló entre 5.9 a 16.4% siendo más alto en el cultivar Carolea.

ABSTRACT

In this trial we evaluated six olive tree cultivars for oil production from Italy (Grossa di Cassano, Nocellara Messinese, Nocellara of Belice, Leccino, Coratina, Carolea and Manzanillo as control). This research was carried out at INIFAP (Experimental Station Caborca, Sonora, Mexico) during 2007 year. The olive trees were planted on February, 2000. The distance between trees was 8x8 m (156 trees ha⁻¹) using drip irrigation system. Yield was affected significantly among cultivars, in this case Nocellara Messinese, Carolea, Coratina, and Leccino cultivars were higher yield with 150.2, 140.4, 126.3 and 100.1 kg tree⁻¹, respectively followed by Nocellara of Belice and Grossa di Cassano with yield of 53.0, 52.1, 50.0 and 50.0 kg tree⁻¹, respectively. Manzanillo cultivar obtained yield of 90.8 kg tree⁻¹. By other side, oil content varied between 5.9 to 16.4%. Carolea cultivar was the best in oil content.

INTRODUCCIÓN

La producción comercial de olivo en el mundo se encuentra entre los 30° y 45° de latitud norte y sur. Los árboles son dañados a temperaturas por debajo de los 9°C. En regiones tropicales los olivos crecen vegetativamente pero no producen flores debido a la falta de frío invernal. La producción del olivo en el mundo alcanza una media anual del orden de 12 millones de toneladas de aceitunas, de las que el 90% se destinan a la obtención de aceite y el 10% se consumen procesadas para aceituna de mesa. El principal país productor de aceite de olivo es España con el 30% y junto con Italia, Grecia y Turquía llegan a producir el 79% de la producción mundial. En España los cultivares más utilizados son Picual, Cornicabra y Hojiblanca en tanto, en Italia son Leccino y Frantoio (Civantos, 2001). En México la superficie plantada de olivo para el 2007 fue de 8,051 ha de las cuales 4,112 se encuentran en etapa productiva que producen 15,936 toneladas anuales con un valor de la producción de 88.9 millones de pesos (SIAP, 2007). En la región olivícola de Caborca, Sonora las 2600 ha de olivo el 90% se destina a la producción de aceituna verde para encurtido para el mercado Norteamericano que demanda principalmente al cultivar Manzanillo, siguiéndole en importancia Misión; aunque este segundo es mucho menos demandado por el comercializador y el mercado. Los principales limitantes en el sistema de producción han sido ya identificadas y algunas de ellas parcialmente resueltas. No obstante, en los últimos años el aspecto agroindustrial ha cobrado interés en Caborca, a tal grado que se han instalado empresas interesadas en aceite de oliva y la tendencia del mercado es hacia una mayor demanda de este producto (Grijalva *et al.*, 2007)

Investigaciones sobre el comportamiento de seis cultivares de olivo realizadas en Uruguay señalan un periodo de floración y maduración del fruto muy amplio entre los cultivares, la floración se extendió desde el 01 de septiembre hasta el 30 de octubre y la maduración de fruto se alcanzó del 26 de marzo al 15 de mayo. Los cultivares que obtuvieron los mayores rendimientos al quinto año de plantado fueron Picual, Arbequina, Manzanilla, Barnea, Leccino y Frantoio con 17.9, 14.7, 12.7, 12.5, 12.4 y 7.0 kg planta⁻¹, respectivamente. Por otro lado, el contenido de aceite varió de 6.3 a 15.2% siendo mayor en Frantoio y menor en Manzanillo (Villamil *et al.*, 2007).

Trabajos similares realizados en España pero bajo condiciones de temporal señalan que los cultivares mas productivos fueron Arbequina, Leccino, Picholine, Blanqueta de Elvas y Manzanilla con rendimiento acumulado en los primeros de 10 años de plantados de 242, 241, 229, 217 y 152 kg árbol⁻¹, respectivamente. En contenido de aceite, el mejor fue Carolea con 53.3% expresado como porcentaje de materia seca (Tous *et al.*, 2002).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue introducir y evaluar materiales de olivo, a fin de seleccionar aquellos que muestren el mayor potencial de adaptación y producción de aceituna y aceite bajo condiciones desérticas y ofrecer diversas opciones a los productores regionales y de otras zonas con interés.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó durante el 2007 en el Campo Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias en Caborca, Sonora, México. El experimento consistió en la evaluación de seis cultivares italianos (Grossa di Cassano, Nocellara Messinese, Nocellara del Belice, Leccino, Coratina, Carolea y Manzanillo como testigo). El lote de cultivares se estableció en febrero del 2000 a un distanciamiento de 8x8 m (156 árboles/ha), y bajo riego por goteo. La polinización fue natural entre los mismos cultivares. Las variables evaluadas fueron 1. Periodo de floración, el cual se midió visualmente a partir de la primeras flores abiertas (5%) hasta casi el final de floración (95%), 2. Periodo de maduración del fruto, se cuantificó en forma visual a partir del envero del fruto hasta el 80 % de aceitunas maduras, 3. Densidad floral, se determinó por el número de flores por área de la rama, 4. Amarre de fruto, se determinó como el porcentaje de flores que llegó a fruto maduro, tanto la densidad floral como el porcentaje de amarre se cuantificó en cuatro ramas por árbol, colocada a la misma altura y una en cada punto cardinal, 5. El rendimiento de aceituna, se determinó en kg árbol⁻¹, 6. Rendimiento graso, el cual no se analizó estadísticamente, para la extracción de aceite se utilizó un molino experimental de prensa con una capacidad de 80 kg/hora, tomándose una muestra de 85 kg de aceituna madura por cultivar, 7. Tamaño de aceituna, se determinó el peso, longitud y diámetro del fruto maduro, y 8. Relación pulpa-hueso en aceituna verde. Para estas dos últimas variables se analizaron 200 frutos por árbol. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones, tomándose como unidad experimental un árbol. Para separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1). Fenología

En el Cuadro 1 se muestran el periodo de floración y cosecha en los diferentes cultivares de olivo bajo estudio, incluyendo como referencia a 'Manzanillo'. Como se aprecia, los cultivares tuvieron su periodo de floración entre el 22 de marzo y el 13 de abril, habiendo poca diferencia entre ellos y fueron mas tardíos en comparación con 'Manzanillo'. El inicio de floración en este último cultivar fue similar a lo observado en la mayoría de los años; por otro lado, el periodo de floración durante 2007 fue corto en comparación con otros años. Esto podría explicarse a la ocurrencia de altas temperaturas (32 a 36°C) durante ese periodo. El periodo de cosecha para la obtención de aceite (50% de fruta negra en el árbol) se presentó durante el periodo del 14 al 30 de septiembre en cinco cultivares (Nocellara de Belice, Grossa Di Cassano, Carolea, Nocellara Messinese y Leccino. Manzanillo alcanzó su maduración el 20 de agosto y el más tardío fue Coratina que maduró hasta el 26 de noviembre.

2). Densidad floral y porcentaje de amarre

La densidad de flores, no presentó diferencia estadística entre los cultivares y varió entre 172.4 y 306.8 flores/cm², siendo el de mayor valor el cultivar Nocellara de Messinese y el menor para Nocellara de Belice. El porcentaje de amarre en las inflorescencias, tampoco presentó diferencia significativa entre los cultivares y el porcentaje osciló entre 10.0 y 46.0 (Cuadro 2).

3). Rendimiento de aceituna y graso

El análisis estadístico indicó diferencias altamente significativas en el rendimiento entre los cultivares, siendo los más productivos Nocellara Messinese, Carolea, Coratina, y Leccino con 150.2, 140.4, 126.3 y 100.1 kg/árbol, respectivamente, siendo entre ellos estadísticamente iguales. Por otro lado, los cultivares de menor rendimiento fueron Nocellara de Belice y Grossa di Cassano con 57.7 y 40.5 kg/árbol. El cultivar Manzanillo produjo 90.8 kg/árbol. Por otro lado, el rendimiento graso no se analizó estadísticamente y osciló entre 5.9 a 16.4 siendo más alto en el cultivar Carolea. En Manzanillo fue de 11.6 (Cuadro 3). El contenido de aceite encontrado entre los cultivares es similar a lo reportado por Villamil *et al* (2000) aunque con la diferencia que ellos señalan a Manzanilla como el más bajo en aceite con 6.3%; pero inferior a lo encontrado por Barranco (2001) donde señala que los cultivares comerciales destinados para la producción de aceite en España tienen un rendimiento graso entre 14.5 y 22.2%. El alto contenido de aceite encontrado en Carolea coincide con lo consignado por Tous *et al.*, (2002).

Cuadro 1. Periodo de floración y cosecha de cultivares de olivo. Sitio Experimental Caborca. INIFAP. Ciclo 2007-2008.

Cultivar	Periodo de floración	Inicio de maduración
Nocellara de Belice	01 abril – 11 abril	14 septiembre
Nocellara Messinese	30 marzo – 13 abril	24 septiembre
Carolea	30 marzo – 12 abril	22 septiembre
Coratina	30 marzo – 12 abril	26 noviembre
Leccino	01 abril - 12 abril	30 septiembre
Grossa di Cassano	03 abril - 12 abril	15 septiembre
Manzanillo	22 marzo - 3 abril	20 agosto

Cuadro 2. Densidad floral y porcentaje de amarre en las inflorescencias de cultivares de olivo. Sitio Experimental Caborca. INIFAP. Ciclo 2007-2008.

Cultivar	Densidad floral (inflorescencias/cm ²)	Amarre en inflorescencias (%)
Nocellara de Belice	172.4 a ^z	10.0 a
Nocellara Messinese	306.8 a	23.5 a
Carolea	237.2 a	25.5 a
Coratina	194.0 a	46.0 a
Leccino	263.9 a	20.3 a
Grossa di Cassano	296.1 a	25.4 a
Manzanillo	213.4 a	31.8 a
Significancia	0.373	0.298
C.V. (%)	39.5	73.8

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 5%).

Cuadro 3. Rendimiento de aceituna y aceite en cultivares de olivo. Sitio Experimental Caborca. INIFAP. Ciclo 2007-2008.

Cultivar	Rendimiento de aceituna (kg/árbol)	Rendimiento graso (%)
Nocellara Messinese	150.2 a ^z	6.4
Carolea	140.4 ab	16.4
Coratina	126.3 a-c	5.9
Leccino	100.1 a-d	7.5
Manzanillo	90.8 b-d	11.6
Nocellara de Belice	57.7 de	6.1
Grossa Di Cassano	40.5 e	7.2
Significancia	0.001	
C. V. (%)	12.5	

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05%)

Cuadro 4. Calidad de aceituna en cultivares de olivo. Sitio Experimental Caborca. INIFAP. Ciclo 2007-2008.

Cultivar	Peso (g)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
Nocellara Messinese	5.9 b ^z	19.7 b	27.6 b
Carolea	5.9 b	20.0 b	27.8 b
Coratina	3.3 d	15.5 d	22.6 d
Leccino	4.8 c	18.4 c	24.9 c
Manzanillo	5.7 b	20.0 b	24.0 cd
Nocellara de Belice	8.0 a	22.7 a	30.7 a
Grossa Di Cassano	5.0 c	18.7 c	26.8 b
Significancia	0.000	0.000	0.000
C. V. (%)	3.3	1.2	1.9

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05%)

4). Tamaño de aceituna

En el Cuadro 4 se presenta el peso, longitud y diámetro del fruto y se obtuvo diferencias altamente significativas en todas las características variables evaluadas. El peso del fruto, el mayor fue para Nocellara de Belice con 8.0 g/fruto, siendo estadísticamente diferente al resto de los cultivares, seguido por Nocellara Messinese, Carolea y Manzanillo con 5.9, 5.9 y 5.7 g/fruto, respectivamente y el de menor tamaño fue para Coratina con 3.3 g/fruto. El diámetro de fruto, fue mayor para el cultivar Nocellara de Belice con 22.7 mm, seguido por Manzanillo, Carolea y Nocellara Messinese con 20.0, 20.0 y 19.7 mm, respectivamente. Finalmente, la longitud del fruto el mayor fue para Nocellara de Belice con 30.7 mm, seguido por Carolea, Nocellara Messinese y Grossa di Cassano con 27.8, 27.6 y 26.8 mm respectivamente y la menor longitud fue para Coratina y Manzanillo con 22.6 y 24.0, mm respectivamente.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de manejo en la que se llevó a cabo el presente experimento es posible recomendar para regiones desérticas el cultivar de olivo Carolea por su alto potencial de rendimiento de aceite.

LITERATURA CITADA

- Civantos, L. 2001. La olivicultura en el Mundo y en España. In: El Cultivo del olivo. Barranco, D., R. Fernández-Escobar y L. Rallo (Eds). Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp-19-34
- Grijalva, C.R.L., A. López C., A. Fimbres F., R. Macías D. y F. Robles C. 2007. Investigación y transferencia de tecnología para la reactivación del olivo en Caborca, Sonora. Informe anual (Inédito). INIFAP-CIRNO-SECAB.
- SIAP. 2007. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México. <http://www.siap.gob.mx>
- Tous, J., Romero A., Plana J. and Hermoso J. F. 2002. Behaviour of ten mediterranean olive cultivars in the northeast of Spain. Acta Hort (ISHS) 586:113-116. http://www.actahort.org/book/586/586_15.htm.
- Villamil, J., Cabrera D., Villamil J.J. y Rodríguez P. 2007. Evaluación de variedades de olivo. Serie de actividades de difusión No.512. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay. 6 p.

CONTROL QUÍMICO DE LA FALSA CENICILLA DEL CÁRTAMO (*RAMULARIA CARTHAMI*) EN EL SUR DE SONORA.

José Alfonso Ramírez Arredondo¹, Fernando Cabrera Carbajal¹, Jesús Rafael Valenzuela Borbón¹, Lope Montoya Coronado¹, Manuel de Jesús Beltrán Fonseca¹ y Ernesto Sánchez Sánchez¹. ¹INIFAP-Sitio Experimental Valle del Mayo. Apdo. postal 189, Navojoa, Sonora, México. C P 85800. Fax: 01(642)4233045. ramirez.alfonso@inifap.gob.mx

Palabras clave: cártamo, falsa cenicilla, *Ramularia carthami*, control químico, fungicidas, niveles de infección.

RESUMEN

Ocho fungicidas fueron evaluados en la variedad de cártamo S-518 para el control de la falsa cenicilla (*Ramularia carthami*) en el Valle del Mayo, Sonora, México, durante el ciclo 2007-2008. Los fungicidas fueron benomil (Blindaje 0.5 kg/ha), clorotalonil (Cheyene 2.0 lt/ha), tiofanato metílico (Cercobin 0.7 kg/ha), carbendazim (Derosal 0.5 lt/ha), kasugamicina (Kasumin 0.75 lt/ha), Pyraclostrobin (Headline 0.5 kg/ha), Kresoxim metil (Stroby 0.25 kg/ha), azoxystrobin (Amistar 0.25 kg/ha), y testigo (agua). Los fungicidas fueron aplicados a dos niveles de severidad: nivel 1 sin síntomas, nivel 2 a 0.48 % en el tercio superior. Se obtuvo el mayor control y rendimiento en los dos niveles con Kresoxim metil, azoxystrobin, carbendazim, clorotalonil y tiofanato metílico. Kasumin tuvo control deficiente de la enfermedad.

ABSTRACT

Eight fungicides were tested on S-518 Safflower to control of false powdery mildew (*Ramularia carthami*) in the Mayo Valley, Sonora, during 2007-2008 cycle. The fungicides were benomil (Blindaje 0.5 kg / has), chlorothalonil (Cheyene 2.0 lt / has), methyl tiofanato (Cercobin 0.7 kg / has), carbendazim (Derosal 0.5 lt / has), kasugamicina (Kasumin 0.75 lt / has), Pyraclostrobin (Headline 0.5 kg / has), Kresoxim methyl (Stroby 0.25 kg / has), azoxystrobin (Amistar 0.25 kg / has), and control (water). The fungicides were applied to two severity levels: level 1 without symptoms, level 2 to 0.48 % in the upper third. The best control of false powdery mildew and yields in two levels were with Kresoxim methyl, azoxystrobin, carbendazim chlorothalonil, methyl tiofanato. Kasumin showed poor impact on the disease.

INTRODUCCIÓN

El cártamo cubrió una superficie de 90, 000 ha en el Sur de Sonora durante el ciclo 2003-04. Este cultivo es afectado por roya (*Puccinia carthami*), mancha foliar (*Alternaria carthami*), y a partir del año 2001, por una nueva enfermedad conocida comúnmente como "falsa cenicilla". Esta se manifiesta en las hojas como manchas circulares hasta de un cm de diámetro, de color café claro y con aspecto blanquecino, que corresponde a esporas hialinas y generalmente bicelulares del hongo *Ramularia carthami* (1). Este patógeno esta consignado como agente causal de la mancha foliar en cártamo en la India, Israel, Pakistán (1, 3, 4) y recientemente en California USA (5). En el sur de Sonora, esta nueva enfermedad ha sido común en los siete ciclos pasados. Actualmente se le encuentra en cártamos desde las primeras etapas de desarrollo y a niveles de severidad que ha obligado a los productores a iniciar aplicaciones tempranas de fungicidas. En la región, existe información escasa sobre su control (7, 8). En investigaciones realizadas anteriormente en el Sur de Sonora en la búsqueda de alternativas de control químico contra la falsa cenicilla del cártamo (*Ramularia carthami*), solo los tratamientos a base de carbendazim, difenoconazol, trifloxystrobin y tiofanato metílico han ejercido un control satisfactorio de la enfermedad (8). Considerando lo anterior, se realizó la presente investigación basada en el principio de control químico.

OBJETIVOS

Encontrar nuevas alternativas en el control químico de *Ramularia carthami* bajo las condiciones naturales del Sur de Sonora. Asimismo, determinar los niveles de severidad para iniciar las aplicaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Sitio Experimental Valle del Mayo en un lote de cártamo, variedad S-518, sembrado el 28 de diciembre de 2007. El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro

repeticiones con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande correspondió al nivel de severidad de falsa cenicilla al cual se iniciaron las aplicaciones y las parcelas chicas fueron los tratamientos con fungicidas. La parcela experimental fue de cuatro surcos de 5 m de longitud, la parcela útil estuvo formada por los dos surcos centrales de 2 m de longitud.

Los tratamientos evaluados fueron: benomil (Blindaje 0.5 kg/ha), clorotalonil (Cheyene 2.0 lt/ha), tiofanato metílico (Cercobin 0.7 kg/ha), carbendazim (Derosal 0.5 lt/ha), kasugamicina (Kasumin 0.75 lt/ha), Pyraclostrobin (Headline 0.5 kg/ha), Kresoxim metil (Stroby 0.25 kg/ha), azoxystrobin (Amistar 0.25 kg/ha), y Testigo (agua). En todos los tratamientos se utilizó el adherente Break Thru en dosis de 60 ml/ha. Los niveles de severidad, al cual se iniciaron las aplicaciones, fueron dos; Nivel 1 cuando se observaron las primeras lesiones en el tercio medio y ausente la enfermedad en el tercio superior. Nivel 2 cuando se tuvo 0.48 % de área foliar dañada (AFD) en el tercio superior. Nivel 1 se realizaron dos aplicaciones en los días 7 de marzo (69 días posterior a la siembra y en etapa de ramificación) y 11 de abril (104 días posterior a la siembra y en etapa final de formación de botones). Nivel 2 solo una aplicación el día 11 de abril. En la evaluación se consideró AFD y el rendimiento.

Para el análisis de la epidemia los datos promedio del por ciento de AFD en el testigo fueron ajustados al modelo Logístico, monomolecular y Gompertz (Berger, 1981). La tasa de desarrollo en porcentaje de daño/día fue utilizada para obtener el periodo significativo durante el cual la enfermedad alcanzó el máximo desarrollo. Las tasas diarias de incremento significativo en la curva sigmoide obtenida, fue analizada con regresión múltiple con los datos diarios y desfasados de temperatura mínima, temperatura máxima, humedad relativa y precipitación de la estación climatológica del Sitio Experimental Valle del Mayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros síntomas de falsa cenicilla en el lote experimental se observaron el 7 de marzo, pero no prosperó debido a las bajas temperaturas prevalecientes en las tres primeras semanas de marzo. Posterior a las temperaturas máximas y mínimas de 18.4 y 2.7 °C registradas el 17 y 18 de marzo, respectivamente, la falsa cenicilla fue favorecida durante 39 días comprendidos entre el 22 de marzo al 30 de abril, con temperaturas promedio máximas y mínimas de 29.9 y 9.4 C°, correspondientemente. Durante este periodo la humedad relativa promedio fue de 66.1 % y estuvo asociada negativamente con el desarrollo de la enfermedad, durante este lapso de tiempo las precipitaciones estuvieron ausentes (Figura 1 y Cuadro 1).

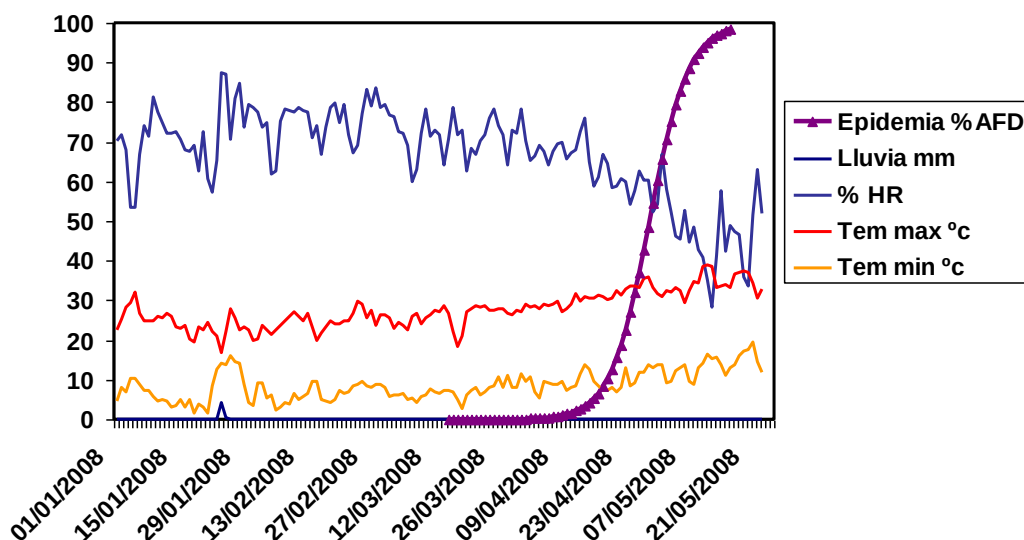


Figura 1.-Condiciones durante el desarrollo de la falsa cenicilla del cártamo en el sur de Sonora. Ciclo 2007-08.

Cuadro 1.- Valores de variables climatológicas asociadas al desarrollo de la falsa cenicilla del cártamo en el sur de Sonora. CIRNO-INIFAP. 2008.

Periodo 2008		Variables del clima			
Clima	Epidemia	Tem max (°C)	Tem min (°C)	HR (%)	Lluvia
22/03-30/04	28/03-6/05	+29.9	+9.4	-66.1	-----

(+) Promedios asociados positivamente con el desarrollo de la falsa cenicilla

La epidemia tuvo su mayor desarrollo significativo durante el periodo del 19 de abril al 6 de mayo, este comprendió 17 días y en el cual la enfermedad desarrollo del 10.2 al 86.0 % en las parcelas testigo, con tasas de 1.9 a 5.8 % de incremento/día (Figuras 2 y 3). La epidemia de falsa cenicilla del cártamo en 2008, es la más atrasada en el tiempo en relación a ciclos pasados (Figura 2), esto debido a las condiciones que predominaron durante los meses de marzo y abril, y las cuales fueron temperaturas máximas y mínimas inferiores a 24.9 y 9.1, °C, así como a la humedad relativa menor a 71.5 % y asociada negativamente, además a la ausencia de lluvias (Ramírez, 2007). Las aplicaciones que iniciaron en el nivel 1 el día 7 de marzo y se repitieron hasta el 11 de abril (fecha en la cual se iniciaron las aplicaciones en el nivel 2) estuvo anticipada 8 días a la fase de mayor desarrollo significativo de la epidemia que inició el 19 de abril. La protección promedio con los fungicidas se considera de 20 días, la cual feneció el día 1° de mayo, fecha en la cual la epidemia alcanzó el 65.6 % de severidad en los testigos y sobrepasó el punto de inflexión de la curva (Figuras 2 y 3). Las tasas de desarrollo se reducen gradualmente debido a menor follaje sano disponible, ya que el cultivo se encontraba en etapa de llenado de grano (124 días posteriores a la siembra y a 20 días de madurez fisiológica).

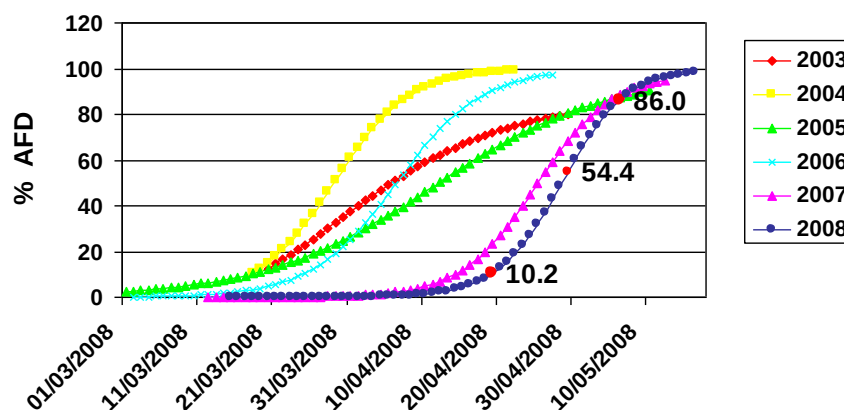


Figura 2.-Desarrollo de la falsa cenicilla del cártamo en el sur de Sonora. CIRNO-INIFAP.

El análisis de severidad en los tratamientos realizados el 3 de mayo, indica que hubo diferencia significativa entre los niveles de severidad a los cuales se iniciaron las aplicaciones con promedios de 15.7 y 28.5% para los niveles 1 y 2, respectivamente (Cuadro 2). La interacción también fue significativa, los tratamientos que presentaron mayor efectividad con inicio de aplicaciones al nivel 1 fueron: Blindaje, Derosal, Cheyene, Cercobin y Amistar. Los tratamientos que tuvieron la misma efectividad de control en los dos niveles fueron Stroby y Headline. El análisis de rendimiento también indicó diferencias significativas entre los dos niveles a los cuales se iniciaron las aplicaciones con promedios de 2.673 y 2.557 ton/ha en el nivel 1 y nivel 2, respectivamente. En el nivel 1 los fungicidas sobresalientes fueron Amistar, Derosal, stroby, Cheyene, Blindaje y cercobin. El tratamiento con Headline aún cuando ejerció excelente control no se ubicó entre los mejores rendimientos. Los tratamientos con mayores rendimientos en el nivel 2 fueron Stroby, Amistar, Derosal, Headline, Cheyene y cercobin. Los tratamientos sobresalientes que conservaron su efectividad en rendimiento a los dos niveles fueron

Stroby y Amistar. El tratamiento con kasumin incluido por primera ocasión en la evaluación contra falsa cenicilla resulto con baja efectividad (Cuadro 2). En investigaciones anteriores, el inicio de las aplicaciones a niveles de 0.8 % había resultado efectivo (Ramírez et al, 2008), pero en este trabajo los resultados indican que el inicio de las aplicaciones a niveles mayores a 0.48 % en el tercio superior puede ser riesgoso, debido a que las tasas de incremento de la epidemia de falsa cenicilla en su punto de máximo desarrollo puede ser hasta de 5.8/día, como sucedió durante 2008, año en que resultó ser la más alta en seis años de investigación (Figura 3).

Cuadro 2.- Severidad y rendimiento de cártamo con inicio de aplicaciones de fungicidas a dos niveles de infección. CIRNO-INIFAP, 2008.

Fungicida	Nivel 1 (0.0 % en TS)		Nivel 2 (0.48 % en TS)	
	Severidad	Rendimiento	Severidad	Rendimiento
Stroby	3.0 c*	2.770 a b	15.0 e	2.824 a
Amistar	0.2 c	2.870 a	18.4 d e	2.820 a
Derosal	4.0 c	2.829 a b	29.8 c d	2.674 a b
Headline	0.0 c	2.608 b c	11.2 e	2.612 a b c
Cheyene	2.8 c	2.741 a b	35.6 b c	2.558 a b c
Cercobin	1.9 c	2.662 a b c	19.2 d e	2.554 a b c
Blindaje	6.0 c	2.754 a b	20.0 d e	2.449 b c
Kasumin	51.0 b	2.499 c	45.6 b	2.341 c d
Testigo	73.0 a	2.228 d	62.0 a	2.133 d

*Valores con la misma letra entre columnas, sin diferencia significativa DMS 0.05. TS= tercio superior

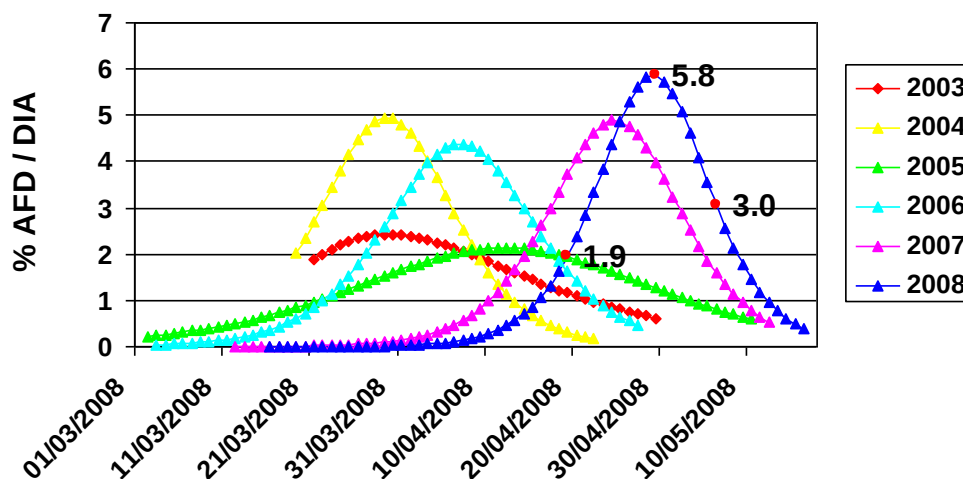


Figura 3.- Tasas de desarrollo de la falsa cenicilla del cártamo en el sur de Sonora. CIRNO-INIFAP

CONCLUSIONES

- Las condiciones de temperaturas Máximas y mínimas de 29.9 y 9.4 °C, respectivamente, favorecieron el desarrollo de la falsa cenicilla del cártamo.
- El mejor control de la falsa cenicilla y los mayores rendimientos de cártamo se obtuvieron con los fungicidas Stroby, Amistar, Derosal, Cheyene y cercobin.

- Los niveles de severidad para iniciar aplicaciones contra la falsa cenicilla en etapa de formación de botones deben ser menores a 0.48 % de follaje dañado en el tercio superior

LITERATURA CITADA

- Ashri, A. 1961. The susceptibility of safflower varieties and species to several foliage disease in Israel. Plant Dis. Rep. 45: 146-150.
- Berger, R. D. 1981. Comparison of the Gompertz and Logistic equations to describe plant disease progress. Phytopathology 71: 716-719
- Hussain CH. A. 1981. The present status of research and development of safflower. First International safflower Conference. University Of California Davis, California. p 7.
- Karve, A. D. Deshmukh A. K. and Qadri M. H. 1981. Breeding disease resistant safflower for cultivation. First International safflower Conference. University Of California Davis, California. P 18.
- Hostert, D.N. 2006. First Report of *Ramularia carthami*, Causal Agent of *Ramularia* Leaf Spot of Safflower, in California. Department of Plant Pathology, University of California. Plant Disease. 90:1260.
- Ramírez A. J. A. 2007. Epidemiología de la Falsa Cenicilla o Mancha Foliar (*Ramularia carthami*) del Cártamo en el Valle del Mayo, Sonora. X Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali B.C.
- Ramírez A. J. A., Armenta C. C. M. Cabrera C. F. y Montoya C. L. 2005. Eficacia de fungicidas en el control de roya (*Puccinia carthami*) y mancha foliar (*Ramularia carthami*) del cártamo en el Valle del Mayo, Sonora, México. VIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali B. C.
- Ramírez A. J. A., Cabrera C. F., Armenta C. C. M., Valenzuela B. J. R. y Montoya C. L. 2008. Eficacia de fungicidas en el control de la falsa cenicilla o mancha foliar del cártamo (*Ramularia carthami*) en el sur de Sonora. XI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali B.C.

FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y MONITOREO DE NO_3 EN EXTRACTO CELULAR DE TALLO DEL CULTIVO DE TRIGO

Fidel Núñez Ramírez¹, Fabián Robles Contreras², Raúl Leonel Grijalva Contreras² y Rubén Macías Duarte². ¹Estudiante de Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. kbork2@yahoo.com y ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Caborca Sonora.

Palabras clave: Urea, trigo, nutrición vegetal, nitrógeno.

RESUMEN

El desmedido incremento en los costos de producción de cultivos obligan a los productores de trigo, especialmente en el Noroeste de México, a hacer un uso eficiente de los recursos al tiempo que sostienen o incrementan los rendimientos. Con el objetivo de obtener una dosis óptima de fertilización nitrogenada y definir rangos de suficiencia en extracto celular de tallo relacionado a altos rendimientos, se evaluaron cuatro dosis ($0\text{-}460 \text{ kg ha}^{-1}$) de fertilización nitrogenada en forma de urea a lo largo de la estación de crecimiento del cultivo de trigo. La respuesta del cultivo a los parámetros de rendimiento fue afectada significativamente. El máximo rendimiento (8.7 Ton ha^{-1}) se alcanzó con la aplicación de $230 \text{ kg de N ha}^{-1}$. Por otro lado, la relación entre la concentración de nitratos en savia del tallo y el rendimiento del cultivo en tres fechas evaluadas, resultó ser significativa. Las concentraciones encontradas relacionadas al 90 y 100% del rendimiento relativo del cultivo fluctuaron entre los 4000-5500 a los 41 días después de la siembra (DDS) y de los 400-500 $\text{mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$, a los 101 DDS.

ABSTRACT

The excessive increase in the production costs of crops, forces the wheat producers, especially in the Northwest of Mexico, to make an efficient use of the resources while they maintain or they increase the yields. With the aim of obtaining an optimal dose of nitrogen fertilization and defining ranks of sufficiency in cellular extract of stem, related to high yield, four doses ($0\text{-}460 \text{ kg has}^{-1}$) of nitrogen fertilization in the form of urea throughout the station of growth of wheat were evaluated. The crop yield parameters were significantly affected. The maximum yield (8.7 ton ha^{-1}) was reached with the application of $230 \text{ kg of N ha}^{-1}$. On the other hand, the relationship between the nitrate concentration in stem sap and yield of the three evaluated dates, also was significant. The concentrations found related to 90 and 100% of the relative yield of the crop fluctuated between the 4000-5500 to the 41 days after seedtime (DDS) and of 400-500 $\text{mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$, at the 101 DDS

INTRODUCCIÓN

El análisis de nitratos en tejido foliar seco es una herramienta que permite evaluar el estado nutricional de los cultivos. Esto permite manipular las dosis originalmente planteadas en busca de optimizar los rendimientos y bajar costos de producción por la aplicación excesiva de fertilizantes. Sin embargo, tiene la desventaja de ocuparse hasta una semana en obtener los resultados analíticos, tiempo que resulta de primordial importancia al corregir alguna deficiencia en el cultivo. Recientemente se ha introducido el análisis en extracto celular con equipo analítico de uso portátil (Thompson et al. 2004), el cual tiene la ventaja de obtener resultados el instante permitiendo corregir las dosis originalmente planeadas en pro de afectar positivamente los rendimientos. Actualmente en la región de Caborca, Sonora el cultivo de trigo continua sembrándose de manera considerable, sin embargo los altos costos de producción ocasionados por el alza de los fertilizantes nitrogenados obliga a los productores a realizar un manejo eficiente del nitrógeno al tiempo que incrementa sus rendimientos.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue: 1) evaluar la respuesta del cultivo de trigo a la fertilización nitrogenada y 2) obtención de rangos de suficiencia para nitratos en extracto celular del tallo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en un lote experimental de un productor cooperante, ubicado en la ciudad de Caborca, Sonora. El lote fue irrigado con riego superficial en un suelo de textura franco-

arcillosa, muy bajo en materia orgánica (0.54%), pH fuertemente alcalino (8.28), y con una baja conductividad eléctrica de 0.73 dS/m. La cantidad de semilla al momento de la siembra fue de 200 kg ha⁻¹ de la variedad Tacupeto. La fecha de siembra fue el 16 de diciembre del 2008. No se aplicó fósforo ni potasio, ya que el suelo contenía cantidades medias y altas de estos elementos (27.9 ppm de P-Bray y 882 ppm de potasio). El manejo de los riegos se dio de acuerdo a lecturas obtenidas en tensiómetros colocados a una profundidad de 30 cm y consistió en aplicar una lámina de riego promedio de 20 cm cuando se alcanzaba una tensión de humedad de 30 kPa. Los tratamientos aplicados fueron cuatro dosis crecientes de nitrógeno fraccionadas a lo largo de la estación de crecimiento (Cuadro 1).

Durante tres ocasiones a los 41, 81 y 101 días después de la siembra (DDS), se muestrearon tallos de plantas de trigo por cada tratamiento y se les analizó la cantidad de NO₃ en el extracto celular con ionímetros portátiles Cardy; los muestreos se realizaron durante las primeras horas de la mañana. Las concentraciones obtenidas se graficaron versus rendimiento relativo y se generaron las ecuaciones que mejor se ajustaron de acuerdo a la R². Los valores encontrados dentro de los rendimientos 90 y 100% se les denominó rangos de suficiencia de acuerdo al criterio empleado por Dow y Roberts (1982). Al llegar a la madurez, en una superficie de 1 m², se midieron parámetros de rendimiento considerados como: número de espigas m², número de espiguillas por espiga, peso de 1000 semillas y rendimiento total (ton ha⁻¹). A los resultados obtenidos se les realizó análisis de varianza y regresión mediante el programa MINITAB (2004).

Cuadro 1. Calendario de aplicación de nitrogenado en el cultivo de trigo (2008)

Fecha de aplicación	Días después de siembra	Unidades calor ^z	N total aplicado (kg ha ⁻¹)			
			0	115	230	460
16 dic	0	0	0	34	69	138
9 enero	23	152	0	12	23	46
24 de enero	38	305	0	34	69	138
14 de febrero	59	470	0	23	46	92
12 de marzo	85	774	0	12	23	46

^z Temperatura base 10°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros de rendimiento. El rendimiento del cultivo de trigo mostró una respuesta cuadrática a la aplicación de los tratamientos (Figura 1). Los máximos rendimientos (8.7 ton ha⁻¹) fueron alcanzados a los 275 kg de N ha⁻¹. Al respecto Riley et al., (1998) también encontraron una respuesta cuadrática a la aplicación de fertilizante nitrogenado en cultivares de trigo Kronos y Gustoe, alcanzando máximos rendimiento de 8.68 y 8.36 ton ha⁻¹ a dosis de 224 kg de N ha⁻¹, respectivamente. Por otro lado, en un estudio de validación presentado por Grijalva y Robles (2004) en la misma variedad y bajo condiciones similares a las de este estudio, se alcanzaron rendimientos de 6.49 ton ha⁻¹. Así mismo, los rendimientos obtenidos en este estudio resultan superar a los alcanzados históricamente en el cultivo de trigo desarrollado en esta región noroeste del país (Salinas et al., 2006).

El número de espiguillas por espiga mostró una respuesta lineal a la aplicación de los tratamientos, encontrando la cantidad mayor de 17.4 en la aplicación de la dosis mayor de 460 kg ha⁻¹. En este sentido, Frank y Beaur (1982) también encontraron respuesta a la aplicación de dosis de 0 a 224 kg de N ha⁻¹, encontrando cantidades entre 15.2 y 17.1 espiguillas por espiga. El peso de 1000 semillas se encontró afectado en forma lineal negativa, disminuyendo 2.25 gr por cada kg de N aplicado. Para el caso de la variable número de espigas por m², éstas aumentaron con la dosis aplicada, comenzando con 368 y finalizando con 480 espigas por m². Con el fin de evaluar una zona aceptable (≥ 90%) en parámetros de rendimiento y rendimiento (Thompson et al., 2004), una dosis de 225 kg de N ha⁻¹, debería predecir altos rendimientos (Figuras 1 y 2).

Cuadro 1. Parámetros de rendimiento y rendimiento en el cultivo de trigo

Dosis de nitrógeno (kg ha ⁻¹)	Rendimiento total (ton ha ⁻¹)	Espiguillas por espiga	Peso de 1000 semillas	Espigas m ²
0	5.9	15.7	48.0	368
115	7.5	15.9	46.1	411
230	8.7	16.6	40.7	470
460	7.7	17.4	41.5	480
Significancia				
Repetición	NS	NS	NS	NS
Linear	NS	*	*	*
Cuadrática	**	NS	NS	**

* Significante a P = 0.05; ** Significante a P = 0.01. NS no significativo (P = 0.05).

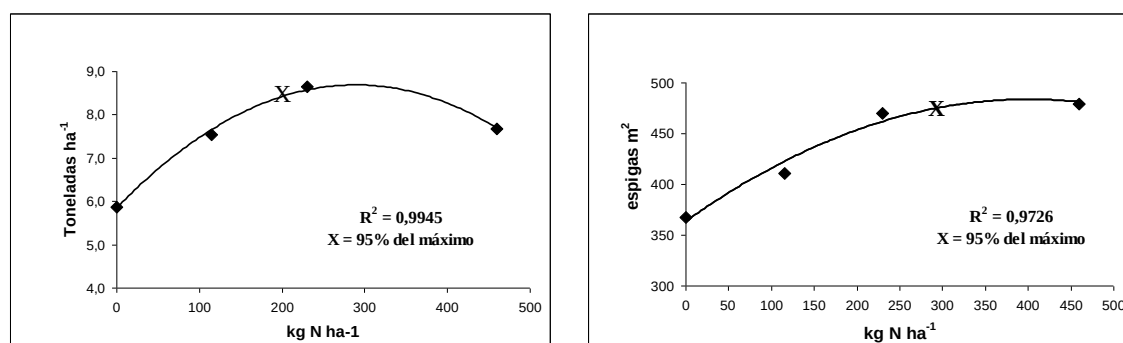


Figura 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y número de espigas m² del cultivo de trigo

Nitratos en tallo. Las figuras 2, 3 y 4, muestran la relación encontrada entre las concentraciones de NO₃ en extracto celular de tallo y el rendimiento relativo del cultivo. Durante la primer (41DDS) fecha de muestreo, los valores encontrados variaron de los 2200 a los 7000 mg L⁻¹ de NO₃, disminuyendo drásticamente durante el segundo y tercer muestreo (81 y 101 DDS) a valores entre los 100 y 450 mg L⁻¹ de NO₃. Esto debería obedecer al efecto dilución que el cultivo experimenta al entrar en su fase de mayor flujo de crecimiento (50 DDS), el cual para esas fechas fluctuó entre los 1.75 cm día (dato no mostrado) sosteniendo las concentraciones hasta el fin del ciclo de cultivo. Al respecto, Thompson et al (2004) identificando rangos de suficiencia en cebada encontraron valores decrecientes de 1772 a 575 mg L⁻¹ de NO₃. De igual manera, Lyons et al., (1992), encontraron decrementos en la concentración de N O₃, al estudiar Rye grass identificando valores de 3000 a 1000 mg L⁻¹ de NO₃.

De forma preliminar se proponen los valores del Cuadro 2, como rangos de suficiencia en extracto celular de tallo para el cultivo de trigo, asociados al 90 y 100% del rendimiento relativo.

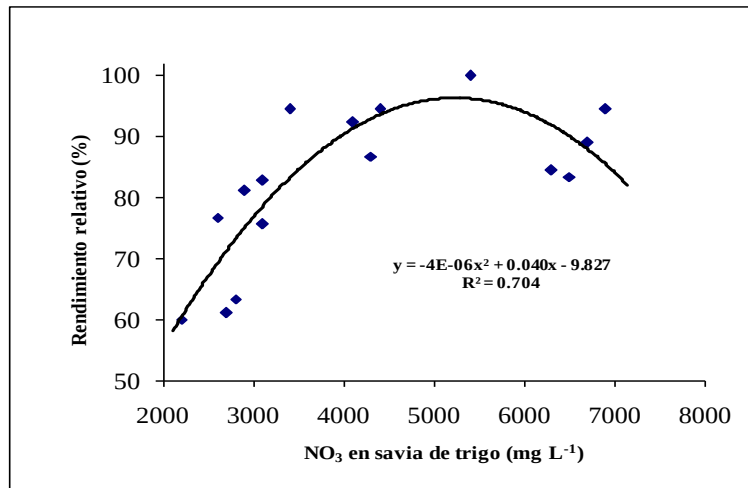


Figura 2. Relación entre el contenido de NO_3 y el rendimiento del cultivo de trigo a los 41 días después de la siembra

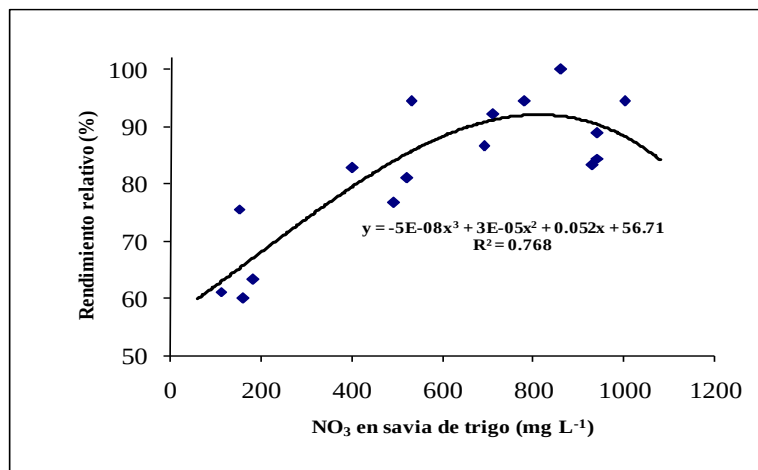


Figura 3. Relación entre el contenido de NO_3 y el rendimiento del cultivo de trigo a los 81 días después de la siembra

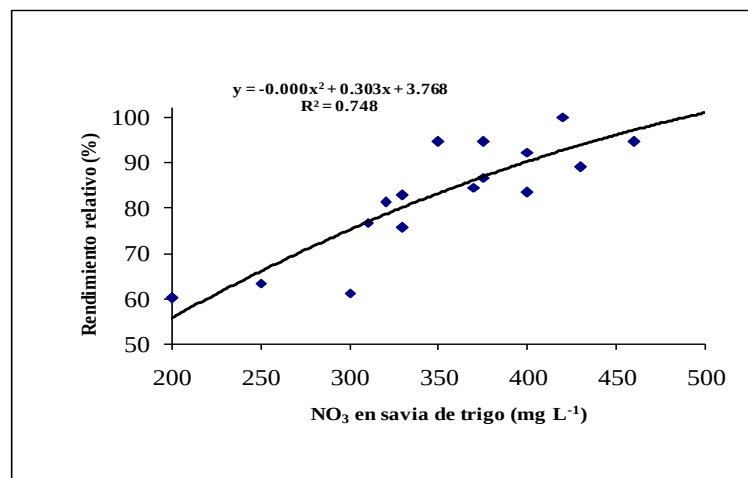


Figura 4. Relación entre el contenido de NO_3 y el rendimiento del cultivo de trigo a los 101 días después de la siembra.

Cuadro 2. Rangos de suficiencia en nitratos y nitrógeno de los nitratos en el cultivo de trigo

Días después de la siembra	Unidades calor	NO ₃	N-NO ₃
		mg L ⁻¹	
41	328	4000 - 5500	900 – 1250
81	733	600 - 850	135 – 190
101	987	400 - 500	90 – 110

Agradecimientos

Se agradece infinitamente al Sr. Ing. Ramón Ernesto Quiroz A., las facilidades otorgadas para la realización de este estudio. Así mismo a los Sres. Javier Gonzales de la Riva y Bernabé Zavala Aragón por su valiosa ayuda en la toma de datos de este experimento.

LITERATURA CITADA

- Dow, A. I. y S. Roberts. 1982. Proposal: critical nutrient ranges for crop diagnosis. *Agronomy Journal*. 401-403
- Frank A. B. y A. Bauer. 1982. Effect of temperature and fertilizer N on apex development in spring wheat. *Agronomy Journal*. 74:504-509.
- Grijalva, C.R.L. y F. Robles. 2004. Tecnología para la producción de trigo en el noroeste de Sonora. Folleto Técnico No. 5. Sagarpa-Inifap-Cirno-Cecab. Caborca Sonora 36p.
- Lyons D.J., G. M. Hawley y A.J. Jeffrey. 1992. A sap test for the early diagnosis of toxic levels of nitrate in ryegrass. *Tropical Grasslands*. 26: 165-170.
- Riley, E.A., T.L. Thompson, S.A. White, and M.J. Ottman. 1998. Developing sap nitrate tests for wheat and barley, Maricopa, 1998. <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1059/az105910.html> (Consulta: agosto 20 del 2009)
- Salinas, Z.C.A., Llunch, C.S.E. y E. Fogel. 2006. Historic development of winter wheat yields in five irrigation districts in the Sonora Desert, México. *Interciencia*. 31(4) 254-261.
- Thompson, T. L., M. J. Ottman, and E. Riley-Saxton. 2004. Basal stem nitrate test for irrigated malting barley. *Agronomy Journal*. 96(2) 516-524.

COMPORTAMIENTO DE DOS CULTIVARES NUEVOS DE ESPARRAGO, EN LA REGIÓN DE CABORCA, SONORA

Manuel de Jesús Valenzuela Ruiz¹, Fabián Robles Contreras¹, Rubén Macías Duarte¹ y Raúl L. Grijalva Contreras¹. ¹INIFAP- Campo Experimental Región de Caborca. Av "S" No. 8 Norte, Caborca, Sonora México .C.P. 83600. valenzuela.manuel@inifap.gob.mx

Palabras clave: Esparrago, cultivares, calidad y rendimiento.

RESUMEN

En la región de Caborca, Sonora, actualmente se encuentran establecidas alrededor de 6,500 ha de espárrago, lo que la convierte en la principal zona productora de espárrago verde del país. Además de la importancia que representa esta superficie a nivel nacional, este cultivo tiene un gran impacto socioeconómico por la derrama económica y por el gran número de jornales que requiere, especialmente durante el periodo de cosecha, el 100% de la producción de la región está orientada al mercado de exportación. El objetivo del presente trabajo fue la evaluación de dos nuevas variedades de espárrago verde bajo las condiciones de la región de Caborca Sonora para diversificar y ampliar el período de cosecha. Las variedades evaluadas fueron Jaleo y Early California, considerando a la variedad Brock como testigo. Entre los resultados más sobresalientes en el ensayo de producción, se encontró que en cuanto a precocidad las dos nuevas variedades se comportaron más precoces que el testigo regional Brock, ya que su brotación fue mayor al inicio. En rendimiento la variedad Jaleo fue la que sobresalió produciendo 231 cajas ha⁻¹, 28% más que el testigo regional Brock.

ABSTRACT

In the region of Caborca, Sonora, actually are almost 6,500 has established of asparagus. It turns this area into the main producing zone of green asparagus of the country. In addition, this crop has a great socioeconomic impact by the utilities that it generates and by the amount of manual labor that it requires, especially during the harvest period. 100% of the production of this area is oriented to the export market. The objective of this work was to evaluation the two new varieties of green asparagus under the conditions of the Caborca, Sonora region, to diversify and to extend the harvest period. The evaluated varieties were Jaleo, Early California and Brock as the control. The results indicate an earlier harvest period with the two new varieties than the control, because its budbreak was greater at the beginning. With respect to yield, Jaleo variety was the most productive with 231 boxes ha⁻¹, 28% over the control.

INTRODUCCIÓN

En la región de Caborca, Sonora, actualmente se encuentran establecidas alrededor de 6,500 ha de espárrago, lo que la convierte en la principal zona productora de espárrago verde del país. Por las condiciones climatológicas (desérticas) que presenta la región, hace que este cultivo alcance un excelente desarrollo, lo que se representa en una planta vigorosa, que se refleja en altas producciones, ya que este cultivo requiere temperaturas calientes durante el día, y noches frías, baja humedad relativa (Phillips, *et al.*, 1995) lo cual se presentan en la región. También se reporta por Aegerter *et al.*, (2007), que la principal causa de reducción en rendimiento en las esparragueras, es la presencia de *Fusarium sp.* el cual causa muerte paulatina de las coronas. Además de la importancia que representa esta superficie a nivel nacional, este cultivo tiene un gran impacto por la derrama económica y el gran número de jornales que requiere, especialmente durante el período de cosecha. El 100% de la producción de la región está orientada al mercado de exportación, y es la producción temprana la que muestra mayor atractivo por los precios existentes del producto en el mercado (Navarro y López, 2002).

El 50 % de la superficie de esparrago en esta región, se encuentra plantada con el cultivar Brock, lo cual hace que la producción se presente en un período de tiempo muy corto (enero 5 a marzo 25, siendo el pico de mayor producción de febrero 20 a marzo 25) aunado que al incrementarse las temperaturas (máximas superiores a 30 °C, y mínimas por encima de 20 °C su calidad disminuye. (Muller and Laemmle, 1997).

Trabajos de investigación realizados en la comarca de Aragón, España, indican que con el uso de nuevos híbridos en sustitución de los materiales establecidos tradicionalmente, aunado a la mejora en las técnicas de cultivo, se mejoró considerablemente la producción y la calidad de los turiones (Albalat, 2005)

No obstante de que se produce espárrago de excelente calidad, las tendencias del mercado se encaminan hacia la producción de nuevos cultivares de mayor calidad. Considerando lo anterior se realizó el presente trabajo, cuyo objetivo fue la evaluación de dos nuevas variedades de espárrago verde bajo las condiciones de la región de Caborca Sonora para diversificar y ampliar el período de cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el campo agrícola "Don Marcelo", dedicado a la producción de espárrago verde en la Región de Caborca, Sonora, en el ciclo otoño-invierno 2008-09, en un suelo de textura arenosa (franco arenoso), la plantación se realizó en octubre de 2007, el sistema de plantación fue en camas a 2.0 m de separación, sembrándose dos hileras por cama a una separación entre hileras de 16 pulgadas entre hileras, el sistema de riego fue por goteo, con cinta enterrada en medio de las dos hileras a una profundidad de 30 cm, con un gasto de 1.2 l h^{-1} , con una separación de goteros de 30 cm. La plantación se realizó de semilla, se le aplicó una lamina de agua total de 160 cm, con una fertilización de 150 unidades de nitrógeno, 50 de fósforo y 50 unidades de potasio. Las variedades evaluadas fueron Jaleo, Early California y Brock como testigo. El manejo agronómico que se le aplicó fue el recomendado por el INIFAP en la región para plantaciones jóvenes. La suspensión del riego se realizó el 30 de octubre, el desvare se realizó el 14 de diciembre, posteriormente una vez después de quemar el follaje se inició con un riego de 48 hrs, este se dio en diciembre 26 y el inicio de cosecha fue en enero 8. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar y constó de cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Fenología, rendimiento y calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante mencionar que los datos de todas las variables evaluadas corresponden al ensayo de producción.

Fenología. Respecto a el inicio de brotación las tres variedades iniciaron la Brotación al mismo tiempo (enero 8), sin embargo las nuevas variedades Early California y Jaleo, aunque no hubo diferencias significativas la brotación de estas variedades fue más fuerte que la variedad testigo (Brock), al final de la cosecha (de febrero 26 a marzo 17) la variedad Early California mostró la menor brotación, por debajo del testigo Brock (Figura 1), lo cual no coincide con un trabajo de evaluación de variedades realizado en la costa de Hermosillo por Fierros *et al.* (2007), los cuales mencionan que la variedad Brock se comporta como la más precoz, ya que se cosechó un mes antes que Atlas.

Rendimiento. Es importante mencionar que este fue el ensayo de producción, iniciando la cosecha en enero 8 y se dejó de cortar en marzo 17 en las variedades Brock y Jaleo, en la variedad Early California solo se cosechó hasta febrero 19, esto se debió al vigor que presentaba esta variedad. ya que durante el establecimiento se tuvo problemas con vientos fuertes, por lo que se resembró dos meses después que las otras variedades. El rendimiento total en cajas de 30 lb empacadas ha^{-1} , de cada variedad se presenta en la Figura 2, aunque no se presentaron diferencias estadísticas (Tukey $P \leq 0.05$), se puede observar la tendencia que el mayor rendimiento ($231 \text{ cajas ha}^{-1}$), se obtuvo con la variedad Jaleo seguida por la variedad Brock con 184, siendo la variedad Early California la que menos produjo ($150 \text{ cajas ha}^{-1}$). Estos resultados son concordantes con lo reportado por Fierros *et al.* (2007) en evaluación de variedades en la Costa de Hermosillo, donde la variedad Brock fue superada por otros materiales.

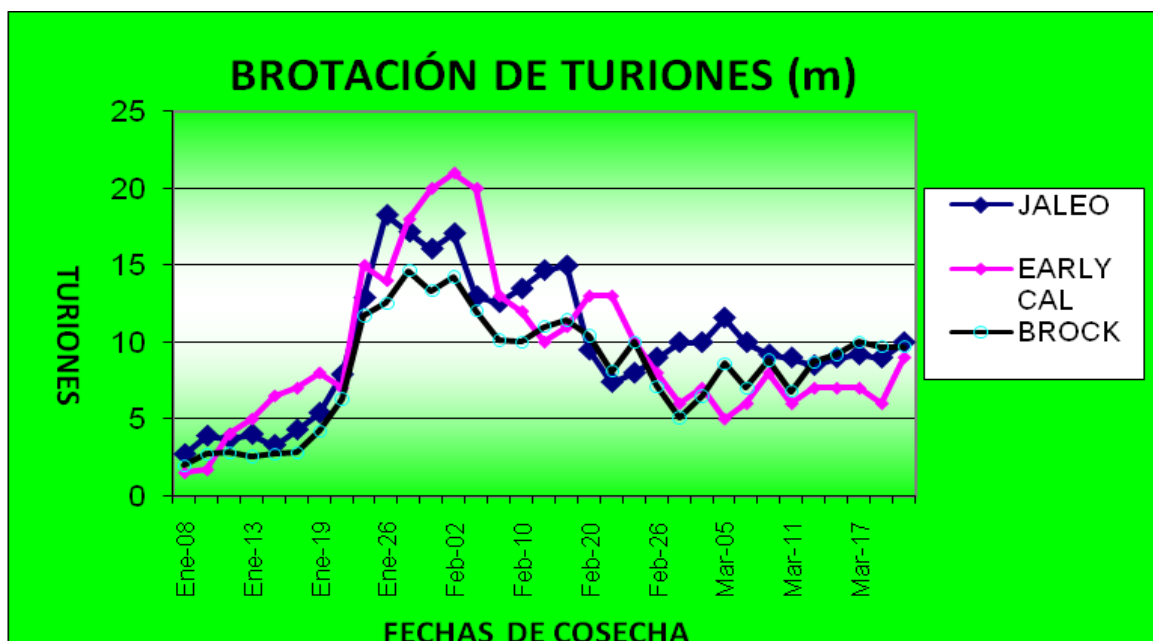


Figura 1. Comportamiento de la brotación (turiones m⁻²) de tres cultivares de Espárrago en la región de Caborca, Sonora. INIFAP-CECAB. 2009.

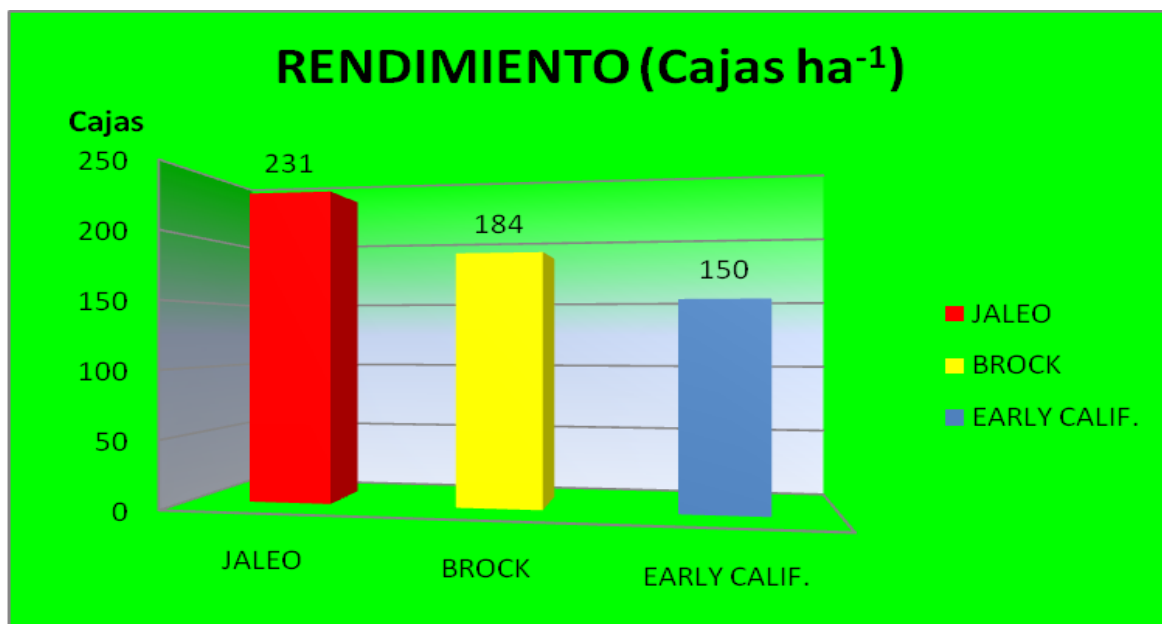


Figura 2. Rendimiento (cajas ha⁻¹ de 30 lb) de tres variedades de espárrago. INIFAP - CECAB. 2009.

Calidad de Turiones (Calibres). El criterio para clasificar la calidad de turiones, fué de acuerdo a los requerimientos de California (U.S.A.) y éste consiste en medir el diámetro de la base del turión y se clasifican como Small (3,5/16), Standart (7/16), Large (9/16), Extralarge (10/16), Jumbo (12/16) y Extrajumbo (> 13/16). Otro criterio que se tomó en cuenta para realizar la cosecha es que sólo se cortarón los turiones que tenían un largo de 9 a 10 pulgadas de color verde (de la base a la punta). Aunque estadísticamente no se observaron diferencias significativas (Tukey $P \leq 0.05$) entre los calibres en

las tres variedades, en general el mayor porcentaje de calibres correspondió a las clasificaciones de small a large, ésto se debió a que fue el ensayo de producción, tal y como lo reporta Fierros *et al.* (2007), en un ensayo similar realizado en la costa de Hermosillo. De las tres variedades evaluadas, Jaleo fue la que presentó los mayores calibres, siendo el 53% de large a Jumbo, la variedad que presentó los calibres más delgados fue Early California ya que el 98% de la producción osciló en el rango de small a large (Figura 3).

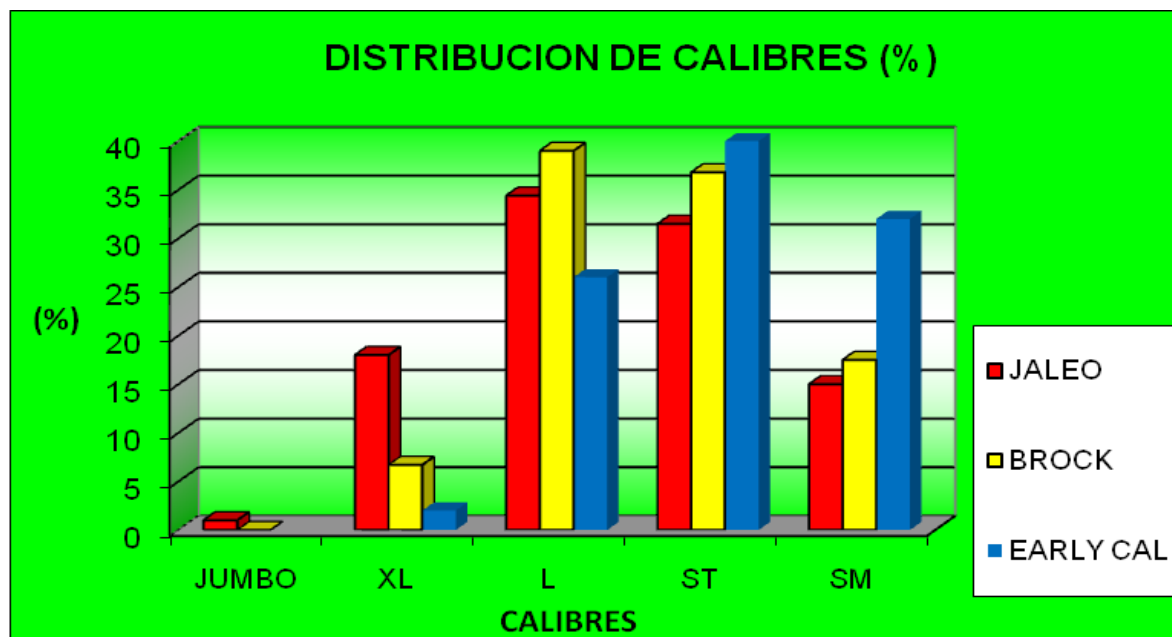
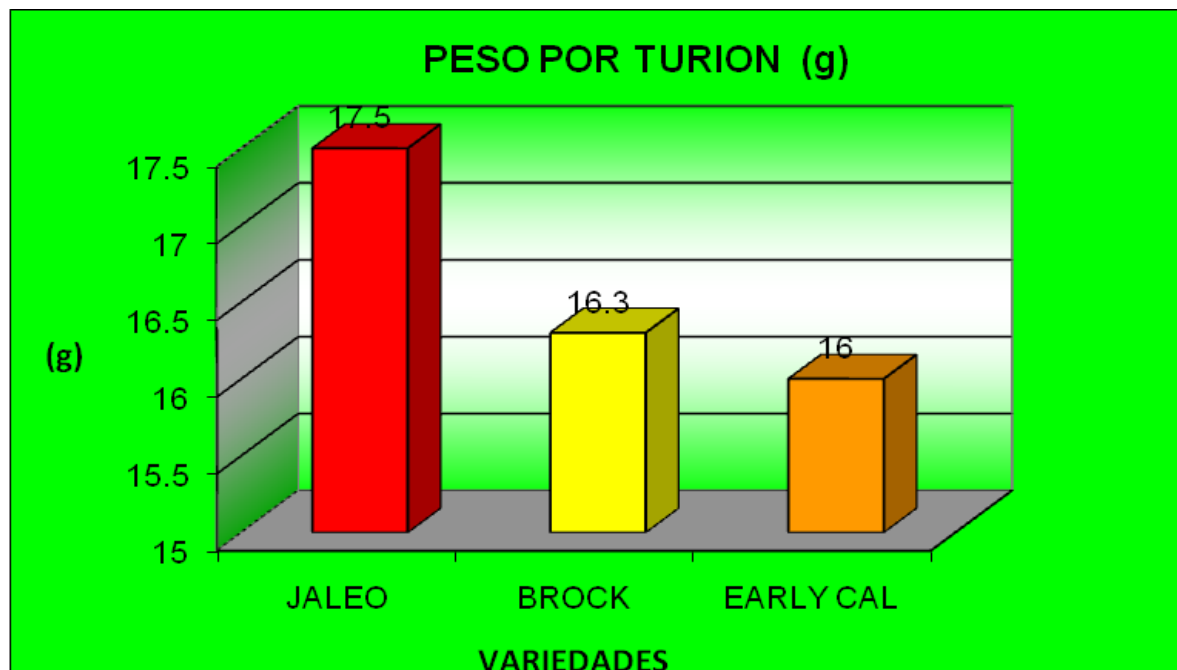


Figura 3. Comportamiento de la calidad de turiones de tres variedades de espárrago. INIFAP CECAB. 2009.

Otra variable importante de calidad es el peso específico de los turiones, y este se obtuvo del promedio de cada cosecha, siendo la variedad jaleo la que obtuvo el mayor peso, con 17.5 gr turion⁻¹, (Figura 4) seguido por Brock con 16.3 gr, siendo Early California la que presentó los turiones de menor peso con 16 (gr).

En forma general, en el ensayo las tres variedades en el ensayo se comportaron de ciclo precoz, aunque es importante mencionar que estos datos que se presentan fueron obtenidos en condiciones de un invierno benigno (no muy frío, con poca presencia de heladas).



Grafica 4. Comportamiento del peso de turión (g) de tres variedades de espárrago. INIFAP - CECAB. 2009

CONCLUSIONES

De acuerdo a sus características de calidad, color época de cosecha y producción, las dos variedades evaluadas tienen buen potencial para explotarse comercialmente en la región de Caborca, Sonora.

LITERATURA CITADA

- Aegerter B., B. Mullen and B. Fouché. 2007. Asparagus variety evaluation trials in San Joaquin County. Research progress report. University of California. 9 p, tomado de <http://cesanjoaquin.ucdavis.edu/files/46107.pdf>
- Albalat, B. A. 2005. EL ESPARRAGO VERDE Resultados del seguimiento de su cultivo en la comarca del Bajo Aragón. Centro de Técnicas Agrarias, Gobierno de Aragon. Zaragoza, España. Informaciones Técnicas Num. 151, 12p.
- Fierro L.G.A., M. Chavez C., L.A. Maldonado N. y R. Sabori P. 2007. Adaptación de tres variedades de Espárrago verde en la costa de Hermosillo, Sonora. X congreso internacional de ciencias agrícolas. Pp 298-302.
- Muller R. and F.F Laemmlen. 1997. Asparagus production in California. University of California. Publication 7234. Pp 1.
- Navarro, J.A.C. y A. Lopez C. 2002 Tecnología para el manejo del Espárrago en el noroeste de Sonora. Publicación técnica No.6. INIFAP-CECAB. pp. 1.
- Phillips R., G.W. Dickerson and R. Hooks. 1995. Comercial production of asparagus in New Mexico. Guide H-227. University New Mexico State. pp 1.

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE SOLARIZACIÓN EN TRES VARIEDADES DEL CULTIVO DE FRESA (*FRAGARIA SPP*), EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA. MÉXICO.

Luis Fernando Escoboza-García¹, Carmelo Hernández Zavala¹, Roberto Soto-Ortíz¹, María Isabel Escobosa-García¹, Jesús A. Román-Calleros¹, Silvia Mónica Avilés-Marín¹, Oscar A Viramontes-Olivas², Daniel Araiza-Zúñiga¹, Ángel López-López¹, Víctor Alberto Cárdenas-Salazar¹, Cristina Ruiz-Alvarado¹, Raúl De La Cerda-López¹, Carlos Ceceña-Durán¹ y Rubén Encinas-Fregoso¹. ¹Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México. C.P. 21100. ²Maestro investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada Km 1.

Palabras clave: cultivo de fresa, solarización, enfermedades fungosas, temperatura del suelo.

RESUMEN

El presente trabajo se estableció en el Valle de Mexicali con un agricultor cooperante en un suelo limoso, se aplicó el método de solarización durante el mes de agosto y septiembre de 2008, se tomaron temperaturas diarias a una profundidad de 5 cm, 18 cm y 38 cm, a las 8:00 h y a las 16:00 h registrándose un promedio de 34 °C, en las temperaturas tomadas a las 8:00 horas; de 45 °C, 49 °C y 53 °C en las profundidades mencionadas respectivamente a las 16:00 h durante dicho periodo, se tomaron muestras de planta y suelo durante el periodo del cultivo, no encontrándose presencia de *fusarium*, *pyrenochaeta*, *rhizotocnia*, *alternaria* y *phithium*, por lo que se concluye que el método de solarización es efectivo para mantener condiciones apropiadas para el establecimiento del cultivo de fresa en el Valle de Mexicali. En este sistema se evaluaron tres variedades bajo riego por goteo: Albión de día neutro, Camarosa de día corto y Ventana de día largo siendo establecidas en una densidad de 50,000 plantas/ha en camas de 122 cm de ancho a doble hilera, distribuidas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los resultados arrojaron diferencias significativas en rendimiento (tukey 0.05) donde la variedad Camarosa con 17.477:

t ha⁻¹ resultó superior a las variedades Albión con 9.858 : t ha⁻¹ y Ventana con 9.750 : t ha⁻¹, no existiendo diferencia entre estas, por lo que la variedad que sobresalió bajo las condiciones estudiadas fue la Variedad Camarosa.

ABSTRACT

During June 2008 through May 2009, an study was conducted at the Mexicali Valley, Baja California. Mexico. In a loamy soil a solarization method, described by Katan, et al, 1976, were applied. Soil temperature was measured daily, in depth 5 cm, 18 cm, and 38 cm, during morning hours at 8:00 and afternoon at 16:00 hours. Data obtained showed morning average temperature values of 34°C, in all depths, and during afternoon maximum values of 45°C, 49°C and 53°C. Aiming to look for the presence of fungal (*Pyrenochaeta*, *rhizotocnia*), *Alternaria* and *Phitium*, soil and plant samples were analyzed during all vegetative cycle period. Results showed no evidence of any fungal activity. Derived from this observation, and taking into account the high temperature during study period, it was concluded that strawberry crop in the Mexicali Valley might be established, as also affirmed by Pullman et al. (1981). In this study three strawberry cultivars were evaluated under drip irrigation: Albion, neutral day condition; Camarosa, short day; and Ventana, long day condition. Plant density was 50,000 plants/hectare, over beds of 122 cm width, in double row. Data was analyzed under a randomized complete block design, with three treatments and four replications. Results showed difference among yields (Tukey, 0.05), where Camarosa with 17.477 ha⁻¹, were higher than Albión with 9.858 ton /hectare, and Ventana with 9.750 t ha⁻¹. There were no statistical significative differences.

INTRODUCCIÓN

La demanda de fresa en el mundo ha ido en aumento debido a sus propiedades nutricionales y su excelente sabor. México está en la séptima posición en producción de fresa a nivel mundial, en tanto que Baja California ocupa el tercer lugar nacional en superficie sembrada y es la entidad productora de fresa más joven que inició a partir del ciclo 1985-1986, pero su participación a nivel nacional ha ido creciendo de una manera significativa con rendimientos que alcanzan hasta 47.76 t ha^{-1} . Lo que representa un 75 % más que el promedio nacional, que es 18.31 t ha^{-1} (Plan rector fresa 2005), el análisis de ese crecimiento se basa en la tecnología de punta que se está empleando en dicha región, tal como acolchado, fertilización y riego por goteo lo que ofrece enormes beneficios a la fresa y a las hortalizas en general. Otro aspecto que propicia estos altos rendimientos es el uso de nuevas variedades de planta madre que se introdujeron en esa región y a la cercanía con Estados Unidos, principal importador de fresa a nivel mundial. Uno de los principales problemas en la producción de fresa son las enfermedades del suelo que se asocian con nueve organismos sobresaliendo cuatro especies de *Fusarium*, *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora* (Dávalos-G y Cartro-F 1987). Una práctica común para el control de estos patógenos es la desinfección del suelo por medio del bromuro de metilo con el inconveniente de que es costosa su aplicación, y porque además disminuye la capa de ozono, razón por la cual se ha propuesto la alternativa de la solarización para combatir la proliferación de patógenos del suelo. Considerando lo anterior productores del valle de Mexicali, Baja California, solicitaron apoyo a la fundación PRODUCE, para investigar técnicas que permitan la producción comercial de fresa donde se consideran las ventajas competitivas de la región. En base a esta solicitud, la fundación apoyó un proyecto para evaluar la técnica de solarización como una medida para controlar patógenos del suelo con tres variedades de fresa, en una región de desierto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el valle de Mexicali en el periodo de Junio de 2008 a mayo de 2009, en un suelo con una relación porcentual limo, arena y arcilla de 7 %, 85 % y 8 %, respectivamente que de acuerdo al triangulo de textura, se clasifica como un suelo limoso (Kohnke, 1980, Aguilera y Martínez, 1982), con una conductividad eléctrica de 2.2 dSm a 25°C y un pH de 8.8. El cultivo anterior fue trigo. Se incorporó la paja de trigo con doble rastreo, posteriormente se aplicó un riego con NH_3 para descomponer la paja. Posteriormente se realizaron las labores de preparación de suelo: subsoleo, barbecho, rastreo doble y nivelación del terreno. Se trazaron los surcos a 122 cm, 400 t ha^{-1} de yeso agrícola y 100 kg de (15-15-15). El siguiente paso fue aplicar riego por aspersión durante 24 h (8.2 cm agua). Una vez que la humedad del suelo lo permitió, se formaron las camas con una plancha, la cual se adaptó a una altura de 36 cm, 56 cm de ancho en el lomo, y 66 cm de fondo, medidas que fueron diseñadas para facilitar la siembra y cosecha de la fresa. Una vez formada la cama se procedió a instalar la cinta de riego (goteros cada 20.3 cm. y un gasto 1 lpm por emisor); se colocó el plástico transparente para uso agrícola, natural u.u. liso con un ancho de 152.4 cm y un grosor de 125 mm. A partir del primero de agosto se aplicó agua por medio del riego por goteo para que el suelo tuviera suficiente humedad y facilitar el proceso de calentamiento de la cama (Katan et al, 1975), se tomaron datos de la temperatura del suelo utilizando un termómetro físico a tres profundidades diferentes (38, 18 y 5 cm), y las lecturas se hicieron en la mañana 8:00 h y en la tarde a las 16:00 h, hasta el 26 de octubre. En este sistema se evaluaron tres variedades: Albión de día neutro, Camarosa de día corto y Ventana de día largo, en una densidad de 50,000 plantas ha^{-1} en camas de 122 cm de ancho a doble hilera, distribuidas en bloques al azar con cuatro repeticiones. El proceso de trasplante fue en forma manual utilizando una herramienta en forma de cono que perforaba el plástico en forma circular y hacía un hoyo en el suelo. Posteriormente se introducía la planta y se llenaba con la misma tierra que se sacaba. Previo a esto la planta fue tratada con una solución con fungicida y un estimulante radicular como medida preventiva (amistar + radifarm), terminando con esta actividad el 5 de noviembre, iniciando el programa de riego y fertilización. La cosecha se realizó en forma manual clasificándose por tamaño en grande, mediana y chica, para lo cual se cosechaba un surco de 20 m de largo por tratamiento y repetición, posteriormente se relacionaba en t ha^{-1} . Esta actividad se inició en febrero y concluyó en marzo de 2009. Durante el periodo del experimento se tomaron muestras de suelo y planta para detección de patógenos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para evaluar el método de solarización, aplicado durante agosto y septiembre de 2008, se tomaron temperaturas diarias a una profundidad de 5, 18; y 38 cm en un horario de 8:00 h y 16:00 h. Como se puede apreciar en la Fig. 1 en agosto se registraron temperaturas arriba de 50 °C en las tres profundidades, manteniendo esa tendencia en septiembre, donde al final del mes se registraron temperaturas en las tres profundidades arriba de 43 °C. En la Figura 2, podemos observar que durante los dos meses de estudio, la temperatura se mantuvo arriba de 30 °C, que es la temperatura necesaria para eliminar 90 % (LD90) de las estructuras de *Rhizoctonia solani*, y se requiere de al menos 1 hr. a 47 °C, ó 120 hr a 39 °C y unos pocos minutos a 50 °C. para eliminar la mayoría de los patógenos en el suelo (J. Ramírez y S.Montoya, 1992: F. Jiménez, 1988 : Jiménez et al , 1989). Por lo tanto se afirma que se establecieron durante el periodo de estudio las condiciones requeridas para el control de los patógenos, también se tomaron muestras de planta y suelo, no encontrándose presencia de *fusarium*, *pyrenochaeta*, *rhizotocnia*, *alternaria* y *phithium*, por lo que se puede afirmar, que para las condiciones estudiadas, el método de solarización fue efectivo para mantener condiciones apropiadas para el establecimiento del cultivo de fresa, en el valle de Mexicali.

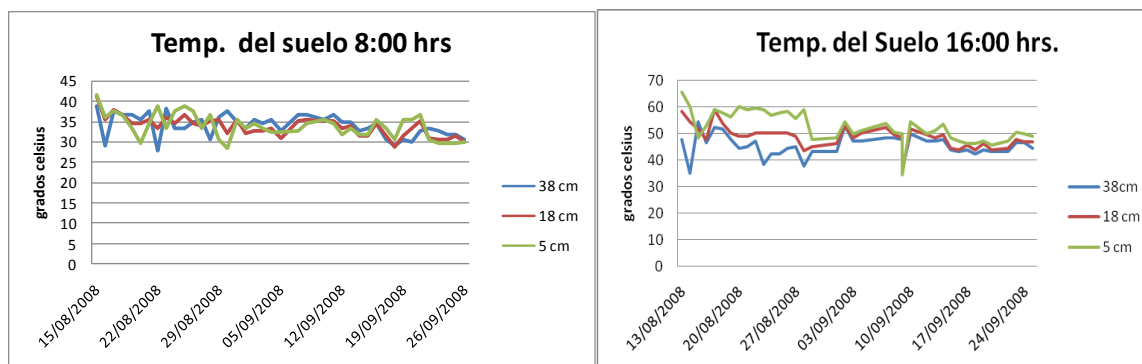


Figura 1. Temperaturas registradas °C a 38 cm, 18 cm y 5 cm tomadas a las 8:00 y 16:00 hrs. Para obtener el rendimiento se cosecharon 20 m lineales de cada variedad y repetición, seleccionándose en tres categorías: grande, con una longitud mayor de 37 mm; mediana con una longitud entre 36 y 30 mm; y chica, con dimensiones menores a 30mm de largo.

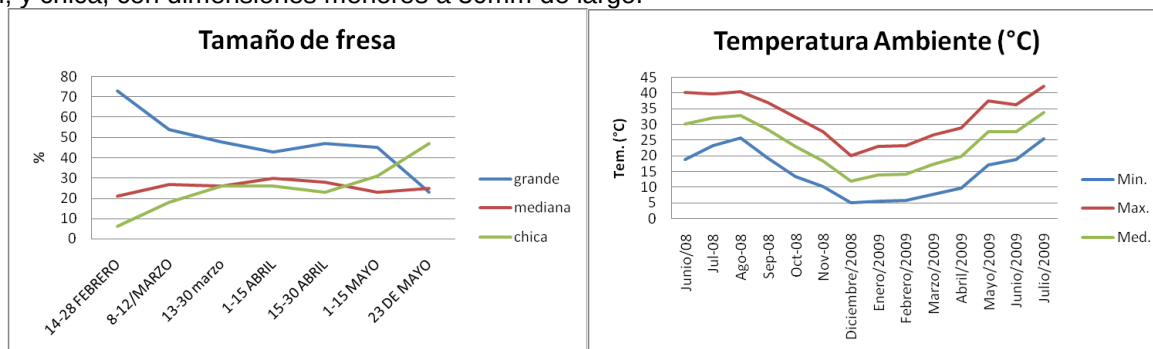


Fig. 2. Tamaño de fresa y registro de temperaturas mensuales °C. Fuente SIMARBC.

En este sistema se evaluaron tres variedades bajo riego por goteo: Albión de día neutro, Camarosa de día corto y Ventana de día largo. Se realizaron un total de 26 cortes los cuales para su interpretación fueron agrupados en forma mensual (Cuadro 1) analizando tamaño de fresa y temperatura (Fig. 2) y rendimiento. Podemos apreciar que en febrero el tamaño de la fresa es en mayor porcentaje grande, tendiendo a estabilizarse en abril, donde se presenta la máxima producción. En mayo coincide con el incremento en la temperatura, la fresa grande, disminuyó en forma drástica, en tanto que el tamaño chico aumentó en la misma proporción. El último corte se dio el 23 de mayo.

Cuadro 1. Rendimiento mensual de fresa kg/ha

VARIEDAD	REP	TRAT	14-28/FEB.	1-12/MAR.	13-30 marzo	1-15 abril	15-30 abril	1-15 mayo	23/05/2009	rend. total
			kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
ALBION	1	1	326	486	998	582	4031	2087	303	8812
CAMAROSA	1	2	557	833	1633	1929	6172	4926	1431	17480
VENTANA	1	3	229	280	649	1440	4429	2317	471	9814
ALBION	2	1	1681	250	1821	2228	1537	1588	340	9446
CAMAROSA	2	2	222	332	681	4814	3515	4002	1342	14909
VENTANA	2	3	67	101	236	2974	2723	1863	485	8449
ALBION	3	1	314	470	900	3271	3543	2328	755	11581
CAMAROSA	3	2	537	802	1646	3394	6634	4228	1326	18567
VENTANA	3	3	232	341	719	2262	4385	1408	437	9785
ALBION	4	1	357	526	963	1976	3119	2062	577	9580
CAMAROSA	4	2	558	855	1762	4740	6521	3491	1006	18934
VENTANA	4	3	278	411	1003	2775	3745	2179	540	10931
rend medio kg/ha			447	474	1084	2699	4196	2707	751	12357

Los rendimientos arrojaron diferencias significativas (Tukey 0.05), donde la variedad Camarosa con 17.477 ton ha⁻¹ resultó superior a las variedades, Albión con 9.858 ton ha⁻¹ y Ventana con 9.750 ton /ha, no existiendo diferencias significativas entre estas últimas, por lo que la variedad que sobresalió bajo las condiciones estudiadas fue la variedad Camarosa.

CONCLUSIONES

1. La variedad Camarosa mostro el rendimiento más alto de las variedades utilizadas en este trabajo.
2. En base a estas observaciones podemos afirmar que para el cultivo de la fresa en el valle de Mexicali, las altas temperaturas son un factor limitante para el establecimiento y que ello influye directamente en la calidad y rendimiento del cultivo de fresa.
3. De acuerdo al resultado de este trabajo podemos concluir que al aumentar la temperatura disminuye el tamaño de la fresa.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, M. y Martinez R. 1982. Relación Agua Suelo Planta Atmosfera. Escuela Nacional DE Agricultura. Chapingo, México.
- Dávalos-G P.A. y Cartro-F J. 1987. La solarización como un medio de control para la secadera de la fresa en Irapuato, Gto. XIV Congreso Nacional de Fitopatología, Sociedad Mexicana de Fitopatología, Moreloa Michoacan. P. 68.
- Jiménez-D., F. 1988. Efecto de diferentes tratamientos de solarización para el control de patógenos del suelo en la Comarca Lagunera. XV Congreso Nacional de Fitopatología Sociedad Mexicana de Fitopatología, Xalapa, Veracruz, México. p. 102.
- Jiménez-D., F. Moreno-A., L. E., Maeda-M., Cenid-Raspa. 1989. Efecto de diferentes períodos de solarización sobre los microorganismos del suelo. XVI Congreso Nacional de Fitopatología- Sociedad Mexicana de Fitopatología. Montecillos, México. p. 126.

Katan, J.; Greenberger, A.; Alon, H.; Greenstein, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for control of disease caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*. 66: 683

PNUMA. 2005. Taller sobre alternativas al bromuro de metilo en fresas para países del cono sur. Santiago de Chile, Chile.

Pullman, G.S.; DeVay, J.E.; Garber R.H. 1981. Soil solarization and thermal death: a logarithmic relationship between time and temperature for four plant pathogens. *Phytopathology*, 71: 959-965.

Ramírez-Villapudua, J., y Montoya-Angulo, S. 1992. La solarización del suelo, una alternativa para controlar patógenos y malas hierbas. Apuntes. [Escuela](#) Superior de [Agricultura](#) de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

SIMARBC. Sistema de información de manejo del agua de riego en Baja California <http://www.sfa.gob.mx/simarbc/index.htm>.

EVALUACIÓN DE FECHAS DE SIEMBRA DE REMOLACHA AZUCARERA (*BETA VULGARIS* L) EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Xochilt Militza Ochoa Espinoza¹, Alberto Borbón Gracia¹, Lope Montoya Coronado¹. ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644) 413 09 32. ochoa.xochilt@inifap.gob.mx

RESUMEN

Una nueva alternativa para la producción de combustibles podría surgir directamente de la remolacha azucarera, ya que las altas concentraciones de azúcares que potencialmente produce son una buena fuente de materia prima para la producción de biocombustibles como el etanol. Durante el ciclo de primavera-verano 2007, y otoño-invierno 2007-2008 en el Valle del Yaqui, Sonora, se realizó una evaluación de 12 genotipos de remolacha en cuatro fechas de siembra (24 de marzo, 15 de junio, 24 de julio y 23 de octubre) el número de materiales evaluados varió entre fechas de siembra, inicialmente fueron 12 y en la última fecha solo se evaluaron nueve materiales. En las muestras de rendimientos y el contenido de azúcares se obtuvieron diferentes resultados dependiendo la fecha de siembra. Las mejores fechas de siembra, con los rendimientos más altos de raíz se registraron en la primera, del 24 de marzo con 95.4 ton ha⁻¹ y en la cuarta, del 23 de octubre con 85 ton ha⁻¹, algunos genotipos superaron las 100 ton ha⁻¹. En cuanto a los azúcares en la cuarta fecha de siembra, fue donde se obtuvieron las más altas concentraciones con un promedio de 19.0 °Brix, mientras que las tres primeras fechas promediaron 15.6 °Brix.

ABSTRACT

A new alternative to fuel production could arise directly from sugar beet, and that high concentrations of sugars that potentially produces are a good source of feedstock for the production of biofuels such as ethanol. In the Yaqui Valley, Sonora during the Spring of 2007 and Winter 2007-2008, were evaluated 12 genotypes of sugar beet at four planting dates (March 24, June 15, July 24 and 23 October). The genotypes numbers among planting date were different. The firsts planting date were 12 and in the last date were nine. In samples of yield and sugar content were obtained different results depending on planting date. The best planting dates, with the highest average root yields were recorded in March 24 with 95.4 ton ha⁻¹ and in October with 85 ton ha⁻¹, some genotypes exceeded 100 ton ha⁻¹. In October 23 with 19.0 °Brix was the date were the genotypes reached the highest concentration of sugar, meanwhile in the others three averaged 15.6 °Brix.

INTRODUCCIÓN

La remolacha azucarera (*beta vulgaris* L) es una planta perteneciente a la familia de las chenopodiaceas, con un desarrollo bianual. El primer año tiene un crecimiento vegetativo con la producción de la parte aérea, la parte cosechable (raíz) y la acumulación de sacarosa, mientras que el segundo año desarrolla el aparato reproductor (floración o espigado) en condiciones de la zona templada. Durante el desarrollo vegetativo, en la planta de remolacha se puede observar tres partes claramente diferenciadas: las hojas, la raíz y la corona. Esta última se hace especialmente patente en las últimas fases del desarrollo. Las principales funciones de las hojas son: realizar el intercambio con la atmosfera (fotosíntesis y la transpiración) y acumular y asimilar el nitrógeno. En definitiva, se puede considerar a la hoja como la fábrica de producción de biomasa. La raíz principal posee las funciones de acumulación, de reserva y osmoregulación. De la raíz principal parte todo un sistema radicular con funciones de absorción de agua y nutrientes. (Bruzón C, Serapio F. 2007). Inicialmente la mayor parte de la biomasa del cultivo se encuentra en las hojas. Después del segundo mes de sembrado existe un crecimiento paralelo de la raíz y hojas, es decir, la planta dedica la misma cantidad de asimilados al crecimiento aéreo y al crecimiento radicular. A los 4-5 meses la producción foliar disminuye principalmente por el aumento de la senescencia, mientras que la producción de raíz se aumentan en forma casi lineal. A partir de estas fechas se hace patente la existencia de la corona como elemento significativo. El índice de cosecha (relación entre peso de la raíz y el total de biomasa de la planta) pasa de aproximadamente el 5% a los 2 meses hasta el 70% presentado a los 6 meses, de forma así lineal. (Bruzón C, Serapio F. 2007)

Para la remolacha, el proceso de producción de etanol empieza con el lavado y troceado fino de las raíces, que son reducidas a fracciones de sección triangular y 3mm de espesor, llamadas cosetas. Estas

siguen para un difusor, a donde en medio a agua caliente a 70°C lentamente se mueven las fracciones de remolacha y progresivamente se enriquece la solución con azúcares presentados en la raíz. Luego de extraerse los azúcares, los residuos o pulpa son secados y el jugo, con cerca de 16° brix y una pureza de sacarosa de 85% (Infoagro, 2006), prosigue su tratamiento en un proceso análogo al adaptado en las destilerías de jugo de caña, pasando sucesivamente por los procesos de pasteurización, fermentación, destilación y rectificación (SENER, 2006). En promedio, una tonelada de raíces de remolacha produce entre 80 y 100 litros de etanol, asumiendo una concentración de azúcares totales del 19% en las raíces (varia típicamente entre 15 y 20%), se estima una producción de etanol de 86 litros por tonelada de raíces, resultando aun 51 kg de torta fibrosa que pueden ser utilizada como alimento animal (El sayed et al, 2005).

En Europa la remolacha junto con el trigo representan las materias primas principales para la producción de bioetanol. En México se cultiva en el Valle de Mexicali, B.C hace 20 años, con buenos resultados y también en los Valles del Yaqui y del Fuerte en donde se evaluó la producción de remolacha en tierras marginales (salinidad y sodio) y estas aun regadas con aguas de drenaje de los distritos que ya iban al mar. En estas condiciones extremas el cultivo produjo 40 toneladas de raíz por hectárea y además, así se inicio el proceso de rescate de estos terrenos. (SENER, 2006)

Según resultados de experimentos de AIMCRA (2007) en la zona norte y años muy fríos, aun en la fase más delicada del cultivo, éste puede tolerar temperaturas de hasta -5 °C. Es importante sembrar temprano, en general en las primeras semanas del mes de marzo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo durante el ciclo de primavera-verano 2007, y otoño-invierno 2007-2008 en terrenos del Campo Experimental Valle del Yaqui, Son. Se fertilizó con la fórmula 225-75-0 (N-P-K). En presiembra se aplicó el 70% del nitrógeno y el total de fósforo y el 30% restante de nitrógeno se aplicó en el primer riego de auxilio. Las fechas de siembra (F.S) que se establecieron fueron: 24 de marzo, 15 de junio, 24 de julio y 23 de octubre. El número de materiales evaluados variaron entre fechas de siembra, inicialmente fueron 12 y en la última fecha solo se evaluaron nueve materiales.

La siembra se realizó en seco en forma manual y en la etapa de desarrollo de 6 hojas se llevó a cabo el aclareo manual, dejando una población de 5 plantas por metro lineal (100,000 plantas por hectárea). La parcela experimental constó de 4 surcos de 7.5m de longitud, separados a 50cm (15m²). En cada parcela de la primera F.S. se realizaron dos cosechas, la primera a los 115 días después de la siembra (DDS) y la segunda 140 DDS, en cada una de ellas la parcela útil fue de 2 surcos de 3 m de longitud separados a 50 cm (3 m²), en el resto de las F.S. se realizó una sola cosecha. Las variables evaluadas fueron rendimiento (ton ha⁻¹) y °Brix. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones para cada F.S. para la separación de medias se utilizo la prueba de DMS (diferencia mínima significativa) al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera F.S. (24 Marzo). En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos. En la primera cosecha (115 dds), los materiales que presentaron los mayores rendimientos de raíz fueron: EBO-621, PURPLE SUGAR, SWEET HEART y EBO-622, con producciones de 76.1, 75.6, 74.4 y 73.9 ton ha⁻¹ respectivamente, en cuanto a °Brix los mejores materiales fueron EBO-619, EBO-616, EBO-618 y EBO-513 con 18.9, 18.9, 18.7 y 18.5 °Brix respectivamente.

En la segunda cosecha (140 dds), El análisis estadístico para rendimiento, detectó diferencias significativa entre genotipos, siendo las mejores PURPLE SUGAR, EBO-621, SWEET HEART, EBO-623 y EBO-622 con rendimientos de 99.4, 98.1, 96.9, 94.2 y 93.7 ton ha⁻¹ respectivamente, en cuanto a °Brix las mejores líneas fueron EBO-619, EBO-616, EBO-513 y EBO-618 con 19.38, 18.8, 17.8 y 16.36 °Brix respectivamente (Cuadro 1).

Segunda F.S. (15 Junio). La cosecha se realizó a los 140 días después de la siembra. El análisis estadístico para rendimiento indicó que no se encontraron diferencias significativas entre materiales, siendo las mas rendidoras las líneas SWEET HEART, EBO-623, EBO-504 y EBO-621 con rendimientos de 60.0, 59.2, 54.2 y 50.0 ton ha⁻¹ respectivamente (Cuadro 2), con respecto a °Brix las mejores líneas fueron EBO-513, EBO-619, EBO-618 y EBO-622 con 17.6, 17.4, 17.0 y 17.0 °Brix respectivamente como se muestra en el Cuadro 3. En general, comparando esta fecha con la de marzo se observo que las altas temperaturas al principio del desarrollo del cultivo afectan en gran medida la producción.

Tercera F.S. (24 Julio). Los materiales mas rendidores fueron EBO-623, EBO-616 y EBO-504 con rendimientos de 97.2, 76.7 y 71.7 ton ha⁻¹ respectivamente (Cuadro 2), con un ciclo de 140 días a la cosecha. Respecto a °Brix las mejores líneas fueron EBO-622, EBO-513 y EBO-619 con 16.5, 16.3 y 16.2 °Brix respectivamente como se muestra en el Cuadro 3.

Cuarta F.S. (23 Octubre). Las líneas más rendidoras fueron EBO-623, EBO-621 y EBO-616 con rendimientos de 93.88, 85.55 y 82.89 ton ha⁻¹ respectivamente (Cuadro 2), con respecto a °Brix las mejores líneas fueron EBO-622, EBO-619 y EBO-513 con 20.3, 19.1 y 19.7 °Brix respectivamente (Cuadro 3). En esta fecha de siembra el ciclo se alargo a 168 días, lo anterior debido a las bajas temperaturas presentes durante el desarrollo del cultivo.

En general, en este estudio exploratorio de fechas de siembra en remolacha azucarera, se tiene que los rendimientos más altos de raíz se registraron en la primera (85.2 ton ha⁻¹) y cuarta fecha de siembra (78.2 ton ha⁻¹), lo anterior coincide con los resultados obtenidos por Samaniego 1982. Respecto al contenido de azúcar medido en grados brix, se tiene que en las tres primeras fechas de siembra (16.1, 15.9, 15.0), estos permanecieron prácticamente iguales, mientras que en la cuarta fecha de siembra, se obtuvieron las más altas concentraciones (19.0) °Brix.

Cuadro 1. Rendimiento de raíz y grados brix de materiales de remolacha obtenidos en dos cosechas de la primera fecha de siembra (24 de marzo).

Variedad	1ra cosecha ton ha ⁻¹	2da cosecha ton ha ⁻¹	1ra cosecha °Brix	2da cosecha °Brix
EBO 621	76.1	98.1	16.4	15.8
P.S	75.6	99.4	14.8	13.5
S.H	74.4	96.9	15	14.7
EBO 622	73.9	93.7	16.9	15.9
H.B	72.2	90.3	16.8	15.5
EBO 623	71.7	94.2	15.9	14.2
EBO 618	66.1	74.8	18.7	16.3
EBO 619	64.4	75	18.9	19.3
EBO 513	62.2	78.9	18.5	17.8
EBO 616	61.7	66.7	18.9	18.8
EBO 617	61.1	88.1	17.4	15.8
EBO 504	60	66.5	16.1	15.4

Cuadro 2. Rendimiento de raíz por genotipo de Remolacha obtenidos en tres fechas de siembra.

Variedad	15 de Junio ton ha ⁻¹	24 de Julio ton ha ⁻¹	23 de Octubre ton ha ⁻¹
EBO 623	59.2	97.2	93.9
EBO 622	46.7	57.5	75
EBO 504	54.2	71.7	71.1
EBO 621	50	58.3	85.6
EBO 618	44.2	66.7	73.6
EBO 619	65	54.2	77.8
EBO 616	49.2	76.7	82.9
EBO 617	38.3	64.8	68.8
EBO 513	43.3	46.7	75.8

Cuadro 3. Grados Brix por genotipo de Remolacha obtenidos en tres fechas de siembra.

Variedad	15 de Junio °Brix	24 de Julio °Brix	23 de Octubre °Brix
EBO 623	13.8	14.1	17.52
EBO 622	17.0	16.5	20.33
EBO 504	13.0	13.0	18.72
EBO 621	15.5	14.9	18.85
EBO 618	17.0	14.9	18.72
EBO 619	17.4	16.2	20.12
EBO 616	16.8	15.9	18.81
EBO 617	16.5	13.7	17.85
EBO 513	17.6	16.3	19.73

CONCLUSIONES

La Remolacha azucarera es una buena opción de cultivos bioenergéticos para el sur de Sonora. Las mejores fechas de siembra, con los rendimientos más altos de raíz se registraron en la primera, del 24 de marzo con 95.4 ton ha⁻¹ y en la cuarta, del 23 de octubre con 85 ton ha⁻¹.

El contenido de azúcar de Remolacha medido en grados Brix, estos permanecieron prácticamente iguales en las tres primeras fechas de siembra con un promedio de 15.6, mientras que en la cuarta fecha de siembra, se obtuvieron las más altas concentraciones de 19.0 ° Brix.

LITERATURA CITADA

- Bruzon C. S. F., 2007. Curso sobre aspectos agronómicos de la remolacha azucarera *Beta vulgaris* L. y caña de azúcar *Saccharum officinarum*. Ofrecido por: La Fundación para el Desarrollo del Quindío - FDQ. pp. 53.
- SENER/BID/GTZ. Potenciales y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México. Proyectos ME-T1007 – ATN/DO-9375-ME y N 04.2148.7-001.00 México, D.F, Noviembre 2006. pp. 600
- InfoAgro, 2006. Proceso General de Fabricación de Azúcar, en El cultivo de la remolacha azucarera. Disponible en: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/industriales.asp, consultado el 28 de Agosto de 2009.
- Elsayed, M.A., Matthews, R., y Mortimer, N.D., 2005. Carbon and Energy Balance for a range of Biofuels options. Sheffield hallam University. London. pp 341.
- AIMCRA, 2007, Recomendaciones siembra de primavera 2007. Asociación de investigación para la mejora del cultivo de remolacha azucarera. No. 93.

DIAGNÓSTICO DE LOS MORFOTIPOS ECTOMICORRÍCICOS DE *PINUS JEFFREYI* EN EL PARQUE NACIONAL CONSTITUCIÓN DE 1857

Aguilar-Aguilar Selene¹, Grimaldo-Juárez Onésimo¹, González-Mendoza Daniel¹. ¹Instituto de Ciencias Agrícolas Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC) Carretera a Delta s/n, Código Postal 21705, Ejido Nuevo León, Baja California, México. daniasaf@gmail.com

Palabras clave: Raíces, Bosques, Hongos.

RESUMEN

Se realizaron muestreos para coleccionar raíces secundarias de árboles adultos en *Pinus jeffreyi* dentro del Parque Nacional Constitución de 1857, en Baja California, México. Se identificaron los morfotipos usando las claves DEMMY. Se identificaron tres zonas por el contenido de materia orgánica y vegetación presente. Se encontraron seis morfotipos diferentes, lo que indica que existe asociación ectomicorrícica con al menos seis diferentes especies de hongos presentes en esta área. Se colectaron cuerpos fructíferos encontrados durante los recorridos por las tres zonas con la finalidad de establecer una relación entre éstos y los morfotipos encontrados.

ABSTRACT

Samples were taken to collect secondary roots of mature trees in *Pinus jeffreyi* in Constitution of 1857 National Park in Baja California, Mexico. Morphotypes were identified using the keys DEMMY. We identified three areas for the content of organic matter and vegetation present. We found six different morphotypes, indicating that there ectomycorrhizal associations with at least six different species of fungi in this area. Fruiting bodies were collected during the tours found by the three areas with the aim of establishing a relationship between them and the morphotypes found.

INTRODUCCIÓN

El Parque Constitución de 1857, se encuentra ubicado dentro de la Sierra de Juárez, siendo la única zona protegida de la región. Las especies que componen este bosque son *Pinus jeffreyi*, *P. ponderosa*, *P. coulteri*, *P. quadrifolia*, *P. lambertiana*, *Calocedrus decurrens*, *Pseudotsuga macrocarpa*, *Quercus quelloggii*, *Q. chrysolepis* y *Q. agrifolia* (Delgadillo, 1997). *Pinus jeffreyi* se encuentra sujeta a protección especial por la CONABIO y es la especie forestal preponderante en la formación de las dos masas boscosas del estado “Sierra San Pedro Mártir” y “Sierra de Juárez” (Rzedowski, 2006).

Las Ectomicorrizas se caracterizan por ser asociaciones mutualistas que han evolucionado a través del tiempo (130-180 millones de años) lo cual ha generado una amplia diversificación de los micobiontes, principalmente en los bosques templados y boreales en donde alrededor del 95 % de las raíces de las especies forestales establecen la asociación ectomicorrícica (Aguilar *et al.*, 2009). Los hongos que forman las ectomicorrizas, son en su gran mayoría Basidiomicetos, aproximadamente 5000 especies. Los ascomicetos se asocian con unas 3000 especies de plantas y en menor proporción los Zygomycetos (Castellano y Molina *et al.*, 1989; García-Rodríguez *et al.*, 2006).

La asociación de los hongos ectomicorrícicos (ECM) y las plantas, es el resultado de una compleja red de mecanismos a nivel bioquímico y se inicia a través de la germinación de la espóra, la cual produce hifas monocarióticas que se fusionan y forman el micelio dicariótico, este micelio interactúa con el sistema radicular de las plantas. Posteriormente, las hifas se adhieren a la superficie de las raíces formando una estructura conocida como manto fúngico que tiene generalmente un espesor de 20–100 µm.

En las últimas décadas el uso de micorrizas en el ámbito forestal, ha tenido un importante avance. Recientes estudios dirigen su atención en la adaptación de algunas especies de hongos micorrícicos a diferentes condiciones ambientales, para poder ser inoculados en pinos y lograr incrementar la sobrevivencia y la producción en las plantaciones forestales (González-Ochoa *et al.*, 2003). Por lo tanto, la presencia de hongos ectomicorrícicos es un prerrequisito fundamental para un óptimo desarrollo de las especies de “Pináceas”, (Barroetaveña *et al.*, 2003^(a)).

El morfotipo ectomicorrícico es una descripción de la estructura micorrícica que forma una planta con uno o más hongos asociados, es decir, el morfotipo incluye una caracterización completa de la forma, el color, el tamaño, el tipo de células, etc., por lo que las ectomicorrizas pueden caracterizarse morfológicamente a través de sus morfotipos micorrícicos y su diversidad es información complementaria necesaria para

determinar la diversidad micorrícica real (Barroetaveña *et al.*, 2003^(b)). Es importante mencionar que el uso de los caracteres morfológicos de los ápices ectomicorizados de los árboles, constituye una herramienta valiosa en la identificación de los hongos que generan su formación. Es bien conocido que las características morfológicas y anatómicas que confieren los hongos EM a las raicillas (menores de 2 mm) que se transforman en ectomicorriza, son de gran utilidad para distinguir un hongo de otro. Los ápices ectomicorizados o morfotipos difieren ampliamente en su anatomía (Rodríguez *et al.* 2004).

OBJETIVO

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue realizar un diagnóstico de las ectomicorizas presentes en las diferentes zonas del Parque Constitución de 1857, mediante la observación de morfotipos en la raíz, su identificación y frecuencia presente en las diferentes zonas.

Materiales y Métodos

El Parque Nacional Constitución de 1857 está ubicado en el extremo norte de la Península de Baja California, en la vertiente occidental de la Sierra de Juárez. Municipio de Ensenada, Estado de Baja California. Se encuentra entre los 32°01'28" y 32°07'46" de latitud norte y entre los 115°51'18" y 115°57'19" de longitud oeste. Cuenta con 5,009.48 hectáreas.

Dentro del parque se ubicaron tres zonas de acuerdo con las características de vegetación y contenido de materia orgánica. La vegetación de todas las zonas fue principalmente bosque formado por *Pinus jeffreyi*, la edad promedio considerada de los árboles fue de 200 años. En cuanto a la capa de materia orgánica, la zona 1 contenía una capa de 5 cm, la zona 2 de 10 cm y la zona 3 de más de 10 cm.

Dentro de cada zona se ubicaron al azar cinco árboles de *P. jeffreyi*, señalando en cada uno de ellos el punto de goteo en relación a los límites de la copa del árbol. Se tomaron dos muestras de cada árbol, un punto ubicado al norte y otro al sur. Una vez ubicados estos puntos, se realizó en cada uno una excavación en un cuadrante de 1m x 1m y 20 cm de profundidad, en el que se extrajeron las muestras de raíces secundarias de *P. jeffreyi* encontradas. Se colectaron un total de 30 muestras. Finalmente, todas las muestras fueron etiquetadas indicando el número de árbol, número de muestra y la fecha de colecta. Las raíces colectadas se lavaron con agua destilada estéril y se conservaron en una solución de alcohol-formol-ácido acético (en proporción 1:1:1) para su preservación y observación posterior al microscopio estereoscópico con la finalidad de identificar las estructuras ectomicorrízicas ó morfotipos (Garza *et al.*, 2002).

Identificación de la ectomicorriza en raíces.

La identificación de la asociación de las raíces con los hongos ectomicorrícicos se realizó seleccionando raicillas secundarias, las cuales son recolectadas usando pinzas de disección de punta fina y colocándolas en una caja de Petri previamente dividida en cuadrículas de un cm². Posteriormente, las estructuras ectomicorrícicas fueron identificadas bajo el estereoscopio usando las lentes de aumento de 20X y 40X. Las estructuras ectomicorrícicas se aprecian como un cambio en el desarrollo radicular, "deformación", del sistema radicular, en donde cada tipo de hongo ectomicorrícico presenta una "deformación" característica.

Identificación de los morfotipos.

Para la identificación de morfotipos ectomicorrícicos, se emplean claves establecidas para tal fin, en este caso se utilizaron las publicadas en el sistema de Información para la caracterización y determinación de ectomicorizas DEEMY (Agerer R. & Rambold G. 2004–2009).

Colecta de carpóforos (cuerpos fructíferos).

Las colectas de carpóforos se realizaron en dos periodos, la primera colecta se llevo acabo en el periodo (marzo a mayo) y un segundo periodo (agosto a noviembre) en 2007.

Para realizar las colectas de carpóforos dentro de cada zona, se delinearon transectos al azar orientados de norte a sur. Se tomaron datos de ubicación tomando coordenadas con ayuda de un GPS, posteriormente se extrajeron los cuerpos fructíferos y se guardaron en cajas de papel y se etiquetaron

con la información del sitio de muestreo, fecha de colecta y zona dentro del parque. Los cuerpos fructíferos se identificaron y posteriormente se deshidrataron para su conservación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

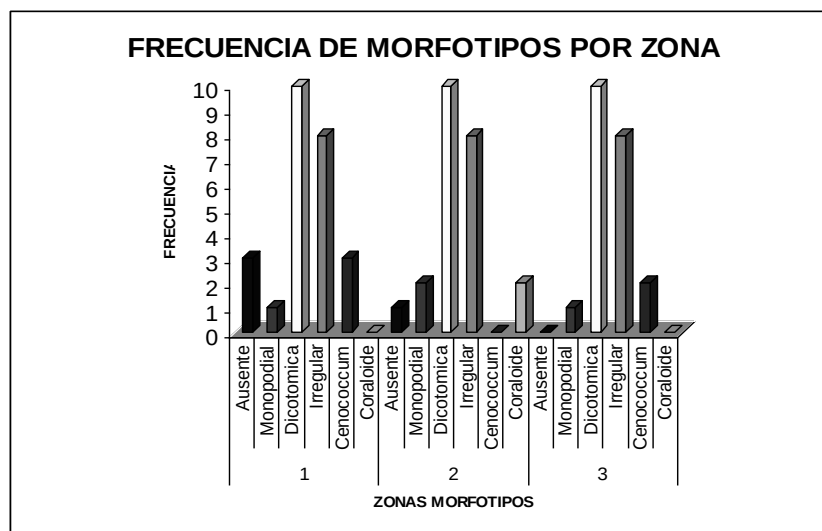
Se identificaron los morfotipos encontrados en raíces de *P. jeffreyi* en los cinco sitios muestreados dentro de las tres zonas.

El morfotipo ectomicorrízico dicotómico se encontró en todas las muestras analizadas, esto supone la relación de una especie de hongo ectomicorrízico asociado principalmente con *P. jeffreyi*. El morfotipo irregular pinnado se encontró en las muestras de ocho sitios de cada una de las zonas, lo que hace a este morfotipo el segundo mas frecuente asociado con *P. jeffreyi* dentro del parque, seguido por el morfotipo Monopodial pinnado que se encontró en una baja frecuencia en las tres zonas. Los morfotipos Ausente y Cenococcum se encontraron en las muestras de dos zonas únicamente, zonas 1, 2 y 1, 3 respectivamente. El morfotipo Coraloides se encontró solamente en las muestras de la zona 2 (Gráfica 1).



Figura 1. Morfotipos encontrados en las raíces secundarias de *P. jeffreyi*.

Se encontraron cuatro diferentes especies de cuerpos fructíferos *Lycoperdon perlatum* (Pers); *Geastrum floriforme* (Vittad); *Astraeus hygrometricus* (Pers); *Mycenastrum corium* (Guers). Se encontraron cuerpos fructíferos del género *Suillus* y *Laccaria* los cuales no se pudieron identificar hasta especie debido a que el estado de madurez que presentaban a la hora de la colecta no permitió la identificación de sus estructuras microscópicas en el laboratorio.



Gráfica 1. Frecuencias de los morfotipos por zona.

Las especies de hongos encontradas en el Parque Constitución, es la primera vez que se citan para este sitio, aunque anteriormente habían sido citadas para Baja California por Ayala y Ochoa (1998).

Los morfotipos encontrados indican que hay al menos 6 especies ectomicorrízicas diferentes, asociadas a *Pinus jeffreyi* ya que en otros estudios relacionados se ha mencionado que cada morfotipo representa una especie de hongo ectomicorrízico asociado (Rodríguez *et al.* 2004). Debido a que la mayoría de las

especies encontradas en el la zona de estudio pertenecen al género *Geastrum* podemos suponer que una de estas especies pertenece el morfotipo Dicotómico ya que al igual que el genero mencionado se encontró en todos los sitios muestreados. Por otra parte, se conoce que varias especies del género *Geastrum* crecen al lado de plantas claramente ectomicorrícicas aun que varios autores concluyen que *Geastrum* es saprobio, sin embargo la especie *Geastrum fimbriatum* se ha descrito formando ectomicorrizas (Hosaka *et al.* 2006).

CONCLUSIÓN

Este es el primer estudio que reporta información acerca de las especies de hongos y la asociación ectomicorrícica del bosque de *Pinus jeffreyi* en el Parque Constitución de 1857, en el estado de Baja California.

Se recomienda realizar estudios de taxonomía molecular de los morfotipos asociados a *P. jeffreyi* para comprobar cuales especies de hongos ectomicorrícicos se encuentran asociados a esta especie forestal, por la gran importancia de ésta en los bosques de Baja California y debido a la escasez de información en este sentido a pesar de que recientes estudios dirigen su atención en algunas especies de hongos micorrícicos para poder ser inoculados en pinos y lograr incrementar la sobrevivencia y la producción en las plantaciones forestales.

Agradecimientos.

Se agradece el apoyo al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), por los apoyos recibos en la Convocatoria de Incorporación de Nuevos Profesores de Tiempo Completo.

A la Comisión Nacional Forestal por su apoyo a través de su programa de apoyos directos (PE07.01).

LITERATURA CITADA

- Ayala N, Y Ochoa C. 1998. Hongos conocidos de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C. 164 Pp.
- Aguilar-Aguilar S., Pérez-Moreno J., Ferrera-Cerrato R., Grimaldo-Juárez O., Cervantes-Díaz L. & González-Mendoza D. 2009. Hongos ectomicorrícicos y la tolerancia a la salinidad en plantas. *Revista Chilena de Historia Natural*. 82: 163-168.
- Agerer R. & Rambold G. 2004–2009 [first posted on 2004-06-01; most recent update: 2009-01-26]. DEEMY – An Information System for Characterization and Determination of Ectomycorrhizae. www.deemy.de – München, Germany.
- Barroetaveña C., Rajchenberg M. 2003 ^(a). Las micorrizas y la producción de plántulas de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws. en la Patagonia, Argentina. *BOSQUE* 24(1): 17-33.
- Barroetaveña C., Rajchenberg M. 2003 ^(b). Las micorrizas y la producción de plántulas de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en la Patagonia, Argentina. *BOSQUE* (Valdivia), vol.24, n.1., 3-15.
- Castellano, M. A.; Molina, R. 1989. Mycorrhizae. In: LANDIS, T. D.; Tinus, R. W.; McDonald, S. E.; Barnett, J. P. The Container Tree Nursey Manual, Volume 5. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 101-167.
- Garza O. F., García J. J., Estrada C. E., Villalón M. H. 2002. Macromicetos, Ectomicorrizas y Cultivos de *Pinus culminicola* en Nuevo León. *Ciencia UANL*, abril-junio, año/vol. V, número 002. Universidad de Nuevo León. Monterrey, México. 204-210.
- García-Rodríguez JI, J Pérez-Moreno, A Aldrete, V Cetina-Alcalá, H Vaquera-Huerta. 2006. Caracterización del hongo silvestre ectomicorrícico *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coke et Couch en cultivo y en simbiosis con eucalipto y pino. *Agrociencia* 40, 665-676.
- Hosaka K., Bates T S., Beever E. R., Castellano A. M., Colgan W. Iii, Domínguez S. L., Nouhra R. E., Geml J., Giachini J. A., Kenney S. R., Simpson B. N., Spatafora W. J. & Trappe M. J. 2007. Molecular phylogenetics of the gomphoid-phalloid fungi with an establishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders. *Mycologia*. 98 (6). 949-959.
- Rodríguez T. A., Xoconostle C. B., Valdés M. 2004. Ecología molecular de los hongos ectomicorrícicos. *Fitotecnia Mexicana*. Vol. 27, no. 003. 267-278.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE ARCILLA, LA SALINIDAD Y COMPACTACIÓN DE SUELOS REPRESENTATIVOS DEL VALLE DEL YAQUI SONORA.

Alma Angélica Ortíz Ávalos¹, Juan Manuel Cortés Jiménez¹, Gerardo Zazueta Encinas¹, Teresa de Jesús Ruiz Vega¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental. Valle del Yaqui¹. Dr. Norman E. Borlaug Km. 12 A.P. 155, C.P. 85000. Cd. Obregón, Sonora. Teléfono (644) 414-57-00 ortiz.alma@inifap.gob.mx

Palabras Clave: Conductividad eléctrica, sodio intercambiable, conductividad hidráulica.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del Campo Experimental Valle del Yaqui, se estudió la relación que existe entre el porcentaje de arcilla con la conductividad eléctrica (CE), Conductividad hidráulica (CH), porcentaje de sodio intercambiable (PSI), densidad aparente (DA) y espacio poroso (EP). Se utilizó la información de 12 sitios de muestreo de suelo tomadas a 0-30 cm de profundidad a lo largo del cauce del colector No. 3 del Valle del Yaqui. El coeficiente de correlación obtenido para cada una de las variables fue de 0.803, - 0.821, 0.932, - 0.800 y - 0.869 para CE, CH, PSI, DA y EP respectivamente. La CE y el PSI presentaron una tendencia a aumentar conforme aumenta el contenido de arcilla en el suelo y la CH y EP tienden a disminuir cuando el contenido de arcilla aumenta y la DA fue menor en suelos con mayor contenido de arcilla. La clase textural que predominó en las muestras analizadas fue la de arcilla con un 50.7%, 21% arcilla limosa; 7% se clasificaron como franco-arcillo-limoso y un 15% como franco-limoso. El valor más alto de CE se ubicó en un suelo arcilloso; la mayor concentración de sodio intercambiable se presentó en suelos que reportaron más de 45% de arcilla y en este tipo de suelos se reportó el menor valor de conductividad hidráulica y espacio poroso, la mayor DA fue en un suelo franco-arcillo-limoso. A mayor contenido de arcilla los suelos tienden a presentar problemas de salinidad, sodicidad, compactación y mal drenaje.

ABSTRACT

This work was developed at the Laboratory of Soils and Plant Nutrition Campo Experimental Valle del Yaqui, we studied the relationship between the percentage of clay with electrical conductivity (CE), hydraulic conductivity (CH), exchangeable sodium percentage (PSI), bulk density (DA) and pore space (EP). The EC and the PSI had a tendency to increase with increasing clay content in soil and the CH and EP tend to decrease when the clay content increases and the DA was lower in soils with higher clay content. The predominant textural class in the samples collected was the clay with a 50.7% of all samples, 21% of silty clay, 7% of all samples were classified as silty clay loam and finally, 15% were classified as silt loam. The highest value of CE was located in a clay soil, the highest concentration of exchangeable sodium in soil is presented who reported more than 45% clay and soil in this type reported the lowest value of hydraulic conductivity and pore space, the DA was higher in soil silty clay loam. A higher clay content in soils was related to problems of salinity, sodicity, compaction and poor drainage.

INTRODUCCIÓN

Suelos con problemas de sales ocurren en regiones áridas y semiáridas, donde condiciones de baja precipitación y altas temperaturas favorecen su formación (Barreto, 2003).

La evaluación del riesgo de degradación del suelo por exceso de sales, considera la influencia de la textura ya que afecta la porosidad y la capacidad de drenaje del suelo (Miralles *et al.*, 2002). La porosidad varía con el tipo y tamaño de las partículas que lo conforman, se expresa por la relación entre el volumen de su parte vacía u ocupada por aire y/o agua y su volumen total; en general las partículas de menor diámetro tendrán mayor porosidad, y los suelos con mayor porosidad presentan una menor permeabilidad, a menos que el arreglo de los poros sea adecuado o existan fracturas en ellos, aunque esta no es una medida estricta de la permeabilidad (Cepeda, 1991)

La concentración de sales en el suelo es denominada como factor extrínseco que produce una floculación o defloculación con los coloides del suelo, por lo tanto puede disminuir o aumentar la permeabilidad (Coras, 1987). Un alto contenido de sodio intercambiable puede provocar dispersión y

expansión de las partículas de éste y, a su vez la dispersión y reordenamiento de partículas del suelo obstruirían los espacios porosos, disminuyendo así la conductividad hidráulica. La conductividad hidráulica es el parámetro más importante en la eficiencia del drenaje del suelo, debido a que esta determina la facilidad con que el agua se mueve en el suelo, fundamental para el desarrollo y crecimiento de las plantas (Barreto *et al.*, 2003).

El efecto negativo del porcentaje de sodio intercambiable sobre las propiedades físicas del suelo depende de varios factores como la presencia de sales en la solución del suelo, la textura, el tipo de arcilla y la conductividad eléctrica del agua de riego (Sumner, 1995). El tipo de arcilla es importante, ya que los problemas de salinidad se encuentran fundamentalmente en los suelos de arcillas expandibles (Suástegui *et al.*, 1995). Si bien la acumulación de sales es mayor en los suelos de textura arcillosa que en los de textura arenosa, de acuerdo con Hamdy *et al.* (1993) los suelos arcillosos podrían no tener problemas desde el punto de vista de la salinidad, si tuvieran una buena estructura y drenaje.

La cantidad de arcilla que se requiere para provocar problemas de salinización es de 20-30% según Paliwal y Gandhi (1973), 18-26% para Choudhary *et al.* (2004) y sólo un 10% de acuerdo con Datta y Jong (2002), lo cual indica la pequeña cantidad de arcilla que es necesaria para provocar problemas de salinización. De acuerdo con estos tres autores, el alto contenido de arcilla del suelo es un indicador de problemas de salinidad. Por su textura, Cortés (2008) determinó que el índice de riesgo para los suelos del Valle del Yaqui se considera como severo, ya que los suelos son Vertisoles y Xerosoles y ambos tipos de suelo se distinguen por su alto contenido de arcilla, lo cual coincide con lo establecido por el INEGI (2006) que considera que los vertisoles tienen un alto riesgo de salinización. Considerando los aspectos anteriores se trazó como objetivo para esta evaluación relacionar el contenido de arcilla con la conductividad eléctrica, hidráulica, la densidad aparente, el espacio poroso y el sodio intercambiable de suelos representativos del Valle del Yaqui.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta evaluación se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del CEVY-INIFAP en el mes de mayo del 2009. Se correlacionó el valor de arcilla con la conductividad eléctrica (CE), conductividad hidráulica (CH), porcentaje de sodio intercambiable (PSI) densidad aparente (DA) y espacio poroso (EP) presentes en muestras de suelo a 0-30 cm de profundidad provenientes de 12 sitios de muestreo en el Valle el Yaqui, en cada sitio de muestreo se tomaron 6 muestras. Previo al análisis, las muestras fueron homogenizadas, molidas en tabla con mazo de madera y tamizadas en malla de 0.882 mm. La CE y PSI se determinaron según las metodologías descritas por la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, para la CH se utilizó el criterio de la carga hidráulica constante, la DA se hizo por medio de la probeta de sedimentación y el EP por medio de cálculos donde interviene la DA.

A cada serie de datos se les realizó un análisis de estadística descriptiva en MINITAB 13.0 como son la media, desviación estándar y el valor máximo y mínimo reportados. Las gráficas de correlación de arcilla, limo y arena con cada una de las variables estudiadas se realizaron en excel y se calcularon los coeficientes de correlación y determinación. Como complemento a este estudio se asociaron por separado cada una de las clases texturales con sus respectivos promedios de las variables estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se reporta el valor promedio de cada una de las variables analizadas. Según la NOM-021-RECNAT-2000, la clasificación textural se ubica en el rango de arcillo-limosa, la CE en el rango de muy ligeramente salina, el valor de sodio intercambiable se considera aceptable, medio el valor de la densidad aparente y el espacio poroso. La CH se ubica dentro del rango de moderadamente lenta (Uvalle, 1984).

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables evaluadas de los suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

Variables Evaluadas	Variables Estadísticas			
	Media	Dv. Std	Mínimo	Máximo
Arcilla (%)	41.9	13.7	9.4	66.0
Limo (%)	40.5	13.5	14.7	70.7
Arena (%)	17.6	11.1	0.80	45.9
Conductividad Eléctrica (dS m^{-1})	1.94	1.16	0.32	6.52
Conductividad Hidráulica (cm h^{-1})	1.37	1.29	0.00	7.62
Sodio Intercambiable (%)	4.97	1.88	2.20	10.5
Densidad Aparente (g cm^{-3})	1.31	0.03	1.22	1.39
Espacio Poroso (%)	40.9	3.88	32.5	49.7

Los coeficientes de correlación y la ecuación de regresión del porcentaje de arcilla con las variables de CE, CH, PSI, DA y EP se reportan en el Cuadro 2. Se obtuvo una relación positiva entre el contenido de arcilla con la conductividad eléctrica y el porcentaje de sodio intercambiable en los suelos estudiados, esto corrobora lo dicho por Paliwal y Gandhi (1973), Choudhary *et al.* (2004) y Datta y Jong (2002) quienes señalaron que la cantidad de arcilla que se requiere para ocasionar problemas de salinidad es de 20-30%, 18-26% y un 10% respectivamente y en este tipo de suelos el promedio fue de 41.9% lo cual ubica a los suelos estudiados como muy probables a salinizarse por el contenido de arcilla que presentan, además Cortés (2008) señaló que los suelos del Valle del Yaqui por su alto contenido de arcilla tienen un alto riesgo de salinizarse.

La salinidad del suelo asociada a la cantidad de arcilla presente, también se asocia al efecto negativo del porcentaje de sodio intercambiable, ya que esta variable aumenta a mayor contenido de sales solubles en la solución del suelo (Barreto *et al.*, 2003). La relación negativa entre el contenido de arcilla con la conductividad hidráulica y el espacio poroso del suelo, se asocia a lo dicho por Barreto *et al.* (2003), que a mayor contenido de arcilla el porcentaje de sodio intercambiable aumenta y un alto contenido de sodio intercambiable puede provocar dispersión y expansión de las partículas de éste y, a su vez la dispersión y reordenamiento de partículas del suelo obstruirían los espacios porosos, disminuyendo así la conductividad hidráulica.

Cuadro 2. Coeficiente de correlación y significancia estadística de la regresión entre el porcentaje de arcilla y la CE, CH, PSI, DA y EP de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

Variables	Datos de correlación	
	Correlación (r)	Significancia F
Conductividad Eléctrica (dS m^{-1})	0.803	19.98**
Conductividad Hidráulica (cm h^{-1})	-0.821	22.68**
Sodio Intercambiable (%)	0.932	66.32**
Densidad Aparente (g cm^{-3})	-0.800	17.80**
Espacio Poroso (%)	-0.869	34.08**

**=Altamente Significativo

En el Cuadro 3 se reporta el valor promedio de cada una de las variables según la clase textural a la que pertenecen. En total se encontró que el 57% de los suelos se clasificó como arcilloso, 21% como arcillo-limoso, 15% se clasificaron como franco-limoso y 7% como franco-arcillo-limoso.

La mayor CE se encontró en una textura que presentó más del 50% de arcilla; el valor más bajo de CH estuvo en suelo de textura arcillo limoso que a su vez esta textura presentó el segundo valor más alto de PSI y ocupó un segundo lugar en la suma del porcentaje de arcilla+ limo, con estos se corrobora que aparte de la cantidad de arcilla, el tipo de arcilla también es importante ya que los problemas de salinidad se encuentran fundamentalmente en los suelos de arcillas expandibles (Suástegui *et al.*, 1995). El menor

espacio poroso también se ubicó en la textura arcillo limoso empatando el valor con el de textura arcillosa, esto corrobora que este valor tiende a disminuir en los suelos compactados (Reichardt, 1985). El valor más alto de la densidad aparente se reportó en los suelos clasificados como franco-arcillo-limoso.

Cuadro 3. Valor promedio de arena, limo, arcilla, CE, CH, PSI, DA y EP según la clase textural en los suelos representativos del Valle del Yaqui.

Variables	Clase Textural			
	1	2	3	4
Conductividad Eléctrica (dS m^{-1})	2.23	2.14	1.82	0.55
Conductividad Hidráulica (cm h^{-1})	1.30	0.59	1.99	1.59
Sodio Intercambiable (%)	5.74	5.66	2.35	2.45
Densidad Aparente (g cm^3)	1.31	1.30	1.30	1.34
Espacio Poroso (%)	39.9	39.9	45.8	44.2
Arena (%)	20.6	6.90	27.5	5.60
Limo (%)	31.0	47.5	57.0	62.7
Arcilla (%)	48.3	45.6	15.5	31.7
Arcilla + Limo (%)	79.3	93.1	72.5	94.4
Arcilla + Arena (%)	68.9	52.5	43.0	37.3
Limo + Arena (%)	51.6	54.4	84.5	68.3

1= Arcilloso; 2= Arcillo-Limoso; 3= Franco- Arcilloso; 4= Franco- Arcillo- Limoso.

En las Figuras 1-5 se reporta el comportamiento de cada una de las variables evaluadas según el porcentaje de arcilla presentado. La mayor correlación positiva de la arcilla se observó con el PSI (Figura 3), seguida de la CE (Figura 1); la mayor correlación negativa del porcentaje de arcilla se observó con el EP (Figura 5), seguida de la CH (Figura 2) y la DA (Figura 4).

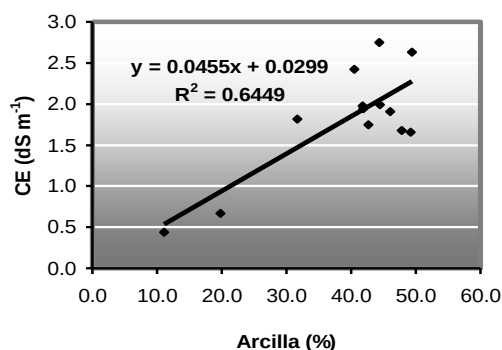


Figura 1. Porcentaje de arcilla y la CE de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

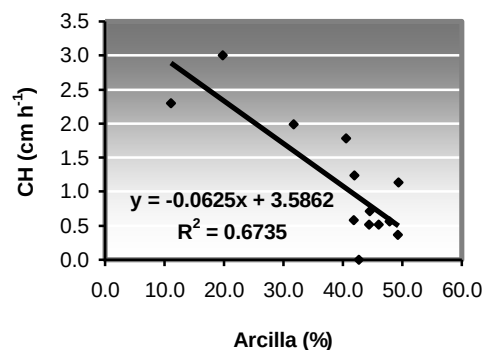


Figura 2. Porcentaje de arcilla y CH de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

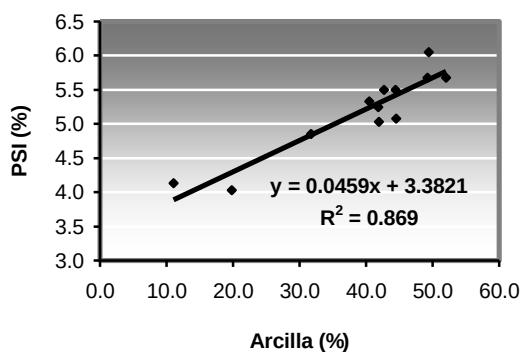


Figura 3. Porcentaje de arcilla y PSI de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

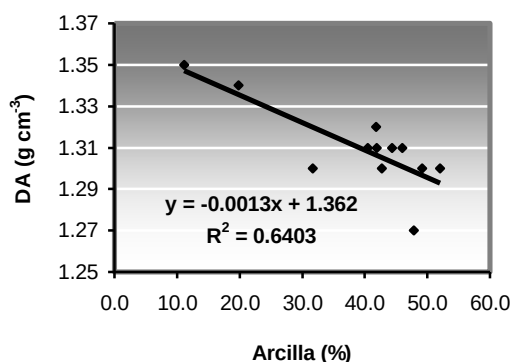


Figura 4. Porcentaje de arcilla y la DA de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

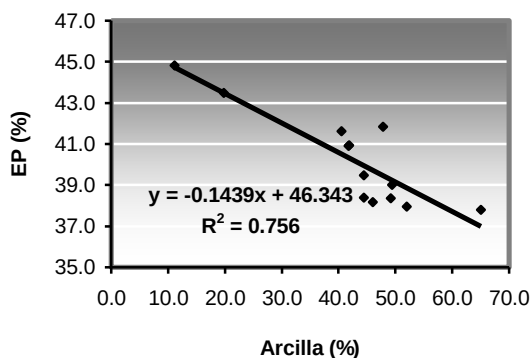


Figura 5. Porcentaje de arcilla y el EP de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

CONCLUSIONES

- A mayor porcentaje de arcilla en un suelo aumenta la conductividad eléctrica y sodio intercambiable.
- A mayor contenido de arcilla la conductividad hidráulica, el espacio poroso y la densidad aparente tienden a disminuir.
- La mayor acumulación de sales totales se observó en un suelo arcilloso.
- La mayor concentración de sodio intercambiable se presentó en suelos que reportaron más de 45% de arcilla y en este tipo de suelos se reportó el menor valor de conductividad hidráulica y espacio poroso.
- A mayor contenido de arcilla los suelos tienden a presentar problemas de salinidad, sodicidad, compactación y mal drenaje.

LITERATURA CITADA

- Barreto, F.F.L., Carvalho, G.H.O., y Gheyi, H.R. 2003. Conductividad hidráulica en un suelo aluvial en respuesta al porcentaje de sodio intercambiable. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7:2:403-407. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG - <http://www.agriambi.com.br>. Ingeniería Ambiental y Medio Ambiente
- Cepeda, D.J.M. 1991. *Química de Suelos*. Editorial Trillas. Primera edición. México. 168 p.
- Choudhary, O.P., Josan, A.S., Bajwa, M.S. and Kapur, M.L. 2004. Effect of sustained sodium and saline-sodic irrigation and application of gypsum and farmyard manure on yield and quality of sugarcane under semi-arid conditions. *Field Crops Research* 87:103-116.
- Coras, M. 1987. *Características y propiedades físicas del suelo en relación con el riego*. Editorial Gaceta. Primera edición. México. 154 p.
- Cortés, J.J.M. 2008. *Parámetros de calidad del agua procedente del acuífero del Valle del Yaqui, Sonora, e índices de riesgo asociados a su uso agrícola en suelos arcillosos*. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz B.C.S. México. 66 p.
- Datta, K.K. and Jong, C. 2002. Adverse effect of waterlogging and soil salinity on crop and land productivity in northwest region of Haryana, India. *Agricultural Water Management* 57:223-238.
- Hamdy, A., Abdel-Dayem, S. and Abu-Zeid, M. 1993. Saline water management for optimum, crop production. *Agricultural water management*, 24:189-203.
- Miralles, I., Ortega, R., Canton, Y. y Asensio, C. 2002. Degradación del suelo por exceso de sales y su relación con la topografía en un suelo del sur de España. *Agrochimica*. Vol. XLVI-Num. 6. p 270-279.
- Paliwal, K.V. and Gandhi, A.P. 1973. Some relationships between quality of irrigation waters and chemical characteristics of irrigated soils of the Nagaur District, Rajasthan. *Geoderma*, 9:213-220.
- Reichardt, K. 1985. *Processos de transferência de sistema solo-planta-atmosfera*. 4ed. Piracicaba. Fundação Cargill. 445 p.
- Suástegui, A.U., Ruiz, P.M. y Herrera, P.J. 1995. Variabilidad espacial de la conductividad eléctrica en un suelo del este de Cuba. I Análisis estadístico exploratorio. *Terra* Vol. 13. Num. 2. p. 126-135.
- Sumner, M.E. 1995. Sodic soils; New perspectives. In: Naidu, R; Sumner, M.E.; Rengasamy, P. (eds). *Australian sodic soils. Distribution, properties and management*. Adelaide: First National Conference and Workshop on Sodic Soils, 1995, p.1-34.
- Uvalle, B.J.X. 1984. *Diagnóstico Diferencial Integrado*. Escalas para clasificar las condiciones físicas del suelo. Laboratorio de suelos del Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora. 12 p.

IMPLICACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES DE LA QUEMA DE PAJA DE TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Juan Manuel Cortés Jiménez¹, Alma Angélica Ortiz Ávalos¹, Guillermo Fuentes Dávila¹, Teresa de Jesús Ruíz Vega¹, Gerardo Zazueta Encinas¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental Valle del Yaqui. Dr. Norman E. Borlaug km. 12 A.P. 155, C.P. 85000. Cd. Obregón, Sonora. Teléfono (644) 414-57-00. cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

Palabras clave: Alternaria, labranza mínima, gases de efecto invernadero.

RESUMEN

Se realizó un experimento de 8 años donde se estudió el efecto de la quema de los residuos de cosecha de trigo contra un testigo donde los residuos se incorporaron. En ambos tratamientos se reutilizó el mismo surco durante el período de evaluación. La quema de la paja de trigo disminuyó la cantidad de semillas de maleza y nemátodos pero no modificó el NMP de hongos. Con relación a la incidencia de punta negra en el grano, se detectó sólo un pequeño incremento en el porcentaje de granos dañados cuando no se quemó la paja. El análisis de suelo, demostró que la incorporación de la paja promovió un incremento en el contenido de materia orgánica, en la disponibilidad de nitrógeno y en la conductividad hidráulica, lo cual es un indicador de la mayor fertilidad que se obtiene al evitar la quema. El resto de las variables analizadas no presentaron variaciones significativas por efecto de los tratamientos. Durante los ocho años de evaluación, la quema disminuyó la producción, sin embargo, se reportan los tres últimos por lo impactante de las diferencias entre los tratamientos evaluados, ya que la quema de la paja provocó una reducción de más de una ton por ha durante los ciclos 2007-2008 y 2008-2009. En base en estos resultados, se observa que los impactos negativos sobre el ambiente, sobre la producción de trigo y sobre los suelos, son más grandes que las ventajas con las que se pretende justificar esta práctica en el Valle del Yaqui.

ABSTRACT

An experiment was conducted 8 years where he studied the effect of burning crop residues of wheat against a witness where the waste is incorporated. In both treatments the same furrow was reused during the evaluation period. The burning of wheat straw decreased the amount of weed seeds and nematodes but did not alter the fungal NMP. Regarding the incidence of black point in the grain, was detected only a small increase in the percentage of grains damaged when not burned straw. Soil analysis showed that the incorporation of straw promoted an increase in organic matter, nitrogen availability and hydraulic conductivity, which is an indicator of higher fertility than is obtained by avoiding burning. The remaining variables showed no significant variations analyzed the effect of treatments. During the eight years of evaluation, burning decreased production, however, are reported at the last three striking differences between the treatments evaluated, since the burning of straw resulted in a reduction of more than one ton per ha over 2007-2008 and 2008-2009 cycles. Based on these results, it appears that the negative environmental impacts on wheat production and soil are larger than the advantages which seeks to justify this practice in the Yaqui Valley.

INTRODUCCIÓN

En el Valle del Yaqui, Sonora, los costos derivados de la preparación del suelo representan de 11-14% de los costos directos de producción en el cultivo de trigo. En promedio, la superficie establecida en la región es de 150,000 ha con lo cual el impacto económico de la labranza representaría para el ciclo 2009-2010 (SAGARPA, 2009) una erogación de 253.5 millones de pesos y de 845.5 millones en el caso de la fertilización (Figura 1).

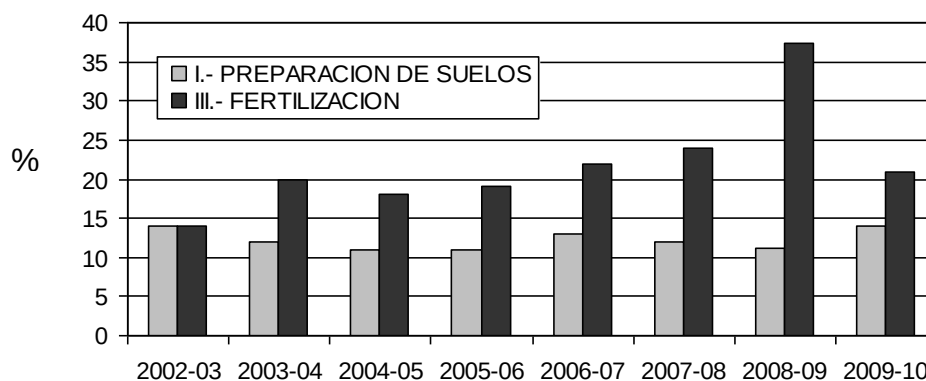


Figura 1. Costos de producción por hectárea de trigo. Distrito de Desarrollo Rural No. 148, Cajeme.

Durante mucho tiempo, la quema de paja fue una práctica usual después de la cosecha del trigo, ya que con este sistema se volvía a utilizar el mismo surco, se reducían los costos de preparación del suelo y se sembraba a tiempo soya que era el segundo cultivo en la rotación. Sin embargo, esta práctica generaba un impacto ambiental negativo en el suelo, en el aire y en la salud de la población. En la actualidad, el sistema de producción predominante en el sur de Sonora, es una rotación trigo-trigo, con lo cual el suelo permanece en descanso durante seis meses y no existe la necesidad de quemar las pajas para ahorrar tiempo. Sin embargo, todavía persiste el interés de los agricultores por quemar los residuos de cosecha, argumentando que con esta práctica se reducen los costos de labranza así como la población de maleza y la incidencia de enfermedades.

Para abordar esta problemática, se debe considerar que una consecuencia de la agricultura moderna es la producción de una gran cantidad de biomasa, donde los índices de cosecha de las variedades de trigo no superan el 50%, por lo cual la cantidad de residuos que queda en el campo es igual o mayor que la cantidad de grano cosechado. En el cultivo de cereales esto significa dejar en el terreno varias toneladas de paja. La presencia de rastrojos sobre el suelo puede dificultar el establecimiento y desarrollo del cultivo siguiente en la rotación, por lo cual, la quema de rastrojos antes del próximo cultivo es un manejo habitual en muchas zonas agrícolas. Problemas de contaminación ambiental, pérdida de nutrientes, riesgo de incendio y riesgo de erosión por la presencia de suelo desnudo hacen, sin embargo, poco aconsejable esta práctica (García de Cortázar *et al.*, 2003). Desde un punto de vista ambiental, se considera que el sector agrícola participa en la emisión de gases de efecto invernadero a través de la quema de residuos agrícolas, de acuerdo con el anexo A del protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (ONU, 1998). En los Valles de Mexicali, B.C., México e Imperial, Cal. EUA, separados por una línea divisoria, la quema de residuos agrícolas, representa una fuente importante de emisión de contaminantes al aire. En la quema de residuos agrícolas, constituye una fuente de emisiones de metano (CH_4), monóxido de carbono (CO y CO_2), bióxido de nitrógeno (NO_2), hidrocarburos ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) y partículas menores a 10 micras (PM_{10}). Los efectos a la salud por las emisiones de PM_{10} , son significativas en ambos Valles. En el Condado de Imperial, la muerte por enfermedades respiratorias son el doble que la del Estado de California y la proporción de asma infantil es la más alta de California. En Mexicali la bronquitis crónica es una de las principales causas de muerte. De acuerdo con la EPA las actividades agrícolas contribuyen aproximadamente con el 7% de las concentraciones de PM_{10} en ambos Valles (Moncada y Quintero, 2006).

Sobre el control de enfermedades en trigo, existen resultados que apoyan la quema como estrategia fitosanitaria ya que se cita que la mancha bronceada y Septoria se pueden reducir evitando las altas densidades de planta y reduciendo el inóculo primario mediante la quema o enterrando los residuos de la cosecha (<http://scarab.msu.montana.edu/Disease/DiseaseGuidehtml/webAbphys.htm>), sin embargo, aunque la quema de los residuos del trigo reduce el nivel de inóculo de los hongos que causan estas enfermedades, el servicio de extensión de la Universidad Estatal de Dakota del Norte no lo recomienda porque reduce la materia orgánica del suelo (http://www.ag.ndsu.edu/extplantpath/publication/Tan%20Spot%20and%20Septoria_Stagonospora%20Di

seases%20of%20Wheat.pdf). Con respecto a *Cephalosporium*, el Departamento de Fitopatología de la Universidad Estatal de Kansas, realizó tres años de experimentación para comparar el efecto de varias prácticas agrícolas en el control del hongo, y reportó que la quema después de una epifitía fue el método más efectivo para reducir la presencia de *Cephalosporium*, bajo el esquema de siembra solamente con trigo. Con el barbecho se presentó una incidencia de *Cephalosporium* similar al de la quema (http://www.apsnet.org/pd/search/1983/pd_67_1323.asp). Con respecto al control de la pudrición del cuello causado por *Fusarium* mediante la quema de esquilmos, la quema fue efectiva en mantener una baja incidencia de la enfermedad durante cuatro ciclos, en comparación con la retención de los residuos de las cosechas (<http://www.publish.csiro.au/paper/AP96042.htm>).

Una enfermedad que ataca al trigo en el Valle del Yaqui es lo que se conoce como punta negra, la cual se describe como granos y partes de granos que presentan en la cutícula que cubre al embrión una coloración que puede variar del café oscuro al negro y que afecta al endospermo (NMX-FF-055-1984). La punta negra es causada principalmente por tres especies diferentes de hongos; *Alternaria alternata*, *A. triticina* y/o *Bipolaris sorokiniana* (*Cochliobolus sativus*) que ennegrecen uno de los extremos del grano (Gilchrist *et al.*, 2005). Valenzuela y colaboradores (sin fecha), establecen que la infección de estos hongos ocurre durante el estado masoso del grano, principalmente cuando predomina el tiempo húmedo o lluvioso; de igual forma señalan que dependiendo del género del hongo y su penetración en la semilla, éste puede disminuir su viabilidad. La fertilización excesiva con nitrógeno en trigos bajo riego, constituye una de las condiciones más favorables para que ocurra la enfermedad, ya que el exceso de agua durante la antesis predispone a la presencia de punta negra (Madariaga y Latorre, 2004).

Con relación a la reducción en los costos de preparación del suelo, los resultados publicados por Cortés (2007) indicaron que la labranza no incrementa el rendimiento de trigo, por lo cual recomienda reducir el uso de maquinaria en este cultivo. En este sentido, la quema de residuos de cosecha incrementa la superficie de contacto entre la rastra y el suelo y permite eliminar un paso de este implemento, con lo cual se obtiene un ahorro de \$300 por ha. Sin embargo, quien toma la decisión de quemar, debería reutilizar el surco, con lo cual se pueden evitar los tres pasos de rastra y uno de barbecho o cincel que tradicionalmente se aplican en el Valle del Yaqui y ahorrar \$1,550 por ha. Una vez rehabilitado el surco, se puede regar para posteriormente fertilizar y sembrar sobre humedad, o bien regar después de la quema, lapso durante cual generalmente se pierde la mayor parte de la ceniza (Figura 2 y 3).



Figura 2. Quema de paja de trigo, cenizas sobre el suelo y reutilización del surco sin rastreo previo.



Figura 3. Surcos casi sin ceniza, riego y fertilización sobre humedad antes de sembrar.

El esquema de labranza mencionado, es congruente con la idea de quemar la paja de trigo para reducir los costos de preparación del suelo, sin embargo, el hecho de observar que después de la quema se prepara el suelo con arado de reja, es un indicador que los motivos para quemar son diferentes y que éstos puedan estar asociados a la creencia de que el fuego ayuda a eliminar semillas de maleza y algunas enfermedades presentes en el cultivo como es la roya de la hoja y la punta negra, las cuales han atacado al trigo durante los últimos años (Figura 4).



Figura 4. Barbecho después de la quema, roya de la hoja y granos con punta negra

Para el INIFAP la quema de los residuos de cosecha se considera una práctica injustificada, ya que la producción de cultivos requiere de un enfoque sostenible que considere la productividad y la rentabilidad de los sistemas de producción, pero mediante tecnología que sea amigable con el ambiente y contribuya a la conservación de los recursos naturales.

Con respecto a la quema, la legislación ambiental en la materia, establecida en EL REGLAMENTO EN MATERIA DE PRESERVACION, CONSERVACION Y RESTAURACION DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y EL MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE PARA EL MUNICIPIO DE CAJEME, determina lo siguiente:

Artículo 59.- La emisión de contaminantes a la atmósfera no deberá exceder los niveles permisibles que se establezcan en las Normas Oficiales, se prohíbe reducir, expeler, descargar o emitir contaminantes que alteren la atmósfera o que puedan provocar degradación o molestias de la salud humana, la flora, la fauna y en general de los ecosistemas del municipio. Tales operaciones sólo podrán realizarse de conformidad con el presente Reglamento, con la Legislación Estatal en la materia y con la Ley y sus reglamentos en vigor.

Artículo 60.- Se prohíbe realizar quema al aire de cualquier material o residuo, sólido o líquido o con fines de desmonte o deshierbe, o bien simulacros para control de incendios de terrenos, sin la autorización expresa de la Unidad Administrativa correspondiente, quienes pretenden llevar a cabo una quema, deberán presentar una solicitud por escrito, justificando ampliamente el motivo por el que requiere dicha acción. La Unidad Administrativa correspondiente, analizará dicha solicitud y resolverá, en un plazo no mayor de 15 días hábiles, aprobando, condicionando o negando el permiso.

Artículo 85.- Queda prohibido hacer mal uso de los suelos, realizar todo tipo de acciones negligentes o que, por descuido, puedan acelerar los procesos naturales de erosión y empobrecimiento de los mismos.

OBJETIVO

Determinar el efecto de la quema sobre las propiedades del suelo, la incidencia de semillas de maleza y patógenos en el suelo, la incidencia de panza blanca en el grano y el rendimiento de trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP, durante el período 2001-2002 al 2008-2009, en el cual se evaluó el efecto de la quema de los residuos de cosecha sobre la población de semillas de maleza y algunas enfermedades del suelo, la incidencia de punta negra en el grano, las características físico-químicas del suelo después de la última cosecha, y el rendimiento de grano durante los últimos tres ciclos. El trigo se estableció en un sistema de siembra en surcos con dos hileras de plantas. El cultivo se manejó en una rotación trigo-trigo. La fecha de siembra y el manejo agronómico se realizaron de acuerdo con las recomendaciones del INIFAP para la región. Durante los ocho años de evaluación se implementó un sistema de labranza mínima donde se reutilizó el mismo surco, lo anterior para evitar cualquier efecto del método de preparación del suelo. Las variables evaluadas en suelo fueron: nitrógeno nítrico (N-NO_3) por el método de la brucina, fósforo disponible (P) por el método Bray P1, bases Intercambiables; potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) por extracción con acetato de amonio 1N pH 7.0, micro elementos; hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y Zinc (Zn) por extracción con DTPA 0.005M, materia orgánica (MO) por Walkley y Black, pH en agua, porcentaje de sodio intercambiable (PSI), conductividad eléctrica (CE) y cationes en extracto de saturación (Ca, Mg, Na), y conductividad hidráulica (CH) por el método del permeámetro de carga constante. En las mismas muestras de suelo se determinó la cantidad de semillas de maleza por 10 g de suelo, el número de nemátodos por 200 g de suelo, y el NMP de hongos en 10 g de suelo. Las características físico-químicas se determinaron en el Laboratorio de Suelos del Campo Experimental Valle del Yaqui y el conteo de semillas de maleza y el análisis de patógenos se llevó a cabo en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES, A.C.). El porcentaje de granos con punta negra se determinó mediante conteo directo, mientras que el diagnóstico de *Alternaria* como principal agente causal, se llevó a cabo en el mismo laboratorio del PIEAES el cual se encuentra acreditado por EMA. Se determinó la concentración de nitrógeno y fósforo en la paja de trigo y posteriormente se calcinó una muestra en la mufla a 550 °C por dos horas para cuantificar los mismos elementos. El nitrógeno se determinó por Kjeldhal y fósforo por vía húmeda en una mezcla de ácido nítrico, perclórico y sulfúrico.

Para reutilizar el surco en el tratamiento sin quema de paja, se utilizó una triple barra con disco cortador en la barra intermedia, mediante la cual fue posible incorporar la paja con dos o tres pasos del implemento. En todos los ciclos, se utilizó el mismo número de pasos de maquinaria en ambos tratamientos para evitar cualquier fuente de variación asociada con la labranza. En la Figura 4 se describe el implemento utilizado para este propósito.



Figura 4. Lotes experimentales, surco reutilizado con toda la paja y equipo adaptado para esta labor

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se reportan los resultados obtenidos en el conteo de semillas de maleza. En general se pudo observar que la quema de la paja de trigo disminuyó la cantidad de semillas de Zacate Johnson, Chual blanco y verdolaga común. Sin embargo en el tratamiento con quema se detectó Zacate pinto el cual no fue reportado en el tratamiento sin quemar. En el caso de los nemátodos se observó que la cantidad de estos organismos disminuyó al quemar los residuos de cosecha, mientras que en el análisis de hongos, la quema no modificó el NMP en el caso de Fusarium, e incrementó el NMP de saprófitos que descomponen la materia orgánica.

Con relación a la incidencia de punta negra en el grano, se detectó sólo un pequeño incremento en el porcentaje de granos dañados cuando no se quemó la paja (Cuadro 2), con lo cual se asumió que más que la quema, el factor determinante en la aparición de esta enfermedad es el genético, para lo cual, como medida de control se recomienda evitar la siembra de variedades con mayor tendencia a presentar punta negra (Madariaga, Latorre, 2004).

Cuadro 1. Efecto de la quema de la paja de trigo, sobre la cantidad de semilla de maleza, nemátodos y hongos del suelo, después de 8 ciclos de evaluación. Muestra 0935/09 paja sin quemar y 0.936/09 paja quemada. CEVY-INIFAP.

No muestras	Resultados de Malezas Positivo a	Resultados de Nematodos Positiva a	de	Resultados de Micología. Positivo a
0935/09	<i>Sorghum halepense</i> . (Zacate jhonson) 15/100 g de suelo.	<i>Tylenchorynchus</i> 35/200g de suelo.	sp.	<i>Fusarium</i> sp. NMP* 9.3×10^2 ; Maximo 2.39×10^3 ; Mínima 3.6×10^2 en 10 g de suelo.
	<i>Chenopodium álbum</i> (Chual blanco). 5/100 g de suelo.	<i>Aphelenchus</i> 12/200 g de suelo.	sp.	Saprophytos que descomponen la materia. NMP* 4.7×10^3 ; Maximo 1.21×10^4 ; Mínima 1.82×10^3 en 10 g de suelo.
	<i>Portulaca oleracea</i> (Verdolaga comun). 2/100g de suelo.			
0936/09	<i>Sorghum halepense</i> . (Zacate jhonson) 12/100 g de suelo.	<i>Tylenchorynchus</i> 29/200g de suelo.	sp.	<i>Fusarium</i> sp. NMP* 9.3×10^2 ; Maximo 2.39×10^3 ; Mínima 3.6×10^2 en 10 g de suelo.
	<i>Chenopodium álbum</i> (Chual blanco). 1/100 g de suelo.			
	<i>Portulaca oleracea</i> (Verdolaga comun). 1/100g de suelo.	<i>Aphelenchus</i> sp. 8/200 g de suelo.		Saprophytos que descomponen la materia. Mayor a 16×10^4 en 10 g de suelo.
	<i>Echinochloa colunum</i> (Zacate pinto) 12/100 g de suelo.			

*Numero más Probable (NMP).

Cuadro 2. Efecto de la quema de paja sobre la incidencia de punta negra en grano de trigo de la variedad Samayoa C2004. CEVY-INIFAP. Ciclo 2008-2009.

Tratamientos	Punta negra (%)
Paja quemada	25.8
Paja sin quemar	27.4

La concentración de nitrógeno y fósforo en la paja fue de 0.57 y 0.032% respectivamente. Al quemar ésta, se eliminó todo el nitrógeno mientras que el fósforo apenas sufrió una leve variación (Cuadro 3). Cabe destacar que al incinerar la paja, sólo se recupera el 10% del peso original de la muestra, con lo cual se deduce que la materia orgánica contenida en la paja es un 90% de su peso. Para determinar la cantidad de paja que se produce por ha, se determinó un índice de cosecha de 0.45 en los experimentos conducidos durante 2008-2009, con lo cual se pudo determinar que en promedio, por cada tonelada de grano producida se generan 1.22 ton de paja por ha (Figura 5).

Cuadro 3. Efecto de la quema, sobre el contenido de nitrógeno, fósforo y materia orgánica en la paja de trigo. CEVY-INIFAP. Ciclo 2008-2009.

Variables	Condición de la paja	
	Sin quemar	Quemada
Nitrógeno %	0.570	0.0000
Fósforo %	0.032	0.0331
Materia Orgánica %	90	0.0

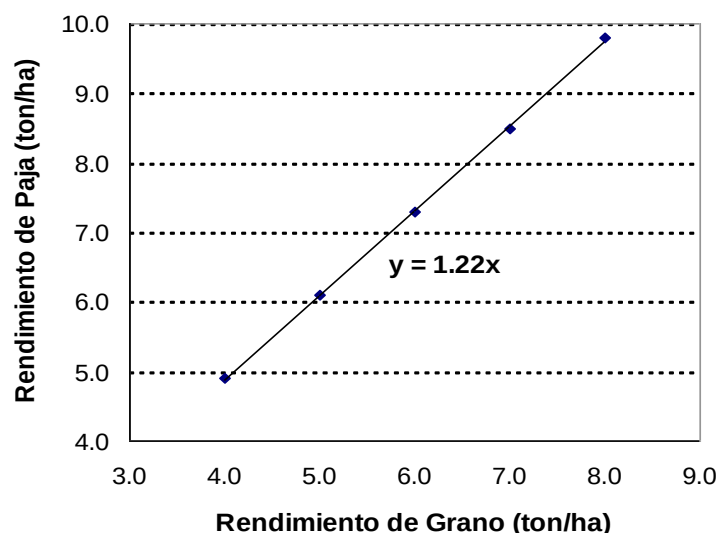


Figura 5. Relación entre el rendimiento de grano y paja en trigo, asumiendo un IC de 0.45.

Si se considera que el 90% de la paja es materia orgánica, la cantidad que se aporta al suelo cuando los residuos de cosecha se incorporan se describe en la Figura 6. De acuerdo con esta información, cuando se obtiene un rendimiento de 6.0 ton ha^{-1} de grano, la cantidad de paja producida es de 7.32 ton ha^{-1} que representan $6.588 \text{ ton ha}^{-1}$ de materia orgánica que pueden ser incorporadas.

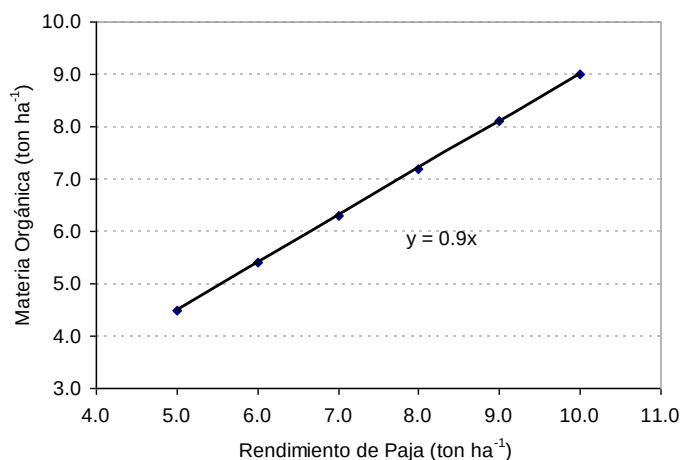


Figura 6. Rendimiento de Paja y Materia Orgánica considerando 90% de MO en paja de Trigo

Con los resultados obtenidos, se pudo visualizar un aspecto que nunca se toma en cuenta al momento de cuantificar los impactos de la quema, ya que si se considera que la paja contiene 0.57% de nitrógeno, el cual se pierde en la combustión de la misma, las pérdidas de nitrógeno a la atmósfera serán proporcionales a la cantidad de paja que se queme y a la concentración de este elemento en la paja. Cabe destacar, que en los ensayos de fertilización se ha cuantificado hasta 0.7% de nitrógeno en la paja. Con la información del nitrógeno perdido durante la quema, se puede estimar el impacto económico por ha si se considera el costo por unidad de nitrógeno de las dos principales fuentes utilizadas en el Valle del Yaqui que son amoníaco anhidro y urea. Si consideramos un caso hipotético donde un productor obtuvo 7.2 ton ha^{-1} de grano y quema los residuos de cosecha, perdería 50 unidades de nitrógeno contenidas en la paja que representan \$444 y \$707 pesos por ha si se expresan como NH_3 (\$8.88 por unidad) o como urea (\$14.13 por

unidad) respectivamente con base a precios del 23 de mayo de 2009 (Figuras 7 y 8). Lo anterior contradice cualquier argumento que promueva la quema como un medio para reducir un rastreo en los costos de preparación del suelo, ya que un rastreo cuesta \$300 por ha.

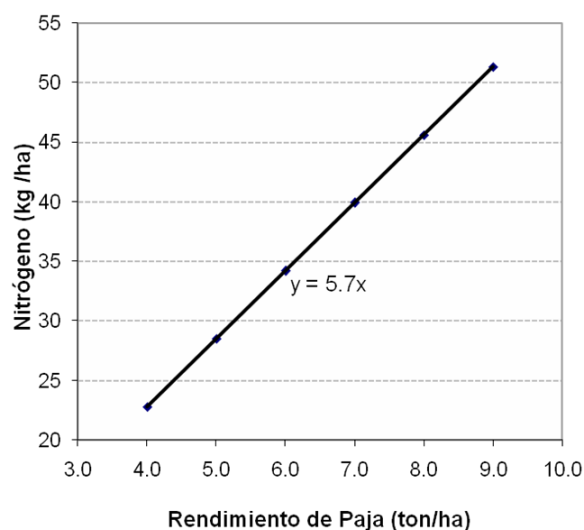


Figura 7. Rendimiento de paja y su contenido de nitrógeno considerando una concentración de 0.57%

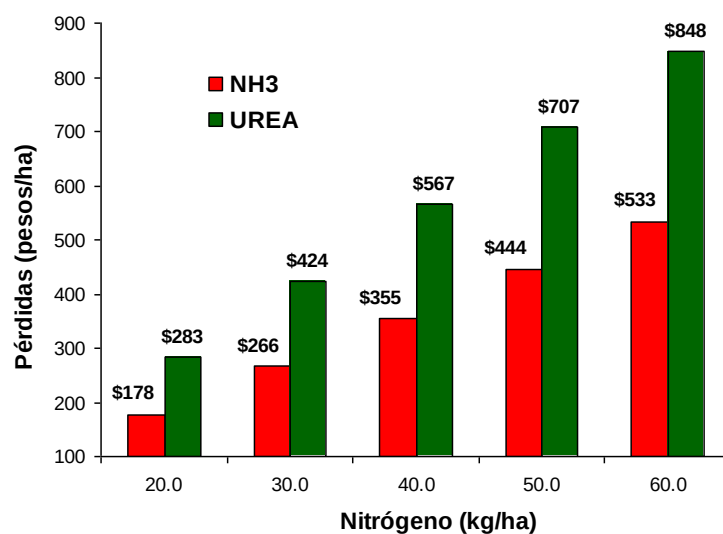


Figura 8. Nitrógeno en la paja de trigo y pérdidas en \$/ha al quemar, en función de dos fuentes de N

El análisis de suelo, demostró que la incorporación de la paja promovió un incremento en el contenido de materia orgánica, en la disponibilidad de nitrógeno y en la conductividad hidráulica, lo cual es un indicador de la mayor fertilidad que se obtiene al evitar la quema. El resto de las variables analizadas no presentaron variaciones significativas por efecto de los tratamientos (Cuadro 4). Los beneficios del incremento de materia orgánica por efecto de la incorporación de residuos de cosecha o abonos orgánicos, ya ha sido reportada por muchos autores, dentro de los beneficios de la materia orgánica se citan por Rodríguez (1994): Mejora la estructura del suelo

incrementando la formación de agregados y la capacidad de retención de humedad, Proporciona protección en la superficie del suelo reduciendo así la formación de costras e incrementando la infiltración del agua, Reduce los efectos de la compactación, Actúa como un almacén de nutrientes, Propicia un mayor movimiento y disponibilidad de fósforo y micro elementos, Incrementa la capacidad de intercambio catiónico, Proporciona energía para la actividad microbiana del suelo, e Incrementa la capacidad amortiguadora del suelo contra cambios drásticos en el pH.

Cuadro 4. Efecto de la quema de paja sobre las características físico-químicas del suelo, después de ocho años de evaluación. CEVY-INIFAP.

Característica del suelo 0-30 cm	Tratamiento	
	Paja quemada	Paja sin quemar
Nitrógeno nítrico kg ha ⁻¹	160.6	265.4
Fósforo disponible ppm	23.7	23.1
pH	8.33	8.35
Materia orgánica %	0.76	1.68
C.E. (Extracto) dS m ⁻¹	0.84	1.06
C.H. cm h ⁻¹	0.088	0.234
Calcio meq/100 g	32.6	33.3
Magnesio meq/100 g	4.3	4.3
Sodio meq/100 g	1.98	2.09
Potasio meq/100 g	3.7	3.9
Cu ppm	1.20	1.18
Fe ppm	3.30	3.20
Mn ppm	5.24	5.55
Zn ppm	0.19	0.30
Ca meq L ⁻¹ en extracto	1.94	3.09
Mg meq L ⁻¹ en extracto	1.34	2.15
Na meq L ⁻¹ en extracto	5.12	5.39
PSI	4.57	3.52

Desde el punto de vista agronómico, la variable más importante para el productor definitivamente la constituye el rendimiento de grano. Durante los ocho años de evaluación, la quema disminuyó la producción desde el primer año, sin embargo, se reportan los tres últimos por lo impactante de las diferencias entre los tratamientos evaluados, ya que la quema de la paja provocó una reducción de más de una ton por ha durante los ciclos 2007-2008 y 2008-2009 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la quema de paja sobre el rendimiento de grano durante los tres últimos años de evaluación. CEVY-INIFAP.

Tratamiento	Rendimiento ton ha ⁻¹		
	2006-2007	2007-2008	2008-2009
Paja quemada	6.408	7.116	7.606
Paja sin quemar	5.769	5.987	6.548

En base en estos resultados, se observa que los impactos negativos sobre el ambiente, sobre la producción de trigo y sobre los suelos, son más grandes que las ventajas con las que se pretende justificar esta práctica en el Valle del Yaqui.

CONCLUSIONES

Desde un punto de vista agronómico, la quema de la paja de trigo afecta negativamente el rendimiento de trigo, aun cuando disminuye la incidencia de algunos patógenos del suelo y la población de semillas de maleza.

La quema reduce la materia orgánica, que es uno de los principales indicadores de la fertilidad del suelo y además provoca la pérdida de nitrógeno hacia la atmósfera, lo cual genera un impacto económico directo sobre los agricultores y un impacto ambiental negativo, además del daño a la salud de la población.

LITERATURA CITADA

- Cortés J.J.M. 2007. Resultados con métodos de labranza en trigo. Folleto para productores No. 38. Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. 20 p.
- García de Cortázar G. V., Paola Silva C. P. y Acevedo H. E. 2003. Evaluación de un modelo predictivo sobre el efecto de la temperatura y humedad en la descomposición de rastrojo de trigo. Agricultura Técnica 63:1:69-80. INIA, Chillán, Santiago de Chile.
- Gilchrist-Saavedra, L., G. Fuentes-Dávila, C. Martínez-Cano, R. M. López-Atilano, E. Duveiller, R. P. Singh, M. Henry e I. García A. 2005. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. Segunda edición. México, D.F. CIMMYT.
- Madariaga, B. R. y Latorre, G. B. 2004. Boletín de Trigo, Capítulo 5. Enfermedades. p 124. <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR31878.pdf>. Visitado 22 de Mayo de 2009.
- Moncada A. A. y Quintero N. M. 2006. Las quemadas agrícolas en los valles Imperial de California, EUA y Mexicali, Baja California, México. En: Quintero N. M. 2006. Contaminación y medio ambiente en Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. 249 p.
- Norma Mexicana. NMX-FF-055-1984. Productos alimenticios no industrializados para uso humano. Cereales. Trigo. Método de prueba. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. 1998. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. 25 p.
- REGLAMENTO EN MATERIA DE PRESERVACION, CONSERVACION Y RESTAURACION DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y EL MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE PARA EL MUNICIPIO DE CAJEME. FICHA TECNICA NORLEX. 25 de agosto de 1998.
- Rodríguez, C. J. 1994. ¿Qué sabe usted de la materia orgánica del suelo? En: CIANO INFORMA Num. 3. Vol. IV. CEVY-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora.
- SAGARPA. 2009. Costos de producción para el cultivo de trigo en surcos. Comité de Costos del DDR-148. Cajeme. Cd. Obregón, Sonora.
- Valenzuela, P. A., Martínez, B. A. y Medina, V. A. Sin año. Producción de Semillas de Trigo en el Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado, Sonora. CEMEXI-CIRNO-INIFAP. <http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Produccion/Paquetes/Semilla.pdf>. Visitado 22 de Mayo de 2009.
- <http://scarab.msu.montana.edu/Disease/DiseaseGuidehtml/webAbphys.htm>. Visitado 26 de mayo de 2009.
- http://www.ag.ndsu.edu/extplantpath/publication/Tan%20Spot%20and%20Septoria_Stagonospora%20Diseases%20of%20Wheat.pdf. Visitado 26 de mayo de 2009.
- http://www.apsnet.org/pd/search/1983/pd_67_1323.asp. Visitado 26 de mayo de 2009. Visitado 26 de mayo de 2009.
- <http://www.publish.csiro.au/paper/AP96042.htm>. Visitado 26 de mayo de 2009.

DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL DE GLADIOLO EN CINCO ESTADOS DE MÉXICO

Benjamín Zamudio-González¹, Juan Nelson Martínez-Rodríguez¹, Margarita Tadeo-Robledo² María Magdalena Ofelia Grajales-Muñoz². ¹INIFAP-CIRCE. Vialidad Adolfo López Mateos km 4.5, Carr. Toluca-Zitácuaro, Zinacantepec, Estado de México. bzamudiog@yahoo.com.mx ²Profesora de Carrera T.C., Ingeniería Agrícola, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, FESC-UNAM, km. 2.5 Carretera Cuautitlán-Teoloyucan, C.P. 54700. Apdo. Postal 25, Cuautitlán Izcalli, Edo., de México.

Palabras clave: ornamentales, flor de corte, fertilización, análisis químico.

RESUMEN

La calidad de la flor de corte del gladiolo depende de la genética del cultivo y el sistema de producción. Para aspirar a cosechas de alta calidad es indispensable iniciar con semilla o cormos de gladiolo con pureza varietal certificada, libre de plagas y enfermedades; así como de la nutrición balanceada y suficiente del cultivo. Sólo de esta manera el productor de gladiolo podrá competir y pretender altos precios en el mercado nacional e internacional. En este trabajo, se hizo un diagnóstico nutrimental del suelo y tejidos vegetales de gladiolo en las principales regiones productoras en México, a fin de coadyuvar a la tecnología disponible para obtener flor de gladiolo de calidad. La colecta de muestras de gladiolo se hizo en sitios comerciales en cinco regiones del país durante el ciclo verano-otoño 2007. En laboratorio, se determinaron los contenidos químicos en suelos, tejidos de raíz y de hoja. El análisis de varianza (ANAVA) de los datos consideró el modelo de Diseño Experimental Completamente al Azar con cuatro repeticiones y la comparación de medias de concentración nutrimental en tejidos vegetales se les practicó una prueba de hipótesis para intervalos por cada uno de los predios de los cinco estados del estudio. Se categorizaron por nutrimento con la decisión de dentro o fuera de los "rangos de suficiencia" como: normales, *deficientes* y *en exceso*, según criterios publicados en la literatura especializada de ornamentales. Se discute la relación con la oferta nutrimental de los suelos y la necesidad de enmienda. Las pruebas de hipótesis indicaron graves problemas de desbalances nutrimentales en tejidos de raíces y hojas de gladiolo en el país; y se destaca la baja eficiencia de potasio aún en suelos con alta oferta, la deficiencia de cobre en hojas, y valores extremadamente altos en raíces de Hierro (Fe) seguidas por manganeso por causa de suelos extremadamente ácidos.

ABSTRACT

The quality of cut gladiolus flower depends on genetics and production system. To aspire to high quality cut flower is necessary starts with bulbs of gladiolus with high varietal purity and free of pests and diseases certified; as well as balanced and sufficient nutrition of the crop. Only in this way, the producer of gladiolus can compete and expect high prices in the domestic and international markets. In this study, there was a nutritional diagnosis of soil and plant tissue of gladiolus in the main producing regions in Mexico, to assist in the technology available for gladiolus flower quality. The collection of samples of gladiolus was made on commercial sites in five regions of the country during the summer-fall 2007 cycle. In the laboratory, was determined the chemical content in soil, root tissue and leaf. The analysis of variance (ANOVA) of the data considered the model of a completely randomized design with four replications. The comparison of average nutrient concentration in plant tissues was given a hypothesis test intervals for each of the properties of the five states. Each nutriment was categorized within or outside the "sufficiency ranges" as: normal, deficient and in excess, according to criteria published in the specialized ornamental literature. We discuss the relation to soil nutrient supply and the need for amendment. Hypothesis tests showed serious problems of nutritional imbalances in tissues of roots and leave of gladiolus in the country, and low efficiency of potassium in soils although its high supply, copper deficiency in leaves, and extremely high values of Fe in roots followed by manganese due to extremely acidic soils.

INTRODUCCIÓN

El gladiolo se cultiva en más de 3,754 hectáreas en doce entidades del país. Los estados con mayores áreas son: 1,073 ha en Puebla, 971 ha en el Estado de México, 876 ha en Morelos, 491

ha en Michoacán, 232 ha en Guerrero y 110 ha en Veracruz (Claridades Agropecuarias, 2006). El gladiolo es una planta perenne bulbosa que se cultiva en ciclos menores de cuatro meses con el cambio constante de terrenos o rotación de cultivos para evitar el incremento de la incidencia de plagas y enfermedades telúricas que atacan tejidos de la raíz y el cuello de la raíz en la planta. Del gladiolo se cosechan sus espigas elegantes, y se comercializan éstas como flor de corte con una extensa variedad de colores y belleza. Sólo en el Estado de México, la producción supera un millón de gruesas de gladiolo (una gruesa tiene 144 de espigas), con precios que fluctúan en el mercado nacional del orden de 150 a 400 pesos de acuerdo a la calidad y temporada (aproximadamente de 10 a 30 dólares americanos la gruesa). Al considerar un precio de venta en el mercado por parte del productor de base de 20 dólares la gruesa, se estima la derrama económica en el campo por la venta de gladiolo en el Estado de México es del orden de 20 millones de dólares al año. Se aprecia la demanda de la flor de corte de gladiolo es estable en el mercado nacional. En México, la espiga de gladiolo es aprovechada para ornamentos en ceremonias religiosas, eventos sociales y para ocasiones personales. Se destacan picos de alta demanda del mercado nacional de la flor de gladiolo para la conmemoración del día de muertos del 2 de noviembre, seguida por fechas del 12 de diciembre, 10 de mayo y 14 de febrero. Pese al potencial productivo que México tiene como productor de flores, éste no ha sido aprovechado, y su participación en los mercados internacionales es relativamente baja debido a la pobre calidad que predomina (Claridades Agropecuarias, 2006). La nutrición vegetal se considera como uno de los factores más determinantes para la obtención de flor de corte de alta calidad final. Se ha identificado con alta frecuencia un grave problema de fertilización empírica del cultivo de gladiolo, ya que los productores de esta flor de corte en más de 95%, no acuden a la tecnología de diagnóstico nutrimental con base al análisis químico del componente agua de riego-suelo y tejidos vegetales. Con base al problema anotado, se formuló la hipótesis: “existen desbalances nutrimentales en cultivo de gladiolo en los sistemas de producción comerciales por entidades, sitios dentro de las entidades, y en los tejidos de hojas y raíces de la planta”. El diagnóstico propuesto se orientó para establecer medidas correctivas de enmienda y fertilización del suelo y nutrición del cultivo con el objetivo de coadyuvar a cosechas con mayor proporción de espigas de gladiolo de alta calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se hicieron colectas de tejido vegetal de plantas de gladiolo en sitios comerciales durante el ciclo verano-otoño de 2007, ciclo de cultivo planeado para la cosecha de flor de corte para su venta en la fecha de Día de Muertos que se conmemora en México el 2 de noviembre. Se seleccionaron los cinco estados de México con mayores áreas de cultivo de gladiolo. De cada estado a su vez se seleccionaron cinco unidades de producción y dentro de cada unidad de producción se tomaron por cuadruplicado en forma aleatoria muestras de suelo en contacto con las raíces a aproximadamente 0.20 m de profundidad (rhizosfera), así como el correspondiente tejido de raíz y hoja de 20 plantas por repetición. La ubicación geográfica precisa de los lugares donde se hicieron las colectas fueron: Atlixco, San Salvador y San Lucas de Puebla; Pilcaya, Guerrero; Tuxpan, San Jerónimo (Quiroga), Michoacán; Ixtapan del Oro, Jicotitlán e Ixtlahuaca en el Estado de México; y Cautla, Ayala, Cuauhtepic (Zacualpan) y Oacalco (Yautepec) en Morelos.

A los suelos se les determinaron los siguientes parámetros, de los cuales se hace una descripción del método utilizado según Aguilar *et al.* (1987), y fueron: el pH con potenciómetro y la conductividad eléctrica se determinó con conductímetro, ambas variables en relación de partes por peso de 1 de suelo por 2 de agua; el contenido de materia orgánica se obtuvo por el método de Walkey y Black, el nitrógeno por el método de Microkjeldhal, el fósforo se midió con el procedimiento de Bray 1, el potasio total extractado con acetato de amonio y medido por fotometría de flama; en tanto los cationes de sodio, calcio y magnesio se obtuvieron por medio de titulación con EDTA. Adicionalmente se determinó de las muestras de suelo su textura y densidad aparente.

A las muestras de tejido vegetal se les midieron los contenidos de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn y B; con la metodología estandarizada de digestión húmeda triácido según Manual del Laboratorio de Nutrición Vegetal del Colegio de Posgraduados (Alcántar y Sandoval, 1999). Los datos de los contenidos de cada nutrimento en tejidos de hojas y raíces fueron comparados contra el criterio

teórico de “rango de suficiencia” para gladiolo como cultivo intensivo publicado por Alarcón, (2004).

Las pruebas se corrieron con el paquete estadístico SAS. El análisis de varianza (ANAVA) consideró el modelo de Diseño Experimental Completamente al Azar con cuatro repeticiones. La validez de las decisiones de la “normalidad”, “suficiencia” o “deficiencia o toxicidad” de cada nutrimento fue hecha por cada estado y en su conjunto o país fue sustentada con base a “intervalos de suficiencia calculados” al modificar los “rangos teóricos” al considerar la variabilidad y el error estadístico de los valores medidos en las muestras de tejidos de gladiolo. Para ello, se uso una prueba de hipótesis propuesta según criterios publicados por Casella (1990) (Mood y Graybill, (1978). Dicha prueba que se utiliza cuando la media de una muestra varía en forma continua en un intervalo, así:

$$H_0 : \theta_1 \leq X \leq \theta_2 \quad Vs \quad H_a : X < \theta_1 \text{ ó } X > \theta_2$$

Y la regla de decisión para esta prueba es:

$$\text{Se rechaza } H_0 \text{ si } X > \theta_2 + t_{n-1, \alpha/2} \sqrt{s^2 / n} \quad \text{ó} \quad X < \theta_1 + t_{n-1, \alpha/2} \sqrt{s^2 / n}$$

Donde:

X= promedio,

θ_1 = límite inferior del rango de suficiencia y

θ_2 = límite superior del rango de suficiencia

La prueba de hipótesis anterior aplicada a rango de suficiencia teórico propuesto por Alarcón (2004), se modificaron por la fuente de variación y error para obtener el rango o intervalo de suficiencia calculado; con el cual se tomaron las decisiones para clasificar a los elementos como *deficientes (letra cursiva para facilitar discusión)*, **excesivos (letra negrita)** o dentro del rango de suficiencia (letras y números normal), por estado y país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de algunas variables de los suelos de los sitios comerciales cultivados con gladiolo para cada una de las cinco entidades federativas son mostrados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores promedio de algunas variables de suelos con gladiolo en México.

Estado	pH	C.E. dS m ⁻¹	Textura	M.O %	N %	P mg kg ⁻¹	K meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g
Guerrero	6.01	0.25	Arcilla	1.47	0.06	64.3	0.32	16.2	8.9
México	5.25	0.50	Arcilla	2.68	0.10	107.3	0.32	8.7	5.0
Michoacán	5.59	0.67	Mig. Arcill.	3.29	0.16	75.9	0.93	9.7	5.2
Morelos	6.01	0.87	Mig. Arcill.	3.78	0.11	180.5	0.59	14.8	7.4
Puebla	6.42	0.59	Mig. aren.	1.19	0.05	48.8	0.57	10.9	3.1
R Óptimos	6.1-7.5	0.3-0.6	Franco	2-3	0.1-0.2	20-30	0.5-0.7	10-20	2.5-5.0

[±] Rangos de suelo Alarcón, (2004)

Los suelos cultivados con gladiolo en México en promedio son: de ligera a fuertemente ácidos, bajos en contenido de sales, texturas pesadas o arcillosas, pobres de materia orgánica y nitrógeno en Guerrero y Puebla, suficiente a alta oferta de fósforo, bajos de K en Guerrero, Estado de México y Puebla, con contenidos de bajo a medio de calcio y magnesio. Con base a este diagnóstico parcial del *status* del contenido químico de los suelos, se espera por una parte en los tejidos de gladiolo sean bajos o deficientes las concentraciones de N, K, Ca; en tanto por el otro extremo se presenten posibles excesos o toxicidades de micro elementos metálicos (Fe, Cu, Zn, Mn) y de aluminio por la excesiva acidez.

Las pruebas de hipótesis para juzgar el estatus de los contenidos de macro-elementos en tejidos de gladiolo al considerar el conjunto de los cinco estados de la república estudiados son

presentadas en el Cuadro 2. Se juzga el contenido promedio de N en raíz fue de 1.2 % (Cuadro 1), contra el rango de suficiencia calculado se rechaza H_0 y se clasifica como bajo o insuficiente; mientras que en la hoja se manifiesta que el contenido de N se encuentra en el rango de normalidad. Este elemento debe de encontrarse en cantidades disponibles suficientes para que la planta realice las funciones básicas como la fotosíntesis y la formación de estructuras como la formación de reservas de aminoácidos, aminos, proteínas, nucleótidos, etc. (Bidwell, 1979; Gil, 1995; Alarcón, 2004; Alcántar y Trejo, 2007).

El contenido en raíz de fósforo (P) fue de 0.2%; comparándose con el rango calculado se entiende que es baja la disponibilidad el suelo, y se cataloga como deficitario en raíz; mientras que el P en hoja asciende a 0.4% y se clasifica como normal o en grado de suficiencia, tendiendo hacia el límite de deficiencia. Los productores de gladiolo fertilizan con dosis hasta de 800 kg-ha⁻¹ de fosfato de amonio al plantar los cormos con el objeto de lograr alta formación de espigas florales. No obstante, se aprecia escaso contenido de este nutrimento en raíces y un valor muy cercano al límite inferior de suficiencia en hoja. Este elemento en la planta tiene la función de favorecer el desarrollo de la raíz y producción de nuevos bulbillos para reposición de cormos para futuras plantaciones, ya que induce al crecimiento de nuevos meristemas (Will, 1988).

Cuadro 2. Pruebas de hipótesis y decisiones del estatus de contenidos promedio de **macro**-elementos en tejidos de gladiolo en México (combinación de cinco estados).

Variable	Tejido	Rango teórico*			R. calculado		Decisión
		θ_1	θ_2		θ_2	θ_1	
N	Raíz	1.2	2.8	4.5	3.0	5.1	<i>Se rechaza H_0/ N deficiente</i>
	Hoja	3.3	2.8	4.5	3.0	5.1	No se rechaza H_0
P	Raíz	0.2	0.2	0.5	0.4	0.7	<i>Se rechaza H_0/ P deficiente</i>
	Hoja	0.4	0.2	0.5	0.3	0.7	No se rechaza H_0
K	Raíz	1.0	1.8	3.0	2.9	4.4	<i>Se rechaza H_0/ K deficiente</i>
	Hoja	1.9	1.8	3.0	2.7	4.2	<i>Se rechaza H_0/ K deficiente</i>
Ca	Raíz	0.6	1.0	1.5	0.7	1.7	<i>Se rechaza H_0/ Ca deficiente</i>
	Hoja	0.7	1.0	1.5	0.6	1.6	No se rechaza H_0
Mg	Raíz	0.4	0.3	0.6	0.3	0.5	No se rechaza H_0
	Hoja	0.3	0.3	0.6	0.2	0.4	No se rechaza H_0

* Rango de suficiencia teórico en hoja según Alarcón, (2004); y calculado según Casella, (1990) y Mood and Graybill, (1978). Apreciación de letras y números en cursivas para destacar "deficiencias."

El potasio (K), se encontró en cantidad de 1.0% y 1.9% en raíz y hoja respectivamente. En contraste con los índices de suficiencia calculados se rechazan las hipótesis nulas y son clasificados los valores de K en raíz y hoja como "en deficiencia", Esta tendencia se repite en todos los lugares de los cinco estados evaluados. La falta de potasio afecta la regulación de la presión osmótica y proporciona turgencia a las células repercutiendo en la apariencia de las espigas como producto final. El K también aumenta la actividad fotosintética que favorece el desarrollo de la planta (Alarcón, 2004, Alcántar y Trejo, 2007, Bidwell, 1979 y Urrestarazu, 2004).

El calcio (Ca), se midió abajo ligeramente al límite inferior de suficiencia del rango calculado en la raíz (0.6%, deficiente), en tanto en hojas de 0.7% apenas sobrepasó este rango (suficiente). El calcio cumple funciones enzimáticas para orientar procesos metabólicos, es indispensable en la proliferación de nuevas raicillas, y juega un rol básico en la construcción de paredes celulares. En

el suelo actúa en relación con otros cationes (K y Mg), por lo cual en mayor o menor medida afectará su disponibilidad y absorción (Urrestarazu, 2004).

El magnesio (Mg), no mostro problemas en las concentraciones que fueron de 0.4% y 0.3% en la raíz y hojas respectivamente, lo que comparado con los indicadores calculado ubica a los valores de raíz y hoja en “normal”.

Las pruebas de hipótesis para calificar con honestidad estadística los desbalances de micro-nutrientes en tejidos de hojas y raíces de gladiolo en promedio para el conjunto de datos de los cinco estados de México estudiados, son presentadas en el Cuadro 3.

Se midieron concentraciones de los metales Fe, Cu y Mn en exceso o grado tóxico en tejidos de raíces. Se destaca el contenido de hierro en raíces que equivale a cuatro veces el valor del límite superior de suficiencia calculado y es más de 13 veces el contenido de Fe en hoja de gladiolo. Este cultivo es producido en suelos derivados de partículas volcánicas con residuo ácido. Los valores de pH del suelo son del rango muy frecuente de 4.0 a 5.5 unidades por lo cual amerita enmienda con roca caliza y/o dolomita para amortiguar y alcalinizar el medio de las raíces. Se deduce la toxicidad de hierro causa “bloqueo” o efecto antagónico en la competencia de sitios de absorción y asimilación de otros metales nutrimentales, y junto con el aluminio provoca necrosis o muerte de raíces con el fenómeno asociado de una reducción de las funciones propias de la raíz de absorción hídrica y nutrimental (Alcántar y Trejo, 2007).

Cuadro 3. Pruebas de hipótesis y decisiones del estatus de contenidos promedio de **micro-elementos** en tejidos de gladiolo en México (combinación de cinco estados).

Variable	Órgano	Media (mg kg ⁻¹)	Rango teórico*		Rango Calculado		Decisión
			θ_1	θ_2	θ_2	θ_1	
Fe	Raíz	6534	80	150	1601	1721	Se rechaza Ho/ Fe en exceso
	Hoja	514	80	150	592	712	No se rechaza Ho
Cu	Raíz	18.2	7	15	10.8	17.8	Se rechaza Ho/ Cu en exceso
	Hoja	13.6	7	15	16.3	23.3	<i>Se rechaza Ho/ Cu deficiente</i>
Zn	Raíz	47	25	80	32	82	No se rechaza Ho
	Hoja	44	25	80	27	77	No se rechaza Ho
Mn	Raíz	180	35	120	77	157	Se rechaza Ho/ Mn, exceso
	Hoja	123	35	120	76	156	No se rechaza Ho
B	Raíz	69	30	70	39	94	No se rechaza Ho
	Hoja	58	30	70	30	85	No se rechaza Ho

* Rango de suficiencia teórico en hoja según Alarcón, (2004); y calculado según Casella, (1990) y Mood and Graybill, (1978). Apreciación de *letras y números en cursivas* para destacar “deficiencias”; **y en negritas para destacar excesos**.

En contraste a la presencia excesiva tóxica de Fe-Cu y Mn en raíces; en hoja de gladiolo en Cu se midió deficiente por probable exclusión de su transporte de la raíz hacia la parte área vegetativa por fenómenos de antagonismo de cationes. En cambio, el Fe y Mn se encontraron dentro del rango de suficiencia.

En lo general, se visualiza con el criterio de comparar los contenidos de micro-elementos en hoja de gladiolo en los cultivos comerciales de gladiolo “no existe problema”; sin embargo es

reconocido el indicador de la variable central anula valores extremos sin permitir la deducción de desbalances por sitio específico. No obstante, se juzga grave la alta concentración de Fe en raíces de gladiolo en el país; por lo cual deberá promoverse la práctica de enmienda del encalado para aminorar la excesiva acidez de los suelos cultivados con gladiolo en México.

CONCLUSIONES

Los desbalances nutrimentales más graves y consistentes en la producción comercial de gladiolo para el conjunto de cinco estados de México fueron: 1.- En todos los sitios se midió deficiencia de potasio en tejidos vegetales, aún cuando la oferta de este nutrimento en el suelo fue calificada de normal en Morelos y Puebla, e incluso alta en Michoacán, 2.- Se calificaron concentraciones tóxicas y muy excesivas de hierro en tejidos de raíces de gladiolo, seguido por alto manganeso y cobre, 3.- No obstante, los contenidos de micro-elementos en hojas de gladiolo fueron "normales" con excepción de cobre que fue deficiente, 4.- Dada la frecuente extrema acidez de los suelos, sus pobres contenidos de materia orgánica y la baja oferta de calcio y magnesio; se justifica un plan de enmienda de suelo para alcalinizar el medio de las raíces con roca dolomita y añadir materia orgánica; con el objetivo de aportar Ca-Mg, habilitar la disponibilidad de K, y para reducir el efecto tóxico por el exceso de Fe-Cu y Mn.

LITERATURA CITADA

- Alarcón, L. A. 2004. Diagnóstico de nutrición agrícola: agua, suelo y material vegetal. Segundo máster de nutrición vegetal de cultivos hortícola protegidos. Ed. Universidad Politécnica de Cartagena España. 90 pp.
- Alcántar, G. G. y Sandoval V. M. E. 1999, Manual de análisis químico de tejido vegetal. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C. Publicación Especial 10, Chapingo Estado de México. 156 pp.
- Alcántar, G. G. y Trejo L. I. 2007. Nutrición de cultivos. Ed. Mundi Prensa México, S.A. de C.V. Colegio de Potsgraduados. 438 pp.
- Aguilar S., A. J. D. Etchevers B. Y J. Z. Castellanos R. (Eds.). 1987. Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Chapingo, México. 217 pp.
- Bidwell R. G. 1979. Fisiología vegetal. Ed. AGT, México, D.F. 267 pp.
- Casella, G. and Berger, R. 1990. Statistical Inference. Ed. Duxbury Press. California, USA. 650 pp.
- Claridades Agropecuarias. 2006. Floricultura mexicana; Flores de corte. Núm. 154. 3-39 pp.
- Gil. M.F. 1995. Elementos de Fisiología Vegetal. Editorial Mundi Prensa. España. 230 p.
- Mood, A. y Graybill, F. 1978. *Introducción a la Teoría de la Estadística*. Editorial Aguilar. Madrid, España. 536 pp.
- Wild A. (compilador) 1988. *Condiciones de suelo y desarrollo de las plantas según Rusell*. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 78-145 pp.
- Urrestarazu, M. 2004. Tratado de cultivo sin suelo. Ed. Mundi-prensa. España. 914 pp.

EFFECTO ALELOPÁTICO DE RESIDUOS SECOS DE CINCO MALEZAS SOBRE LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO INICIAL DE CEBOLLÍN (*ALLIUM cepa* L.).

M. Cruz¹, J. F. Ponce-Medina¹, A. M. García-López¹, L. Partida-Ruvalcaba³, R. Medina¹, C. Ceceña¹ y J. U. Murillo². ¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, B. C. mcruz1410@hotmail.com. ²Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, B. C. ³Tesista de Licenciatura del ICA-UABC. ³Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa.

Palabras clave: Interferencia, aleopatía, peso seco.

RESUMEN

Se condujo un experimento con el objeto de evaluar el efecto alelopático de residuos secos de cinco malezas en la germinación y desarrollo inicial del cultivo de cebollín. Las malezas utilizadas fueron, girasol (*Helianthus annuus*), coquillo (*Cyperus rotundus*), grama (*Cynodon dactylon*), quelite rojo (*Amaranthus palmeri*) y fibra (*Sesbania macrocarpa*) y la variedad de cebollín fue Green Banner. Las malezas se dividieron en raíz, parte foliar y planta entera las cuales fueron los tratamientos mas un testigo sin maleza, con tres repeticiones. La germinación fue afectada significativamente en la mayoría de los tratamientos respecto al testigo y los que mostraron mayor efecto alelopático y que presentaron los valores mas bajos fueron, raíz de coquillo, raíz de grama, con valores de 2.00 y 5.66 semillas germinadas respectivamente. El mayor valor fue para foliar de grama con 18.33 semillas, no encontrando diferencia sobre el testigo, raíz de fibra y raíz de girasol con valores iguales de 17.00 semillas. Al analizar la longitud de plántulas de cebollín a los 15 dds, se puede apreciar que el total de los tratamientos mostraron diferencia altamente significativa con respecto al testigo cuyo valor fue de 10.17 cm, y los tratamientos planta entera de *H. annuus* y raíz de *H. annuus* con valores de 5.96 y 5.49 cm respectivamente, fueron los que mostraron menor diferencia significativa. Siete de los tratamientos presentaron valores de cero, destacando nuevamente raíz de *S. macrocarpa*, foliar de *C. dactylon* y foliar y planta entera de *A. palmeri*. Al evaluar la peso seco de las plántulas de cebollín a los 15 dds todos los tratamientos mostraron diferencias significativas con respecto al testigo con un valor de 0.0439 g, sin embargo, cabe mencionar que los tratamientos *C. dactylon* foliar y *H. annuus* planta entera presentan los valores mas cercanos al testigo con cifras de 0.0267 y 0.0257 respectivamente.

ABSTRACT

An experiment were carry out with the objective to evaluate allelopathic effect of five common weeds in Valley of Mexicali B.C. on the seed germination and initial development of onion (*Allium cepa* L.). The weeds evaluated were sunflower (*Helianthus annuus* L.), nutsedge (*Cyperus rotundus* L.), Bermuda grass (*Cynodon dactylon* L.), amaranth (*Amaranthus palmeri* S. wats) y hemp sesbania (*Sesbania macrocarpa* Muhl.) and onion Green Banner variety was used, which is recommended for temperate climate. Weeds root, foliage and whole plant were used like treatments and control without weed with three repetitions. Germination were significantly affected in the majority of the treatments against control and the most allelopathic effect treatments were nutsedge root and Bermuda grass root with values of 2.00 and 5.66 seeds germinated, respectively. Bermuda grass foliage had 18.33 seeds, hemp sesbania root and sunflower root had the same value (17.00 seeds). Onion length seedlings after 15 das (days after sowing), it can be appreciate that all the treatments were statistically different against control, with a higher value of 10. 17 cm and *H. annuus* whole plant and root treatments with values of 5.96 and 5.49 cm, respectively, and they had statistically equaled. Seven of the treatments had zero value, highlighting *S. macrocarpa* root, *C. dactylon* foliage and *A. palmeri* whole plant. Onion seedlings dry weight after 15 das all treatments were statistically different against control with a value of 0.0439 g, however, include *C. dactylon* foliage and *H. annuus* whole plant treatments had the most closer values with respect control (0.0267 and 0.0257, respectively).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la agricultura enfrenta el gran reto de satisfacer las demandas de alimentación de una población que crece cada día, y no solo eso, también crecen los obstáculos para obtener productos de calidad y en mayores cantidades debido a factores como plagas, suelos mas pobres en nutrientes, la interferencia de malezas y dentro de estos problemas encontramos el desarrollo de la resistencia a herbicidas. En el valle de Mexicali los principales cultivos agrícolas son: cebollín, espárrago, trigo, algodón, alfalfa entre otros, que cada año se ven afectadas por diferentes factores entre los cuales se encuentra la interferencia de malezas. La producción de hortalizas en el valle de Mexicali es una de las principales actividades económicas y se sitúa como una gran generadora de empleo. De estos cultivos destaca la producción de cebollín para exportación, ya que es indispensable para condimentar y aromatizar platillos, así como, consumo en fresco. En el valle de Mexicali se produce casi la totalidad del cebollín que exporta México, gracias a su cercanía con el principal mercado que es Estados Unidos, por lo que se reducen los costos de transporte y acceso al mercado. En los últimos dos años se han sembrado alrededor de 3,852 hectáreas con una producción de 11 ton h⁻¹ (SAGARPA, 2008).

La interferencia de las malezas en el cebollín es un factor que influye en la calidad del cultivo y en la producción final, como este cultivo se caracteriza por poseer una zona radicular superficial, es un blanco fácil para ser afectado en su rendimiento, debido a que la competencia con otras plantas indeseables ocasiona una pérdida de nutrientes, esto además, se traduce en aumento de los costos de producción. La simple convivencia con malezas puede acarrear otros problemas además de la lucha por elementos vitales. Los efectos dañinos causados por las malezas pueden ser de dos tipos: competencia y alelopatía. Este ultimo comprende la producción de sustancias químico-toxicas en el follaje, raíces y otras partes subterráneas e igualmente la acción de los residuos de estos órganos, que son liberados al ambiente y que pueden ser nocivos o estimulantes para la germinación o reducir el crecimiento de otras plantas vecinas (García y Fernández, 1991), esto influyendo de igual modo en la calidad y producción final de un cultivo. Productores de hortalizas en la actualidad estar utilizando la fibra (*S. macrocarpa*) una especie leguminosa, para incorporar como abono verde antes de la siembra de cebollín, desconociendo los efectos secundarios que esta maleza pueda provocar. Basado en lo explicado anteriormente el **objetivo** de este trabajo fue determinar los efectos alelopáticos de residuos secos de cinco especies de malezas sobre la germinación y desarrollo inicial de cebollín.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el laboratorio de malherbología del Instituto de Ciencias Agrícolas dependiente de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicado en el ejido Nuevo León, B. C. México, se realizó un experimento, entre octubre y diciembre del año 2008, para evaluar los efectos alelopáticos de residuos secos de 5 malezas comunes del valle de Mexicali, sobre la germinación y desarrollo inicial del cebollín (*Allium cepa* L.). Para el ensayo, las malezas utilizadas fueron, girasol (*Helianthus annuus* L.), coquillo (*Cyperus rotundus* L.), grama (*Cynodon dactylon* L.), quelite rojo (*Amaranthus palmeri* S. wats) y fibra (*Sesbania macrocarpa* Muhl.) las cuales fueron recolectadas de predios dedicados a la producción de cebollín, distribuidos en el valle de Mexicali. Para el ensayo en laboratorio con residuos secos, las malezas fueron lavadas con abundante agua corriente para eliminar residuos de suelo y se dividieron en raíz, parte foliar y planta entera. Cada una de estas partes constituyeron los tratamientos, además, de un testigo sin maleza como referencia, con tres repeticiones, para un total de 48 unidades experimentales. Cada parte de maleza fueron cortadas en trozos pequeños con un cuchillo, los cortes se realizaron momentos después de la recolección cuando las plantas estaban verdes por la facilidad de desprendimiento. Las partes de las malezas por separado, fueron colocadas en una cámara Incubadora (Fisher Scientific) por cinco días a 55^o C hasta alcanzar materia seca.

En capsulas petri (16 cm diámetro por 2 cm hondo) previamente lavadas con jabón y enjuagadas con agua destilada, se colocaron 12 g de cada tratamiento, para los tratamientos de planta entera se agregaron seis gramos de raíz y seis gramos de parte foliar. Para el caso de *C. rotundus*, el tratamiento de planta entera se hizo con 8 g de parte foliar y 4 de raíz, esto por la diferencia de volumen proporcional de los dos partes con el resto de las malezas.

Encima de los residuos verde de maleza se colocó papel secante Interstate 02350 de color azul (el color es un importante indicador de la presencia de sustancia alelopática) y se humedeció con agua destilada para mantener el papel adherido sobre los residuos. La variedad de cebollín utilizada fue Green Banner, una variedad recomendada para clima fresco con características de buena calidad y de un color verde fuerte con un número de hojas mayor que las otras variedades sembradas en el valle de Mexicali. Sobre el papel se colocaron 20 semillas de cebollín equidistantes por capsula, y se taparon para evitar contaminación externa y pérdida de agua. Los riegos fueron cada tercer día con 8 ml de agua destilada por capsula hasta la última evaluación (15 dds). La temperatura media en el laboratorio fue de 24°C. La semilla fue desinfectada previamente con hipoclorito de sodio (NaClO) al 1 % por 15 min. para evitar el desarrollo de hongos durante el ensayo.

Las evaluaciones se realizaron cada 48 horas después de que el testigo presentaba el 50% de germinación. Y las variables fueron:

- . días para la germinación >50%;
- . total de semillas germinadas;
- . longitud de plántula;
- . peso seco de plántula entera;
- . cambios biológicos visuales;

El primer conteo de semillas germinadas se realizó a los 8 dds cuando el testigo contaba con el 50 % realizando la evaluación cada 48 h. A los 15 dds y para evitar contaminación de enfermedades fungosas que interfieran con el comportamiento de las plántulas, se realizó la evaluación de longitud de cada una de las plantas de cada capsula, analizando visualmente los efectos de las sustancias aleloquímicas sobre el desarrollo y apariencia de las plántulas, una vez medidas, se depositaron en pequeñas bolsas de papel y se colocaron en una cámara incubadora (Fisher Scientific) por tres días a 55°C para secar las plantas y evaluar peso seco. Después de este tiempo las muestras fueron pesadas para conocer su contenido de materia seca.

Las temperaturas media durante el experimento (25°C) fue el apropiado a los efectos de la germinación de la semilla. Para la interpretación de los datos se sometieron a un análisis de varianza totalmente aleatorizado con testigo de referencia (Statistix8, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos bajo condiciones de laboratorio con el uso de residuos secos de diferentes malezas, para determinar la existencia o no de efecto alelopático sobre la germinación de semillas de cebollín y desarrollo inicial de plántulas, se pueden observar en el cuadro 1.

Para el porcentaje de germinación a los ocho días después de la siembra (dds), el tratamiento que obtuvo el valor mas alto fue para *C. dactylon* foliar con 18.33 semillas germinadas, si bien, no existe diferencia significativa con respecto al testigo sin maleza con 17.0 semillas germinadas, esto indica una posible tendencia a que la *C. dactylon*, en su parte foliar, estimula positivamente la germinación de las semillas de cebollín. Además, este tratamiento no solo superó al testigo en cuanto al mayor número de semillas germinadas, sino que acelero el proceso de germinación con respecto al los demás tratamientos, incluyendo al testigo. Los tratamientos foliar de *H. annuus* y raíz de *S. macrocarpa* se comportaron similares al testigo.

Los tratamientos raíz de *S. macrocarpa* y raíz de *H. annuus* no mostraron un efecto alelopático, ya que, además de no diferir obtuvieron el mismo número de semillas germinadas que el testigo con 17.0, lo que indica que los metabolitos que contienen la materia seca de las partes de estas dos malezas no interfieren sobre la germinación de la semilla de cebollín. Si bien, matemáticamente los tratamientos, planta entera de *H. annuus* y planta entera de *S. macrocarpa* no muestran diferencia significativa, es importante señalar que biológicamente si muestran una tendencia a disminuir el número de semillas germinadas con respecto al testigo.

Efecto contrario sucedió con el resto de los tratamiento respecto al efecto alelopático negativo de los residuos de maleza sobre la germinación de semillas de cebollín, ya que presentaron alta diferencia significancia con respecto al testigo, principalmente raíz de *C. rotundus* y raíz de *C.*

dactylon con valores de 2.0 y 5.66 respectivamente. Este análisis contrasta con los resultados que se obtuvieron con maleza verde (Cruz, 2009), donde raíz de *C. dactylon* es uno de los tratamientos que no difiere significativamente con respecto al testigo, esto pudo haberse debido a que, en los rizomas secos de esta maleza, los aleloquímicos se encontraban en mayor concentración y fácil de segregarse al medio, afectando este proceso, mientras que en estado verde fue difícil y/o lenta la liberación de estas sustancias por lo que no afectó en forma significativa.

Cuadro 1. Efecto alelopático de residuos secos de maleza sobre la germinación y longitud de plántulas de cebollín.

Tratamiento	Semillas		Longitud de plántula (cm)		Peso Seco (g)	
	Germinadas		15 dds			
Testigo	17,000	ab	10,1700	a	0,0439	a
<i>H. annuus</i> PE	13,333	abc	5,9667	b	0,0257	b
<i>H. annuus</i> R	17,000	ab	5,4900	b	0,0208	b
<i>H. annuus</i> F	9,6667	bcd	3,9367	bc	0,0157	b
<i>S. macrocarpa</i> PE	12,333	abcd	3,1767	bcd	0,000	b
<i>S. macrocarpa</i> R	17,000	ab	5,4900	b	7,70E-03	b
<i>S. macrocarpa</i> F	7,6667	cde	0,0000	d	0,000	b
<i>A. palmeri</i> PE	8,3333	cde	0,0000	d	0,000	b
<i>A. palmeri</i> R	8,000	cde	0,0000	d	0,000	b
<i>A. palmeri</i> F	8,3333	cde	0,8083	cd	1,10E-03	b
<i>C. dactylon</i> PE	6,3333	cde	2,8000	bcd	8,67E-04	b
<i>C. dactylon</i> R	5,6667	de	0,0000	d	0,000	b
<i>C. dactylon</i> F	18,333	a	3,1767	bcd	0,0267	b
<i>C. rotundus</i> PE	8,3333	cde	1,8300	cd	4,73E-03	b
<i>C. rotundus</i> R	2,000	e	0,0000	d	0,000	b
<i>C. rotundus</i> F	7,666	cde	1,5500	cd	7,33E-03	b

Tratamientos unidos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05)

Al analizar la longitud de plántulas de cebollín a los 15 dds, se puede apreciar que el total de los tratamientos mostraron diferencia altamente significativa con respecto al testigo cuyo valor es de 10.17 cm, y los tratamientos planta entera de *H. annuus* y raíz de *H. annuus* con valores de 5.96 y 5.49 cm respectivamente, fueron los que mostraron la menor diferencia significativa. Los tratamientos raíz de *S. macrocarpa*, foliar de *H. annuus*, foliar de *C. dactylon* y planta entera de *C. rotundus* con valores de 4.00 cm, 3.93 cm, 3.17 cm y 2.80 cm en el mismo orden, si bien, estadísticamente no difieren de los dos tratamientos antes analizados, biológicamente muestran una tendencia casi cronológica a disminuir el promedio de la longitud de la plántulas como se puede observar en el Cuadro 1. Si bien a los 8 dds el tratamiento foliar de *S. macrocarpa* mostró un valor de 7.66 semillas germinadas a los 15 dds presentó un valor de cero indicando un fuerte efecto alelopático (Figura 1).

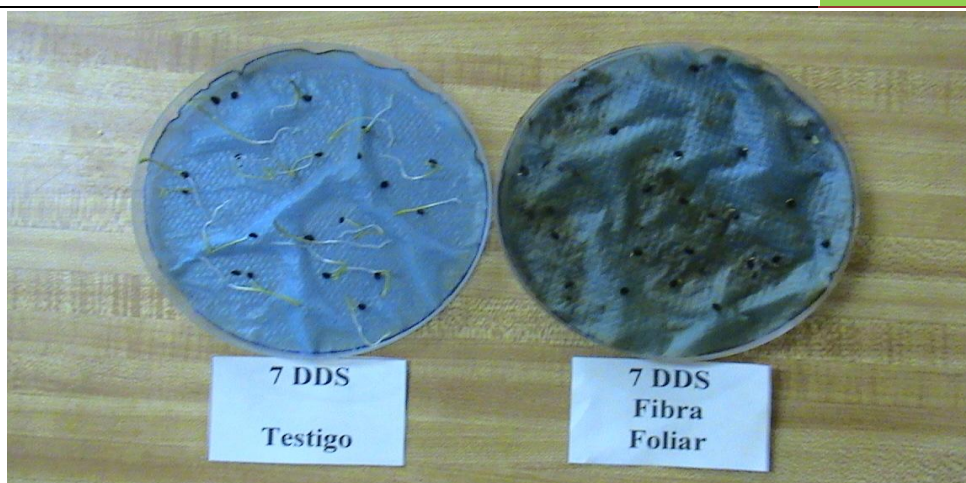


Figura 1. Efecto alelopático de residuos secos de parte foliar de *S. macrocarpa* comparado con testigo sin residuos.



Figura 2. Efecto alelopático de residuos secos de planta entera de *C. rotundus* comparado con testigo sin residuos.

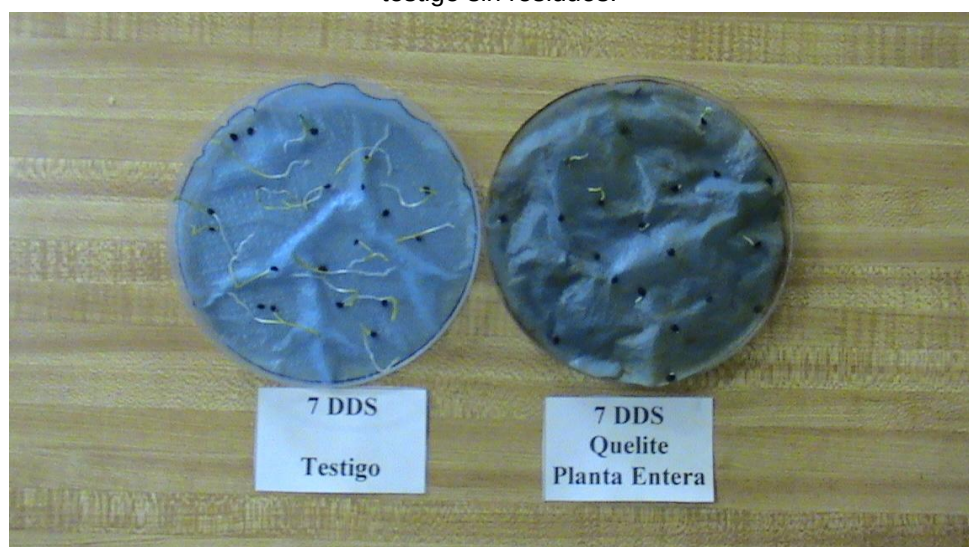


Figura 3. Efecto alelopático de residuos secos de planta entera de *A. palmeris* comparado con testigo sin residuos.

Otros tratamientos que se pueden observar en el mismo cuadro y que contienen valores bajos son, planta entera de *C. rotundus* con 1.83 cm, foliar de *C. rotundus* con 1.55 cm y foliar *A. palmeri* con 0.80 cm (Figura 2). El resto de los tratamientos obtuvieron valores de cero, es decir, que al final del ensayo no presentaron plantas para evaluar y esto se explica ya que estos tratamientos ejercieron un alto efecto alelopático al inhibir la germinación y las semillas que germinaron, las plántulas murieron durante el periodo del experimento.

En el cuadro 1 se puede apreciar que el *A. palmeri* en sus tres partes estudiadas es una especie que contiene altos efectos negativos, esto podría ser por la cantidad de metabolitos secundarios que contienen (Figura 3), lo que coincide con Dharmara (1985), el cual ha señalado el efecto alelopático de *A. palmeri* sobre la germinación de varios cultivos, debido principalmente a la partenina contenida en sus órganos. Con respecto a los residuos de *S. macrocarpa* en la capsula petri esta despedían fuerte aroma a amoníaco y una acentuada pérdida de color del papel secante debido a concentraciones altas de aleloquímicos que sin duda fue el causante de la muerte de las plántulas de cebollín.

Al evaluar la peso seco de las plántulas de cebollín a los 15 dds todos los tratamientos mostraron diferencias significativas con respecto al testigo con un valor de 0.0439 g, sin embargo cabe mencionar que los tratamientos *C. dactylon* foliar y *H. annus* planta entera presentan los valores mas cercanos al testigo con cifras de 0.0267 y 0.0257 respectivamente, el tratamiento de *C. dactylon* foliar sigue mostrando que posee sustancias que provocan un efecto positivo, sobre todo en el desarrollo de las plántulas, el tratamiento de *H. annus* planta entera siguió con buenos efectos sobre el desarrollo del cebollín ya que como se observo en la tabla 4 este tratamiento fue el que menor diferencia significativa con respecto al testigo tuvo en la variable de altura.

Los tratamientos restantes de *H. annus* (foliar y raíz) mostraron valores muy cercanos al testigo por lo que su efecto negativo no fue tan alto si se compara con los resultados de los experimentos con maleza verde.

CONCLUSIONES

Los ensayos realizados nos indica que el efecto alelopático puede ser originado por la interacción de las partes de la planta entera o por una parte específica dependiendo de la especie que se este estudiando.

La utilización de la *S. macrocarpa* incorporada al suelo como abono verde o seco para producir cebollín, podría ocasionar un efecto adverso si se incorpora al suelo frecuentemente ya que la parte aérea, siendo la parte de mayor volumen de masa verde, ocasiona un fuerte efecto alelopático.

La mayoría de las malezas interfirieron negativamente en las tres variables que se evaluaron (germinación, desarrollo de plántula y peso seco).

Tratamiento como, foliar de *C. dactylon* presentaron tendencia a estimular la germinación de semillas de cebollín pero afectaron fuertemente el desarrollo inicial de plantas de cebollín.

BIBLIOGRAFÍA

- CRUZ, M. (1995). Periodo critico de interferencia en el maíz (*Z. maíz*) y alelopatía de algunas malezas en su germinación. La Habana.1995. Tesis de doctorado.
- CRUZ, M.; PONCE, J. F.; GARCIA, F. M.; SANTILLANO, J.; MEDINA, R.; CECEÑA, C. MURILLO, U. (2009). Efecto alelopático de residuos verdes de cinco malezas sobre la germinación y desarrollo inicial de cebollín. XXX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza Culiacán Sin.
- DHORMARAJ, G. y ALI, A. M. 1985. Allelopathic potencial of partenium (*Partenium hysterophorum* L) extrats. Abst. Ann. Conf. Indian Soc. Weed Scil, Coimbatore, India. P:46.
- GARCIA, T. Y FERNANDEZ, C. 1991. Fundamento sobre malas hierbas y herbicidas. Ministerio de agricultura, Pesca y Extensión Agraria. Primera Edición. Madrid: Mundi; p; 348, Prensa.
- LABRADA, R.; CARIDAD, F.; POSOS, R. Y HERNANDEZ, J. 1986. Alelopatía de malezas perennes sobre plántulas cultivables. I. Efecto sobre la germinación. CIENC. TEC. AGRIC. Protección de plantas. 9 (4): 71-84.
- SAGARPA, 2008. Serie histórica de producción de hortalizas en el Distrito de Desarrollo Rural 002, Río Colorado. Jefatura de Fomento Agrícola. Delegación Baja California. Mexicali, B.C., México. 32 p.
- STATISTIX8. 2007. User Guide. Version 2.0.

CONTAMINACIÓN POR LIXIVIADOS, UN PROBLEMA AMBIENTAL EN EL VALLE DE MEXICALI: SU IMPLICACIÓN CON LAS ZONAS AGRÍCOLAS

Melissa Valdez Carrillo¹, Francisco J. Gómez Puentes¹, Sara Ojeda Benítez¹, Jaime A. Reyes López¹, Jorge Ramírez Hernández¹, Concepción Carreón Diazconti¹, Marco A. Pérez Flores².
¹Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez y calle de la Normal s/n, Insurgentes Este, C.P. 21280 Mexicali, B. C., México. ²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Km. 107 carretera Ensenada-Tijuana, C.P. 22680, Ensenada B. C., México. Estudiante de Maestría en Ciencias, Programa MYDCI, E-mail: melisvc@hotmail.com

Palabras clave: Agua subterránea, compuestos inorgánicos, lixiviados, pluma de contaminación.

RESUMEN

Como ya es conocido, el Valle de Mexicali es una zona de gran relevancia en el sector agrícola y, como tal, se enfrenta a los problemas ambientales que actualmente afectan a la mayoría de las regiones agrícolas del mundo. Uno de estos problemas ambientales es el manejo de los residuos sólidos (RS). La incorrecta disposición y operación de los RS puede provocar contaminación de suelos, aguas superficiales y subterráneas mediante lixiviados provenientes de la basura, los cuales pueden contener nitratos, metales pesados, patógenos, compuestos inorgánicos, etc. Las aguas subterráneas en la zona del Valle Mexicali se ubican a menos de 2 m de profundidad e interactúan tanto con los suelos como con el agua superficial y, por lo tanto, con la vegetación. En la presente investigación se examina en particular la lixiviación de un basurero en relación a la calidad del agua subterránea en el Valle de Mexicali. El basurero se localiza dentro del corredor ripario del río Colorado en los márgenes de las zonas de cultivo del Ejido Carranza. El objetivo es determinar la existencia, extensión y dirección de flujo de la pluma del lixiviado utilizando métodos geohidrológicos, geofísicos y geoquímicos. Los datos geohidrológicos indican que la dirección de flujo subterráneo es SE-NW, señalando hacia las zonas de cultivo. La geoquímica indica una mayor concentración de iones mayoritarios en la zona del basurero, en comparación con sus alrededores. La geofísica nos muestra evidencia de contaminación del suelo alcanzando una profundidad aproximadamente de tres metros.

ABSTRACT

As it is already known, the Mexicali Valley is an area of great relevance in the agricultural sector, and as such, it faces the environmental problems that nowadays affect most of the agricultural regions of the world. One of these environmental problems is the disposal of the municipal solid residues (wastes). These residuals can cause contamination of soils and, in consequence, of superficial and groundwater by means of lixiviation from domestic, agricultural and even industrial residues that contain nitrates, heavy metals, pathogens, inorganic compounds, etc. The water table in the area of the Mexicali Valley is located less than 2 m deep and interacts as much with the soils as with the superficial water and, therefore, with the aboveground vegetation. The present investigation examines lixiviation patterns from a waste dumping site with particular emphasis on its relation with the quality of the groundwater in the Mexicali Valley. The dumping site is located inside the riparian corridor at the margins of the agricultural zone named Ejido Carranza. The objective of this study is to determine the presence, length, and flow direction of a contaminant plume by means of geohydrological, geophysical, and geochemical methods. Geohydrological data indicates that the local subsurface flow direction is SE-NW, going towards the agricultural zone. Geochemical analysis exhibits a higher concentration of major ions in the dumping site, in comparison with the surrounding zones. Geophysical results show evidences of soil contamination to a depth of approximately three meters.

INTRODUCCIÓN

La generación y el manejo de los residuos sólidos municipales en México y en otros lugares del mundo han llegado a ser un problema ambiental muy serio. Los efectos de una mala disposición de los residuos sólidos municipales no solo se reflejan en el lugar donde se depositan, sino que llegan a afectar a los mantos acuíferos, debido a la percolación de sus lixiviados en el subsuelo. La

mayoría de estos acuíferos representan la fuente de abastecimiento de agua para actividades agrícolas y humanas, lo que puede dar lugar a graves problemas en la salud pública (Abdulaziz M., Al-Shaibani 2008). Cuando los lixiviados interactúan con el subsuelo, viajan a través de éste formando plumas de contaminación. La dispersión horizontal de estas plumas puede llegar a ser de 1000 hasta 2000 m de largo (Christensen *et. al* 2001). Análisis físico-químicos de agua y suelo y métodos geofísicos como los sondeos eléctricos verticales nos permiten detectar la presencia de estas plumas contaminantes. El basurero irregular Vado Carranza está localizado dentro del corredor ripario del Río Colorado, a menos de 200 m del inicio de las zonas de cultivo del ejido Carranza. Esta ubicación lo hace susceptible al arribo tanto de las aguas de riego como de las provenientes del río, lo que facilita el transporte de sustancias provenientes del tiradero y la posible contaminación del acuífero. El propósito de esta investigación es determinar la existencia, extensión y dirección de flujo de una pluma de lixiviado, mediante métodos hidrológicos, geofísicos, geoquímicos y caracterización física de los residuos.

Descripción del sitio

Localización.

El basurero vado Carranza está localizado dentro del corredor ripario (Fig. 1), región baja del Río Colorado margen derecha, con un área aproximada de 49,500 m². El nivel freático del acuífero en esta zona, es de alrededor de 2.5 m bajo la superficie del suelo. El basurero opera desde 1995 y en la actualidad se deposita un aproximado de 32 toneladas por día de residuos provenientes de las siguientes zonas: El Mayor, La puerta, La Mariana, López Mateos, Cucapa Mestizó, Cucapa indígena, Ejido Durango, Ejido Sonora, Nuevo Michoacán, Campos Nuevos, Colonia Carranza, González Ortega y Oviedo Mota Reacomodo en el valle de Mexicali.

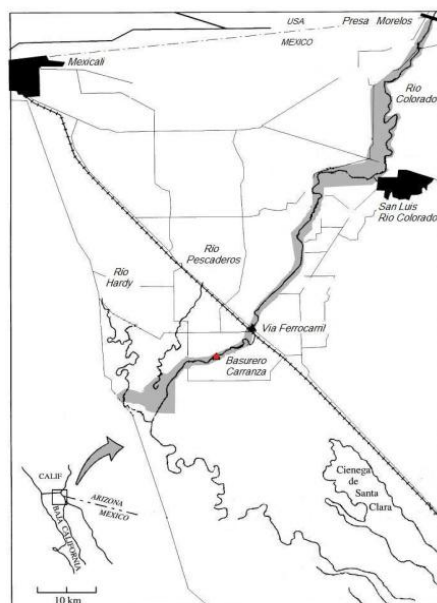


**Fig.1 Mapa de localización del área de estudio.
Basurero vado Carranza**

Condiciones Meteorológicas

El clima en Mexicali y su Valle es de tipo seco muy árido y muy extremoso, con régimen de lluvias de invierno y verano. El promedio anual de precipitación en el Valle de Mexicali es de 85 mm. La temperatura media anual es de 22.5 °C. La temperatura en verano llega a alcanzar hasta los 50 °C y en invierno se presentan temperaturas por debajo de los 0 °C. El nivel de evaporación anual en el Valle de Mexicali es de 325 mm. (INE, 1997)

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)

La caracterización de los residuos sólidos municipales en el basurero vado Carranza se determinó aplicando el método de cuarteo propuesto por la norma oficial mexicana NOM-AA-105-1985 y posteriormente se realizó la selección de los residuos por tipo de material, de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-AA-22 (NOM-AA-015-1985).

Métodos Geofísicos

En la búsqueda de la pluma de lixiviados en esta zona se utilizaron sondeos eléctricos verticales (SEV's), los que tienen como fundamento la propiedad conductora de los materiales del subsuelo. Utilizando un arreglo tipo dipolo-dipolo. El instrumento de medición utilizado fue Super Sting R1 IP Earth Resistivity/IP meter. La interpretación de los resultados se llevó a cabo utilizando el software desarrollado por Pérez-Flores *et al.* (2001).

Métodos Hidrológicos

Basados en los resultados de las pruebas geofísicas, se instalaron seis piezómetros alrededor del área de estudio. Cada piezómetro está construido con un tubo de ABS de 5 cm (2") de diámetro con una sección ranurada de 3 metros en la parte inferior del piezómetro; cada uno tiene una longitud aproximada de 6 metros. En la parte interior tiene un tubo de PVC de 3.85cm (1.5") con una longitud de 3 m, el cual está ranurado y cubierto por tela 100% poliéster para evitar asoles. Los piezómetros NP-1 y NP-2 están ubicados 50 y 100 m a partir del dren de desagüe dirección norte del basurero vea Fig. 4 (a). Los piezómetros NP-3 y NP-4 están a 50 y 100 m a partir de la carretera vado Carranza hacia oeste del basurero, el NP-5 se encuentra dentro de la zona de estudio y el NP-6 50 m dirección este del basurero. Además se tomaron dos piezómetros ya existentes instalados PZ-21 y PZ-22 en dirección sur al basurero; una vez instalados los piezómetros se realizó la nivelación topográfica en la zona de estudio con el instrumento Estación Total modelo GTS-230w. En este caso para medir los niveles piezométricos se utilizó el instrumento Heron Medidor de Nivel de Agua modelo little Ripper con una longitud de cinta de 22m (75ft).

Métodos geoquímicos

Las muestras de agua subterránea fueron colectadas en botellas de polietileno de 500 ml por triplicado en cada sitio. Los puntos muestreados fueron purgados por medio de una bomba peristáltica, las muestras fueron conservadas inmediatamente a una temperatura de 4 °C. Una vez tomadas las muestras se procedió a la medición de los parámetros de campo como son el pH, oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), y temperatura; estos datos fueron analizados *in situ*. El método de titulación es utilizado para la determinación de bicarbonatos (HCO_3^-), cloruros (Cl^-), Magnesio (Mg^{2+}) y Calcio (Ca^{2+}). Colorimetría con HACH cel/850 se utiliza para la determinación de fluoruros (F^-), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-) y sulfatos (SO_4^{2-}). Espectrometría de Absorción Atómica por Flama se realiza utilizando un espectrofotómetro Perkin Elmer 3110 se usa para la determinación de sodio (Na^+) y potasio (K^+). Para la interpretación de los resultados geoquímicos se utilizaron métodos visuales (diagramas de Piper y Stiff y mapas de isocontornos).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Perfiles Geoelectrónicos

Los resultados obtenidos de los diecinueve sondeos eléctricos dipolo-dipolo realizados se compilan en el perfil geoelectrónico de la Fig. 2. La resolución vertical es de aproximadamente 3 metros de profundidad con una distancia horizontal de 140 metros. Se confirma que en la parte norte del basurero, cerca de las parcelas, resistividades de entre 1-10 Ωm con un espesor mayor a los 2.5 metros. Se puede apreciar con claridad que la parte norte y el segmento en donde está situado el basurero son las zonas menos resistivas (1-10 Ωm). Estos resultados muestran claramente la infiltración de sustancias químicas en concentraciones anómalas. En la parte norte las bajas resistividades se atribuyen a las actividades agrícolas y en el segmento del tiradero a la presencia de los residuos sólidos.

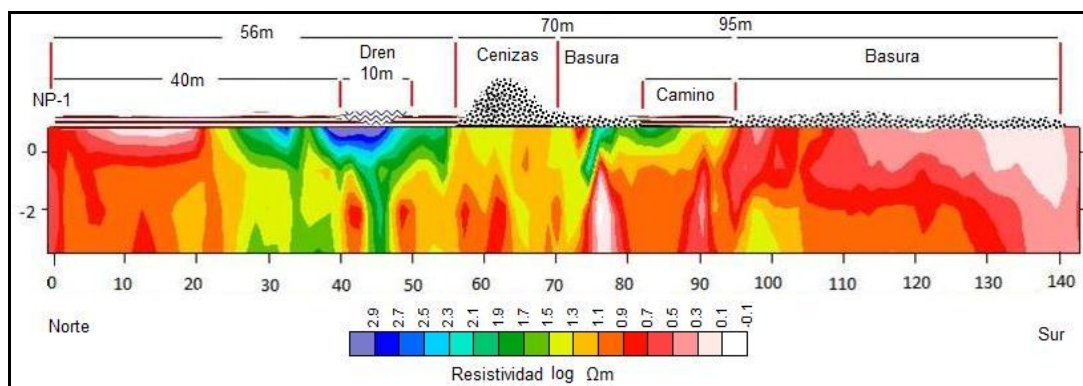


Fig. 2 Perfil geoelectrico, resistividad de secciones cruzadas. Arreglo dipolo-dipolo.

Caracterización de la basura

La grafica de la Fig. 3 organiza diversas tipificaciones de los datos por orden descendente, de izquierda a derecha. Dentro de los residuo sólidos municipales enviados al tiradero vado Carranza los ferroso-hojalata (16.24%) fueron los mas representativos, seguidos los plásticos (9.43%) y los pañales (7.21%). Estos conforman un porcentaje acumulado del 32.89% siendo los tres principales tipos de materiales de mayor importancia. Los materiales que constituyen el 80% del total muestreado se consideran significativos para la aportación de lixiviados. Estos son: latas de aluminio (6.42%), material no-ferroso (5.20%); los que pueden generar contaminación por metales pesados tóxicos (plomo, cadmio, arsénico, mercurio y cromo) (Peralta y Zamora, 2002), cartón (6.40%), trapos (5.40%); madera (4.6%), los que normalmente esta relacionadas con contaminantes PCDD/PDCF (E. Abad, *et. al*, 2007), plástico rígido (4.29%), hule (3.25%), los que mediante el proceso de incineración generan dioxinas y PAHs (Chun-Ten Li, *et. al* 1995); vidrio de color (4.23%) y restos de jardín (3.88%), los que generalmente conllevan patógenos y esporas, entre otros; La caracterización de esta basura ha demostrado que el 87.73% del total en peso es materia inorgánica y el restante 12.27%, materia orgánica.

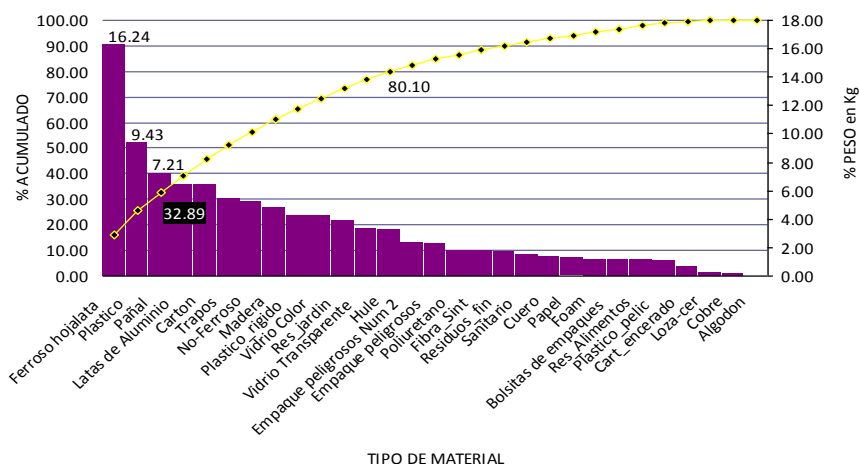


Fig. 3 Caracterización promedio de la basura en el periodo del 24 al 28 de Marzo.

Análisis geoquímico

El valor de los datos de campo para el pH fue entre de 6.8-8.4, conductividad eléctrica se encontró entre 1.5-4.5 mS, oxígeno disuelto de 1-3.9 mg/l. Los parámetros de campo, T, pH, OD, tiene un comportamiento estable según lo determinado por la EPA excepto para la CE y STD debido a la cantidad de especies solubles aportadas tanto del río Colorado como por la irrigación. En la Fig.4 (b) podemos apreciar una forma sencilla y rápida de representar la composición iónica

del agua subterránea de la zona de estudio. Dado que toda el agua superficial de la zona proviene del río Colorado (riego y escurrimiento natural), la estructura grafica de esta agua se toma como la referencia para los diagramas de Stiff y se compara con el resto de las figuras. Las concentraciones más altas se enfatizan en los iones $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Cl^- y SO_4^{2-} en los pozos NP-1, NP-2, NP-5. Además se observa una anomalía en el PZ-22 con niveles altos en cloruros y sodio-potasio. Las concentraciones altas especialmente en los pozos NP-1 y NP-2 se ven afectadas por las actividades agrícolas, ya que los pozos están dentro de zona agrícola, por lo tanto, esta alteración se puede asumir por infiltración de agroquímicos. Los niveles altos en el pozo NP-5 pueden estar atribuidos a que éste se encuentra en la zona central del basurero y esta viéndose afectado por esta situación contaminante.

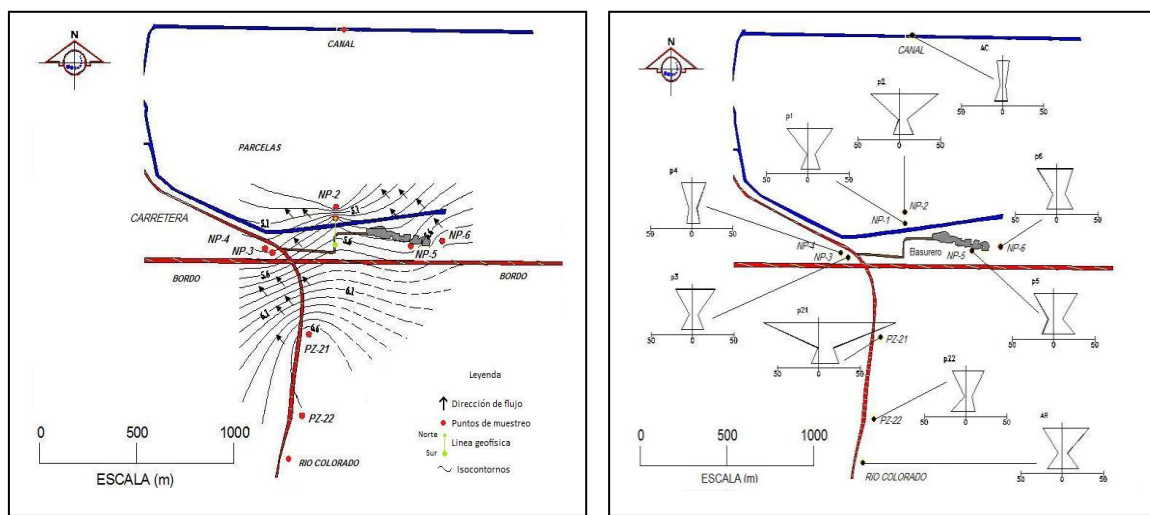


Fig. 4 (a) Dirección de flujo, puntos de muestreo y línea geofísica, (b) Diagrama de Stiff, 1ra campaña de muestreo 20/04/08.

CONCLUSIONES

Los sondeos eléctricos verticales demuestran resistividades bajas del suelo en la zona del basurero a una profundidad de aproximadamente de 3 metros, lo que se interpreta como una pluma de lixiviados provenientes del basurero. Los niveles piezométricos y las curvas de isopiezas indican que el flujo del agua subterránea se dirige en dirección sureste-noreste. Realizado un análisis comparativos entre las ocho campañas realizadas, se observa que el agua muestreada de los piezómetros tienen una estructura semejante a las aguas superficiales, mostrando concentraciones aun mas elevadas en Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} para los pozos NP-1, NP-2 y NP5. Se sabe que el Na^+ y el Cl^- son iones procedentes de vertederos urbanos, entre otras fuentes, y que el K^+ y el SO_4^{2-} procedentes de contaminaciones o actividades agrícolas (Custodio y Llamas 1983). Las concentraciones anómalas en los pozos NP-1 y NP-2 parecen resultar de actividades agrícolas, mientras que las del pozo NP-5 muestran relación con una pluma de lixiviados. Combinando las evidencias geoquímicas y geofísicas se obtiene una mayor convicción de la presencia de una pluma de lixiviados provenientes del basurero Vado Carranza.

LITERATURA CITADA

- Abdulaziz M. Al-shaibani (2008) Hidrogeology and hydrochemistry of a shallow alluvial aquifer, western Saudi Arabia. *Hydrological Journal* 2008 16:155-165.
- Christensen, T.H., P. Kjeldsen, P.L. Bjerg, D.L. Jensen. B. Christensen, A.H-J. Albrechtsen, G. Heron (2001) Biogeochemistry of landfill leachate plumes. *Appl. Geochemistry* 16:659-718.
- Chun-Teh Li, Wen-Jhy Lee*, Hsiao-Hsuan Mi, Chun-Ching SLJ (1995) PAH emission from the incineration of waste oily sludge and PE plastic mixtures, 1995 *The Science of the Total Environment* 170

- E. Abad, M.A. Adrados, J. Caixach, B. Fabrellas 1, J. Rivera171-183, (2000) Dioxin mass balance in a municipal waste incinerator, 2000,Chemosphere 40 1143-1147.
- Emilio Custodio/Manuel Llamas 1983 Hidrológica subterránea. Ediciones Omega, S.A. Planton 26-Barcelona 1983
- Giulliana Mondelini, Heraldo Luiz Giacheti, Maria Eugenia Gimenez Boscov, Vagner Roberto Elis, Jorge Hamada (2006) Geoenviromental site investigation using different techniques in a municipal solid waste disposal site in Brazil. Environ Gel 2007 52:871-887.
- IM Peralta, BP Zamora, (2002) Contaminación Atmosférica producida por la quema de basura en las Pampas de Reque. www.uss.edu.pe/Articulo_Cientifico_Peralta_Zamora.pdf, Perú 2002.
- INE (1997) Clima en el Valle de Mexicali.
- Pérez-Flores, M. A, Gómez-Treviño, E. y Méndez, S., 2001. Imaging of low-frequency and DC electromagnetic fields using a simple linear approximation. Geophysics 66, 1067.

ADAPTATION OF WARM SEASON ANNUAL LEGUMES FOR FORAGE IN SOUTHEASTERN NEW MEXICO

D. Calderón-Mendoza¹, A. Islas², M. F. Martínez-Pérez², J. Armendariz², F.E. Contreras-Govea³, S. Angadi⁴, M. Marsalis⁵, L. Lauriault⁶, S. A. Soto-Navarro², C. Ceceña-Duran¹, J. Santillano, Casares¹, R. Medina Martínez¹, Leonel Avendaño Reyes¹. ¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, BC, Mexico. ²Department of Animal and Range Science, New Mexico State University, Las Cruces, NM, USA. ³Agricultural Science Center at Artesia, New Mexico State University, Artesia, NM USA. ⁴Agricultural Science Center at Clovis, New Mexico State University, Clovis, NM USA. ⁵Extension Plant Science, New Mexico State University, Las Cruces, NM USA. ⁶Agricultural Science Center at Tatum, New Mexico State University, Tatum, NM USA.

Palabras clave: Anual, in vitro, leguminosas, estación-cálida.

RESUMEN

Seis leguminosas de estación cálida anuales se utilizaron en un diseño de bloques completos al azar (4 repeticiones por leguminosas) para evaluar la adaptación al sureste de Nuevo México y para determinar el potencial de rendimiento forrajero y valor nutritivo del forraje. Las leguminosas utilizadas fueron lablab-1 (*Lablab purpureus* L, cv Río Verde), lablab-2 (*L. purpureus* L, cv Rongai), cowpea-1 (*Vigna unguiculata* L, cv Iron y Clay), cowpea-2 (*V. unguiculata* L, cv Catjang), trailing wildbean (*Strophodyles helvula* L, cv TX-00H1), y smooth-wildbean seeded (*Strophodyles leiosperma*, cv TX-00-L1). El suelo fue dividido en cuatro bloques cada bloque conteniendo cada una de las leguminosas. Cada leguminosa fue sembrada en un parcela de 1.2 x 4.5 m, 4 hileras/parcela, y una separación de 0.3 m entre hileras. Cada unidad experimental tuvo una separación de 1.5 metros. El suelo fue franco arcilloso Reagan. Cada parcela fue fertilizado con 220 kg P₂O₅ y 180 kg K₂O/ha, basado en las recomendaciones para la alfalfa. No se aplicó nitrógeno en ninguna parcela. Las leguminosas recibieron tres riegos antes de la cosecha. Las leguminosas se cosecharon una vez en septiembre, 82 días después de la siembra. Todas las parcelas se cortaron a mano a una altura de rastrojo de 3.8 cm. Smooth-wildbean no germinó en ninguna de las cuatro repeticiones y trailing wildbean tuvo muy baja germinación. Sin embargo, Lablab-1 y lablab-2, y cowpea-1 fueron las leguminosas con el mayor (P < 0,05) rendimiento de MS. Lablab-1 y lablab-2 produjeron rendimiento similar, pero un promedio de 0.5 ton/ha más (P < 0,05) que cowpea-1 y 2.0 ton/ha (P < 0,05) que cowpea-2 y trailing wildbean. Las cinco leguminosas tuvieron características de buena calidad; la concentración de PC osciló entre 18 y 22%, la concentración de FDN 26 a 34%, la concentración de ADF 23 a 28%, y EN para la lactancia (EN_L) 1.52 a 1.63 Mcal / kg. La digestibilidad *in vitro* de MS fue menor para trailing wildbean (38.2 ± 0.01%) que las otras leguminosas, que oscilaban entre el 45.2% a 48.6 (± 0.01). Teniendo en cuenta que las leguminosas se sembraron en junio y sólo una vez se cosecharon, la producción de MS se puede considerar aceptable para esta región. Los resultados sugieren que estas leguminosas de estación cálida anual tienen potencial para el sureste de Nuevo México apropiadas en el sistema de producción de forraje o el sistema de rotación de cultivos.

ABSTRACT

Six warm-season annual legumes were used in a completely randomized block design (4 replicates per legume) to assess the adaptation to Southeast New Mexico and to determine forage yield potential and forage nutritive value. The legumes used were lablab-1 (*Lablab purpureus* L, cv Río Verde), lablab-2 (*L. purpureus* L, cv Rongai), cowpea-1 (*Vigna unguiculata* L, cv Iron and Clay), cowpea-2 (*V. unguiculata* L, cv Catjang), trailing wildbean (*Strophodyles helvula* L, cv TX-00H1), and smooth-seeded wildbean (*Strophodyles leiosperma*, cv TX-00-L1). The land was divided in 4 blocks with each block containing each legume. Each legume was sown in a 1.2 x 4.5-m plot size, 4 rows/plot, and 0.3 m separation between rows. Each experimental unit had a 1.5-m separation. Soil was a Reagan clay loam. Each plot was fertilized with 220 kg P₂O₅/ha and 180 kg K₂O/ha, based on recommendations for alfalfa. Nitrogen was not applied on any plot. Legumes were irrigated 3 times before harvest. Beans were harvested 1 time in September, 82 d after planting. All plots were

hand clipped at a stubble height of 3.8 cm. Smooth-wildbean did not germinate on any of the 4 replicates and trailing wildbean had very low germination. However, Lablab-1 and lablab-2, and cowpea-1 were the legumes with greater ($P < 0.05$) DM yield. Lablab-1 and lablab-2 produced similar yield, but an average 0.5 ton/ha more ($P < 0.05$) than cowpea-1 and 2.0 ton/ha more ($P < 0.05$) than cowpea-2 and trailing wildbean. All 5 legumes had good quality characteristics; CP concentration ranged from 18 to 22%, NDF concentration from 26 to 34%, ADF concentration from 23 to 28%, and NE for lactation (NE_L) from 1.52 to 1.63 Mcal/kg. In vitro DM digestibility was lower for trailing wildbean ($38.2 \pm 0.01\%$) than the other legumes which ranged from 45.2 to 48.6 ($\pm 0.01\%$). Considering that beans were sown in June and only harvested 1 time, the DM yield can be considered acceptable for this region. Results suggest that these warm-season annual legumes have potential for Southeast New Mexico to fit in the forage production system or crop rotation system.

INTRODUCTION

Legumes have the characteristic of fixing nitrogen from the environment to the soil without any additional cost to the farmer. This natural process provides the right amount of nitrogen to the legume and leaves certain amount of N to the next crop. In Southeast New Mexico, alfalfa (*Medicago sativa* L.) is the only legume traditionally rotated with crops such as cotton, corn for silage, and winter wheat. Because of the benefit of this legume, it is important to identify new potential legumes that can be used in rotation with non-legume crops, in addition to alfalfa.

The use of annual legumes for forage and as alternative crop for rotation in the US is not new. Positive results have been obtained for some annual legumes in different location of the US including lablab [*Lablab purpureus* (L.)] in western Tennessee (Fribourg, et al.1984); and cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], lablab, and peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Central Texas (Muir, 2002).

In southeast New Mexico, annual legumes could represent an alternative crop for rotation in addition to alfalfa. Annual legumes can be a good forage source and release some N in the soil for the next crop. Therefore, the objectives of this study were to assess the adaptation of 6 annual legumes to Southeast New Mexico. To determine forage yield potential and forage nutritive value.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted at NMSU- Agricultural Science Center-Artesia. Six annual legumes (Table 1) were sown on June 11, 2008. Experimental design was randomized complete block with 4 replicates. Each legume was sown in a 1.2 x 4.5 m plot size, 4 rows/plot, and 0.3 m separation between rows. Each experimental unit had a 1.5 m separation. Legumes were inoculated with specific Rhizobium strain provided by Turner Seed for both cowpea seeds where seed was purchased, and by Dr. Gerald R. Smith from Texas A&M at Overton, TX, who provided the seed for both lablab beans. Trailing wildbean and smooth-seeded wildbean were inoculated with the same strain used for lablab beans. Soil was a Reagan clay loam. Each plot was fertilized with 220 kg P_2O_5 /ha and 180 kg K_2O /ha, based on recommendations for alfalfa. Nitrogen was not applied on any plot. Beans were irrigated 3 times before harvest. Beans were harvested 1 time on September 4, 2008, 82 days after planting when plot canopy in lablab bean was greater than 75% (Muir, et al., 2008). All plots were hand clipping at a stubble height of 4 cm. A 150-g subsample was taken from each plot oven dry at 60°C for 48 hr for laboratory analysis. Samples were ground in a Wiley mill to pass through 2.0 mm screen and analyzed by near-infrared spectroscopy (University of Wisconsin, soils and forage analysis laboratory, Marshfield, WI) for CP, NDF, and ADF. Net energy for lactation was calculated using the Milk2000 spread sheet (Schwab et al., 2001). Also, samples were incubated in vitro for 48 h (Tilley and Terry, 1963). The rumen fluid used for the in vitro fermentation was obtained from a cow consuming alfalfa hay. The sample (0.5 g) was incubated in 40 ml of liquor that was in a 5:1 proportion McDougall's solution to rumen fluid.

Data were analyzed as a completely randomized design using the GLM procedures of SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) with plot as the experimental unit. If legumes were significant ($P < 0.05$) means were separated using Fisher's protected LSD with significance declared at $P < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Smooth-wildbean did not germinate on any of the 4 replicates and Trailing wildbean had very low germination. It is probable that soil characteristics associated with low seed germination were not appropriate for good establishment of these 2 native legumes, resulting in a poor stand.

On the other hand, lablab-1 and lablab-2, and cowpea-1 were the legumes with greater ($P < 0.05$) DM yield. Lablab-1 and lablab-2 produced similar yield, but an average 0.5 ton/ha more ($P < 0.05$) than cowpea-1 and 2.0 ton/ha more ($P < 0.05$) than cowpea-2 and trailing wildbean. The DM yield of lablab and cowpea was similar to that reported by Fribourg, et al. (1984), and lower than those yields reported by Muir (2002), and Muir et al. (2008). Considering that beans were sown in June and just harvested 1 time, this DM yield can be considered acceptable for this region. Muir et al. (2008) reported DM yields from 3.2 to 5.4 ton/ha in lablab and cowpea in 5 cuts in Texas. Therefore, in Southeast, New Mexico greater DM yield could be expected if planting earlier and harvesting 2 or 3 times.

Regarding nutritive value (Table 2), all five legumes had good quality characteristics, CP concentration ranged from 18 to 22%, NDF concentration from 26 to 34%, ADF concentration from 23 to 28%, and Net energy for lactation (NEL) from 1.52 to 1.66 Mcal/kg. Similar CP, NDF, and ADF concentrations were reported by Muir (2002) and Muir, et al. (2008) in lablab and cowpea.

In vitro DM digestibility was lower for trailing wildbean ($38.2 \pm 1.35\%$) than the other legumes which ranged from 45.2 to 48.6 ($\pm 1.35\%$). In vitro DM digestibility values were 47.5, 45.2, 47.5, 48.6, and $38.2 \pm 1.35\%$ for lablab-1 lablab-2, cowpea-1, cowpea-2, and trailing wildbean, respectively.

IMPLICATIONS

It was evident that warm-season annual legumes can growth and produce good quality forage yield in southeastern, New Mexico. More research needs to be conducted to clearly identify the opportunity window where these warm-season annual legumes can fit in the forage production system or crop rotation system.

LITERATURE CITED

- Fribourg, H.A., J.R. Overton, W.W. McNeill, E.W. Culvahouse, M.J. Montgomery, M. Smith, R.J. Carlisle, and N.W. Robinson. 1984. Evaluation of the potential of Hyacinth bean as an annual warm-season forage in the Mid-South. *Agron. J.* 76:905910.
- Muir, J.P. 2002. Hand-plucked forage yield and quality and seed production from annual and short-lived perennial warm-season legumes fertilized with composted manure. *Crop Sci.* 42:897-904.
- Muir, J.P., T.J. Butler, R.M. Wolfe, and J.R. Bow. 2008. Harvest techniques change annual warm-season legume forage yield and nutritive value. *Agron. J.* 100:1-6.
- Schwab, E., P. Hoffman, R. Shaver, J. Lauer, and J. Coors. 2001. University of Wisconsin Corn Silage Evaluation System-Milk2000 version 7.4 <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/milk2000.xls>. Accessed Apr. 1 2009.

Table 1. Warm-season annual legumes planted during summer 2008 at NMSU-Agricultural Science Center- Artesia, NM.

Legume	Scientific name	Cultivar	Seeding rate kg/ha
1. Lablab-1	Lablab purpureus (L)	Rio Verde	43
2. Lablab-2	Lablab purpureus (L)	Rongai	43
3. Cowpea-1	Vigna unguiculata (L)	Iron and clay	43
4. Cowpea-2	Vigna unguiculata (L)	'Catjang'	34
5. Trailing wildbean	Strophostyles helvula (L.)	TX-00-H1	43
6. Smooth-seeded wildbean	S. leiosperma	TX-00-L1	17

Table 2. Dry matter yield and nutritive value of five warm-season annual legumes sown at Agricultural Science Center at Artesia, in 2008.

Annual legume	DM %	Fresh yield Ton/ha	DM yield Ton/ha	CP %	ADF %	NDF %	ADL %	NDFD %	48 hr NEL	Mcal/kg	milk/ton kg/ton
Lablab-1	18.1	13.6	2.5	18	26	32	3.1	54	1.57		1486
Lablab-2	16.4	18.0	3.0	19	28	34	3.3	51	1.52		1419
Cowpea-1	12.8	17.3	2.2	21	25	29	2.9	53	1.61		1554
Cowpea-2	13.1	4.7	0.7	22	23	26	3.0	57	1.66		1612
Trailing wildbean	18.0	3.7	0.7	19	26	34	3.2	52	1.52		1434
LSD 0.05	1.10	7.41	1.14	2.00	3.23	4.12	0.49	5.01	0.07		127.0
P value	<.0001	0.002	0.002	0.01	0.058	0.004	0.572	0.113	0.014		0.029

CONTENIDO DE CLOROFILA Y CRECIMIENTO DEL MAÍZ EN RESPUESTA AL PACLOBUTRAZOL APLICADO SOBRE EL FOLLAJE

Gloria Hernández Valdez¹, Leopoldo Partida Ruvalcaba¹, Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz¹, Felipe Ayala Tafoya¹, Tomás Díaz Valdés¹, Juan Francisco Ponce Medina², Manuel Cruz Villegas², Jesús Santillano Cázarez², José Sinuhé Acosta Quintero¹. ¹Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México, Carretera Culiacán-Eldorado km 17.5, teléfono: 01 667 8461084; ² Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. gloria-hv@hotmail.com.

Palabras clave: Zea mays, Reguladores de Crecimiento, Altura, Longitud de hojas, diámetro de tallo.

RESUMEN

Se aplicó paclobutrazol (PBZ) en dosis de 150, 300 y 450 mg de PBZ L⁻¹ de agua sobre el follaje del maíz, para conocer la respuesta en el contenido de clorofila, altura de plantas, diámetro de tallos, longitud y anchura de hojas. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cinco repeticiones; parcelas experimentales de cuatro surcos de 40 m de largo, con 0.80 m de separación entre sí; las parcelas útiles fueron los dos surcos centrales de cada unidad experimental. Las dosis se aplicaron con una bomba manual, cuando las plantas tuvieron cuatro, seis y ocho hojas verdaderas. La primera aplicación se hizo con la dosis de 150 mg de PBZ L⁻¹ de agua sobre plantas con cuatro hojas en todas las parcelas programadas para tratarlas con PBZ; en la etapa de seis hojas se aplicaron otros 150 mg de PBZ L⁻¹ de agua en las parcelas que recibirían 300 ó 450 mg; y en la etapa de ocho hojas se aplicaron otros 150 mg de PBZ sólo en las parcelas en que se completarían 450 mg de PBZ. El contenido de clorofila se incrementó en 3.9, 3.9 y 4.3% con 150, 300 ó 450 mg de PBZ, respectivamente, en relación al del testigo; la altura tuvo incrementos que oscilaron de 0.9-1.9%; el diámetro del tallo se incrementó en los respectivos 5.0, 1.0 y 5.4%; la longitud de hojas se incrementó de 0.5-1.4%; pero la anchura de hojas disminuyó de 1.6-4.4%.

ABSTRACT

Paclobutrazol (PBZ) was applied in dosage of 150, 300 and 450 mg of PBZ L⁻¹ of water on the foliage of maize, for know the response in the chlorophyll content, plant height, stems diameter, leaves width and length. The experimental design was complete blocks to random with five repetitions; experimental plots of four furrows of 40 m in length, with 0.80 m between furrows; plots usefull were the two central furrows of each experimental unit. Dosages were applied with a manual pump, when plants had four, six to eight true leaves. The first application was made with the dosage of 150 mg of PBZ L⁻¹ of water on plants with four leaves in all program parcels to treat with PBZ; at the stage of six leaves other 150 mg of PBZ L⁻¹ of water were applied in the plots that would receive 300-450 mg; and at the stage of eight leaves other 150 mg of PBZ were applied only in plots that would complete 450 mg of PBZ. Chlorophyll content was increased in 3.9, 3.9 and 4.3% with 150, 300-450 mg of PBZ, respectively, regarding at the control; the height had increases that oscillate from 0.9-1.9%; diameter stem was increases in the respective 5.0, 1.0 and 5.4%; leaves length was increased from 0.5-1.4 %; but the leaves width decreased from 1.6-4.4%.

INTRODUCCIÓN

El maíz es una de los cereales de mayor importancia a nivel mundial; sin embargo, su producción ha ocurrido con altibajos desde el ciclo 1990-1991 hasta el 2008-2009, aunque la tendencia ha sido a incrementarse a través del tiempo, de tal manera que mientras en el ciclo 1990-1991 se obtuvo una producción de 481,878 toneladas, en el ciclo 2008-2009 se cosecharon 782,960 (Ochoa y Ortega, 2008).

No obstante lo anterior, en el 54.5% de los ciclos del período 1998-2009, la producción de maíz ha sido superior al consumo mundial; es decir, se satisficieron las necesidades alimenticias en el mundo y hubo excedentes, pero en el 45.5% de los ciclos del mismo período, la producción de maíz fue menor a lo que la población mundial requirió para su consumo, lo que a su vez indica que el inventario de maíz también ha tenido altibajos, pero a partir del ciclo 2007-2008 se ha observado un incremento de las reservas, lo cual siguió aumentando en el 2008-2009 (Ochoa y Ortega, 2009).

Por eso, en lo que va de la presente década, y más concretamente en la mitad de ésta, la demanda mundial de maíz se incrementó de manera considerable, en tanto que la producción no aumentó en la misma proporción, ya sea por los bajos niveles de productividad en algunas regiones o bien por problemas climáticos, lo que dio como resultado que las reservas mundiales del grano se vieran mermadas de manera importante (Ochoa y Ortega, 2009).

La estructura del paclobutrazol [(2RS, 3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1h-1,2,4-triazol-1-il)pentan-3-ol] es similar a la del brasinazole; sin embargo, éste último es un potente inhibidor de la biosíntesis del brasinosteroides, el que a su vez es una sustancia inductora de enanismo en tomate, chícharo y *Arabidopsis*, que últimamente ha sido clasificada como una nueva clase de fitohormona (Clouse y Sasse, 1998).

Buscando alternativas para mejorar calidad, crecimiento y desarrollo de plantas, en las dos décadas pasadas, se descubrió que el PBZ incrementa el crecimiento de raíces (Watson, 1996) o aumenta la relación de raíces por brotes en plantas de *Prunus persica* L. o durazno (Liyembani y Taylor, 1989), así como en *Pyracantha* y *Juniperus* (Ruter, 1994). Además, el PBZ ha ocasionado reducción en la expansión de hojas en muchas especies de árboles (Burch *et al.* 1996). Sin embargo, esta sustancia tiene alta residualidad en el suelo, por lo que puede provocar contaminación de mantos freáticos y riesgo potencial de translocación en los frutos; no obstante, dicha residualidad depende de que se hagan aplicaciones consecutivas a través del tiempo (Osuna *et al.*, 2001).

El paclobutrazol (PBZ) es una sustancia que ocasiona efectos en el crecimiento de raíces y parte aérea de plántulas de pimiento morrón (*Capsicum annuum*) variedad California Wonder y de una población segregante de berenjena (*Solanum melongena*) variedad Dalia. El PBZ incrementa la biomasa de raíz y de la parte aérea de ambas especies; en la primera, la dosis de 150 mg de PBZ L⁻¹ de agua puede incrementar hasta 1.1 veces la longitud de las raíces, 3.7 veces la materia fresca y 13 veces la materia seca de las mismas; pero también puede incrementar en 1.5 y 6.7 veces la materia fresca y seca de la parte aérea de la misma especie. No obstante, en berenjena puede incrementar en 1.3 veces la materia fresca y en 71% la materia seca de la raíz; asimismo, 81% la materia fresca y 89% la materia seca de la parte aérea (Partida *et al.*, 2007).

También ocasiona efectos en la parte aérea de plántulas de tomate y chile, de tal forma que cuando se aplica sobre plántulas de tomate con dos o cuatro hojas verdaderas en dosis de 100, 150 ó 200 mg de PBZ L⁻¹ de agua, la altura de plantas se retarda; mientras que cuando se aplica en dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L⁻¹ de agua, la altura se incrementa. Asimismo, en chile el PBZ retarda el crecimiento de los tipos chile bell y anaheim con 200 mg L⁻¹, en jalapeño con 100, en serrano con 100 ó 200, y en caribe con 200 ó 250 (Velázquez *et al.*, 2008).

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto que induce el paclobutrazol en el contenido de clorofila, altura de plantas, diámetro del tallo, longitud y anchura de las hojas del maíz, mediante las dosis de 150, 300 y 450 mg de PBZ L⁻¹ de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada en el km 17.5 de la Carretera Culiacán-El dorado, con coordenadas 24° 37' 29" N y 107° 26' 36" O, y se utilizó la variedad Puma de la empresa Asgrow. La siembra se llevó a cabo el 19 de diciembre de 2008 en condiciones de campo abierto, en un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones, donde las parcelas experimentales constaron de cuatro surcos de 50 m de largo y las parcelas útiles con los dos surcos centrales, con separación de 0.80 m entre sí, sobre los cuales se hizo la siembra a tierra venida, ya que el suelo es de textura arcillosa y se dio un riego por gravedad de presiembra, así como los riegos de auxilio por gravedad necesarios para inducir el mejor crecimiento y desarrollo de las plantas. Todas las parcelas experimentales fueron manejadas con 200 kg de N ha⁻¹ a partir de urea, aplicando el 100% al momento de la escarda y antes del segundo riego de auxilio; además las plantas fueron protegidas con insecticidas para combatir el gusano cogollero. Previo a la siembra se hizo análisis del suelo para conocer sus propiedades físicas y químicas, sobre todo, contenido de materia orgánica y nitrógeno.

La densidad de población fue de 12 plantas por metro lineal, lo que ocasionó una población de 150,000 plantas por hectárea, ya que la siembra se realizó en hileras sencillas separadas a 0.80 m.

El manejo de las plantas se realizó en forma comercial, incluida la fertilización; asimismo, los riegos para incorporar el fertilizante y facilitar la absorción del mismo por parte de las plantas.

Las variables de estudio fueron: contenido de clorofila, altura de plantas, diámetro del tallo, longitud y anchura de las hojas. En tanto que los tratamientos aplicados fueron las dosis de 0 (testigo), 150, 300, 450 mg de paclobutrazol L⁻¹ de agua. La dosis de 150 mg de paclobutrazol L⁻¹ de agua se aplicó en una sola ocasión, mientras que las de 300 y 450 se completaron a través de dos y tres aplicaciones más, respectivamente, con una bomba manual. La primera aplicación del paclobutrazol se hizo cuando las plantas tuvieron cuatro hojas verdaderas, mientras que la segunda y tercera se hicieron ocho días después de la que le precedió.

Todas las variables se evaluaron en una muestra de 20 plantas seleccionadas al azar. El contenido de clorofila se midió en unidades Spad-502, en la parte media de la lámina foliar, específicamente a un lado de la nervadura central, y los datos se recabaron ocho días después de cada aplicación, y en aquellos casos donde se realizaron hasta tres aplicaciones la medición de clorofila se realizó antes de la siguiente aplicación; la altura se midió a partir de la superficie del suelo hasta la base de la inflorescencia masculina; el diámetro del tallo se midió utilizando vernier en el entrenudo localizado entre la segunda y tercera hoja verdadera, considerando la parte más ensanchada del mismo; la longitud y anchura de las hojas se midieron en la octava hoja de abajo hacia arriba; la primera desde la vaina hasta el ápice de las hojas; y la segunda en la parte central de la lámina foliar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los datos del primer muestreo del contenido de clorofila, se observó que la concentración de esta fue con una media general de 33.6 unidades Spad, con respecto a la cual los datos se desviaron 4.2 Unidades Spad, lo que a su vez representó el 12.8% en relación a la media general. La mayor concentración de clorofila se detectó en las plantas tratadas con 150, 300 y 450 mg de PBZ, lo cual superó en los respectivos 1.8, 3.9 y 5.8% a la cantidad de clorofila de las plantas testigo, sin que los promedios obtenidos de las plantas tratadas con PBZ y el de las plantas testigo fueran estadísticamente diferentes (Cuadro 1), de tal manera que estos resultados coinciden con los de Iremiren *et al.* (1997), toda vez que estos autores observaron que las plantas de maíz tratadas con paclobutrazol también fueron más verdes que las plantas testigo.

A través del segundo muestreo se lograron detectar diferencias estadísticas significativas ($p=0.05$) entre las medias de concentración de clorofila de las plantas con PBZ y las testigo (Cuadro 1); el promedio general y la desviación estándar fueron de 38.9 y 4.1 Unidades Spad, respectivamente, por lo que el coeficiente de variación fue de 10.5%, de tal manera que con 150, 300 ó 450 mg de PBZ L⁻¹ de agua, los respectivos incrementos fueron de 8.6, 6.8 y 7.3%. Lo anterior se corresponde con la tendencia observada a través del primer muestreo, ya que con éste también se detectaron incrementos en relación a la media del testigo.

Con el tercer muestreo, los resultados indicaron un promedio general de 37.9 Unidades Spad, una desviación estándar de 4.5 y coeficiente de variación de 11.8%. En tanto que los promedios obtenidos de las plantas tratadas con PBZ no difirieron estadísticamente entre sí ni con los del testigo, pero en valores absolutos superaron a éste en 3.8, 3.8 y 4.3%, respectivamente (Cuadro 1). De tal manera que como era obvio, los tratamientos de 150, 300 ó 450 mg de PBZ L⁻¹ de agua indujeron promedios generales en los respectivos incrementos de 3.9, 4.8 y 5.9% en relación a la concentración de clorofila del testigo.

Cuadro 1. Concentración de clorofila en plantas de maíz tratadas con paclobutrazol en las etapas fenológicas de cuatro, seis y ocho hojas verdaderas.

Mg de PBZ	Clorofila (primer muestreo)	Clorofila (segundo muestreo)	Clorofila (tercer muestreo)	Clorofila (promedio gral.)
150	33.2 a	40.0 a	38.2 a	36.8
300	33.9 a	39.3 a	38.2 a	37.1
450	34.5 a	39.5 a	38.4 a	37.5
Testigo	32.6 a	36.8 b	36.8 a	35.4
DMSH	2.2	2.1	2.3	2.2

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey, 0.05).

De manera general la altura de las plantas fue de 2.26 m, con desviación estándar de 0.2 cm y coeficiente de variación de 6.5%. No obstante, las medias de altura que se obtuvieron de las plantas tratadas con 150, 300 y 400 mg de PBZ L⁻¹ de agua fueron estadísticamente iguales (Cuadro 2), donde se nota que las plantas con paclobutrazol tuvieron una altura que se incremento de 1-2% con respecto a las plantas testigo. De lo anterior se deduce que las plantas con PBZ fueron más eficientes para formar materia seca, así como en el gasto de energía y la fijación de CO₂, y contribuyeron más en la conservación del medio ambiente y, en esa medida, en la disminución del calentamiento global. Además, la respuesta en la altura indica que el PBZ en las tres dosis que se utilizaron no retardó y, mucho menos, disminuyó este carácter, lo que coincide con los resultados de Partida *et al.* (2007) y Velázquez *et al.* (2008), ya éstos observaron incrementos en la altura de plantas de tomate y chiles, respectivamente, cuando aplicaron dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L⁻¹ de agua.

El diámetro del tallo se expresó con una media general de 2.6 cm, con desviación estándar de 0.4 cm y coeficiente de variación de 14%; en tanto que los promedios obtenidos con cada tratamiento fueron los que se observan en el Cuadro 2, con los que se estimaron incrementos de 5.0, 1.0 y 5.4 % en las plantas tratadas con 150, 300 ó 400 mg de PBZ L⁻¹ de agua con respecto al diámetro de tallos de las plantas testigo.

La longitud de hojas ocurrió con una media general de 97.8 cm, con una desviación estándar de 4.0 cm y un coeficiente de variación igual a 4.1%, y no obstante que en esta característica no se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 2), en las plantas tratadas con paclobutrazol hubo incrementos que oscilaron de 0.5-1.4 cm en relación a la longitud de hojas en las plantas testigo. Los incrementos referidos indican mayor producción de materia seca y área foliar y, en consecuencia, mayor eficiencia en la fijación de CO₂, mejoramiento del proceso fotosintético y mayor influencia de las plantas en la disminución del calentamiento global.

La anchura de las hojas tuvo un promedio general de 8.5 cm, con una desviación estándar de 0.7 cm y un coeficiente de variación de 8.8%; pero entre los promedios obtenidos de las poblaciones de plantas tratadas y no tratadas (testigo) no hubo diferencias estadísticas significativas (Cuadro 2); no obstante, las hojas de las plantas con PBZ fueron ligeramente menos anchas (de 1.6-4.4%) que las del testigo, lo que indica que el paclobutrazol hizo más eficiente a las plantas por el contenido de clorofila y el proceso fotosintético que por el área foliar.

Los incrementos observados en el diámetro de tallos, longitud y anchura de hojas en las plantas tratadas con PBZ, también tienen relación con los resultados de Partida *et al.* (2007), Velázquez *et al.* (2008), ya que los primeros obtuvieron mayor producción de materia seca en las raíces y la parte aérea de pimiento morrón y berenjena tratadas con PBZ; mientras que los segundos reportaron incrementos del crecimiento del tallo en plantas de tomate que fueron asperjadas con dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L⁻¹ de agua. En tanto que los resultados en relación a las disminuciones del área foliar también tienen relación con los de Burch *et al.* (1996), toda vez que ellos observaron que el PBZ reduce la expansión de hojas en muchas especies de árboles.

Cuadro 2. Promedios de altura, diámetro de tallos, longitud y anchura de hojas de plantas de maíz tratadas con paclobutrazol.

Mg de PBZ	Altura (m)	Diámetro de tallos (cm)	Longitud de hojas (cm)	Anchura de hojas (cm)
150	2.26 a	2.70 a	97.47 a	8.32
300	2.26 a	2.58 a	98.33 a	8.56
450	2.29 a	2.67 a	98.37 a	8.46
Testigo	2.24 a	2.56 a	96.99 a	8.70
DMSH	0.07	0.19	2.07	0.39

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey, 0.05).

CONCLUSIONES

El paclobutrazol ocasionó efectos en el contenido de clorofila, altura, diámetro de tallos y longitud de las hojas de maíz, incrementando estas características, en la mayoría de los casos, en valores absolutos; sin embargo, en la anchura de las hojas la tendencia fue a disminuir el carácter con respecto a la de las plantas testigo; y dado que las plantas tuvieron mayor eficiencia en el 80% de las características evaluadas, éstas debieron fijar más CO₂ para formar más materia seca, por lo que también influyeron de mejor manera en la disminución de la concentración de dicho gas en el medio ambiente y, por tanto, en esa magnitud en la disminución del calentamiento global.

LITERATURA CITADA

- Burch, P. L., Wells R. H., Kline W. N. 1996. Red maple and silver maple growth evaluated 10 years after application of paclobutrazol tree growth regulator. *Journal Arboriculture* 22: 61-66.
- Clouse, S. D., Sasse J. M. 1998. Brassinosteroids: essential regulators of plant growth and development. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 49: 427-451.
- Iremiren, G. O., Adewumi P. O., Aduloju S. O., and Ibitoye A. A. 2002. Effects of paclobutrazol and nitrogen fertilizer on the growth and yield of maize. *Journal of Agricultural Science* 128: 425-430.
- Liyembani, S., Taylor B. H. 1989. Growth and development of young peach trees as influenced by foliar sprays of paclobutrazol or XE-1019. *HortScience* 24: 65-68.
- Ochoa, B. R. y Ortega R. C. 2008. Reservas y seguridad alimentaria. *Claridades Agropecuarias*. 183: 13-46.
- Ochoa, B. R. y Ortega R. C. 2009. Reservas alimentarias físicas y virtuales. *Claridades Agropecuarias*. 189: 3-14.
- Osuna, G. J. A., Baez S. R., Medina U. V. M., Chávez C. X. 2001. Residualidad de paclobutrazol en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Tommy Taquín. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 7: 273 p.
- Partida, R. L., Velázquez A. T. de J., Acosta V. B., Ayala T. F. Díaz V. T., Inzunza C. J. F. y Cruz O. J. E. 2007. Paclobutrazol y crecimiento de raíz y parte aérea de plántulas de pimiento morrón y berenjena. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30 (2): 145-149.
- Ruter, J. M. 1994. Growth and landscape establishment of *Pyracantha* and *Juniperus* after application of paclobutrazol. *HortScience* 29: 1318-1320.
- Velázquez, A. T. de J., Partida R. L., Acosta V. B. y Ayala T. F. 2008. Producción de plantas de tomate y chile aplicando paclobutrazol al follaje. *Universidad y Ciencia*, 24 (1): 21-28.
- Watson, G. W. 1996. Tree root system enhancement with paclobutrazol. *Journal Arboriculture* 22: 211-217.

ESTUDIO HIDROGEOQUÍMICO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA USO AGRÍCOLA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO COLORADO SOBRE TERRENO MEXICANO

Lorenzo Valenzuela-Vásquez¹, Jorge Ramírez-Hernández², Jesús Arturo Sol Uribe³, Noé Salvador Ruiz Ortiz⁴. ¹Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, km 6.5 Carr. a Sonoita, San Luis Río Colorado 83450, Sonora, México. valenzuela_lorenzo@yahoo.com tel: 0152(653)5344255. ²Universidad Autónoma del Estado de Baja California, Instituto de Ingeniería. Ave. De la Normal s/n Col. Insurgentes-Este Mexicali, 21280 B.C. México. e-mail: jorger@uabc.mx; tel/fax: 0152(686)5664150. ³Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, km 6.5 Carr. a Sonoita, San Luis Río Colorado 83450, Sonora, México. e-mail: jsoluribe@yahoo.com.mx: tel: 0152(653)5344255. ⁴Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, km 6.5 Carr. a Sonoita, San Luis Río Colorado 83450, Sonora, México. e-mail: noesruiz2000@yahoo.com.mx: tel: 0152(653)5344255.

Palabras clave: Salinidad de agua de riego, modelación hidrogeoquímica, río Colorado.

RESUMEN

Se realizó un estudio hidrogeoquímico del agua subterránea para uso agrícola en el módulo #1 para identificar la posibles causas de variaciones de la salinidad del agua en la zona. Uno de los problemas que más han afectado la producción agrícola en el valle de San Luis Río Colorado, ha sido la salinidad del agua subterránea utilizada para cultivos. Aproximadamente el 99 % de la superficie del modulo de riego #1, ubicado en la margen izquierda del río Colorado, es regado con agua subterránea. Se realizaron análisis fisicoquímicos al agua de 50 pozos, encontrándose que la mayoría de ellas son cloruradas sódicas según el diagrama de Piper mientras que por su salinidad y relación adsorción de sodio un 76 % de las aguas se clasifican como C3S2 y C4S2. No se observó relación entre la conductividad del agua con la profundidad de los pozos. La configuración de la elevación del nivel piezométrico mostró una dirección regional NE-SW. Las variaciones de la elevación media del nivel freático de 1979 hasta 2007 están directamente relacionada con la presencia de infiltración desde el río Colorado. La modelación hidrogeoquímica en la misma línea de flujo mostró procesos de intercambio de sodio, calcio y magnesio, principalmente en pozos ubicados al norte del módulo. Se observan procesos de infiltración de agua proveniente del río Colorado y de canales agrícolas locales así como el aporte de aguas mineralizadas de retorno de riego y procesos evaporativos.

ABSTRACT

A hydrogeochemistry study of groundwater for agricultural use was carry out in the irrigation module # 1 in order to identify the possible causes of water salinity variations in the area. One of the issues that most affected agricultural production in the San Luis Río Colorado Valley has been the salinity of groundwater used for crops. Almost 99% of the module # 1 surface is irrigated with water from aquifer. Chemical analyses were performed to water samples from 50 wells, most of them were chloride-sodium type according the Piper diagram while because of its salinity and relation sodium adsorption 76 % of them were classified as C3S2 and C4S2. There was no observed relationship between the water conductivity with depth wells. Groundwater elevation contours showed that regional flow direction is from NE-SW. Variations on average phreatic level, from 1979 to 2007, were directly addressed to seepage from Colorado River. Hydrogeochemical modeling showed that ionic exchange of sodium, calcium, and magnesium in wells located mainly in north of module were presented. Water seepage from the Colorado River and local agricultural channels as well as the contribution of mineralized water from exceeding irrigation water volumes and evaporation processes were identified.

INTRODUCCIÓN

El valle agrícola de San Luis Río Colorado, se encuentra localizado en el municipio del mismo nombre, en el Estado de Sonora, pertenece hidrológicamente a la cuenca del Río Colorado, formando parte del Distrito de Riego # 014 al igual que el Valle de Mexicali, localizado en el estado de Baja California.

La actividad agrícola en el Valle de San Luís Río Colorado, se desarrolla en una superficie aproximada de 26,517 has con derecho de riego. Los módulos #1, #2 y #3 ocupan la zona norte de la margen izquierda conocida como Valle de San Luís Río Colorado, con una superficie de riego de 26,517.15 has, beneficiando a 1687 usuarios, con un total de 169 pozos (107 federales y 62 particulares) (CEA 2004). El módulo de riego # 1 utiliza, en su mayor parte, agua subterránea, mediante la explotación de 108 pozos, de los cuales 85 son federales y 23 particulares.

La calidad química del agua para uso agrícola, es decir su contenido de sales se ha degradado en los últimos años. La aplicación de agua a manta en el módulo #1 da lugar a que parte del agua aplicada se evapore e infiltre en el suelo a estratos más profundos, alcanzando eventualmente el acuífero. El bombeo intensivo de la zona y la permeabilidad media a alta de los estratos más someros podrían propiciar tanto la infiltración de agua de retorno agrícola como la de los canales principales de riego. A su vez, los escurrimientos extraordinarios en el río Colorado han propiciado la recarga del acuífero.

La clasificación del agua subterránea en la zona a partir de las representaciones gráficas como la de Piper (Custodio y Llamas, 2004) permite inferir el origen de las aguas subterráneas. A su vez, la clasificación del agua en función del criterio de Allison (1985) es útil para evaluar la relación salinidad relación absorción de sodio.

El análisis de la evolución del agua extraída de los pozos es necesario para establecer acciones de manejo del acuífero. La modelación hidrogeoquímica es una herramienta utilizada para definir los procesos de mezcla y evolución del agua en el subsuelo que ha transcurrido por un mismo tubo de flujo. Para iniciar el proceso de modelización hidrogeoquímica es preciso conocer –o al menos inferior- la dirección del flujo tanto regional como local que permita sustentar la hipótesis de que el agua de un pozo a otro esta comunicada a través de un tubo de flujo, es decir que el agua de un pozo por diferencia de potencial podría transitar por el acuífero y alcanzar otro pozo conocido.

La ecuación general de balance de masa define la composición química del agua subterránea, además de las composiciones que constituyen la solución inicial y final en un mismo tubo de flujo (Appelo y Postma, 1996). Con base en ésta hipótesis se realizó la modelación hidrogeoquímica inversa para obtener resultados cuantitativos.

OBJETIVO

Realizar un estudio hidrogeoquímico del agua subterránea para uso agrícola en el módulo #1 utilizando representaciones gráficas y clasificación de aguas agrícolas tradicionales, análisis del nivel freático y direcciones de flujo preferenciales así como modelación hidrogeoquímica para identificar la posibles causas del incremento de la salinidad del agua en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de la evolución química del agua y el comportamiento del nivel del acuífero de los pozos del área estudio se realizó considerando los análisis químicos y datos históricos proporcionados por la CONAGUA. Adicionalmente, en este trabajo se colectaron muestras de agua en 50 pozos que son utilizados para riego agrícola en el área del modulo #1. In situ se cuantificó el pH y la conductividad eléctrica de cada muestra de agua. Los análisis fisicoquímicos: conductividad eléctrica, pH, aniones (sulfatos, bicarbonatos y cloruros), cationes como (calcio, magnesio, sodio y potasio), fueron realizados en el Laboratorio de Agua y Suelo del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Los análisis se realizaron utilizando la metodología basada en los Métodos Normativos para el Análisis de Agua Potable y Residuales (APHA, AWWA, WPCF 1992, y la (NOM-127_SSAI-1994).

Se realizó una caracterización geoquímica del agua utilizando el diagrama de Piper (Custodio, 2004). Además se configuraron curvas de isocontenidos utilizando el paquete computacional SURFER que permitió identificar áreas afectadas por la calidad del agua de los pozos. El contenido de sales y valores de la relación adsorción de sodio de las aguas del modulo de riego se clasificaron de acuerdo a los criterios señalados por Allison (1985).

La dirección de flujo se definió con base en la configuración de los niveles piezométricos del año 2000 por ser el año en que se tienen más datos y mejor cobertura.

Con el propósito de analizar la relación entre la profundidad del agua obtenida de cada pozo y la conductividad eléctrica del agua así como con la profundidad de la tubería lisa para inferir zonas de recarga de agua de drenaje agrícola se muestra de forma gráfica las dos variables.

Con base en la dirección regional del flujo en la zona, la profundidad del pozo y considerando la mineralización de cada uno de los pozos -por sus valores en conductividad eléctrica- se determinaron los pozos viables para llevar a cabo la modelación geoquímica.

La modelación geoquímica se realizó con el programa PHREEQC (Parkhurst y Appelo, 1999), calculando el estado de saturación de las especies iónicas más importantes, la transferencia de masas, calcular la composición de mezclas y la posibilidad de prever la evolución de la composición química en esa dirección del flujo (Appelo y Postma, 1996). Una vez realizada la modelación se eligieron los modelos más viables y se infirieron las posibles causas de la mineralización de los pozos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Profundidad y conductividad eléctrica (CE). Los pozos tienen una profundidad que varía de 71 a 180 m. con un pH de 7.63 y 7.45 respectivamente. El valor de pH varía de 7.29 a 7.87 mientras que la conductividad eléctrica de 930 a 3460 mmhos/cm marcando una tendencia que a mayor conductividad menor es el pH. Mientras que la conductividad con respecto a la profundidad de los pozos no muestró ninguna relación (Figura 1). El comportamiento de la salinidad en la zona de estudio, no presentó una tendencia definida, mostrando áreas con altas y bajas concentraciones.

Clasificación de las aguas subterráneas utilizando el diagrama de Piper.

Los resultados del análisis fisicoquímico del agua subterránea de los pozos analizados fueron clasificados según el diagrama de Piper (Custodio, 2001). De este diagrama se pueden agrupar en su mayoría como cloruradas sódicas, (Figura 2). Se consideran aguas marinas, salmueras geotérmicas, aguas contaminadas por sales y zonas áridas. Son 7 pozos los que se clasifican como aguas sulfatadas cálcicas que provienen del yeso u óxidos sulfurosos de acuerdo a lo indicado por Tello 2004.

Comportamiento del nivel freático. El nivel freático promedio de la zona estudiada (Figura 3) disminuyó de 17.79 msnm a 9.51 de 1957 a 2007; sin embargo a partir del año 1984 se presenta una recuperación llegando a 22.07 msnm para el año 1987 relacionado con escurrimientos extraordinarios del río Colorado que provocaron una fuerte aportación de agua al acuífero, subiendo 4.28 m por encima del nivel presentado en 1957. A partir de 1987 se presentó un descenso hasta el año 1994. Se observa una recuperación a partir de este año y

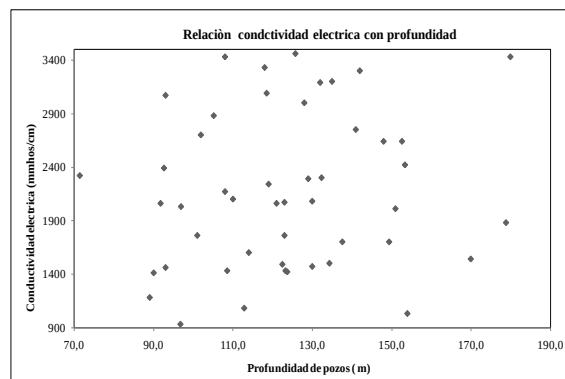


Figura 1. Relación Conductividad y profundidad del pozo

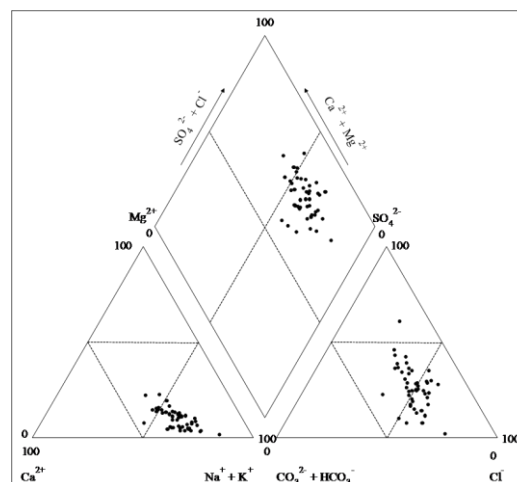


Figura 2 Clasificación del agua subterránea utilizando el diagrama de Piper

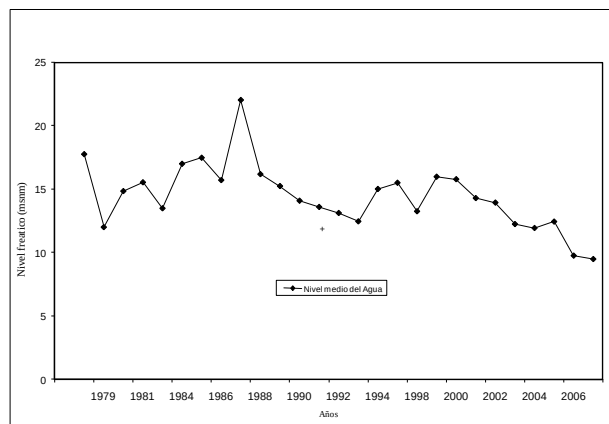


Figura 3 Comportamiento histórico del nivel medio del agua subterránea en pozos del modulo 1 del Valle de San Luis

hasta el 2000 a partir de este año vuelve a descender quedando para el 2007 con un nivel de 9.5.

Calidad del agua de riego para uso agrícola.

El contenido de sales y valores de la relación adsorción de sodio las aguas subterráneas según los criterios señalados por Allisson (1985) mostraron que el 12% del agua de riego del modulo #1 se clasifica como aguas altamente salinas y bajas en sodio (C3S1); el 30% del agua es altamente salina y media en sodio (C3S2); y, el 36% del agua es muy altamente salina y media en sodio (C4S2). El agua en pozos con alto contenido de sodio no presenta niveles perjudiciales de este elemento debido a que en los suelos presentan yeso considerando que existe un 76% de aguas clasificadas como S2.

Modelación hidrogeoquímica de los sistemas de flujo.

Las fases que se utilizaron en la modelación hidrogeoquímica son anhidrita, aragonita, CO_2 , calcita, halita, dolomita y yeso. Los resultados de la modelación hidrogeoquímica en el acuífero del área de estudio considerando la dirección de flujo (se muestran como flechas y se numeran entre paréntesis en la Figura 4) y la mineralización del agua, más importantes son:

Ruta 1: agua del pozo 2 Soc. San Luis al 2 Hidalgo.

Se presenta el yeso como aportador de calcio y sulfato, la dolomita como aportadora de calcio y magnesio, la halita aporta sodio y cloruro, existe además un proceso de intercambio de magnesio y sodio por calcio, (Figura 5).

Ruta 2: agua del pozo 2 Soc. San Luis al 4 Moctezuma.

Se presenta un proceso de intercambio de sodio por calcio y magnesio, hay un equilibrio entre el yeso y la anhidrita con una incorporación de halita y un aporte de CO_2 lo que puede indicar que hay un proceso de evaporación.

Ruta 3: agua del pozo 4 San Luis al 4 Moctezuma.

Existe un proceso de intercambio de sodio por calcio y magnesio, hay un equilibrio entre el yeso y la anhidrita con una incorporación de halita y un aporte de CO_2 lo que puede indicar que hay un proceso de evaporación. En el sistema de flujo se puede considerar que hay un fuerte aporte de agua de otra fuente que puede ser influencia del drenaje o evaporación del agua.

Ruta 4: agua del pozo 4 San Luis al 8 San Luis. Se presenta debido al intercambio de Na por Ca y Mg, la precipitación del yeso como fuente de sulfatos y dolomía como aporte de Ca y Mg, sin embargo tomando en cuenta el CO_2 se considera que hay evaporación.

Ruta 5: agua del pozo 2 Hidalgo al 8 Moctezuma. Se considera que hay una incorporación de yeso como aporte de sulfatos; intercambio de calcio por sodio y magnesio, como aportadora de estos elementos sin embargo hay una disminución de bicarbonatos que nos pueden indicar poca aportación de aguas del río

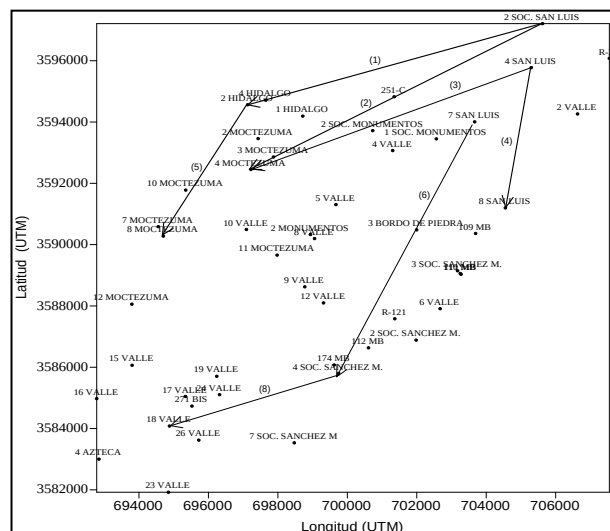


Figura 4 Ubicación de los pozos del modulo #1 y rutas de modelación entre paréntesis.

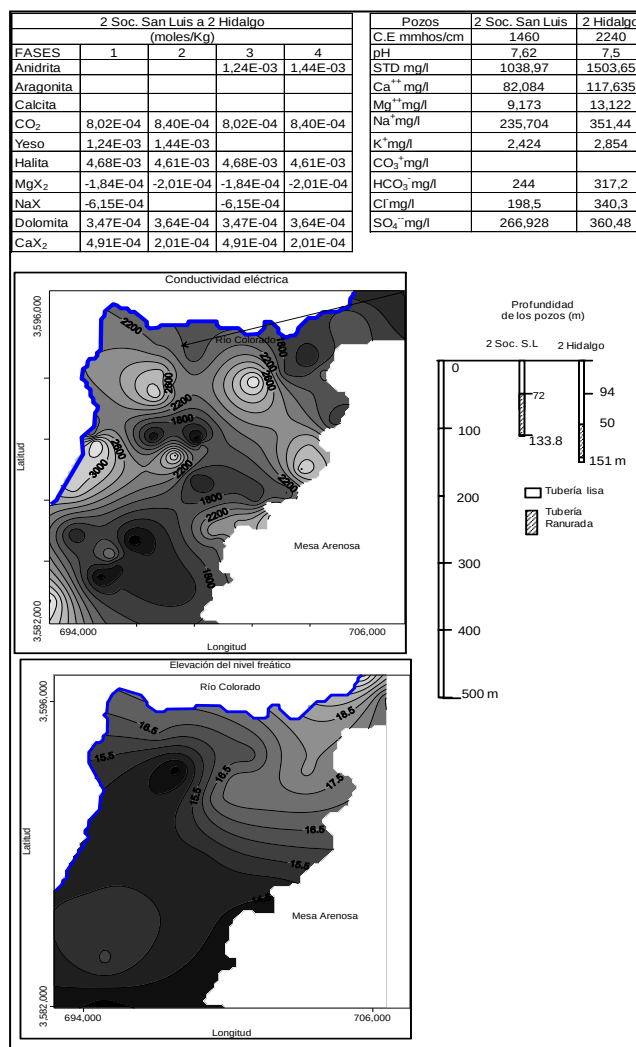


Figura 5. Modelación de pozos de 2 Sociedad San Luis = 2 Hidalgo

Colorado o de drenaje agrícola e influencia de agua evaporada.

Ruta 6: agua del pozo 7 San Luis al 174 MB. Se presenta una precipitación de anhidrita que es equilibrada con la disolución del yeso. Hay una incorporación de halita como aportadora de cloruro y sodio. Para generar agua del pozo 174 MB se requiere 152 % de agua del pozo 7 San Luis lo que indica una mezcla con agua más mineralizada o bien la presencia de un proceso evaporativo.

Ruta 7: agua del pozo 110 MB al 174 MB. Se puede considerar que para el pozo 110 MB hay un aporte importante de agua de drenaje agrícola dada la poca profundidad en tubería lisa, por la concentración de sales presentes, la disminución en concentración de sales podemos explicar que debido a la mayor profundidad de la tubería lisa y de acuerdo a la modelación, se puede afirmar que hay un aporte de agua de otras fuentes para el pozo 174 MB.

Ruta 8: agua del pozo 174 MB al 18 Valle. Existe una desincorporación de calcita CO_2 , yeso, halita, dolomita y un intercambio de sodio y magnesio por calcio, además de una incorporación de aragonita (CaSO_4). Lo anterior podría asociarse a poca aportación de agua de drenaje agrícola. Sin embargo entre ambos pozos cruza el canal revolución y por la cercanía que tiene el Río Colorado a este tubo de flujo podría tener aportaciones de agua de estas dos fuentes.

CONCLUSIONES

El tipo de agua del acuífero en el área de estudio según el diagrama de Piper es fundamentalmente clorurada sódica típica de zonas áridas. La clasificación del agua según su concentración de sodio y la relación absorción de sodio corresponden en un 12% a aguas altamente salinas y bajas en sodio (C3S1); el 30% del agua es altamente salina y media en sodio (C3S2); y, el 36% del agua es muy altamente salina y media en sodio (C4S2). Aunque el agua presenta un alto contenido de sodio no se observan niveles perjudiciales de este elemento debido a la presencia de yeso en un 76% del agua (S2). La dirección del flujo según las isopiezas configuradas para el año 2000 muestran una dirección preferencias de NE-SW modificada localmente por la infiltración de agua desde los canales principales. Las variaciones de la elevación media del nivel freático en el módulo está directamente relacionada con la recarga del acuífero debido a la presencia de escurrimientos extraordinarios en el río Colorado. No se observó relación entre la conductividad del agua con la profundidad de los pozos.

Se observaron procesos de intercambio de sodio, calcio y magnesio, principalmente en pozos ubicados al norte del módulo. Las ruta 1 de flujo analizada muestra la posibilidad de la evolución de la composición química a lo largo de la ruta de flujo. Se infieren proceso de recarga de agua mayormente mineralizada posiblemente relacionada con agua de retorno de riego o procesos evaporativos en las rutas 2, 3 y 4 y 6. La presencia de agua de menor mineralización en las rutas de flujo 7 y 8 podría relacionada con la recarga de agua del canal revolución y del río Colorado, dada su cercanía.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por PROMEP (Programa de Mejoramiento del Profesorado) de la SEP (Secretaría de Educación Pública), en coordinación con los Usuarios del Módulos de Riego #1, el Distrito de Riego 014, Río Colorado de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Asociación de Usuarios de los Módulos de Riego del Distrito 014 Río Colorado.

LITERATURA CITADA

- Allison (1985)
Appelo C.A.J. and Postma D. (1996) Geochemistry groundwater and pollution. Third print Balkema Rotterdam.
APHA - AWWA - WPCF (1992) Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual. Ediciones Días Santos S.A. Madrid. Cap. 3 y 4.
CEA (2004) Estudio de diagnostico y propuesta de soluciones para el Desarrollo Hidroagrícola de la región de San Luís Río Colorado, en el Estado de Sonora. Gobierno del Estado de Sonora.
Custodio E. y Llamas M.R. (2004) Hidrología Subterránea. Segunda edicion corregida. Ediciones Omega. Tomo1. Barcelona España.

- Tello H E (2004) Métodos geoquímicas aplicados a la exploración y explotación de recursos geotérmicos. Curso Taller. Comisión Federal de Electricidad. Mexicali B. C.
- Parkhurst D. and Appelo C.A.J. (1999) User's guide to PHREEQC (version 2) a computer program for speciation, bath-reaction one dimensional transport and inverse geochemical calculations. Water Investigations report 99-485.

IDENTIFICACIÓN DE APORTACIONES DE AGUA AL ACUÍFERO DEL VALLE DE SAN LUIS RÍO COLORADO, SONORA MÉXICO EN EL MÓDULO #1 UTILIZANDO ISÓTOPOS AMBIENTALES

Ramón Baltazar Palomares-Ramírez.¹, Jorge Ramírez-Hernández.², Lorenzo Valenzuela-Vásquez.³ ¹Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, km 6.5 Carr. a Sonoita, San Luis Río Colorado 83450, Sonora, México. e-mail: ramon-palomares@hotmail.com; tel: 0152(653)5344255. ²Universidad Autónoma del Estado de Baja California, Instituto de Ingeniería. Ave. De la Normal s/n Col. Insurgentes-Este Mexicali, 21280 B.C. México. e-mail: jorger@uabc.mx; tel/fax: 0152(686)5664150. ³Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, km 6.5 Carr. a Sonoita, San Luis Río Colorado 83450, Sonora, México. e-mail:valenzuela_lorenzo@yahoo.com; tel: 0152(653)5344255.

Palabras clave: Salinidad, Isotopos, Pozos, Profundidad, Nivel Freático.

RESUMEN

El problema de la mineralización del acuífero en los Valles de Mexicali y San Luis Río Colorado ha provocado un deterioro en la calidad del agua de extraída del subsuelo provocando la salinización de los suelos. En este trabajo por medio del análisis químico e isotópico de 34 muestras de agua del acuífero colectadas en el modulo 1 del Valle de San Luis R.C. se dedujo a partir del análisis de la posición de los valores isotópicos δD y $\delta^{18}O$ del agua subterránea del acuífero y la Línea Meteorica Mundial, que este acuífero presenta un grado de afectación por una Evaporación rápida y desértica, típica de una infiltración reciente y sujeta a variaciones estacionales. Sin embargo estos resultados también pueden indicar que se presente el fenómeno de mezcla de aguas, por lo que se recomienda realizar la modelación geoquímica para confirmar lo obtenido.

Además se detectó por medio de una comparación gráfica de la conductividad eléctrica con la profundidad hasta la tubería ranurada de los pozos, que no existe una relación entre profundidad de captación de agua y la calidad de la misma.

La distribución espacial de la salinidad en el área de estudio se encontró que existe aportación de agua al acuífero de los canales Revolución y Bacaztec bajando el nivel de salinidad del agua que extraen los pozos cercanos a ellos.

ABSTRACT

The problem of the mineralization of water-bearing in Valleys of Mexicali and the San Luis Colorado River has brought about a deterioration in the quality of the water of extracted of the subsoil causing the salinization of grounds. In this work by means of the chemical analysis and isotopic of 34 collected water samples of the water-bearing one in unit 1 of the Valley of San Luis R.C it was deduced from the analysis of the position of the isotopic values δD and $\delta^{18}O$ of the underground water of water-bearing and World-wide the Meteoric Line, that this water-bearing one presents/displays a degree of affectation by a fast Evaporation and desert, typical of an infiltration recent and it holds a seasonal variations. Nevertheless these results also can indicate that the phenomenon of water mixture appears, reason why is recommended to realise the modeling geochemistry to confirm the obtained thing. In addition it was detected by means of a graphical comparison of the electrical conductivity with the depth until the grooved pipe of the wells, that does not exist a relation between depth of water pick up and the quality of the same. The space distribution of the salinity in the study area was that contribution of water at water-bearing of the channels Revolución and Bacaztec lowering the level of salinity of the water exists that the wells near them extract.

INTRODUCCIÓN

Barocio (2000) señala que en el Distrito de riego # 014 " Río Colorado", que pertenece a los estados de Baja California y Sonora, de las 250000 has totales que conforman el Distrito, 108420 has, están afectadas por las sales de las que 65985 has son salinas y 42435 has son salino-sódicas. Además se considera que 14000 has son afectadas por drenaje, puntualizando la

importancia de seleccionar la mejor tecnología para la modernización de los esquemas existentes de irrigación.

La salinización de los suelos en los valles de Mexicali y San Luís está ligada a la salinidad de las aguas superficiales y subterráneas provenientes de la cuenca del Río Colorado. Se estima que anualmente ingresan a la zona 3.6×10^6 ton, de sales de las cuales 1.985×10^6 ton, son de ingreso superficial y el resto 1.615×10^6 ton, son extraídas del subsuelo, muchas de estas sales son eliminadas por el sistema de drenaje a cielo abierto, estimándose que se evacúan alrededor de 1.89×10^6 ton y el resto 1.71×10^6 ton, se acumulan en el perfil de los suelos. (López, 2001). El módulo de riego #1 utiliza, en su mayor parte, aguas del acuífero mediante la explotación de 108 pozos, de los cuales 85 son federales y 23 particulares. Algunos de los problemas que más han afectado la producción agrícola en el valle de San Luís, son aquellos inducidos como es la salinidad de las aguas que se han utilizado para riego de sus cultivos. Dada la complejidad del comportamiento de la salinidad de las aguas del módulo de riego y las dificultades que se presenta el establecer los factores que determinan el incremento de sales a través de modelaciones hidrogeoquímicas, se hace necesario auxiliarse de la composición isotópica en δD y $\delta^{18} O$ para definir el origen del agua y los procesos que han modificado su composición. El origen y los procesos fisicoquímicos a que se ha sometido el agua de riego permitirá definir los diferentes aportes de agua a los pozos del módulo y así realizar recomendaciones para un uso más eficiente del agua de riego y controlar el incremento de sales en estas aguas (Valenzuela, 2009).

Los estudios isotópicos son importantes en procesos de carga y recarga, flujos e interconexiones de acuíferos, así como para determinar las fuentes y mecanismos de contaminación (Gourcy y Aggarwal, 2004). La composición isotópica del agua subterránea en regiones áridas puede ser en ocasiones, bastante diferente de la composición de la precipitación local, indicando que las causas más comunes es el enriquecimiento isotópico del agua por evaporación. Rangel et al. (2002) a partir del análisis de la posición de los valores isotópicos δD y $\delta^{18} O$ del agua subterránea del acuífero dependiente del río Sonora y la Línea Meteorica Mundial, dedujeron que este acuífero presenta un grado de afectación por una evaporación rápida y desértica, típica de una infiltración reciente y sujeta a variaciones estacionales.

Valenzuela y colaboradores (2009) indican que en el agua de los pozos agrícolas del módulo #1 existe un proceso de intercambio en las aguas y evaporación así como un aporte de las aguas de drenaje agrícola, indicando que no se presenta una relación entre la conductividad del agua con la profundidad de los pozos ni con la profundidad de inicio de la tubería ranurada. El impacto que tiene la calidad del agua de riego es un condicionante para mejorar la producción, por lo que este trabajo se enfocará principalmente en establecer la composición isotópica de las aportaciones del agua.



Figura 1. Localización del Módulo de riego 1 del Valle de San Luis Río Colorado y la ubicación de los pozos de estudio.

OBJETIVO

Realizar una identificación del proceso de mezclas de agua utilizando la composición isotópica del agua del acuífero en el área de riego del modulo #1 para determinar los procesos fisicoquímicos más importantes, el origen y aportaciones de salinidad al acuífero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el área de riego del modulo # 1. del Valle de San Luis R.C. del Distrito de Riego 014. Los datos sobre la terminación de los pozos, profundidad total y de los tramos de tubería ranurada fueron proporcionados por el Distrito de Riego 014.

Se colectaron 34 muestras de agua de pozos agrícolas escogidos en forma representativa y agua en tres puntos en el canal Revolución, tal como se muestra en la figura 1. El muestreo se realizó colectando tres muestras de agua en 3 botellas de polietileno, una de ellas se acidificó con ácido nítrico con el fin de determinar cationes, la segunda para determinar la concentración de los aniones y la tercera para analizar el contenido isotópico. Se cuantificó *in situ* la altura sobre el nivel del mar, las coordenadas de ubicación de cada pozo, la CE en mmhos/cm, la temperatura y el pH. Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio del Instituto de Ingeniería de la UABC utilizando la metodología APHA y se determinaron los elementos mayoritarios, los análisis de isótopos se realizaron en la Universidad de Arizona.

La distribución de la salinidad de acuerdo al análisis químico del agua de los pozos se muestra en una figura 2. La relación entre la CE (mmhos/cm) con la profundidad del pozo hasta la tubería ranurada se presenta en una figura 3 y los resultados del estudio de los isótopos del agua se presentan en la figura 4 incluyendo la curva meteórica mundial y la composición isotópica reciente del Río Colorado según Thompson et al, (2008).

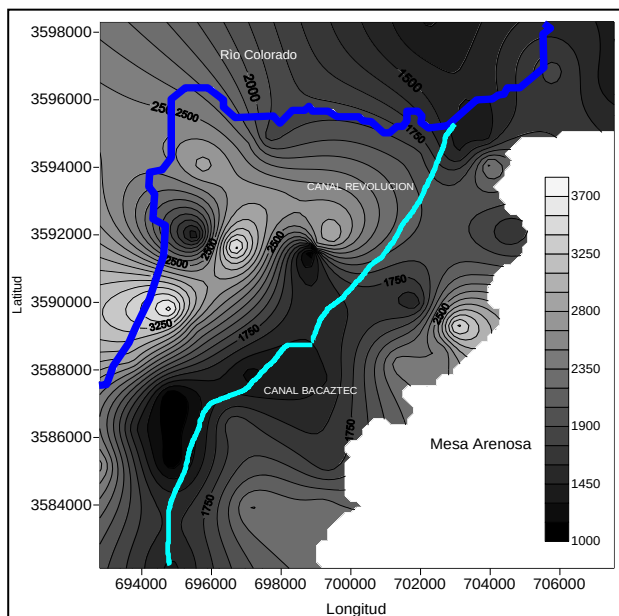


Figura 2. Distribución espacial de la salinidad en el módulo #1. Unidades en mmhos/cm.

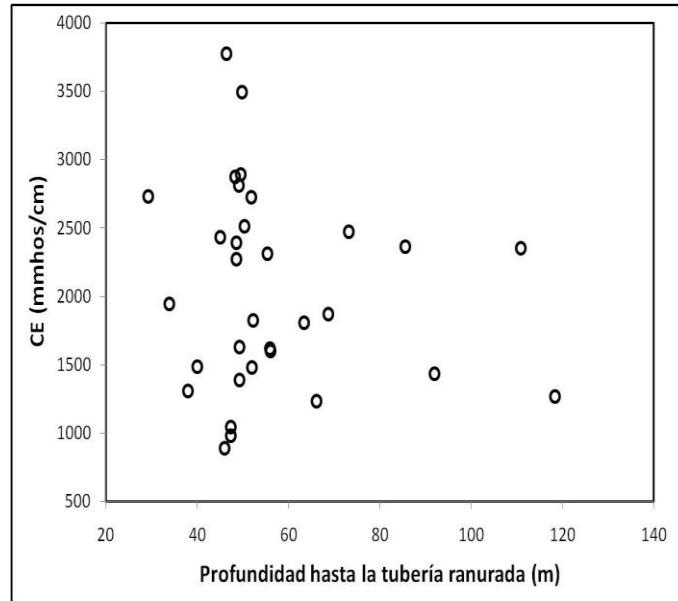


Figura 3. CE en mmhos/cm contra la profundidad hasta la tubería ranurada de los pozos muestreados.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La distribución espacial de la salinidad en el módulo #1 muestra la influencia del agua de los canales Revolución y su continuación el canal Bacaztec en el manto acuífero con una disminución de las concentraciones de salinidad a lo largo de la trayectoria del canal lo que indica la importancia de las aportaciones de agua del canal al acuífero y la disminución de las concentraciones de la salinidad en los pozos del área.

Según los resultados obtenidos y de acuerdo con los análisis de salinidad de los 34 pozos analizados y la profundidad total de pozos, así como la profundidad hasta la tubería ranurada, se puede apreciar que no existe una relación entre profundidad de captación de agua y la calidad de la misma, presentando que a una misma

profundidad de pozo se pueden presentar concentraciones de salinidad que van desde 893 mmhos/cm, presentada en el pozo Monumentos hasta 3780 mmhos/cm en pozo 11 Moctezuma, con pH desde 6.56 en el pozo 3 Moctezuma a 7.69 en el pozo R-38. La profundización de los pozos con el propósito de alcanzar estratos con agua de menor contenido salino parece no ser una opción viable, por lo tanto es importante determinar la profundidad de los pozos en base a otros factores determinantes (Figura 3). Este resultado corrobora lo anotado por Valenzuela y colaboradores (2009).

Los resultados obtenidos con isótopos ambientales demuestran que el enfoque multi-isotópico es una herramienta útil para identificar el origen y las fuentes de aguas subterráneas salinas (Niel y Banoeng et al., 2001).

Siendo los isótopos $^{18}\text{O}/^2\text{H}$ buenos trazadores de movimiento del agua y de algunos procesos de fraccionamientos naturales que les afectan. La composición isotópica del agua subterránea en regiones áridas puede ser en ocasiones, bastante diferente de la composición de la precipitación local, indicando que las causas más comunes es el enriquecimiento isotópico del agua por evaporación.

Rangel et al (2002) a partir del análisis de la posición de los valores isotópicos

δD y $\delta^{18}\text{O}$ del agua subterránea del acuífero dependiente del río Sonora y la Línea Meteórica Mundial ($\delta\text{D} = 8 \delta^{18}\text{O} + 10$), dedujeron que este acuífero presenta un grado de afectación por una Evaporación rápida y desértica, típica de infiltración reciente y sujeta a variaciones estacionales.

CEDEX (1996) menciona que si la pendiente de la recta es entre 4 a 6 y el valor de la ordenada es menor de 10 podría indicarse que existe un proceso de evaporación. La composición isotópica de las muestras de agua en el gráfico $\delta^{18}\text{O}$ VS δD muestran una pendiente de 6.61 y la coordenada en el origen de -22.86. Esta línea de evaporación inicia el agua origen que corresponde al agua infiltrada del río Colorado antes de la construcción del sistema de presas aguas arriba. La composición isotópica del agua en el acuífero muestra la mezcla con agua reciente evaporada (retorno de riego) con esta agua origen y el agua actual del río Colorado. Sin embargo no alcanza a tener la composición isotópica del agua reciente del río Colorado reportada Thompson y colaboradores (2008). La proporción de mezcla entre el agua de origen y el agua evaporada reciente no ha sido obtenida en este trabajo.

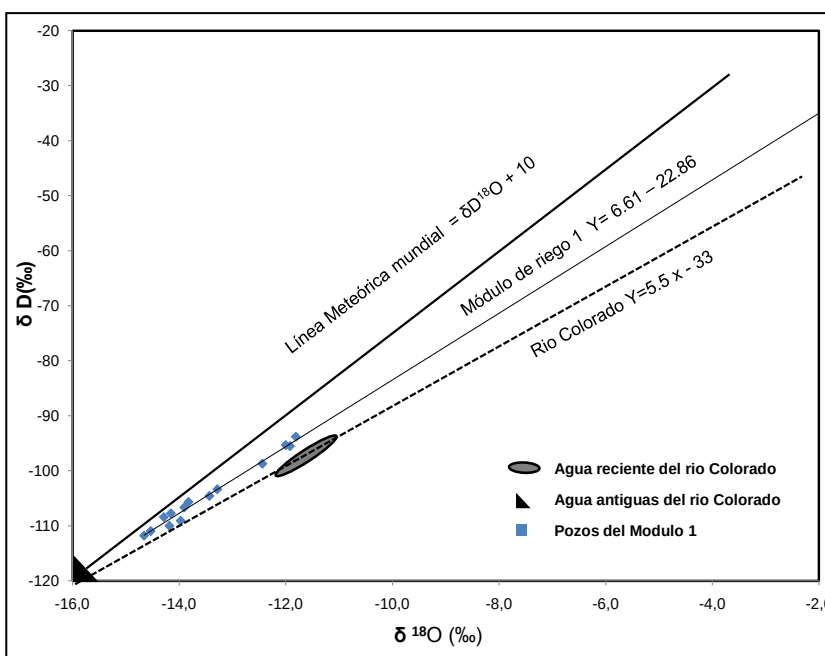


Figura 4 Composición isotópica del agua del acuífero en el Módulo No. 1 comparada con la Línea Meteórica Mundial e isótopos del agua del Río Colorado. La composición isotópica reciente del río Colorado fue tomada de Thompson et al, (2008).

CONCLUSIONES

La distribución espacial de la salinidad en el módulo #1 se presenta una evidente influencia de los canales Revolución y Bacaztec en la aportación de agua de buena calidad al acuífero indicando una baja en las concentraciones de salinidad a lo largo de la trayectoria de los canales provocando la disminución de las concentraciones de la salinidad en los pozos del área.

Se confirma que entre la salinidad del agua y la profundidad hasta la tubería ranurada de los pozos no existe correlación, descartándose que la profundidad del pozo es determinante en la calidad del agua extraída. Por lo tanto la profundidad de perforación adecuada debe ser determinada considerando otros factores.

La composición isotópica del agua de los pozos agrícolas muestra procesos de evaporación de aguas antiguas y aguas reciente del río Colorado, con lo cual se confirma la existencia de agua de retorno agrícola en el manto acuífero. Aunque será necesario realizar una modelación geoquímica para establecer las proporciones de mezcla.

LITERATURA CITADA

- Barocio F.C. (2000). Los problemas de salinidad y drenaje en los distritos de riego de México. X Congreso Nacional de Irrigación Chihuahua, Chih. Mex.
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX. (1996) Generalidades sobre isótopos estables del agua. Curso sobre Hidrología. Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Gourcy L. y Aggarwal (2004) Isotope hydrology and the role of the ISEA. XXXIII Congreso IAH, 7^o Congreso ALHSUD. Zacatecas Mexico.
- Niels O.J, Brucek, Banoeng Y. (2001) Environmental isotopes ^{18}O , ^2H and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ as a tool in groundwater investigations in the Keta Basin Chana. Hydrogeology Journal 9:190-201.
- López L. A. (2001) La salinidad del agua en el distrito de riego 014, Río Colorado, Baja California y Sonora. 1er Simposio Internacional sobre salinidad del Río Colorado. San Luis Río Colorado, Sonora.
- Niels O.J, Brucek, Banoeng Y. (2001) Environmental isotopes ^{18}O , ^2H and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ as a tool in groundwater investigations in the Keta Basin Chana. Hydrogeology Journal 9:190-201.
- Thompson A., Demir Z., Mason D. et al (2008) Groundwater Availability Within The Salton Sea Basin. Final Report LLNL-TR-400426, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore California 94551.
- Rangel M.M, Monreal S.R., Morales M.M. y Castillo G.J (2002) Vulnerabilidad a la intrusión marina de acuíferos costeros en el Pacífico Norte Mexicano: un caso, el acuífero Costa de Hermosillo Sonora Mexico. Revista Latino-Americana de Hidrogeología 2:31-51.
- Valenzuela V.L, Ramírez H.J. y Sol U. A. (2009) Estudio Hidrogeoquímico de las Aguas Subterráneas de la Margen Izquierda del Río Colorado. 1^{er} Simposio Nacional de Investigación sobre Cultura, Desarrollo y Medio Ambiente en la Frontera Norte. CESUES, San Luis Río Colorado, Sonora México.

EFFECTO DE PRÁCTICAS DE LABRANZA DEL SUELO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL NOGAL PECANERO CULTIVAR WESTERN SCHLEY [(*Carya illinoensis*) (WANGENH.) K.KOCH]

José Grageda Grageda¹, Rodolfo Sabori Palma¹, Alejandro Valenzuela Martínez², Alejandro Quijada Flores², J. Humberto Núñez Moreno¹, Julio César Rodríguez³. ¹Investigador del INIFAP-CECH. Carretera a Bahía de Kino km. 12.6. Col. La Manga, Hermosillo, Sonora. ²Asistente de Investigador. INIFAP. ³Profesor-Investigador, Departamento de Agricultura y Ganadería. UNI-SON. grageda.jose@inifap.gob.mx

Palabras clave: Rastreo, compactación, composta, subsoleo.

RESUMEN

En el norte de México la evaporación anual es elevada (>1300 mm) y existe poca precipitación (300-600 mm/año), lo que favorece la acumulación de sales en el suelo. El alto uso maquinaria para el combate de plagas y roturación de capas duras e impermeables, incrementan la compactación del suelo. El estudio se realizó en una huerta adulta del cultivar Western Schley, con un marco de plantación de 10x10 m. Los tratamientos evaluados fueron zanjeo a un lado de la hilera de los árboles, zanjeo por un lado + paja, zanjeo por un lado + composta, zanjeo por un solo lado de la hilera + composta + paja, solo con un subsoleo, rastreo + subsoleo y el testigo absoluto. El diseño de tratamientos fue un factorial 2x7 con diseño experimental de bloques al azar con seis repeticiones. Las variables medidas fueron: rendimiento comercial, rendimiento de nuez buena y porcentaje de germinación. El análisis estadístico no detectó diferencia significativa entre tratamientos en ambos años de estudio para ninguna de las variables estudiadas, pero hubo una tendencia a mejor rendimiento comercial y de nuez buena al usar el rastreo+subsoleo, además del zanjeo con adición de composta con producción media de 1,558 a 2,194 kg/ha. Hubo diferencia estadística significativa de producciones entre años, lo cual se debió a la tendencia del nogal a alternar la producción, es decir producir mucho un año (2007) y producir poco el siguiente (2008).

ABSTRACT

In the northern of Mexico yearly evaporation rates is high (>1500 mm per year) and precipitation yearly is low (300-600 mm). This condition causes the accumulation of salts in soils. The traffic of heavy machinery increases the soil compaction. The study was conducted in an adult Western Schley pecan orchard, planted in a square design of 10 m. Treatments were: 1) Ditch digging to a side of the row of the trees, 2) Ditch digging on the one hand + straw, 3) Ditch digging on the one hand + compost, 4) Ditch digging by a single side of row + compost + straw, 5) Subsoiling, 6) Disk + subsoiling and 7) The check. The treatments design used was a 2x7 factorial in a randomized complete block design with six replications. The measured variables were: commercial yield, yield of good nuts and percentage of vivipary. The statistic analysis did not detect significant difference between treatments in both years of study for any of the variables, but there was a tendency to better commercial and good nut yield, when using the disk + subsoiling besides the ditch digging plus compost with average production from 1,558 to 2,194 kg/ha. There was significant statistical difference of yield between years, which was due to the alternate bearing in pecan tree tendency, that is high yield in a year (2007) and to produce lower the following one (2008).

INTRODUCCIÓN

En el norte de México y oeste de E.U. predominan los suelos de baja fertilidad y de pH alcalino, la evaporación es elevada y existe baja precipitación (300-600 mm), las cuales son condiciones propicias para la acumulación de sales en el suelo, que provocan un paulatino deterioro de la productividad de los suelos, debido al riego, manejo de suelos y su fertilidad. En lo referente a riegos se involucra tanto la calidad del agua como la forma de aplicación, ya que la acumulación de sales en el suelo ocurre cuando las aportadas por el agua de riego superan las pérdidas por lixiviación y/o drenaje (Niborski, 2000). En suelos se involucra el paso desmedido de maquinaria para el combate de malezas, plagas, enfermedades y roturación de capas duras e impermeables, que incrementan

drásticamente los problemas de compactación, ya que se destruye la estructura y se incrementa la densidad aparente (Aljibury, *et al.*, 1979).

Los suelos varían grandemente en su habilidad para ser un medio adecuado para el crecimiento de los árboles. Sus propiedades físicas son muy importantes ya que influyen en su capacidad de almacenamiento de agua, penetración del agua, aireación del suelo y sobre todo disponer el ambiente para un adecuado crecimiento de las raíces. Los problemas se acentúan cuando la textura tiende a ser más fina, y también cuando son muy pobres en contenido de materia orgánica y presentan altos niveles de salinidad, lo cual hace que requieran más atención del productor con el fin de realizar prácticas de manejo o modificación de suelos que ayuden a mitigar este problema (Wildman, *et al.*, 1981). Por lo anterior, el objetivo central del estudio fue determinar el efecto de la adición de materia orgánica y prácticas de zanjeo, rastreo y subsuelo en el rendimiento y calidad de la nuez.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una huerta comercial de la Costa de Hermosillo, con árboles adultos de 25 años de edad del cultivar Western Schley, establecida con un marco de plantación de 10x10 m (100 árboles/ha), con sistema de riego rodado tradicional. Previo establecimiento de los tratamientos, se realizó un estudio de perfil del suelo en cuatro calicatas, una en cada cuadrante de la plantación, para detectar la presencia de capas duras en el subsuelo, obteniéndose que a los 70 cm había una capa dura de alrededor de 5 cm, la cual se debe al paso excesivo de maquinaria.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: 1) Zanjeo (a un lado de la hilera de los árboles), 2) Zanjeo + paja, 3) Zanjeo + composta, 4) Zanjeo + composta + paja, 5) Un paso de subsuelo (90 cm de profundidad), 6) Rastreo + subsuelo y 7) Testigo absoluto. Los tratamientos de zanjeo, se realizaron entre el 9 y 12 de febrero de 2007. El tratamiento con paja se realizó el 12 de febrero, mediante la colocación de 220 pacas de tazol de trigo en lo largo (220 m) de la hilera de árboles. Los tratamientos con composta llevaron 136 kg/árbol del producto. El zanjeo se realizó con una retroexcavadora a una profundidad de 1.60 m y 0.70 m de ancho a una separación de 2 m de la hilera de los árboles (oriente). La parcela experimental fue de 22 árboles, de la cual se seleccionaron 6 como útiles. El arreglo de tratamientos fue un factorial 2x7 bajo un diseño experimental de bloques al azar con seis repeticiones. Las variables medidas fueron: rendimiento comercial, rendimiento de nuez buena y porcentaje de germinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento comercial

Tal como se observa en el Cuadro 1, el análisis estadístico de esta variable no detectó diferencia significativa entre los métodos de labranza pero sí entre los años de estudio, lo cual más bien se pudo deber al efecto de que el año 2007, fue considerado bueno (año "on") para la producción debido a la tendencia a la alternancia de este árbol, es decir que produce mucho un año y al siguiente es baja su producción (Graham, 2009), sin embargo, hubo una tendencia a que los tratamientos que involucran laboreo del suelo tales como el uso de la rastra+subsuelo, además del zanjeo con composta o paja, tuvieran mejores producciones que oscilaron entre 2,110 y 2,194 kg/ha, superando al testigo en alrededor de 400 kg/ha. Lo anterior pudiera deberse a que se beneficia el sistema radical con la modificación que se hace al suelo, que favorece también la humedad disponible y por supuesto el aprovechamiento de nutrientes, en tanto que el testigo absoluto sigue sufriendo las consecuencias de las capas compactas.

Rendimiento de nuez buena

Se refiere a la producción comercial menos el porcentaje nuez germinada. El análisis estadístico de ésta variable tampoco encontró diferencia significativa entre métodos de labranza y su interacción con los años pero si entre años (Cuadro 2). La tendencia a los mejores tratamientos fue igual que el rendimiento comercial, destacando también el uso de la rastra+subsuelo, además del zanjeo con composta o paja, aunque aquí tuvo un ligero incremento el testigo absoluto, ya que sus porcentajes

de germinación fueron más estables que algunos tratamiento como el de donde solo se subsoleó e incluso que donde se zanjeó y se le adicionó composta y paja.

Cuadro 1. Efecto de diferentes prácticas de labranza sobre el rendimiento comercial (kg/ha) del nogal pecanero cultivar Western Schley.

Tratamiento	Años		Media
	2007	2008	
Rastreo + subsuelo	3,622 a	767 a	2,194
Zanjeo + composta	3,350 a	933 a	2,142
Zanjeo + paja	3,469 a	750 a	2,110
Zanjeo (únicamente)	3,280 a	660 a	1,970
Zanjeo+composta+paja	2,890 a	798 a	1,844
Testigo absoluto	2,683 a	901 a	1,792
Subsoleo (únicamente)	2,262 a	563 a	1,412
Media	3,080 a	767 b	

$\alpha=0.05$

Cuadro 2. Efecto de diferentes prácticas de labranza sobre el rendimiento de nuez buena (kg/ha) del nogal pecanero cultivar Western Schley.

Tratamiento	Años		Media
	2007	2008	
Rastreo + subsuelo	2,647 a	584 a	1,616 a
Zanjeo + composta	2,410 a	705 a	1,558 a
Zanjeo + paja	2,552 a	544 a	1,548 a
Zanjeo (únicamente)	2,484 a	491 a	1,488 a
Testigo absoluto	2,130 a	671 a	1,401 a
Zanjeo+composta+paja	1,957 a	544 a	1,250 a
Subsoleo (únicamente)	1,712 a	401 a	1,056 a
Media	2,270 a	563 b	

$\alpha=0.05$.

Porciento de germinación

La 'viviparidad' o germinación prematura de la semilla, es un fenómeno que se reporta en algunas especies cultivadas y consiste en la continuación del crecimiento de la semilla (Germinación) al momento de alcanzar la maduración del fruto, aún cuando se encuentra en el seno de la planta madre. Causa pérdida económica substancial en ciertas huertas. Las estrategias de manejo de la huerta necesitan ser revisadas y desarrollarse para reducir el problema, ya que esta fruta es

castigada en el precio que se paga al productor (Wood, 2003; Lagarda, 2007). El análisis estadístico de esta variable no detectó diferencia significativa entre tratamiento ni entre años, incluso el testigo absoluto presentó los mejores niveles de germinación, lo cual hace pensar que al menos por estos dos años de estudio, las modificaciones que se hagan al suelo no afectan el comportamiento de esta variable o que el uso de labores de maquinaria como el susoleador o el zanjeador, al dañar el sistema radical de los árboles pudieran estar afectando e influyendo negativamente su comportamiento.

Cuadro 3. Efecto de diferentes prácticas de labranza sobre el porcentaje de germinación de la nuez pecanera (kg/ha) cultivar Western Schley.

Tratamiento	Años		Media
	2007	2008	
Zanjeo+composta+paja	32.3 a	29.7 a	31.0 a
Zanjeo (únicamente)	24.7 a	31.9 a	28.3 a
Subsoleo (únicamente)	25.2 a	30.9 a	28.0 a
Zanjeo + composta	26.7 a	25.8 a	26.2 a
Zanjeo + paja	25.1 a	27.4 a	26.2 a
Rastreo + subsuelo	26.9 a	18.6 a	22.8 a
Testigo absoluto	21.4 a	20.1 a	20.8 a
Media	26.0 a	26.4 a	

$\alpha=0.05$

CONCLUSIONES

- Existe una tendencia a mejorar el rendimiento mediante el uso de zanjás o subsoleo.
- La composta favorece producciones sobresalientes.
- Las modificaciones del suelo no están afectando los niveles de germinación de la nuez.
- Es conveniente dar seguimiento al estudio porque generalmente el efecto de este tipo de prácticas son de largo plazo.

LITERATURA CITADA

- Aljibury, F.K. J.L. Meyer and W.E. Wildman. 1979. Managing compacted and layered soils. Leaflet 2635. Division of Agricultural Sciences. University of California.
- Graham, C. 2009. Pecan crop load management. Louisiana State University. AgCenter Research and Extension. Shreveport, LA, USA. 71115.
- Lagarda, M.A. 2007. La germinación prematura de la nuez (Viviparidad). Seminario de Nogal Pecanero 2007. INIFAP-CECH. Hermosillo, Sonora. Pp.9-17.
- Wildman, W.E., J.L. Meyer and R. Neja. 1981. Managing and modifying problem soils. Leaflet 2791. Division of Agricultural Sciences. University of California.
- Niborski, M. 2000. El exceso de sales y sodio en los suelos de las regiones áridas y semiáridas. Documento Impreso. Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Wood, B. 2003. Vivipary. Pecan Grower. v.14 (3). p.6-7.

PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR EN CD. OBREGÓN, SONORA HACIA LAS TORTILLAS DE MAÍZ AZUL Y FACTORES QUE AFECTAN SU COMPORTAMIENTO DE COMPRA

Fernando Vieira-de Figueiredo¹, Antonio Armenta- Cejudo², Dena María Camarena-Gómez¹, Alejandro Ortega-Corona², Manuel de Jesús Guerrero-Herrera², Oscar Cota-Agramont², José María Agudo-Valiente³. ¹Investigador INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Carretera a Bahía de Kino Km. 12.6, C.P. 83000. Hermosillo, Son. ²Investigador INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Valle del Yaqui. Norman E. Borlaug Km. 12, Valle del Yaqui. CP.85000. Cd. Obregón, Son. ³Investigador Universidad de Zaragoza, España. Calle Gran Vía, 2, Facultad de CC.EE. y Empresariales, Universidad de Zaragoza, 50005, Zaragoza, España. vieira.fernando@inifap.gob.mx

Palabras clave: Hábitos de compra y consumo, consumidor Cajemense, actitudes, preferencias.

RESUMEN

El consumo de tortillas de maíz azul se encuentra ampliamente extendido y generalizado en algunas regiones del centro y sur de México. Sin embargo, en Sonora su consumo es apenas incipiente y suelen consumirse de forma esporádica. Considerando los beneficios nutricionales y asociados a la salud que implica el consumo de las tortillas de la variedad de maíz azul criollo, en esta investigación se analizan las actitudes y preferencias que manifiestan los consumidores hacia esta variedad de tortillas, contempladas como una alternativa comercial para el maíz azul. Asimismo, en la investigación se analiza la valoración de los consumidores hacia distintos factores como el aspecto externo, la calidad, el sabor, entre otros, que pueden incidir en su decisión de compra y consumo. Mediante análisis descriptivos, el test de χ^2 y la prueba de comparación de medias (Anova), se identifica el perfil de los consumidores más proclives al consumo de tortillas de maíz azul en Cd. Obregón, Sonora.

ABSTRACT

In Central and Southern Mexico blue maize is commonly used for preparation of tortillas, and other products derived from the nixtamalized dough. However, in Sonora is a rare product and hardly found in the market. Consumption of blue maize tortillas, considering the nutraceutic value associated to blue corn pigments (anthocyanins), could be regarded as an option for the large human population of tortilla consumers. This initial social study was conducted to determine the attitudes and preferences, revealed by consumers towards this kind of tortillas and its potential marketing. Test-consumers were asked to appraise the external appearance, quality, and flavor among other traits that could influence their decision to buy them for routine use. Through descriptive analysis, the χ^2 test, and mean comparisons, (Anova) the profile of most incline consumers for blue tortillas is identified in Obregon City, Sonora.

Introducción

Existe una gran diversidad de variedades de maíz en nuestro país, una de las de mayor aceptación, sobre todo en el centro y sur del país, es la de color azul. Se trata de variedades nativas cultivadas principalmente en tierras de temporal (95%). Actualmente, se siembran alrededor de 71 mil hectáreas, de las cuales el 47% se cosecha en Guerrero, el 25% en Campeche, el 11% en Michoacán, el 9% en el Estado de México y en menor medida en Tlaxcala, Morelos y Jalisco (SAGARPA-SIACON. 2009).

La importancia del maíz azul es relativamente baja, solo representa el 0.88% de la superficie sembrada de maíz para grano en el país, y el 0.49% del volumen de la producción nacional. Sin embargo, sus propiedades nutricionales lo diferencian del resto. Se caracteriza por tener mayores propiedades nutraceuticas, pero su principal característica es el mayor contenido de antocianinas, que son compuestos fenólicos del grupo de los flavonoides, que generan el color intenso en los frutos y legumbres (Salinas *et al.*, 2003). En el maíz azul se ubica en la capa de aleurona, debajo del pericarpio y su importancia radica en que es un antioxidante contra los radicales libres. Estas características, asociadas a la salud podrían detonar su demanda en la región.

El presente trabajo es un estudio de mercado del consumidor de Cd. Obregón, Sonora para conocer sus preferencias hacia las tortillas de maíz azul elaboradas con la variedad regional Azul

CIANO, los resultados servirán para proponer estrategias para su comercialización, e impulsar la producción del grano en el Valle del Yaqui.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La información se recabó mediante una encuesta personal, en la ciudad de Cajeme, Sonora, entre los meses de abril y mayo de 2009¹. Se contó con la participación de 144 consumidores mayores de 18 años, los cuales aceptaron colaborar sin recibir ningún tipo de compensación económica. El tipo de muestreo realizado² fue aleatorio simple con un error muestral de 8.2%.

La población en estudio, se contactó en sitios de esparcimiento y ocio donde suelen acudir de forma habitual, así como también en las inmediaciones de establecimientos dedicados a la venta de tortillas y/o de alimentos en general.

La encuesta fue evaluada por expertos en el campo de la economía, marketing y mejoramiento genético. El cuestionario se integra por tres secciones; la primera sección consiste en seis preguntas relativas con los hábitos de compra y consumo. La segunda sección, incluye siete cuestiones relativas a las preferencias y actitudes de los consumidores hacia productos de maíz azul. La tercera, y última sección describe las características sociodemográficas de la muestra. En este trabajo se presentan aquellas que ilustran de mejor manera las actitudes y preferencias de los consumidores Cajemenses hacia las tortillas de maíz azul. Los análisis descriptivos, de varianza y test de χ^2 empleados en la investigación, fueron obtenidos utilizando el paquete estadístico SPSS 13.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el campo experimental Valle del Yaqui del INIFAP, se ha avanzado por tres ciclos productivos en el desarrollo de la Variedad Azul-CIANO, que proviene de la cruce del maíz nativo azul-negro Elotero de Sinaloa, utilizado como polinizador, con la población blanca del Noroeste como progenitor femenino. De esta forma, por el método de selección masal común, se ha privilegiado la selección hacia maíz azul-negro intenso con sanidad de planta y mazorca.

Los resultados del estudio de mercado son de especial interés para identificar posibles alternativas de comercialización para esta variedad de maíz. Si bien, es de uso común en distintos platillos de la cocina mexicana (pozole, quesadillas, huaraches, sopes, gorditas, entre otros), lo cierto es que su consumo no se ha generalizado en el noroeste de México. De ahí, la importancia para conocer las actitudes de los consumidores hacia las tortillas azules, así como también sus hábitos de compra y percepciones.

De acuerdo a las características de la muestra, se observa que existe una mayor proporción de mujeres (71.8%), y predominan los consumidores en el rango de los 35 a 54 años de edad (41.3%). Asimismo, el porcentaje de consumidores con ingresos mensuales inferiores a los 15 mil pesos (81.4%) es mayoritario, así como también aquellos que tienen un nivel de estudios medio o superior (46.5% y 43.7%, respectivamente). Por otro lado, se advierte que la presencia de hogares unifamiliares es mínima (2.1%), y son los hogares integrados por 3 o más miembros los más representativos de la muestra, 83.9% de la muestra (Tabla 1).

¹ Previo a la encuesta final, se realizó un muestreo piloto a 35 consumidores entre marzo y abril de 2009.

² Se partió de considerar una población de 243.288 habitantes mayores de 15 años de edad (INEGI, 2000).

Tabla 1. Características sociodemográficas de la muestra

Variable	% en la muestra	Variable	% en la muestra
<u>Sexo</u>		<u>Nivel de estudios</u>	
Hombre	28.2	Sin estudios	1.4
Mujer	71.8	Estudios de primaria	8.5
<u>Ingreso mensual</u>		Estudios medios	46.5
≤ 5,000 pesos	31.0	Estudios Superiores	43.7
Entre 5,000 y 10,000	29.5	<u>Edad</u>	
Entre 10,000 y 15,000	20.9	Entre 18 y 24 años	19.6
Entre 15,000 y 20,000	9.3	Entre 25 y 34 años	14.0
<u>Composición del hogar</u>		Entre 35 y 44 años	20.3
Vive una persona	2.1	Entre 45 y 54 años	21.0
Viven 2 personas	14.0	Entre 55 y 64 años	18.9
Viven entre 3 y 4	50.3	≥ 65 años	6.3
Viven 5 o más personas	33.6		

Los resultados muestran que de la totalidad de consumidores encuestados el 98,6% consume tortillas de maíz. Aquéllos que no las consumen, encuentran entre sus principales motivos de no consumo el preferir otro tipo de acompañamiento (5.50) o bien porque no les gustan (5.50). En el caso de aquellos consumidores que si degustan las tortillas de maíz, su frecuencia de consumo suele ser sobre todo diaria (75.0%), seguida de varias veces por semana (21.0%). Siendo el consumo ocasional minoritario (2.8% una vez a la semana y 0.7% una vez al mes). En lo que respecta a las cantidades de tortilla de maíz que se consumen en los hogares, predomina el consumo moderado (70% consume menos de 4 kilos a la semana) frente al abundante (el 30% de los consumidores consume en su hogar más de 5 kilos a la semana) (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia y cantidad de consumo de tortillas de maíz

Frecuencia de Consumo	(%) consumidores	Cantidad de Consumo	(%) consumidores
Diariamente	75.4	Menos de 1 kilogramo	22.9
Varias veces por semana	21.1	Entre 2 y 4 kilogramos	47.1
Al menos una vez por semana	2.8	Entre 5 y 7 kilogramos	25.0
Al menos una vez al mes	0.7	Más de 8 kilogramos	5.0

Al evaluar los atributos que los consumidores valoran más de la tortilla se utilizó una escala de Likert de 10 puntos. Los resultados muestra que el 'sabor' es el atributo más valorado por los consumidores al momento de consumir tortillas de maíz, con una puntuación media de 9.4 (1 indica totalmente en desacuerdo, y 10 totalmente de acuerdo). Le siguen la 'consistencia' (9.1) y la 'apariencia externa' (8.9). En tanto, que otros atributos como las 'propiedades nutricionales' (8.6), el 'precio' (8.5) y el 'establecimiento de compra' (8.1), son también muy valorados por los consumidores pero en menor medida que los anteriores (Tabla 3).

Tabla 3. Valoración de los atributos de las tortillas de maíz

Atributos	Puntuación media	Atributos	Puntuación media
Las propiedades nutricionales	8.6	El sabor	9.4
El establecimiento de compra	8.1	La apariencia externa	8.9
El precio	8.5	La consistencia	9.1

El conocimiento de los consumidores hacia distintas variedades de tortillas de maíz, es significativo, ya que además de la tortilla de maíz blanco comúnmente comercializada en Sonora, el 38.5% señaló que conoce la de maíz azul y el 34.4% la de amarillo. Al cuestionar sobre su disposición a comprar tortillas de maíz azul si estuvieran disponibles en el mercado, el 78.3% de los consumidores indico que sería factible, siempre y cuando cumpla con algunas condiciones como que tenga los 'mismos usos que la tortilla de maíz blanco' (9.9), que posea 'una buena calidad' (9.9) y 'sabor' (9.9), así como también 'buenas propiedades nutritivas y sea de fácil conservación' (9.8 y 9.6, respectivamente). El 21.7% que no ha estaría dispuesto a comprar esta variedad de tortillas considera que no lo haría porque le 'parecen raras' (8.7), 'no está acostumbrado' (8.3) y porque 'le gustan más otras variedades de tortillas' (8.3) (Tabla 4). Sin embargo, al mencionar los beneficios asociados a la salud y nutrición que conlleva el consumo de tortillas de esta variedad, la disposición de compra de los consumidores se modificó sensiblemente aumentando en 11.3%, es decir pasó a 89.6%.

Tabla 4. Puntuaciones medias sobre los motivos de consumo y NO consumo de tortillas de maíz azul

Compraría tortillas azules siempre y cuando...	Puntuación media	NO compraría tortillas de maíz azul porque...	Puntuación media
Tenga los mismos usos que la tortilla de maíz blanco	9.9	Me parecen raras	8.7
Posea una buena calidad	9.9	No estoy acostumbrado	8.4
Tenga buen sabor	9.9	Me gustan más otras variedades	8.3
Posea buenas prop. nutritivas y saludables como las ya existentes	9.8	Su aspecto externo no me gusta	7.4
Sea de fácil conservación	9.6	No sé con qué comerlas	6.5
Se ofrezcan a un precio atractivo	9.4	No pueden conservarse en buen estado como otras variedades	5.9
Existan suficientes canales de venta o disponibilidad	9.3	No me gusta comer alimentos nuevos o que no conozco	5.9
		Las probé y su sabor no me gustó	5.8

Para describir el perfil de los consumidores, se procedió a segmentar la muestra utilizando como criterio la cantidad de tortillas de maíz que se consumen en el hogar durante una semana. Del total de encuestados 140 respondieron a este ítem. Así, el primer segmento se integra por consumidores que consumen menos de 4 kilogramos, por lo que se ha denominado "consumo moderado". El segundo segmento, se caracteriza por un consumo superior a los 5 kilogramos a la semana, por tanto se le ha llamado "consumo abundante". El primero se integra por 98 consumidores y el segundo por 42, el 70 y 30%, respectivamente. Para contrastar si existen diferencias entre segmentos se realizó el test de Chi-cuadrado (χ^2) y la prueba de Anova (Tabla 5). De acuerdo al perfil socio demográfico, se observa que los consumidores que tienden hacia un consumo moderado se caracterizan por una mayor proporción en el rango superior a los 35 años (75.1%), siendo más pronunciado entre los 45 y 54 años (25.5%). En tanto, que el segmento más proclive al consumo abundante concentra un mayor porcentaje de consumidores en el rango de los 18 y 34 años (58.6%). Ambos segmentos de consumidores se caracterizan por formar parte de hogares conformados por 3 o más personas, sin embargo esta tendencia es sensiblemente superior en los de consumo abundante, 95.1 frente a 80.7%, respectivamente. El nivel de ingresos en los dos colectivos de consumidores se concentra en el rango inferior a los 10 mil pesos al mes, pero es más acentuado en aquéllos con un consumo abundante en tortillas de maíz (83.3 y 51.7%, respectivamente). En cuanto al nivel de estudios, se tiende hacia una formación de nivel medio y superior, siendo ésta última más pronunciada en el segmento de consumo abundante (51.2%), mientras que en los de consumo moderado la proporción con estudios medios es significativamente más alta que aquéllos con niveles de formación superior, 48.5 respecto a 42.3%.

Respecto a los hábitos de compra, se observa que de existir tortillas de maíz azul en el mercado, los consumidores del segmento más orientado al consumo abundante serían menos proclives a comprarlas (64.3 respecto a 84.5%). No obstante, si las tortillas de maíz azul incluyen propiedades nutricionales que otras variedades no tienen, la proporción de consumidores que estarían dispuestos a comprarlas se incrementaría significativamente, aunque en mayor cuantía en el segmento orientado al consumo moderado (95.7%).

Finalmente, el análisis Anova proyecta diferencias significativas entre segmentos en cuanto a la valoración que se hace del aspecto 'un sabor que me gusta' al momento de consumo, siendo más importante (en la escala, 10 era el mayor grado de acuerdo) para el segmento más orientado hacia un consumo moderado. En cuanto a las características buena textura (8.38) y buena calidad (8.99), el segmento de consumo moderado les concede mayor puntuación que el de consumo abundante (7.53 y 7.89, respectivamente). Por lo que respecta a los hábitos de compra, la probabilidad de no comprar tortillas de maíz azul porque no se están acostumbrados es significativamente mayor en el segmento de consumo abundante, 9.38 frente a 7.64 (Tabla 6). Por el contrario, la probabilidad de compra aumenta si las tortillas poseen como atributos una buena calidad y propiedades nutricionales y de salud distintas a las de las variedades ya existentes, especialmente en el segmento de consumo moderado.

Tabla 5. Perfil de los consumidores en función de su consumo

^a Variables	^b Test χ^2 / (valor de prob)	Consumo moderado (N=98; 70%)	Consumo abundante (N=42; 30%)
<i>Características sociodemográficas</i>			
<i>Edad</i>	0.001*		
Entre 18 y 24 años		11.2	41.5
Entre 25 y 34 años		13.3	17.1
Entre 35 y 44 años		20.4	19.5
Entre 45 y 54 años		25.5	9.8
Entre 55 y 64 años		24.5	9.8
Más de 65 años		5.1	4.9
<i>Composición del hogar</i>	0.041*		
Vivo solo		2.0	0.0
Viven 2 personas		17.3	4.9
Viven entre 3 y 4 personas		53.1	46.3
Viven más de 5 personas		27.6	48.8
<i>Ingreso mensual</i>	0.009*		
Menos de \$5,000		28.6	36.1
Entre \$5,001 y \$10,000		23.1	47.2
Entre \$10,001 y \$15,000		26.4	5.6
Entre \$15,001 y \$20,000		9.9	8.3
Entre \$20,001 y \$30,000		12.1	2.8
<i>Nivel de estudios</i>	0.008*		
Sin estudios		0.0	4.9
Primaria		9.3	4.9
Medios		48.5	39.0
Superiores		42.3	51.2
<i>Hábitos de compra</i>			
Compraría tortillas azules si...	0.006*	84.5	64.3
Estuvieran disponibles en el mercado			
Tienen propiedades nutricionales distintas a las de otras variedades ya existentes	0.000*	95.7	74.4
^a Variables	^c Anova (Valor de prob.)	Consumo moderado (N=98; 70%)	Consumo abundante (N=42; 30%)
<i>Hábitos de consumo</i>			
<i>La tortilla de maíz azul tiene...</i>			
Un sabor que me gusta	0.003*	8.70	7.63
Una buena textura	0.040*	8.38	7.53
Una buena calidad	0.002*	8.99	7.89
<i>Hábitos de compra</i>			
No compraría tortillas de maíz azul porque no estoy acostumbrado	0.007*	7.64	9.38
<i>Compraría tortillas de maíz azul si...</i>			
Poseen una buena calidad	0.001*	9.90	9.74
Tiene propiedades nutritivas y saludables como las ya existentes	0.029*	9.86	9.71

^aÚnicamente se incluyen las variables que resultaron significativamente distintas entre segmentos.

^b Test de Chi-cuadrado: *, indica que es significativo al 5% .

^c Anova: *indica que el coeficiente es significativo para un nivel máximo de error del 5 %.

CONCLUSIONES

La investigación realizada confirma que la tortilla de maíz forma parte de la dieta habitual y frecuente de la mayoría de los consumidores de Cd. Obregón, Sonora. No obstante, existe también una pequeña minoría que busca otro tipo de acompañamiento en sus comidas. Se ha encontrado que el consumidor no es ajeno a la presencia de otras variedades de tortillas, lo que implica que no existe un desconocimiento total sobre la variedad de maíz azul, lo cual de cara al futuro puede favorecer su introducción y expansión en el mercado.

En general, la actitud de los consumidores hacia esta variedad de tortillas es favorable siempre y cuando se cumplan con las características de buena calidad, mismos usos de las variedades ya comercializadas y un sabor agradable. Es así como el 78.3% estarían dispuestos a comprarlas de encontrarse en el mercado. No obstante, también existe un porcentaje significativo (21.7%) que no las adquiriría especialmente por razones de desconocimiento y/o desconfianza. A pesar de esta reticencia al consumo, la situación podría solventarse si se difunden las propiedades nutricionales y de salud que se asocian a estas variedades de tortillas, lo cual sin lugar a dudas, podría tener un efecto favorable en su consumo.

Los resultados también han permitido visualizar que existen diferencias significativas entre segmentos de consumidores, así los más tendientes hacia un consumo moderado se caracterizan por ser mayores de 35 años, convivir en hogares conformados por 3 y 4 personas, percibir mayoritariamente ingresos inferiores a los 15 mil pesos mensuales y contar con estudios medios. Son consumidores que se muestran más predispuestos a comprar tortillas de maíz azul, propensión que se intensifica si además tienen propiedades nutricionales distintas a las de las variedades ya comercializadas. Estos consumidores además valoran en mayor medida que el otro segmento, el sabor, la textura y la buena calidad. Es decir, se trata de un segmento de consumidores con ingresos intermedios y en de edad madura, donde valoran los productos de calidad, y suelen ser más abiertos y receptivos hacia productos que implican un beneficio a su salud. El segmento de consumidores más tendientes hacia el consumo abundante, se caracteriza por integrar una mayor proporción de jóvenes entre 18 y 34 años, suelen vivir en hogares numerosos (más de 5 personas), perciben ingresos mensuales en los rangos inferiores a los 10 mil pesos y cuentan con formación profesional. Si bien comprarían tortillas de maíz azul su disposición es significativamente menor que el otro segmento. Aunque aprecian las propiedades nutricionales y de salud su valoración no es tan acentuada, lo mismo sucede con otros aspectos relacionados con la calidad, textura y sabor. Para este segmento de consumidores, la principal limitante para el consumo de esta variedad de tortillas es la falta de costumbre, por lo que su gradual expansión y disponibilidad en distintos establecimientos puede conducir a una actitud más favorable, ya que se trata de un segmento de consumidores abierto a nuevos productos pero propensos a una adopción tardía.

LITERATURA CITADA

- INEGI (2000). Censo General de Población y Vivienda
<http://www.inegi.org.mx/lib/olap/general/MDXQueryDatos.asp?#Regreso&c=10261> [Acceso en Agosto de 2009].
- SAGARPA-SIACON (2009). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola
<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ventana.php?idLiga=1043&tipo=1> [Acceso en Julio de 2009].
- Salinas-Moreno, Yolanda, Martínez-Bustos, Fernando, Soto-Hernández Marcos, Ortega-Paczka, Rafael y Arellano-Vázquez, José L. (2003). Efecto de la nixtamalización sobre las antocianinas del grano de maíces pigmentados. *Agrociencia*, noviembre-diciembre año/vol.37, número 006, pp. 617-628. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.

CLOROFILA, CRECIMIENTO Y PANZA BLANCA DEL TRIGO EN RESPUESTA AL PACLOBUTRAZOL APLICADO SOBRE EL FOLLAJE

Agustín Zárate Márquez¹, Juan Francisco Ponce Medina¹, Leopoldo Partida Ruvalcaba², Jesús Santillano Cázares¹, Manuel Cruz Villegas¹, Juan José Paz Hernández¹, Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz², Tomás Díaz Valdés², Alejandro M. García López¹, Leonel Avendaño Reyes¹ y Alejandro López Lugo¹. ¹Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. ²Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México, Carretera Culiacán-Eldorado km 17.5, teléfono: 01 667 8461084. E-mail: agustinzaratem@hotmail.com.

Palabras clave: Retardante de crecimiento, altura, Cachanilla F-2000, Yécora F-70, Yécora Rojo.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto que ocasiona el paclobutrazol sobre el contenido de clorofila, altura y porcentaje de granos con panza blanca, se aplicó paclobutrazol (PBZ) en las dosis de 0 (testigo), 50, 100, 150, 200, 250, 300 y 350 mg de PBZ L⁻¹ de agua sobre el follaje de los cultivares Cachanilla F-2000, Yécora F-70 y Yécora Rojo de trigo, cuando en las plantas fueron visibles los primeros hijuelos. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones en parcelas divididas; unidades experimentales de cuatro surcos de 50 m de largo, las cuales fueron fertilizadas con 260 kg de N ha⁻¹ (35% en presembrado y 65% en el segundo y tercer riego de auxilio). Las dosis se aplicaron sólo una vez con una bomba manual. Con la dosis de 100 mg de PBZ L⁻¹ de agua, la altura de las plantas de la variedad Cachanilla F-2000 se incrementó en 1.7% en relación con la de las plantas testigo; mientras que en la variedad Yécora F-70 disminuyó hasta 18.2% con 150 mg de PBZ L⁻¹ de agua; y en la variedad Yécora Rojo hasta 14.8% con 150 mg de PBZ L⁻¹ de agua. El contenido de clorofila se incrementó hasta en 7.2, 12.1 y 19.1% con 100, 300 ó 50 mg en las variedades Cachanilla F-2000, Yécora F-70 y Yécora Rojo, respectivamente. La panza blanca disminuyó de 48.5-74.4% en las plantas tratadas de la variedad Cachanilla F-2000, pero en las variedades Yécora F-70 y Yécora Rojo disminuyó hasta cero.

ABSTRACT

With the purpose to determine the effect that causes the paclobutrazol on the content of chlorophyll, height, and percentage of grains with yellow berry, paclobutrazol (PBZ) was applied in doses of 0 (control), 50, 100, 150, 200, 250, 300 and 350 mg of PBZ L⁻¹ of water on the foliage of cultivars Cachanilla F-2000, Yécora F-70 and Yécora red wheat, when in plants were visible the first tillers. The experimental design was complete blocks randomly with four replicates in plots divided; experimental units of four furrows of 50 m long, which were fertilized with 260 kg of N ha⁻¹ (35% in pre-seeding and 65% in the second and third irrigation). Doses were applied only once with a manual pump. With the dose of 100 mg of PBZ L⁻¹ of water, the height of the plants of the Cachanilla F-2000 variety increased 1.7% in relation to the plants control; while in the variety Yécora F-70 diminished to 18.2% with 150 mg of PBZ L⁻¹ water; in the Yécora Red variety up to 14.8% with 150 mg of PBZ L⁻¹ of water. Chlorophyll content increased up to 7.2, 12.1 and 19.1% with 100, 300 or 50 mg in Cachanilla F-2000, Yécora F-70 and Yécora red varieties, respectively. Yellow berry decreased from 48.5-74.4% in plants treated of the Cachanilla F-2000 variety, but in Yécora F-70 and Yécora Red varieties decreased up to zero.

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el cereal que actualmente ocupa el segundo lugar en importancia desde el punto de vista de la producción mundial, ya que a partir del ciclo 1998-1999 ha sido superado por el maíz; sin embargo, su producción ha ocurrido con altibajos desde el ciclo 1990-1991 hasta el 2008-2009, aunque la tendencia ha sido a incrementarse desde 2004-2005 hasta 2008-2009, de tal manera que mientras que en el ciclo 1990-1991 se obtuvo una producción de 588,599 toneladas, en el ciclo 2008-2009 se cosecharon 676,281 (Ochoa y Ortega, 2008).

Según Ochoa y Ortega (2009), en el 63.6% de los ciclos del período 1998-2009, la producción de trigo ha sido superior al consumo mundial; es decir, se logró satisfacer el consumo mundial y hubo excedentes; no obstante, en el 36.4% de los ciclos del mismo período, la producción de trigo fue

menor a lo que la población mundial necesitó para su consumo, lo que a su vez indica que el inventario de trigo también ha tenido altibajos, pero a partir del ciclo 2008-2009 se ha observado un incremento del inventario.

Por eso, en lo que va de la presente década, y más concretamente en la mitad de ésta, la demanda mundial de trigo se incrementó de manera considerable, en tanto que la producción no aumentó en la misma proporción, ya sea por los bajos niveles de productividad en algunas regiones o bien por problemas climáticos, lo que dio como resultado que las reservas mundiales del grano se vieran mermadas de manera importante (Ochoa y Ortega, 2009).

La estructura del paclobutrazol [(2RS, 3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1h-1,2,4-triazol-1-il)pentan-3-ol] es similar a la del brasinazole; sin embargo, éste último es un potente inhibidor de la biosíntesis del brasinosteroides, el que a su vez es una sustancia inductora de enanismo en tomate, chícharo y *Arabidopsis*, que últimamente ha sido clasificada como una nueva clase de fitohormona (Clouse y Sasse, 1998).

Buscando alternativas para mejorar calidad, crecimiento y desarrollo de plantas, en las dos décadas pasadas se descubrió que el PBZ incrementa el crecimiento de raíces (Watson, 1996) o aumenta la relación de raíces por brotes en plantas de *Prunus persica* L. o durazno (Liyembani y Taylor, 1989), así como en *Pyracantha* y *Juniperus* (Ruter, 1994). Además, el PBZ ha ocasionado reducción en la expansión de hojas en muchas especies de árboles (Burch *et al.* 1996). Sin embargo, esta sustancia tiene alta residualidad en el suelo, por lo que puede provocar contaminación de mantos freáticos y riesgo potencial de translocación en los frutos; no obstante, dicha residualidad depende de que se hagan aplicaciones consecutivas a través del tiempo (Osuna *et al.*, 2001).

El PBZ es una sustancia que ocasiona efectos en el crecimiento de raíces y parte aérea de plántulas de pimiento morrón (*Capsicum annuum*) variedad California Wonder y de una población segregante de berenjena (*Solanum melongena*) variedad Dalia. El PBZ incrementa la biomasa de raíz y de la parte aérea de ambas especies; en la primera, la dosis de 150 mg de PBZ L⁻¹ de agua puede incrementar hasta 1.1 veces la longitud de la raíces, 3.7 veces la materia fresca y 13 veces la materia seca de las mismas; pero también puede incrementar en 1.5 y 6.7 veces la materia fresca y seca de la parte aérea de la misma especie. No obstante, en berenjena puede incrementar en 1.3 veces la materia fresca y en 71% la materia seca de la raíz; asimismo, 81% la materia fresca y 89% la materia seca de la parte aérea (Partida *et al.*, 2007).

También ocasiona efectos en la parte aérea de plántulas de tomate y chile, de tal forma que cuando se aplica sobre plántulas de tomate con dos o cuatro hojas verdaderas en dosis de 100, 150 ó 200 mg de PBZ L⁻¹ de agua, la altura de plantas se retarda; mientras que cuando se aplica en dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L⁻¹ de agua, la altura se incrementa. Asimismo, en chile el PBZ retarda el crecimiento de los tipos chile bell y anaheim con 200 mg L⁻¹, en jalapeño con 100, en serrano con 100 ó 200, y en caribe con 200 ó 250 (Velázquez *et al.*, 2008).

En trigo, el paclobutrazol (PBZ) disminuye ligeramente la altura de las plantas al ser aplicado en dosis de 40, 80 ó 120 g ha⁻¹; en tanto que la producción de materia seca de la parte aérea no varía; mientras que el rendimiento se incrementa en relación al testigo (Espindula *et al.*, 2009).

Algunas veces el grano de trigo no tiene la calidad requerida por la industria, debido a la presencia de alto porcentaje de granos con panza blanca, lo cual no afecta el rendimiento (Solís y Díaz de León, 2001). El primero en utilizar el término panza Blanca fue Headden (1915), para referirse a los granos que presentan un aspecto moteado a causa de manchas que varían de blanco a blanco amarillento con respecto a las capas externas de la semilla. Manchas de aspecto almidonoso que en algunas ocasiones se presentan en pequeñas áreas, pero pueden llegar a cubrir la mitad o toda la semilla (Sharma *et al.*, 1983).

La panza blanca es una enfermedad fisiológica que disminuye el contenido de proteínas en los granos de trigo (Aadmodt y Torrie, 1935a; 1935b), enfermedad que se manifiesta por una condición almidonosa que presentan algunos granos, parcial o totalmente en su endosperma; y se identifica fácilmente en el grano de *Triticum durum* Desf. y *Triticum aestivum* (Castro, 1970).

Algunos científicos definen a la panza blanca como una alteración de granos, en trigo duro, que afecta la calidad de la harina y, consecuentemente, la calidad de productos como la pasta (Bacci *et al.*, 2002); mientras que otros la consideran como un serio desorden en semillas del trigo panadero, trigo duro y triticale, que surge por deficiencia de nitrógeno en el suelo, afectando seriamente el

contenido de proteínas del grano y, por tanto, la calidad de la harina en trigo panadero y de la pasta en trigo duro (Ammiraju *et al.*, 2002).

En trigo duro (*Triticum turgidum* L. var. *Durum*), la expresión de la panza blanca se ve favorecida por baja fertilización nitrogenada, uso de variedades sensibles, siembra en la primera quincena de diciembre y por el número de riegos aplicados; no obstante, la panza blanca tiene mayor asociación con la dosis de nitrógeno que con cualquiera de los otros factores mencionados, sin que su incidencia esté correlacionada con el rendimiento (Solís y Díaz de León, 2001).

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto que induce el paclobutrazol en el contenido de clorofila, altura de plantas y porcentaje de granos con panza blanca.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el ejido Nuevo León, del Valle de Mexicali, B. C., en terrenos arrendados por Molinera del Valle y TRIDEGEN, S. A. de C. V., y se utilizaron las variedades de trigo del grupo 1: Cachanilla F-2000, Yécora F-70 y Yécora Rojo. La siembra se llevó a cabo el 17 de Diciembre de 2008 en condiciones de campo abierto, en un arreglo factorial de parcelas divididas, en una distribución de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde las parcelas experimentales de la parcela grande (variedades) constaron de 20 m² y la subparcela de 4 m² en surcos con separación de 1.0 m entre sí, sobre los cuales se hizo la siembra a tierra venida, ya que el suelo es de textura media; se dio un riego por gravedad en presiembra, así como los riegos de auxilio por gravedad necesarios para inducir el mejor crecimiento y desarrollo de las plantas. Todas las parcelas experimentales fueron manejadas con 260 kg de N ha⁻¹ a partir de Urea y UAN-32, aplicando el 35% del total al momento del riego de aniego y el resto distribuidos entre el segundo y tercer riego de auxilio; además, las plantas fueron protegidas con aplicación de herbicidas el 20 de Febrero, utilizando las mezclas Axial +Amber+2-4-D (I dosis+10 gr+.75 l) ha⁻¹, respectivamente. Previo a la siembra se hizo análisis del suelo para conocer sus propiedades físicas y químicas, sobre todo, pH, conductividad eléctrica y nitrógeno.

Las variables de estudio fueron: contenido de clorofila, altura de plantas y panza blanca del grano. En tanto que los tratamientos aplicados fueron las dosis de 0 (testigo), 50, 100, 150, 200, 250, 300 y 350 mg de paclobutrazol (PBZ) L⁻¹ de agua. Las dosis se aplicaron con una bomba manual, en una sola ocasión, cuando cada variedad tuvo el primer nudo perceptible del tallo principal; es decir, en la subfase Z 3.1 (Zadoks *et al.*, 1974).

La densidad de población fue de aproximadamente 250 plantas por m², lo que ocasionó una población de 250,000 plantas por hectárea, ya que la siembra se realizó en surcos a doble hilera, separados a 1.0 m. El manejo de las plantas se realizó en forma comercial, incluida la fertilización; asimismo, los riegos para incorporar el fertilizante y facilitar la absorción del mismo por parte de las plantas.

Todas las variables se evaluaron en una muestra de 10 plantas seleccionadas al azar. El contenido de clorofila se midió en unidades Spad-502, en la parte media de la lámina foliar, específicamente a un lado de la nervadura central, y los datos se recabaron ocho días después de la aplicación; la altura se midió a partir de la superficie del suelo hasta la base del raquis de la espiga, y la determinación de panza blanca se hizo con base al peso de 100 g de grano, de donde se identificaron y pesaron todos aquellos granos con la enfermedad para determinar el respectivo porcentaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los datos de clorofila en la variedad Cachanilla F-2000, se observó que la concentración de ésta fue con una media general de 51.4 Unidades Spad, con respecto a la cual los datos se desviaron 4.5 unidades, lo que a su vez representó el 8.7% de desviación en relación a la media general. En el Cuadro 1 se indican los promedios de clorofila, de tal manera que al analizar los valores se detectó que con 100 mg de PBZ L⁻¹ de agua la concentración de dicha sustancia se incrementó 7.2% con respecto a la concentración observada en el testigo; mientras que con 200, 300, 150 ó 350 mg los incrementos fueron de 3.8, 0.9, 0.8 y 0.7%, respectivamente.

En la variedad Yécora F-70, el promedio general y la desviación estándar fueron de 46.3 y 3.9 Unidades Spad, respectivamente, por lo que el coeficiente de variación fue de 8.4%; sin embargo, la clorofila se incrementó en los respectivos 12.1, 10.6, 10.0, 8.6, 7.3, 5.5 y 4.5% con las dosis de 300, 100, 350, 200, 250, 50 ó 150 mg de PBZ L⁻¹ de agua (Cuadro 1).

En la variedad Yécora Rojo, el promedio general de clorofila fue de 45.9 Unidades Spad, con una desviación estándar de 4.3 unidades y un coeficiente de variación de 9.4%; no obstante, la concentración de la sustancia también se incrementó en 19.1, 8.0, 5.3, 4.9, 4.6, 3.4 y 2.0% (Cuadro 1) con las dosis de 50, 250, 150, 200, 350, 300, ó 100 mg de PBZ, respectivamente. La respuesta en el contenido de clorofila indica que el PBZ ocasionó mayor eficiencia fotosintética en las plantas de las tres variedades.

Cuadro 1. Concentración de clorofila en plantas de trigo tratadas con paclobutrazol en la etapa encañe.

Mg de PBZ	Clorofila (U. Spad) (Cachanilla F-2000)	Clorofila (U. Spad) (Yécora F-70)	Clorofila (U. Spad) Var. Yécora Rojo
50	50.59 a	45.56 a	51.64 a
100	54.29 a	47.75 a	44.19 b
150	51.02 a	45.11 a	45.63 ab
200	52.55 a	46.87 a	45.45 b
250	50.32 a	46.34 a	46.82 ab
300	51.08 a	48.38 a	44.83 b
350	50.96 a	47.47 a	45.33 b
Testigo	50.62 a	43.17 a	43.34 b
DMSH	6.32	5.47	6.07

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey; 0.05).

De manera general, la variedad Cachanilla F-2000 fue 31.4 y 25.3% (Cuadro 2) más alta que las variedades Yécora F-70 y Yécora Rojo; sin embargo, al observar por separado los promedios de cada variedad se notaron diferencias en 15.0% entre la altura del testigo de la variedad Cachanilla F-2000 y la de las plantas tratadas con 50 mg de PBZ L⁻¹ de agua, pero las diferencias fueron de mayor magnitud (18.2 y 17.0%) entre las que recibieron 150 ó 250 mg de PBZ y las plantas testigos en las variedades Yécora F-70 y Yécora Rojo. No obstante, en valores absolutos, con la dosis de 100 mg de PBZ se indujo 1.7% más de crecimiento en la variedad Cachanilla F-2000 con respecto al testigo, pero con el resto de las dosis se indujeron disminuciones que oscilaron de 4-15%. En la variedad Yécora F-70 la mayor disminución ocurrió con la dosis de 150 mg de PBZ, en tanto que con el resto las disminuciones en valores absolutos variaron de 8.7-18.2%. Sin embargo, en la variedad Yécora Rojo las disminuciones de altura oscilaron de 7.9-17.0% con las dosis de 100 a 350 mg. Los resultados obtenidos en la variedad Cachanilla F-2000 tienen relación con los resultados de Partida *et al.* (2007) y Velázquez *et al.* (2008), ya que éstos observaron incrementos en la altura de plantas de tomate y chiles, respectivamente, cuando aplicaron dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L⁻¹ de agua. Asimismo, los observados en las variedades Yécora F-70 y Yécora Rojo, ya que los mismos autores también encontraron disminuciones de altura en tomate y diferentes tipos de chiles, cuando aplicaron dosis de 100, 150 ó 200 mg de PBZ.

Cuadro 2. Promedios de altura de tres variedades de trigo tratadas con paclobutrazol en la etapa de encañe.

Mg de PBZ	Altura (cm) (Cachanilla F-2000)	Altura (cm) (Yécora F-70)	Altura (cm) (Yécora Rojo)
50	73.75 b	59.75 ab	63.75 ab
100	88.25 a	63.75 a	61.25 b
150	81.25 ab	54.00 b	59.00 b
200	78.50 ab	60.25 ab	61.00 b
250	77.50 ab	60.00 ab	57.50 b
300	77.25 ab	58.25 ab	59.25 b
350	75.50 ab	60.00 ab	60.75 b
Testigo	86.75 ab	66.00 a	69.25 a
DMSH	14.4	9.4	7.6

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey; 0.05).

La panza blanca disminuyó hasta cero en las variedades Yécora F-70 con las dosis de 50, 150, 200, 250, 300 y 350 mg de PBZ L⁻¹ de agua; en Yécora Rojo también disminuyó hasta cero con las dosis de 100, 150, 200, 250, 300 y 350 mg; sin embargo, en la variedad Cachanilla F-2000 las disminuciones no llegaron a cero, pero fueron estadísticamente significativas (48.5-74.4%) con todas las dosis utilizadas en relación a los porcentajes observados en los granos cosechados de las plantas testigo.

CONCLUSIONES

El paclobutrazol ocasionó efectos significativos en el contenido de clorofila y panza blanca del grano; sin embargo, en la altura de plantas los efectos no fueron estadísticamente significativos con la mayoría de las dosis utilizadas en las variedades Cachanilla F-2000 y Yécora F-70; mientras que en la variedad Yécora Rojo las disminuciones fueron significativas con la mayoría de las dosis que se aplicaron.

LITERATURA CITADA

- Aamodt, O. S., and Torrie J. H. 1935a. Studies on the inheritance of the relation between kernel texture and protein content in several spring wheat crosses. Canadian Journal of Research Section C Botanical Sciences, 13: 202-219.
- Aamodt, O. S., and Torrie J. H. 1935b. Kernel texture as an indicator of quality in hard red spring wheats. Canadian Journal of Research Section C Botanical Sciences, 13:79-88.
- Ammiraju, J. S. S., Dholakia B. B., Jawdekar G., Santra D. K., Gupta V. S., Roder M. S., Singh H., Lagu M. D., Dhaliwal H. S. Rao V. S., and Ranjekar P. K. 2002. Inheritance and identification of DNA markers associated with yellow berry tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica, 123: 229-233.
- Bacci, L., Rapi B., and Colucci F. 2002. An Evaluation Technique of Yellow-Berry in Durum Wheat Seeds. In: Proceedings of the World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources. American Society Agricultural and Biological Engineers, pp. 62-69.
- Burch, P. L., Wells R. H., Kline W. N. 1996. Red maple and silver maple growth evaluated 10 years after application of paclobutrazol tree growth regulator. Journal Arboriculture 22: 61-66.
- Castro, S. A. 1970. Efectos de la fertilización nitrogenada en la panza blanca en trigo. Tesis Profesional, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Estado de México, 75 p.
- Clouse, S. D., Sasse J. M. 1998. Brassinosteroids: essential regulators of plant growth and development. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 49: 427-451.
- Espindula, M. C., Rocha V. S., Grossi J. A. S., Souza M. A., Souza L. T. And Favarato L. F. 2009. Use of growth retardants in wheat. Planta Daninha Viciosa, 27 (2): 379-387.
- Headden, W. P. 1915. Yellow berry in wheat, its cause and prevention. Colo. Agr. Exp. Sta. Bul 205-38.
- Liyembani, S., Taylor B. H. 1989. Growth and development of young peach trees as influenced by foliar sprays of paclobutrazol or XE-1019. HortScience, 24: 65-68.
- Ochoa, B. R. y Ortega R. C. 2008. Reservas y seguridad alimentaria. Claridades Agropecuarias. 183: 13-46.
- Ochoa, B. R. y Ortega R. C. 2009. Reservas alimentarias físicas y virtuales. Claridades Agropecuarias. 189: 3-14.
- Osuna, G. J. A., Baez S. R., Medina U. V. M., Chávez C. X. 2001. Residualidad de paclobutrazol en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Tommy Taquín. Revista Chapingo Serie Horticultura 7: 273 p.
- Partida, R. L., Velázquez A. T. de J., Acosta V. B., Ayala T. F. Díaz V. T., Inzunza C. J. F. y Cruz O. J. E. 2007. Paclobutrazol y crecimiento de raíz y parte aérea de plántulas de pimiento morrón y berenjena. Revista Fitotecnia Mexicana, 30 (2): 145-149.
- Ruter, J. M. 1994. Growth and landscape establishment of *Pyracantha* and *Juniperus* after application of paclobutrazol. HortScience 29: 1318-1320.
- Sharma, G. C. Paul A. D. y Bietz J. A. 1983. Nitrogen fertilization effects and anatomical, protein and amino acid characteristics of yellow berry in triticale. Crop Sci. 23: 699-703.
- Solis, M. E. y Díaz de León T. J. G. 2001. Efecto de los factores controlables de la producción sobre el rendimiento y la panza blanca del grano en trigo duro. TerraLatinoamericana, 19: 375-383.
- Velázquez, A. T. de J., Partida R. L., Acosta V. B. y Ayala T. F. 2008. Producción de plantas de tomate y chile aplicando paclobutrazol al follaje. Universidad y Ciencia, 24 (1): 21-28.
- Watson, G. W. 1996. Tree root system enhancement with paclobutrazol. Journal Arboriculture 22: 211-217.

EFFECTOS DE TRES PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE FLORES DEL CULTIVO DE CLAVEL (*DIANTHUS CARYOPHYLLUS* L.) BAJO INVERNADERO EN LA MISIÓN, B.C.

César Valenzuela Solano¹. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Calle del Puerto No. 375 Depto. 23, Fracc. Playa Ensenada, Ensenada, Baja California, México. valenzuela.cesar@inifap.gob.mx

Palabras clave: composta, nutrientes, materia orgánica, rendimiento.

RESUMEN

Los floricultores de la Costa de Ensenada, B.C., necesitan mejorar la calidad de las flores de clavel para mantener la competitividad en el mercado de exportación. El objetivo del presente estudio fue conocer los efectos de tres programas de fertilización sobre la calidad de flores del cultivo de clavel desarrollado en invernadero en La Misión, B.C. El trabajo se hizo Marzo de 2007 a Febrero de 2008 en terrenos de un productor cooperante. Los resultados mostraron que con la aplicación de 25 ton ha de composta complementada con fertilizantes sintéticos, se lograron rendimientos de flor de clavel 38% mas altos que los alcanzados con el programa del productor, y 19% mayores que los obtenidos con la aplicación de solo fertilizantes sintéticos. Asimismo, con este tratamiento se mejoró la calidad de las flores, lográndose flores y tallos florales de mayor diámetro. Los resultados se atribuyen a una mejora en la nutrición de las plantas y la fertilidad del suelo, así como a un mejor control de la humedad del suelo.

ABSTRACT

To maintain the competitiveness in the world market, growers from Ensenada, B.C. Mexico, need to increase the carnation flowers quality. The purpose of this study was, to test the effects of three fertilization programs on the quality of carnation flowers grown in greenhouse conditions, in La Misión, B.C. Results shown that 25 ton per ha of compost plus synthetic fertilizers, yielded 38% more flowers than the grower fertilization program, and 19% more flowers than only using synthetic fertilizers. This program also increased the diameter of flowers and their stems. These results were attributed to the improvement of plant nutrition, soil fertility and soil moisture control.

INTRODUCCIÓN

En la Costa de Ensenada, B.C., el cultivo de flores y ornamentales es una actividad realizada por 24 productores en una superficie de 440 ha, donde se manejan alrededor de 44 especies de plantas, entre las que sobresalen el clavel, lisianthus, wax y mirto. Los floricultores regionales enfrentan el reto de hacer más eficiente la producción y mejorar la calidad de sus productos, con el fin de mantener la competitividad en el mercado de exportación, compitiendo con países como Colombia, Ecuador y otros. Un factor agronómico que incide de manera importante sobre la calidad de las flores es la nutrición de las plantas (Seaton y Calder, 2003; Sotero y Fitzgerald, 1983). Un diagnóstico nutricional realizado por el INIFAP en terrenos de los productores de Ensenada, permitió detectar problemas de deficiencias de varios de los nutrientes esenciales para el desarrollo adecuado de los cultivos de flor (Valenzuela, 2006).

A partir de estos datos el INIFAP empezó a desarrollar un proyecto que tiene como fin, proporcionar a los floricultores un método integral que les permita optimizar el manejo de la fertilización y nutrición de sus cultivos. Este enfoque considera por una parte el uso de los fertilizantes sintéticos y las compostas como fuentes de nutrientes, y por otra a los análisis químicos como herramientas de evaluación de los programas de fertilización. El objetivo del presente trabajo fue conocer los efectos de tres programas de fertilización sobre la calidad de flores del cultivo de clavel desarrollado bajo condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó de Marzo de 2007 a Febrero de 2008 en terrenos de un productor cooperante ubicado en La Misión, B.C. El suelo del sitio experimental tiene una textura migajón arcillosa, con pH de 8.0 y salinidad alta (5.6 dS/m) para el cultivo del clavel. Los contenidos de materia orgánica

(MO), nitratos, fósforo (P), calcio (Ca) y magnesio (Mg) fueron adecuados, no así los de potasio (K). El suelo estaba medianamente infestado con el hongo *Fusarium*, microorganismo al cual el cultivo de clavel es altamente susceptible. Los programas que se aplicaron se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Dosis de nutrientes aplicados en los tres programas de fertilización evaluados en clavel. INIFAP 2007-2008.

Programa	Nutriente (kg ha)				
	N	P	K	Ca	Mg
Solo fertilizante	164	83	200	52	30
Fertilizante + 25 ton ha composta	215*	135	400	105	165
Productor + 8 ton ha composta	87*	60	130	16	45

*incluye los nutrientes aportados por la composta

Cada programa conto con cinco repeticiones. En el programa que incluyó composta, se aplicaron 25 ton ha de este mejorador de suelo, más la misma dosis de fertilizantes sintéticos que en el programa de solo fertilizante. La composta fue aplicada con el fin de determinar su impacto tanto en el mejoramiento de las propiedades del suelo, como en la nutrición y mejoramiento en la calidad de las cosechas. La composta utilizada fue elaborada por el autor de este trabajo, mezclando 3 partes de estiércol vacuno y una de paja de cereales. El proceso de composteo se llevo un periodo aproximado de cuatro meses. En el cuadro 2 se puede observar que la composta tenia alto contenido de materia orgánica, una adecuada relación C/N y buen contenido de N y Ca.

Cuadro 2. Propiedades de las compostas utilizadas en el estudio de fertilización en clavel en la Misión, B.C. INIFAP. 2007-2008.

Propiedad	Valores
Materia Org. (%)	36.0
C/N	16.0
Nitrógeno (%)	1.30
Fosforo (%)	0.40
Potasio (%)	1.62
Calcio (%)	0.40
Magnesio (%)	1.12

La composta fue aplicada sobre la superficie de las camas antes de la plantación y fue inmediatamente incorporada con una rotocultivadora a una profundidad aproximada de 15 cm. Todos los fertilizantes sintéticos fueron aplicados a través del sistema de riego por goteo después de la plantación del cultivo. Para el estudio se establecieron 2 camas de 1.2 m de ancho por 30 m de largo (91.2 m²) por cada tratamiento. Se plantó la variedad de clavel Rivera, la cual produce flores de color rojo, a una densidad de 25 plantas por metro cuadrado.

Con el fin de llevar un control de la humedad del suelo, se colocaron tensiómetros a 25 cm de profundidad en cada una de las repeticiones de los tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre la nutrición de las plantas fue estimada a través de un muestreo foliar realizado en el mes de agosto. Se hicieron 23 cortes de flores en el periodo comprendido del 4 de Septiembre de 2007 al 20 de Febrero del 2008. Las variables medidas fueron: numero de flores, y diámetros de las flores y tallos florales. Los datos fueron colectados de 5 repeticiones en cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3 se presentan los datos sobre numero de flores de clavel obtenidas por metro cuadrado, así como los diámetros de las flores y los tallos florales. El numero de tallos florales comerciables logrados en todos los tratamientos son menores a los esperados en un cultivo de clavel, lo cual en este estudio se debió al daño causado en las plantas por el hongo *Fusarium*, al cual es muy susceptible esta especie de flor. Los datos muestran que el mayor número de tallos florales comerciables, fueron logrados en las plantas desarrolladas en las parcelas tratadas con el programa consistente en la combinación de fertilizantes sintéticos más composta. Esto valores fueron 19 y 38% superiores a los alcanzados con solo fertilizantes sintéticos o el programa del productor, respectivamente. En cuanto a la variable diámetro de flor, el mayor tamaño fue alcanzado con el programa con composta que fue superior a los otros dos. Asimismo, los mayores diámetros de tallos se consiguieron cuando se aplicó el programa combinado. Mayor diámetro de tallo implica mayor rigidez y resistencia al doblado, lo cual es una característica de calidad muy deseable en clavel.

Cuadro 3. Número y diámetros de tallos y flores comerciables de clavel obtenidos, de acuerdo a cada programa de fertilización aplicado. 2007-2008.

Programa	No. de flores/ m ²	Diámetro botón floral (mm)	Diámetro tallo (mm)
Solo fertilizante	50 b	25.8 b	5.11 b
Fertilizante + 25 ton ha composta	58 a	27.5 a	5.43 a
Productor + 8 ton ha composta	42 c	24.5 c	4.72 c

La aplicación de la composta, mejoró los contenidos de N en las plantas de clavel, sobre todo en relación al programa del productor (cuadro 4). En este estudio se encontró que los dos programas alternativos al del productor, incrementaron los contenidos de N, P, K y Ca, a valores que se consideran suficientes para una buena nutrición del cultivo. En contraste los contenidos de estos nutrientes en las plantas tratadas con el programa del productor, se ubicaron en valores de deficiencia o muy cercanos a los límites de deficiencia.

Cuadro 4. Contenidos de nutrientes en hojas de clavel en la Misión, B.C. 2007-2008.

Programa	Nutriente (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Solo fertilizante	3.10	0.29	2.11	1.64	0.74
Fertilizante + 25 ton ha composta	3.80	0.30	2.32	1.67	0.72
Productor + 8 ton ha composta	2.40	0.20	2.03	1.48	0.60
Niveles adecuados	3.0-4.0	0.2-0.4	2.0-4.0	1.5-2.0	0.2-0.5

Los programas de fertilización aplicados también tuvieron un impacto sobre las propiedades del suelo (cuadro 5). Los contenidos de materia orgánica se vieron incrementados en el suelo de las parcelas que recibieron aplicaciones de 25 ton ha de composta en relación los otros dos tratamientos. Por otra parte, los programas consistentes en solo fertilizante sintético o la combinación de fertilizante sintético con composta, aumentaron de manera significativa los contenidos de P y K., mas no los de calcio.

Cuadro 5. Contenidos de materia orgánica y nutrientes en suelo de clavel en la Misión, B.C. 2007-2008.

Programa	Materia orgánica (%)	P (ppm)	K (me/100 g)	Ca (me/100 g)
Solo fertilizante	2.4	46	0.56	20.3
Fertilizante + 25 ton ha composta	3.2	43	0.43	19.4
Productor + 8 ton ha composta	2.1	28	0.31	21.5

Otro factor del suelo que fue modificado por los tratamientos aplicados fue la tensión de humedad (figura 1). Los valores mas bajos así como la menor variación de los mismos a través del ciclo, fueron registrados en las parcelas tratadas con composta más fertilizantes sintéticos. Lo contrario ocurrió en las parcelas tratadas con el programa del productor. Las tensiones de humedad del suelo en las parcelas que recibieron el programa de solo fertilizantes sintéticos, tuvieron un comportamiento intermedio. Estos datos indican que la aplicación de la composta en dosis de 25 ton ha, tuvo un efecto importante sobre el control de la humedad del suelo, lo cual seguramente también influyó en los mejores rendimientos y calidad de flores obtenidos con este tratamiento.

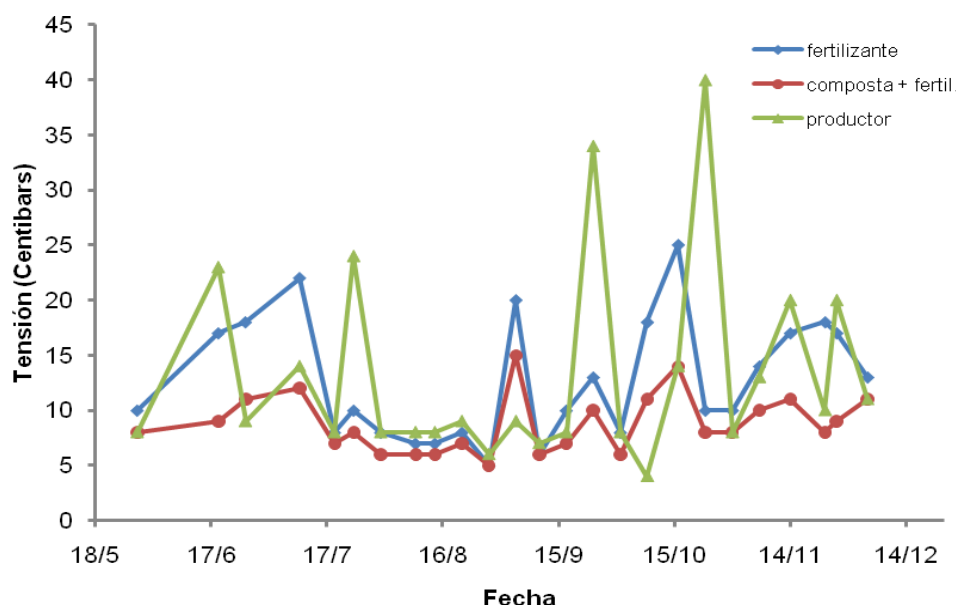


Figura 1. Tensiones de humedad del suelo a 25 cm de profundidad de acuerdo a tres tratamientos aplicados en el cultivo del clavel en La Misión, B.C. INIFAP.

CONCLUSIONES

Con el programa consistente en la aplicación de 25 ton ha de composta complementada con fertilizantes sintéticos, se lograron rendimientos de flor de clavel 38% mas altos que los alcanzados con el programa del productor, y 19% mayores que los obtenidos con la aplicación de solo fertilizantes sintéticos.

El programa combinando de composta más fertilizantes sintéticos produjo flores de mayor calidad (flores y tallos florales de mayor diámetro), que el del productor o el de solo fertilizantes sintéticos. Los efectos de mejor calidad y cantidad de flores conseguidos con el tratamiento donde se combinaron la composta con fertilizantes sintéticos, se pueden atribuir a una mejora en la nutrición de las plantas y la fertilidad del suelo, así como en el control de la humedad del suelo.

LITERATURA CITADA

- Seaton, K. y T. Calder. 2003. Fertiliser for wax flower production. Farmnote 59. Department of Agriculture. Western Australia.
- Sotero, S. y J. Fitzgerald. 1983. Influence of the propagation method and fertilizer rate on growth and development of *Liatris pycnostachya*. HortScience 18:198-199.
- Valenzuela, S.C. 2006. Diagnósticos sobre la calidad de agua de riego y el estado nutricional de cultivos de flor en la Costa de Ensenada, B.C. Reporte Técnico. Campo Experimental Costa de Ensenada. INIFAP.

CARACTERIZACIÓN DE HONGOS DE LA FAMILIA *BOTRYOSPHAERIACEAE* AISLADOS DE VID (*VITIS VINIFERA* L.) EN LA REGIÓN VITIVINÍCOLA DE LA COSTA DE ENSENADA, B.C.

Ofelia Candolfi-Arballo¹, Jorge Alejandro Plata-Caudillo¹ y Rufina Hernández-Martínez¹. ¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Depto. de Microbiología, km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Apdo. Postal 2732, Ensenada, Baja California, México CP 22860. candolfi@cicese.mx

Palabras clave: Botryosphaeriaceae, enfermedad del brazo muerto, deterioro progresivo.

RESUMEN

Las enfermedades de la madera en vid ocasionadas por hongos son muy importantes en todo el mundo. Estas enfermedades contribuyen al deterioro progresivo de la planta, reducen la productividad y longevidad provocando altas pérdidas económicas. Dentro de estas enfermedades se encuentra el cancro producido por especies de *Botryosphaeria* también conocida como brazo muerto. Al menos 11 especies de *Botryosphaeria* se han asociado con vid en todo el mundo, incluyendo a *Diplodia*, *Fusicoccum*, *Neofusicoccum*, *Lasiodiplodia* y *Dothiorella*. En México solamente se han reportado dos especies: *Diplodia seriata* y *Lasiodiplodia theobromae* pero es probable que haya más especies asociadas a vid. Se inició la búsqueda de nuevas especies de Botryosphaeriaceae presentes en los viñedos de la costa de Ensenada, se realizaron muestreos en la zona vitivinícola. En total se obtuvieron 18 aislados de plantas con síntomas de deterioro progresivo. Usando comparaciones morfológicas y métodos moleculares se pudieron identificar tres nuevas especies: *Fusicoccum vitifusiforme*, *Diplodia corticola* y *Fusicoccum australe*, las tres últimas no habían sido reportadas anteriormente en México.

ABSTRACT

Trunk diseases caused by fungi are very important diseases in all grapevine growing regions worldwide. They contribute to grapevine decline, reducing productivity and longevity, thereby causing considerable economic loss to the industry. Botryosphaeria canker is a trunk disease also known as black dead arm. Around 11 species of *Botryosphaeria* are known to occur on grapevines including *Diplodia*, *Fusicoccum*, *Neofusicoccum*, *Lasiodiplodia*, and *Dothiorella*. In Mexico only two species have been reported, *Diplodia seriata* and *Lasiodiplodia theobromae* however it is highly probable that there are more species associated to grapevine. A survey on Ensenada's vineyards was conducted aimed to determine which others Botryosphaeriaceae were present. A total of 18 isolates were obtained from declining plants. Using molecular methods and analyzing morphological characteristics three new species were identified *Fusicoccum vitifusiforme*, *Diplodia corticola* and *Fusicoccum australe*. To our knowledge this is the first report of these species occurring on grapevine in Mexico.

INTRODUCCIÓN

La vid (*Vitis vinifera* L.) es uno de las especies frutales más importante en varias partes del mundo. En México, los estados de Baja California y Sonora son los principales productores de vino y uva de mesa, respectivamente (5). En las últimas décadas, las enfermedades de la madera se han incrementado de manera importante en todo el mundo. Estas enfermedades ocasionan disminución del rendimiento debido principalmente al deterioro progresivo de las plantas (3). Los organismos responsables de dichas enfermedades son hongos que pertenecen a los géneros *Botryosphaeria*, *Phaeoacremonium*, *Phaeomoniella*, *Cylindrocarpon*, *Eutypa* y *Phomosis*. Dentro de las enfermedades de la madera se encuentra el brazo muerto, cuyos agentes causales se encuentran dentro de la familia *Botryosphaeriaceae*. Los síntomas provocados por estos hongos incluyen: debilitamiento de la planta, poco crecimiento, canchales o zonas necróticas en el tronco y hojas cloróticas (2, 3, 6, 7). Las formas asexuales (anamorfos) de *Botryosphaeria* spp. son las más comunes en la naturaleza, mientras que las formas sexuales (telomorfos) se encuentran en raras ocasiones, por este motivo la identificación de las especies se realiza en base a las características morfológicas y genéticas de los anamorfos. Las especies asexuales encontradas más comúnmente en vid son: *Diplodia mutila*, *Diplodia seriata*, *Fusicoccum parvum*, *Fusicoccum australe*,

Fusicoccum luteum, *Fusicoccum aesculi* y *Lasiosiplodia theobromae* (3). La identificación de estas especies se hace principalmente observando los caracteres morfológicos como son coloración y desarrollo de la colonia, y la pigmentación, forma y tamaño de las estructuras de reproducción (conidios), sin embargo estas características son insuficientes para clasificar especies morfológicamente similares, por lo cual, también se emplean técnicas moleculares. Los marcadores moleculares más empleados son el Espaciador Transcrito Interno (ITS, por sus siglas en inglés), una secuencia parcial del gen que codifica para la proteína β -tubulina y el factor para la elongación en la transcripción llamado 1-alfa (EF1- α , por sus siglas en inglés) (2, 3, 4, 5, 6). En México se ha reportado la presencia de dos especies del holotipo *Botryosphaeria* en vid, *Diplodia seriata* (telomorfo: *B. obtusa*) y *Lasiodiplodia theobromae* (telomorfo: *B. rhodina*) (5). En un muestreo exploratorio desarrollado en la Costa de Ensenada por nuestro equipo de trabajo, se ha logrado aislar varias cepas de *Botryosphaeria* cuya naturaleza se desconoce.

OBJETIVO

Caracterizar morfológica y genéticamente cepas de *Botryosphaeria* spp. aisladas de la zona vitivinícola de la Costa de Ensenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo. Para la toma de muestras, se localizaron plantas con síntomas de debilitamiento y brazo muerto en 10 viñedos de la costa de Ensenada. Todas las plantas de las que se tomaron muestras se fotografiaron y etiquetaron. Las muestras consistieron en trozos de madera de aproximadamente 15 cm de largo que se colocaron en bolsas de plástico previamente etiquetadas y transfirieron dentro de una hielera al laboratorio. En el laboratorio se observaron y fotografiaron los síntomas en la madera usando un microscopio estereoscópico (Olympus SZX12).

Aislamiento y mantenimiento de microorganismos. Para el aislamiento de los hongos se eliminó la corteza del tronco, se limpio superficialmente y se tomaron trozos de aproximadamente 5mm de la periferia de las lesiones necróticas. Se colocaron 4 trozos de madera equidistantes en cajas Petri conteniendo 25 mL de medio de cultivo papa dextrosa Agar (PDA, Difco Laboratories). Las cajas se mantuvieron en oscuridad a temperatura ambiente y se evaluaron periódicamente hasta observar crecimiento fúngico. Para obtener cultivos puros, puntas de micelio se transfirieron a una caja con medio PDA fresco. Para obtener cultivos monospóricos, se estimuló la producción de cuerpos fructíferos (picnidios) inoculando el hongo en cajas Petri con 25 mL de agar al 15% en agua (AA) y colocando dos trozos de madera de vid estériles de aproximadamente 1 cm². Las cajas se mantuvieron bajo luz blanca y una vez producidos los picnidios, se presionó para obtener esporas individuales que se plaquearon, y seleccionaron. Los cultivos se mantuvieron por medio de propagación vegetativa en medio de PDA. Para el almacenamiento a largo plazo, esporas y micelio se colocaron en una solución de glicerol al 50% a -80°C.

Caracterización morfológica de estructuras reproductivas. Los hongos se clasificaron primeramente observando la morfología colonial, su coloración y el desarrollo del micelio en medio PDA. Como referencias se usaron cepas tipo proporcionadas por el Dr. Gubler de la Universidad de California, Davis. Para observar la forma, tamaño, pigmentación, septación, etc. de las esporas, primeramente se estimuló la producción de picnidios siguiendo el procedimiento mencionado arriba. Las conidias producidas se fijaron con lactofenol sobre un portaobjetos y se observaron a 100X usando un microscopio óptico invertido AxioVert 200 (ZEISS), se fotografiaron con una cámara integrada AxioCam HRc y se midió el largo y ancho de 70 conidias al azar usando el software AxioVision, ver. 4.7.

Caracterización genética de las cepas. Todas las cepas se inocularon en caldo de papa dextrosa (PDB, Difco Laboratories). Los cultivos se mantuvieron en agitación constante a 200 rpm durante 5 días a 25°C. Para la extracción del ADN genómico se utilizó un protocolo comercial (DNeasy Plant Tissue, Quiagen). Del ADN obtenido, se amplificaron las secuencias de la región ITS1 e ITS2 que incluye la región 5.8S de cada cepa por medio de la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) utilizando los oligonucleótidos ITS4 e ITS5 (White et al, 1990). Para verificar la presencia de amplicones, el producto de PCR se separó por medio de una electroforesis en un gel de agarosa al 1.2% sumergido en buffer TAE 1X (Tris-acetato-EDTA) dentro de una cámara de

electroforesis y se tiñeron con bromuro de etidio. De las reacciones positivas se purificaron los amplicones con un kit comercial (Gel extraction kit, Quiagen) y se mandaron secuenciar.

Análisis genético. Para el análisis genético se usaron secuencias ITS de hongos pertenecientes a la familia *Botryosphaericeae* recuperadas del “National Center for Biotechnology Information” (NCBI) y las obtenidas en este estudio. Para editar y alinear las secuencias, se utilizó el software BioEdit, y el árbol filogenético se construyó usando el programa MEGA 4.

RESULTADOS

Lesiones en la madera. Los síntomas observados en la madera en cortes transversales fueron principalmente puntos negros, lesiones concéntricas o en forma de cuña (Figura 1).

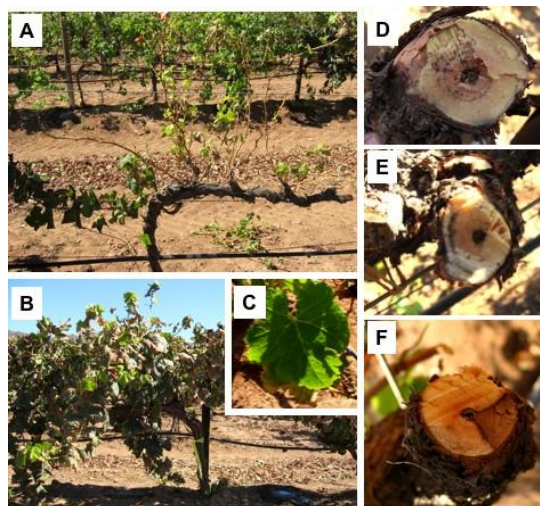


Figura 1. Algunos síntomas observados en viñedos de la Costa de Ensenada. A. Apariencia de una planta enferma. B. y C. Síntomas de hojas quemadas. D. Síntomas internos. Puntos negros en el centro del tronco que al extenderse generan zonas de daño mayor, coloraciones rosadas y vasos conductores oscurecidos. E. Lesiones concéntricas negruzcas en el tronco. F. Necrosis en forma de cuña.

Caracterización morfológica. Se obtuvieron 18 aislados putativos de la familia *Botryosphaeriaceae*. La morfología de los cuerpos fructíferos fue variada, se observaron picnidios globosos, en forma de punta redondeada, tipos rectangulares, cubiertos o no de micelio, abundante o escaso, en la base o en la punta. La forma mas prevaleciente fue la típica forma de botella, con micelio escaso en la base del mismo. Los tamaños iban de 100 a 450 μm de longitud y de 50 a 150 μm de diámetro. En los cultivos se observaron al menos 6 tipos de colonias. El tipo más común presentada por 11 cepas (MXSB01, SASI01-01, SASI15-02, BY06, R02-3, CCBM09, CCBM08, SASI16-1, SACH29-2, SASI08 y MXCB01), se caracterizó por presentar un micelio blanquecino en los primeros días que cambió a gris claro después de 5 días, y después de 14 días a gris plomo. Estos aislados presentaron conidias pigmentadas de color café, ovaladas, aseptadas y lisas, caracteres correspondientes a la especie *Diplodia seriata*. La cepa SACH19-3 creció de manera similar a las anteriores pero más lentamente. Cuatro cepas SACH16-1, SACH19-3, SACH29-2 y MXCB01 difirieron en que las conidias presentaron 1 a 2 septos y ocasionalmente hasta 3. Las cepas SACH24, SACH23-1 y ME04-3 presentaron en los primeros días micelio fino, poco abundante y blanquecino. A partir del cuarto día, ME04-3 presentó una coloración verde amarillenta en el medio de cultivo que lo diferenció de las otras dos. Las conidias observadas fueron de filiformes, hialinas, aseptadas y de pared delgada, caracteres de identificación del género *Fusicoccum*. Apparently las cepas corresponden a las especies *Fusicoccum australe* y *Neofusicoccum vitifusiforme*, sin embargo por sus similitudes, la caracterización de estas cepas no fue posible usando como referencia solamente sus características morfológicas. El aislado SASI12-

3 presentó desde el inicio un micelio esponjoso, fino, denso y blanquecino, tornándose café oscuro con el paso de los días, se observaron dos tipos de conidias ovaladas, una pigmentada, uniseptada y de pared delgada y otra hialina de pared gruesa y rugosa, por estas características y de acuerdo a las descritas en otros estudios se clasificó como la especie *Diplodia corticola* (Figura 2).

Caracterización genética de las cepas. El análisis filogenético reveló la presencia de al menos 4 especies de la familia Botryosphaeriaceae. La cepa ME04-3 se agrupó en un clado con especies de *Fusicoccum australe*, mientras que las cepas SACH24 y SACH23-1 emparentaron con la especie *Fusicoccum vitifusiforme*. Por otra parte, una segunda rama agrupó a todas las especies definidas por conidias pigmentadas y ovaladas. Las cepas MXCB13, SACH29-2, R02-3, MXSB01, CCBM09 y CCBM08-01 se agruparon en un solo clado emparentadas estrechamente con la especie *Diplodia seriata*, al igual que SAS115-01, SACH16-1, BY06-2, MXCB01 y SAS101-01 quienes a pesar de permanecer en el mismo grupo que las anteriores se separan ligeramente de ellas, indicando quizá una variabilidad genética. Finalmente, la cepa SAS112-3 se agrupó perfectamente con la especie *Diplodia corticola* (Figura 2).

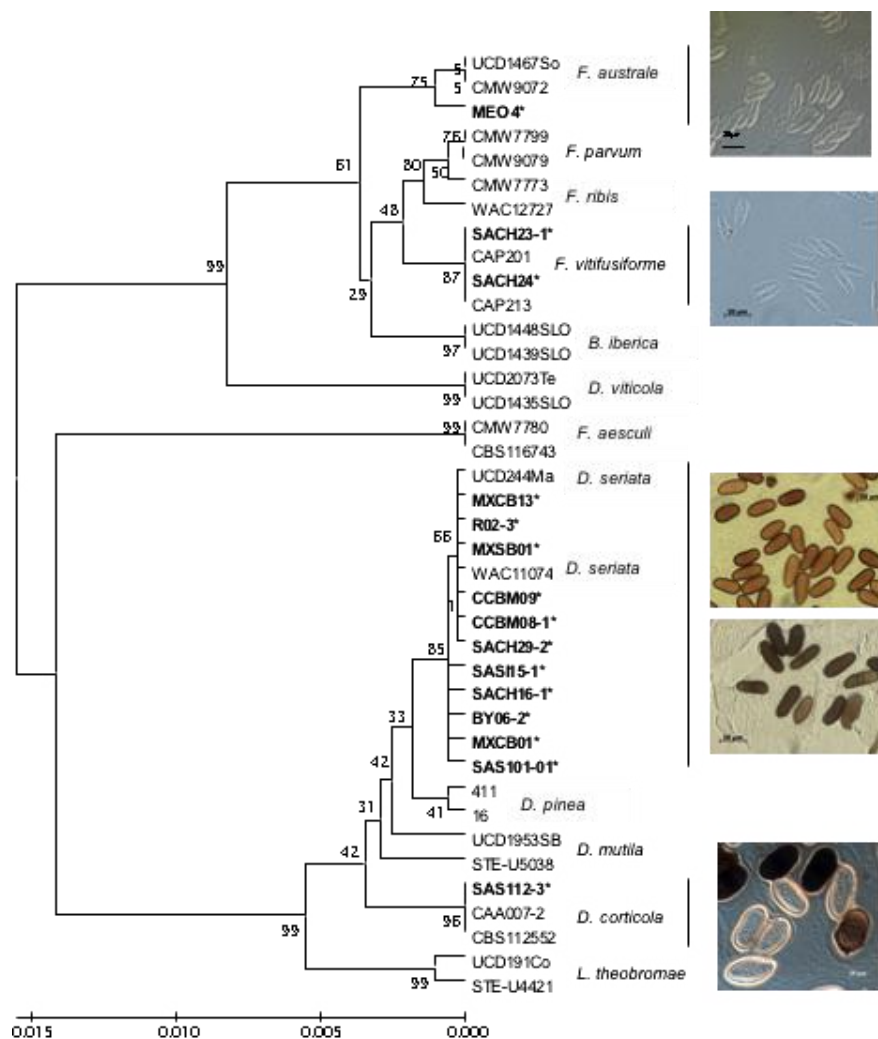


Figura 2. Arbol filogenético generado a partir del análisis de las secuencias ITS de las cepas analizadas en este estudio, contrastadas con secuencias de otras cepas aisladas en diferentes partes del mundo con las que comparten relación morfológica, disponibles en la red (NCBI). Se utilizó el método de Neighbor Joining.

DISCUSIÓN

En el estudio realizado en México en el 2008 (Urbez-Torres *et al*, 2008) se lograron aislar 2 especies de la familia Botryosphaeriaceae: *Diplodia seriata* y *Lasiodyplodia theobromae* de plantas con síntomas de brazo muerto y con canchros en forma de cuña. En nuestro estudio, de las lesiones en forma de cuña y lesiones concentricas se aislaron frecuentemente los hongos de la especie *Diplodia seriata*, mientras que de las lesiones de puntos negros y pudriciones concentricas se aislaron las especies del género *Fusicoccum* y *Neofusicoccum*, el hecho de que en el estudio anterior solo se hayan analizado troncos con lesiones en forma de cuña podría explicar porque no se encontraron las mismas especies reportadas aquí. Por otro lado, la especie *Diplodia corticola* ha sido reportada infectando *Quercus* spp. en España (Alves, et al., 2004) pero no vid. Es probable que su alta similitud morfológica con *B. stevensii* (*D. mutila*) la haya hecho pasar desapercibida en vid.

Respecto a las especies *D. seriata*, los aislados se separaron en 2 sub-clados cuya principal diferencia morfológica es la septacion en las conidias, carácter que separa también a *Diplodia pinea* del clado de *D. seriata*, por tal motivo se propone realizar un analisis mas a fondo de la informacion genética de los aislados, como lo es la secuenciacion de un segundo y tercer marcador molecular, lo que arrojaría informacion complementaria para aclarar esta separación.

CONCLUSIONES

Existe una relacion entre las lesiones observadas y los hongos aislados, lo que permite saber de manera empírica los hongos presentes en la madera de vid.

La especie *Diplodia corticola*, reportada como patógeno de *Quercus* spp. produce infecciones en vid, lo que refleja que no existe especificidad por el hospedero.

El analisis morfológico por si solo no podía elucidar las identidades de los hongos encontrados, debido a que las especies guardan importantes similitudes y traslapes morfológicos que no permiten separarlas por especie, lo ideal es combinar los resultados con un análisis filogenético donde se utilicen secuencias de mas de un marcador molecular.

El análisis de las secuencias conservadas de la región ITS1 e ITS2 que incluye la región 5.8S no fue suficiente para identificar las diferencias entre las secuencias de los aislados que se ubicaron dentro del clado de la especie *Diplodia seriata*.

LITERATURA CITADA

- Alves, A. A. Correia., J. Luque., A. Phillips. 2004. *Botryosphaeria corticola*, sp. nov. on *Quercus* species, with notes and description of *Botryosphaeria stevensii* and its anamorph, *Diplodia mutila*. Mycologia, 96:598-613.
- Larignon, P., Fulchic, R., Cere, L., and Dubos, B. 2001. Observations of Black dead arm in French vineyards. Phytopathologia Mediterranea 40:336-342.
- Phillips, A.J.L. 2002. Botryosphaeria species associated with diseases of grapevines in Portugal. Phytopathologia Mediterranea 41:3-18.
- Úrbez-Torres, J.R., Leavitt, G.M., Guerrero, J.C., Guevara, J., and Gubler, W.D. 2008. Identification and pathogenicity of *Lasiodyplodia theobromae* and *Diplodia seriata*, the causal agents of bot canker disease of grapevines in Mexico. Plant Disease 92:519-529.
- Úrbez-Torres, J.R., Leavitt, G.M., Voegel, T., and Gubler W.D. 2006. Identification and distribution of *Botryosphaeria* species associated with grapevines cankers in California. Plant Disease 90:1490-1503.
- Van Niekerk, J.M., Crous, P.W., Groenewald, J.Z., Fourie, P.H., and Halleen, F. 2004. DNA phylogeny, morphology and pathogenicity of *Botryosphaeria* species on grapevines. Mycologia 96:781-798.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Pages 315-322 in: PCR Protocols, A Guide to Methods and Applications. M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, and T. J. White, eds. Academic Press, San Diego, CA. 50.

CONTROL *IN VITRO* DE HONGOS ASOCIADOS A ENFERMEDADES DE LA MADERA EN VID USANDO *TRICHODERMA SPP.*

Jorge Alejandro Plata-Caudillo¹, Liliana L. López-Zambrano¹; Ofelia Candolfi-Arballo¹; Rufina Hernández-Martínez¹; y César Valenzuela-Solano². ¹ Depto. de Microbiología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Carr. Tijuana-Ensenada, No. 3918 Zona Playitas, Ensenada, Baja California, México. C.P. 22860. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Av. Del puerto No. 375 locales 22 y 23 Fracc. Playas de Ensenada, Baja California, México. C.P. 22800. jplata@cicese.mx

Palabras clave: Enfermedad de Petri, brazo muerto, pie negro, biocontrol.

RESUMEN

El cultivo de la vid en Baja California es uno de los más importantes en la región, ya que genera el 95% de la producción del vino en México. Las enfermedades del tronco, producidas principalmente por hongos, constituyen uno de los principales factores que limitan la longevidad de las plantas y limitan su producción. En estudios recientes realizados en la zona vitivinícola de Ensenada, Baja California, se ha reportado la presencia de los hongos: *Botryosphaeria* spp, *Cylindrocarpon* spp, *Phaeoacremonium* sp. y *Phaeomoniella chlamydospora* asociados a enfermedades de la madera. Dada la importancia de estos patógenos en otras zonas del mundo, es necesario buscar métodos para su control. En este trabajo se evaluó el potencial de 6 cepas del género *Trichoderma* aisladas de los viñedos infectados contra estos patógenos, también se incluyó una cepa tipo de *T. atroviride* y una comercial de *T. harzianum*. Los resultados mostraron que al menos dos cepas T5 y T6 aisladas en la zona mostraron mayor efectividad que las cepas de *T. atroviride* and *T. harzianum*. La cepa T5 inhibió a 7 de los patógenos probados, mientras que la T6 fue capaz de inhibir a los 8. Esto abre la posibilidad de usar a las cepas T6 y T5 solas o combinadas para controlar los hongos que afectan a la madera de la vid en la costa de Ensenada.

ABSTRACT

Grapevine is one of the most important industries in Baja California; it generates 95% of the wine production in Mexico. Grapevine trunk diseases, caused mainly by fungi, are among the main factors limiting vineyard longevity and productivity. Recent studies in the Ensenada coast of Baja California had reported the present of several fungi associated with trunk diseases, including members of the family Botryosphaeriaceae; *Cylindrocarpon* spp, *Phaeoacremonium* sp. and *Phaeomoniella chlamydospora*. Due to the importance of these pathogens worldwide, finding diseases control is a priority. Here, we evaluated six isolates of *Trichoderma* spp recovered from grapevines in their potential to control fungi associated with trunk diseases and compare them with a well characterized isolate of *T. atroviride* and a commercial strain of *T. harzianum*. Results showed that two isolates; T5 and T6 were more effective than *T. atroviride* and *T. harzianum* in controlling trunk disease pathogens. Isolate T5 inhibited 7 of the 8 tested pathogens while T6 inhibited all of them. These results open the possibility of using both isolates alone or as combination to control fungi affecting grapevine in the Ensenada coast.

INTRODUCCIÓN

La vid es uno de los frutales más importantes en Baja California, tanto en superficie, como en volumen y valor de producción. La industria vitivinícola de la región representa el 95.0 % de la producción nacional. Las enfermedades en el tronco de la vid son causadas por hongos patógenos que infectan las partes leñosas de la planta a través de las heridas producidas especialmente durante la poda. Los síntomas incluyen un lento decaimiento y acronecrosis (gangrena regresiva) de la vid como consecuencia de la interrupción de la conductividad del xilema o por la producción de toxinas por parte del hongo (Pascoe, 1998). Estas enfermedades pueden llegar a ser catastróficas en la industria del vino si no se controlan a tiempo por lo que es necesario tomar medidas preventivas. En general, para el control de enfermedades en plantas se utilizan compuestos químicos, pero el abuso en su empleo ha favorecido el desarrollo de agentes

patógenos resistentes (Tjamos *et al.* 1994). Por el contrario, el uso de microorganismos que antagonicen con fitopatógenos está exento de riesgos.

Estudios recientes en la región vitivinícola de Ensenada, Baja California, reportan la presencia de algunos géneros de hongos fitopatógenos causantes de enfermedades en el tronco como: *Botryosphaeria* spp, *Cylindrocarpon* spp. *Phaeoacremonium* spp. y *Phaeomoniella chlamydospora* (Urbez-Torrez *et al.*, 2006; Hernandez-Martinez *et al.*, 2008). Para el tratamiento de las enfermedades del tronco en la vid, las opciones de tratamiento han sido en gran medida preventivas y se limitan a minimizar el riesgo de infección durante la poda. Una opción relativamente nueva de protección es la aplicación de microorganismos benéficos como lo son varias especies del genero *Trichoderma*. Este hongo aislado del suelo puede ser aplicado al suelo como enmienda para mejorar el crecimiento de la raíz o como protector de heridas durante la poda (Hunt, 2004).

En este trabajo se evaluó el desempeño *in vitro* de varias cepas del genero *Trichoderma* (T1-T6) aisladas de plantas de vid de la zona vitivinícola de Ensenada, así como una cepa tipo de *T. atroviride* (T7) y otra comercial de *T. harzianum* (PHC®T22®) frente a 5 cepas de la familia Botryosphaeriaceae, *D. seriata* (*Dser*), *F. australe* (*Faus*), *N. vitifusiforme* (*Nvi*), *D. corticola* (*Dco*) y *L. theobromae* (*Lth*), una de *Cylindrocarpon* sp. (*Cyl*), una de *Phaeoacremonium aleophilum* (*Pal*) y otra de *Phaeomoniella chlamydospora* (*Pch*).

OBJETIVO

Evaluar los efectos de *Trichoderma* spp *in vitro* sobre el crecimiento de ocho hongos patógenos de la madera de vid aislados en viñedos de la costa de Ensenada, B.C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las cepas de *Dser*, *Faus*, *Nvi*, *Dco*, *Cyl*, *Pal* y *Pch* fueron aisladas en la región vitivinícola de la Costa de Ensenada, mientras que *Lth*, aislada originalmente de Sonora, nos fue amablemente proporcionada por el Dr. Gubler de UC-Davis.

Se evaluaron tres mecanismos de inhibición de crecimiento ejercido por las cepas de *Trichoderma*: por antagonismo, secreción de compuestos volátiles (CV) y secreción de compuestos no volátiles (CNV).

Antagonismo.

La evaluación de la inhibición de los hongos patógenos: *Dser*, *Fau*, *Nvi*, *Dco* y *Lth* con las diferentes cepas de *Trichoderma* se realizó mediante competencia directa de los organismos en medio PDA con tetraciclina a 25 mg/ml (PDA-tet). Se colocó un disco micelial del antagonista a una distancia de 10 mm del borde de la caja y a 80 mm del disco micelial del patógeno. Se incubaron durante 7 días a 25 °C y se midió el crecimiento en mm (Fig.1). La inhibición del crecimiento del patógeno se hizo calculando el porcentaje de inhibición del crecimiento radial con la ecuación $[100 \times (r_1 - r_2) / r_1]$ (Royse *et al.* 1978). Para las cepas de *Cyl*, *Pal* y *Pch* primero se plaqueo una solución de esporas del hongo, después de incubar por 24 h se colocó al antagonista (cepas T3, T5 y T6) en el centro de la caja. La evaluación fue cualitativa, valorando únicamente si había crecimiento o no del patógeno. Todos los tratamientos incluyendo el control, tuvieron cinco replicas.

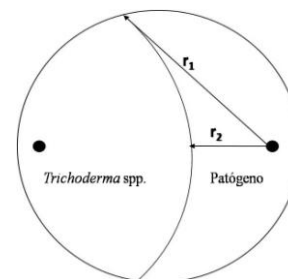


Fig.1.- Diagrama del modo de inoculación y las mediciones que se realizaron para el la ecuación de inhibición.

Inhibición por compuestos no volátiles

Para determinar la capacidad de las cepas de *Trichoderma* spp. para inhibir el crecimiento de los patógenos analizados se utilizó el método descrito por Dennis y Webster (1970a) y modificado por Chambers (1993). Este consistió en colocar membranas circulares para diálisis de 80 mm de diámetro, estériles, sobre medio PDA-tet en una caja de Petri de 90 mm, sobre la membrana se colocó un disco micelial de 5 mm del hongo antagonista en el centro de la caja y se incubaron en oscuridad a 25° C. Después de 36 horas se marcó sobre la base de la caja el área de cobertura que tuvo el micelio en el medio de cultivo, se retiró el disco de membrana junto con el micelio, se

reemplazó con un círculo de micelio del patógeno y se incubó a 25°C en oscuridad durante una semana. Con el fin de determinar si la cepa antagonista tenía efecto fungistático o fungicida, los discos miceliales del patógeno que no mostraron crecimiento después de ese periodo, fueron transferidos a nuevas cajas con medio de cultivo fresco e incubados durante dos semanas bajo las mismas condiciones. Todos los tratamientos incluyendo el control, tuvieron cinco replicas.

Inhibición por compuestos volátiles

Para este análisis se utilizó el método descrito por Dennis y Webster (1970b). Se colocó un disco micelial del hongo patógeno en el centro de una caja de Petri de 90 mm con medio PDA-tet. Posteriormente las bases de las cajas se invirtieron sobre otra base que contenía un disco micelial del antagonista; las cajas fueron selladas herméticamente con Parafilm® e incubadas a 25°C durante 7 días. El control consistió en cajas con el patógeno, invertidas sobre cajas con PDA-tet estéril. La evaluación fue cualitativa, valorando únicamente si había crecimiento o no del patógeno. Todos los tratamientos tuvieron 5 repeticiones.

Microscopía.

Las imágenes de microscopía se obtuvieron mediante un microscopio invertido modelo Axiovert 200 (Zeiss®) las imágenes se tomaron con una cámara AxioCam HRc y procesadas con el software Axiovision ver. 2.7 (Zeiss®).

RESULTADOS

Antagonismo.

Al evaluar las 6 cepas del género *Trichoderma* aisladas en la localidad, una cepa de *T. atroviride* (T7) y la cepa comercial (T22) frente a las especies de la familia Botryosphaeriaceae, todas presentaron inhibición, pero las cepas T3, T5 y T6 fueron las que presentaron los mayores porcentajes de inhibición del crecimiento (Fig. 2). De estas tres cepas, T6 fue la que tuvo los más altos niveles de inhibición llegando hasta valores del 95.74 y 94.43 % para *F. australe* y *D. corticola* respectivamente.

Cuando T3, T5 y T6 se analizaron contra *Cyl*, *Pal* y *Pch* se encontró que las tres mostraron inhibición para *Pch*; T5 y T6 inhibieron a *Pal*, y ninguna presentó resultados inhibitorios frente a *Cyl* (Tabla I).

Tabla I. Tabla I. Inhibición del crecimiento de *Cylindrocarpon* sp. *P. aleophilum* y *P. chlamydospora* por parte de tres cepas de *Trichoderma*. El signo (+) expresa inhibición mientras que (-) indica que hubo crecimiento del patógeno.

Cepa	<i>Pal</i> *	<i>Pch</i> *	<i>Cyl</i> *
T3	-	+	-
T5	+	+	-
T6	+	+	-

* *Pal*: *Phaeoacremonium aleophilum*, *Pch*: *Phaeomoniella chlamydospora*,
Cyl: *Cylindrocarpon* sp.

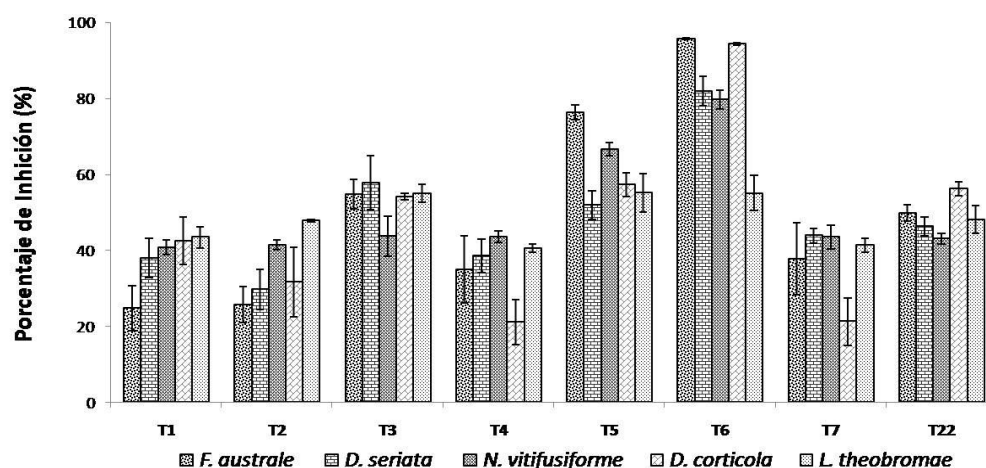


Fig. 2.- Porcentaje de inhibición del crecimiento de las cinco especies de la familia Botryosphaeriaceae por competencia con las ocho cepas evaluadas de *Trichoderma*. Los datos son las medias de las cinco replicas, y las barras de error denotan las desviaciones estándar de dichas replicas.

Dos de las tres cepas de *Trichoderma* que fueron evaluadas, T5 y T6 mostraron inhibición de crecimiento de las especies de la familia Botryosphaeriaceae tanto por medio de CV como CNV (Tabla II). La cepa de *Cyl* fue inhibida por los CNV de T5 y T6 pero no por CV de ninguna *Trichoderma* spp. La cepa de *Pch* fue inhibida por los CNV de T6 solamente. Finalmente, los tres antagonistas inhibieron el crecimiento de *Pal* por CNV pero no por CV. En el caso de los CNV, al transferir el disco micelial del patógeno a un medio estéril, no hubo crecimiento para las que estuvieron ante las cepas T5 y T6.

Tabla II. Resultados de las pruebas de inhibición de crecimiento por compuestos volátiles (CV) y compuestos no volátiles (CNV).

Cepa	<i>Faus*</i>		<i>Dser*</i>		<i>Nvi*</i>		<i>Dco*</i>		<i>Lth*</i>		<i>Pal</i>		<i>Pch</i>		<i>Cyl</i>	
	C	CN	C	CN	C	CN	C	CN	C	CN	C	CN	C	CN	C	CN
	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
T5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
T6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+

* **Faus**, *F. austral*; **Dser**, *D. seriata*; **Nvi**, *N. vitifusiforme*; **Dco**, *D. corticola* y **Lth**, *L. theobromae*.

El signo (+) denota inhibición mientras que (-) indica que hubo crecimiento del patógeno.

Microscopía

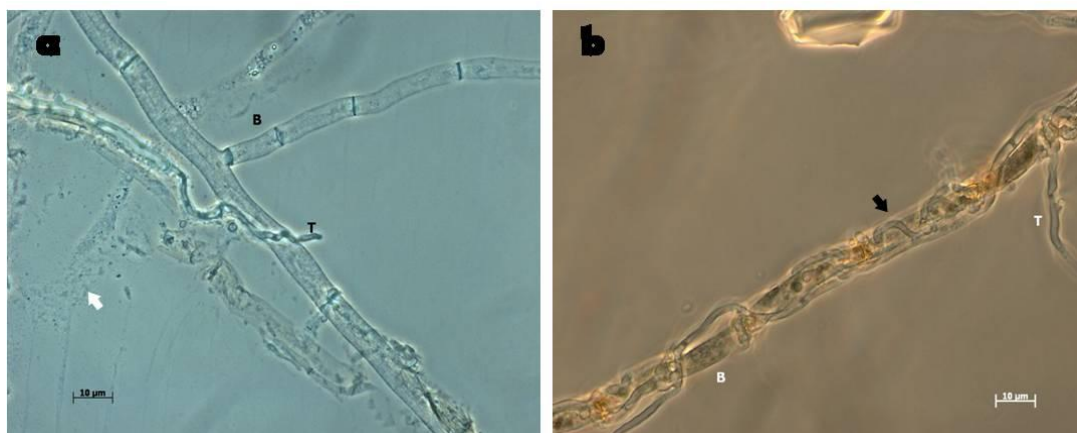


Fig 3.- Microscopía a) Cepa T6 frente a *D. seriata*, se observan hifas del patógeno colapsadas (flecha blanca). b) T3 frente a *D. seriata*, se observa el enrollamiento del antagonista sobre el patógeno (flecha negra). *D. seriata* está representada por la letra B, *Trichoderma* spp. por T.

Al observar en microscopio la interacción antagonista-patógeno, se pudieron diferenciar dos mecanismos de control por parte de las cepas de *Trichoderma*: micoparasitismo y secreción de CV y/o CNV. La cepa T3 mostró el micoparasitismo (Fig. 3b) como único mecanismo, lo que resulta coherente con los resultados obtenidos en las pruebas al no tener actividad de secreción de CV y CNV que inhiban el crecimiento de los patógenos (Tabla II), pero si al inhibirlos al estar en contacto directo (Fig. 2). Con las cepas T5 (datos no mostrados) y T6 se pudo observar, además del micoparasitismo, hifas colapsadas de los patógenos (Fig.3a), lo que podría indicar secreción de CV y/o CNV.

DISCUSIÓN

En estudios anteriores se evaluó el efecto de cepas de *Trichoderma* spp contra algunos hongos de la familia Botryosphaeriaceae (Hunt, 2004), también existen reportes de los efectos de *Trichoderma* sobre hongos asociados a la enfermedad de Petri (*Pch* y *Pal*) y pie negro (*Cyl*) (Fourie et al., 2001). En esos estudios se usaron cepas comerciales por lo que, hasta donde sabemos, nuestro trabajo es el primero en el cual se evaluaron cepas de *Trichoderma* spp que fueron aisladas de viñedos infectados con los patógenos que se busca controlar. Se encontró que al menos dos cepas (T5 y T6) aisladas en la zona vitivinícola de Ensenada, México, parecen mostrar mayor efectividad que la cepa comercial empleada como comparativo, especialmente la cepa T6. Esta cepa fue capaz de inhibir el crecimiento de los ocho patógenos contra los que se evaluó (Fig. 2) y presentó al menos dos mecanismos de control: secreción de CV y CNV (Tabla II y Fig. 3a). Los resultados obtenidos en este trabajo muestran a las cepas T5 y T6 como organismos potenciales para ser utilizados como control biológico de los hongos que afectan a la madera de la vid. Asimismo, esta cepa, podría estar mejor adaptada y tendría mejores resultados al aplicarse en los viñedos que una cepa foránea, sin embargo es necesario realizar estudios en invernadero y campo antes de recomendar su uso.

LITERATURA CITADA

- Chambers S.M., 1993. *Phytophthora Root Rot of Chestnut*. PhD thesis, University of Adelaide, Adelaide, Australia.
- Dennis, C. and J. Webster, 1971a. Antagonistic properties of species groups of *Trichoderma*. II. Production of volatile antibiotics. *Transactions of the British Mycological Society* 57, 41–48.
- Dennis C. and J. Webster, 1971b. Antagonistic properties of species groups of *Trichoderma*. I. Production of nonvolatile antibiotics. *Transactions of the British Mycological Society* 57, 25–39.

- Fourie, P.1; Halleen, F., 2006. Chemical and biological protection of grapevine propagation material from trunk disease pathogens. *European Journal of Plant Pathology*, 116 (4):255-265.
- Hernández-Martínez R., C. Valenzuela-Solano, O. Candolfi-Arballo , J. A. Plata-Caudillo, 2008. Trunk-diseases on grapevine caused by fungi in Baja California, México. *Phytopathology*. 98:S67
- Hunt H.S. 2004. Trichoderma and trunk disease fungi: prospects for new protective management options. *The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker*
- Pascoe, I. 1998., Trunk diseases of grapevines, perspectives from a tour of California. *Aust. Graper. Winem.* 417:68-71.
- Royse, D.J. and Ries, S.M., 1978. The Influence of Fungi Isolated from Peach Twigs on the Pathogenicity of *Cytospora cincta*. *Phytopathology* 68:603-607
- Tjamos EC, Papavizas GC, Cook RJ (eds), 1992. Biological control of plant diseases. Progress and challenges for the future. Plenum Press, New York
- Úrbez-Torres, J.R., Leavitt, G.M., Voegel, T., and Gubler W.D. 2006. Identification and distribution of *Botryosphaeria* species associated with grapevines cankers in California. *Plant Disease* 90:1490-1503.

EFFECTO DE LA CIANAMIDA DE HIDRÓGENO EN LA BROTAÇÃO Y ABORCIÓN DE RACIMOS DE VID CV PERLETTE

Martínez Díaz, G.¹, J. H. Núñez Moreno¹ y JL Miranda¹. ¹Campo Experimental de la Costa de Hermosillo. INIFAP. Carr. a Bahía de Kino Km. 12.6. Hermosillo, Son., e-mail: germadz@hotmail.com

Palabras clave: primordios de inflorescencia, Dormex, inhibición de brotación.

RESUMEN

La cianamida de hidrógeno es un inductor de la brotación en frutales caducifolios que se utiliza regularmente en vid para producción de uva de mesa en la Costa de Hermosillo, Son. A este producto se le ha atribuido el incrementar la aborción de racimos en esta región sin que se tenga evidencia experimental al respecto. Si la cianamida de hidrógeno induce la aborción de racimos entonces al incrementar la dosis de este producto se espera observar un incremento en la aborción y, por lo tanto, una reducción de la cantidad de racimos en las plantas. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dosis de cianamida de hidrógeno en la brotación y en la aborción de racimos de vid cv Perlette. Los tratamientos evaluados fueron 0, 45, 90 y 126 L ha⁻¹ de Dormex (520 g L⁻¹ de Cianamida de hidrógeno). Se realizaron dos experimentos donde en cada uno de ellos los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y la unidad experimental fue una hilera de cinco plantas. La brotación final evaluada el 1 de abril fue de 43.6, 56, 41 y 23 % para las dosis de 0, 45, 90 y 126 Lha⁻¹; mientras que el número de racimos por planta fue de 18.8, 20, 16.5 y 9 para las mismas dosis. Los experimentos conducidos indicaron que la cianamida de hidrógeno estimuló la brotación de la vid Perlette a la dosis de 45 Lha⁻¹ y que dosis mayores tuvieron un efecto inhibitorio ($p < 0.05$) que repercutió en una reducción de la cantidad de racimos. No hubo evidencia de que al incrementar la dosis de cianamida de hidrógeno se incrementa la pérdida de primordios de inflorescencia antes de la brotación ($p < 0.05$) ni que se incremente la aborción de inflorescencias después de la brotación.

ABSTRACT

Hydrogen cyanamide is a budbreak promoter commonly utilized in table grapes in la Costa de Hermosillo, Sonora. It has been hypothesized that abortion of inflorescences in early phases of grapevine development is caused partially by the application of this plant regulator. If hydrogen cyanamide stimulates abortion of inflorescences then it would be expected more abortion and less number of clusters per plant as the rate of the hydrogen cyanamide increases. The objective of this experiment was to determine the effect of different rates of hydrogen cyanamide on budbreak and abortion of clusters in the grape cv Perlette. The treatments were 0, 45, 90 and 126 L ha⁻¹ of Dormex (520 g L⁻¹ hydrogen cyanamide). Two experiments were conducted in a randomized block design with three replications and an experimental unit of five plants. Final budbreak on April 1 for 0, 45, 90 y 126 L ha⁻¹ of Dormex was 43.6, 56, 41 y 23 %, respectively; while the number of cluster per plant was 18.8, 20, 16.5 y 9 for the same rates. The experiments showed that hydrogen cyanamide improved budbreak of Perlette at the rate of 45 L ha⁻¹ and that higher rates were inhibitory and reduced the number of clusters per plant ($p < 0.05$). Higher rates of hydrogen cyanamide did not cause a loss of inflorescence primordia before budbreak ($p < 0.05$) or abortion of inflorescences after budbreak.

Key words: inflorescence primordia, Dormex, inhibition of budbreak

INTRODUCCIÓN

La cianamida de hidrógeno es un inductor de la brotación en frutales caducifolios. El mecanismo y modo de acción aún no está completamente definido pero se conoce que este producto inhibe la enzima catalasa y consecuentemente reduce las concentraciones de peróxido en los tejidos (Faust et al., 1997). A estos cambios se adjudica la promoción de la brotación en los frutales después de su aplicación. La cianamida de hidrógeno actúa con mayor eficacia cuando se ha acumulado una

cierta cantidad de horas frío pero no substituye la totalidad de requerimientos de horas frío (Osorio et al., 2004).

La cianamida de hidrógeno puede ocasionar diferentes efectos en la brotación de acuerdo a la época y la dosis utilizada. En épocas tempranas en general se sugiere la utilización de dosis más altas que en las aplicaciones tardías (Osorio et al., 2004).

Uno de los problemas más comunes en la Costa de Hermosillo es la aborción de racimos que consiste en un desarrollo deficiente de las inflorescencias poco después de la brotación (Martínez et al., 2006). Esas inflorescencias al no lograr desarrollarse finalmente se secan y caen. La intensidad de aborción de racimos puede ser tan alta que finalmente se termina con una cantidad insuficiente de racimos que hacen injustificable continuar con el manejo de las parras para la producción en ese ciclo. Varios factores están involucrados en la aborción de racimos. La cianamida de hidrógeno parece ser uno de ellos ya que se ha observado que aún cuando sus aplicaciones mejoran la brotación esto no necesariamente se traduce en un equivalente incremento en el número de racimos y en el peor de los casos el número de racimos es incluso inferior (Martínez et al., 2008).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dosis de cianamida en la brotación y en la aborción de racimos de vid cv Perlette.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en el Campo La Ventanita, localizado en la Costa de Hermosillo, en un viñedo cv Perlette con riego por goteo, en el ciclo 2008/2009. Se realizó una poda mixta en donde se dejaron espuelas y cañas en las plantas.

Se realizaron dos experimentos por separado donde se evaluaron las dosis de 0, 45, 90 y 126 L ha⁻¹ de Dormex (0, 1.25, 2.5, y 3.5 % de ingrediente activo de cianamida de hidrógeno), utilizando 1800 litros de agua por ha para realizar las aspersiones. La aplicación se realizó el 28 de Diciembre del 2008 con una mochila manual motorizada. Al momento de la aplicación se había acumulado alrededor de un 50 % de unidades frío con respecto a un año normal (Figura 1). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y la unidad experimental constó de 5 plantas.

Después de la aplicación de la cianamida de hidrógeno, se realizaron evaluaciones de brotación tanto de las espuelas como de las cañas hasta que esta se estabilizó esta etapa fenológica. También se realizaron recuentos del número de racimos por planta desde el inicio de la brotación hasta antes del raleo del los racimos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer experimento, los porcentajes de brotación en la evaluación conducida el 11 de febrero del 2009 fueron 0.8, 58, 39 y 21% para las dosis de 0, 45, 90 y 126L ha⁻¹, respectivamente, mientras que en el segundo experimento los porcentajes de brotación fueron 2.8, 54, 44 y 26% para las mismas dosis. El número de racimos por planta en esa misma fecha de evaluación para las dosis de 0, 45, 90 y 126 L ha⁻¹ fue de 0, 21, 17 y 9 en el primer experimento y de 0, 20, 15, y 8 para el segundo experimento. La brotación continuó incrementándose en los testigos sin cianamida (Datos no presentados) y se estabilizó hasta el 1 de abril, fecha en la que la brotación final para los dos experimentos fue de 43.6, 56, 41 y 23 % para las dosis de 0, 45, 90 y 126 L ha⁻¹, respectivamente (Figura 2). El número de racimos por planta final fue de 18.8, 20, 16.5 y 9 para las dosis de 0, 45, 90 y 126 L ha⁻¹, respectivamente (Figura 3).

Los resultados indicaron una clara estimulación de la brotación con la cianamida de hidrógeno, ya que para la primera fecha de evaluación había un bajo porcentaje de yemas brotadas en el testigo mientras, que en los tratamientos con cianamida de hidrógeno estos porcentajes fueron

claramente altos. Ya en la primera fecha de evaluación se empezó a notar un efecto negativo de la cianamida de hidrógeno al utilizar dosis de 90 L ha^{-1} o superiores.

En la evaluación final (1 de abril del 2009), se observó que la brotación se incrementó en el testigo contrastando con los tratamientos con cianamida de hidrógeno. En los tratamientos con cianamida se conservaron las mismas tendencias observadas en la primera fecha de evaluación. Los resultados indican que la cianamida de hidrógeno estimuló la brotación de la vid cuando se utilizó en dosis de 45 L ha^{-1} pero que empezó a mostrar efectos fitotóxicos al incrementar la dosis a 90 L ha^{-1} que es el equivalente a utilizar 45 kg i.a. de cianamida de hidrógeno. Dosis mayores redujeron aún más la brotación y provocaron también una reducción del número de racimos por planta.

Es importante observar que en el testigo absoluto de este experimento, el 57% de las yemas no brotaron y finalmente perecieron. Al igual que en el testigo, las yemas que no brotaron bajo los tratamientos con cianamida no mostraron síntomas de necrosis una semana antes de la fecha de brotación normal, según observaciones bajo el microscopio estereoscópico (datos no presentados). Las yemas que no brotaron a tiempo en el testigo y bajo los tratamientos con cianamida permanecieron sin brotar hasta la cosecha. Se observó que en ambos casos las yemas murieron presumiblemente por inanición y no por efectos directos de fitotoxicidad de la cianamida.

Or et al., (1999) reportaron que el testigo absoluto tuvo una brotación final similar a los tratamientos con cianamida en cualquiera de las fechas de poda pero que la cantidad de racimos fue inferior en las fechas de poda tempranas. Martínez et al (2008) también reportaron que la brotación del testigo absoluto fue similar a los tratamientos con cianamida de hidrógeno en dosis comerciales y que la tendencia fue a observar un menor número de racimos en las plantas tratadas con cianamida de hidrógeno. En este experimento fue evidente que la brotación final no fue similar al testigo y que se observó una estimulación con la dosis de 45 L ha^{-1} y una inhibición con dosis de 90 L ha^{-1} o mayores, contrastando con Or et al., (1999) y Martínez et al., (2008). Las diferencias en las respuestas pueden deberse a que en este año hubo una escasa acumulación de frío como se explicó anteriormente.

La Figura 4 presenta que existe una estrecha relación entre los porcentajes de brotación y la cantidad de racimos por planta bajo los tratamientos con Dormex, indicando que la cianamida de hidrógeno redujo la cantidad de racimos por planta principalmente al reducir la el porcentaje de brotación. De manera secundaria, la cianamida de hidrógeno pudo haber afectado el desarrollo de las inflorescencias en la fase temprana de brotación o bien a los primordios de inflorescencia antes de la brotación. No obstante, Martínez et al., (2008) indicaron que las dosis comerciales de cianamida de hidrógeno incrementaron la brotación pero no incrementaron la cantidad de racimos por planta, por lo que sugirieron que bajo los tratamientos con cianamida podría haber una pérdida de inflorescencias en postbrotación ya que no se encontró evidencia de un incremento de necrosis de primordios de inflorescencias bajo los tratamientos con cianamida de hidrógeno.

Los experimentos conducidos indicaron que la cianamida de hidrógeno estimula la brotación de la vid Perlette a 45 L ha^{-1} , después de la cual tiene un efecto inhibitorio en la brotación que repercute en una reducción de la cantidad de racimos. No existe evidencia de que al incrementar la dosis de cianamida se afecten otros procesos como incremento en necrosis de los primordios de inflorescencia antes de la brotación o de la aborción de las inflorescencias en postbrotación. Presumiblemente las yemas que no brotan bajo los tratamientos con cianamida, al igual que las del testigo, finalmente mueren por inanición.

LITERATURA CITADA

- Faust, M., A. Erez, J.L. Rowland, S. Y. Wang y H.A. Norman. 1997. Bud Dormancy in perennial fruit trees: Physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. *HortScience*. 32(4):623-628.
- Martínez DG, Márquez CJA y Osorio AG. 2006. Desórdenes fisiológicos de la vid. Folleto técnico 31. CECH-CIRNO-INIFAP. P:32.

- Martínez, G, Márquez A, Miranda J and Valenzuela J. 2008. The effect of hydrogen cyanamide on the development of the inflorescence primordia of the grape (*Vitis vinífera*). Book of Abstracts. LIV Annual Meeting of the ISTH. Brasil. P: 45.
- Or, E., Nir, G. and Vilosny I. 1999. Timing of hydrogen cyanamide application grape vine buds. *Vitis* 38:1-6.
- Osorio, A.G., Miranda, B.J.L., Márquez, C.J.A., Grageda, G.J. y D.G. Martínez, D.G. 2004. Regulación de la brotación y cosecha en vides del desierto de Sonora. Libro técnico 7. CEH-CIRNO-INIFAP.

Brotación %

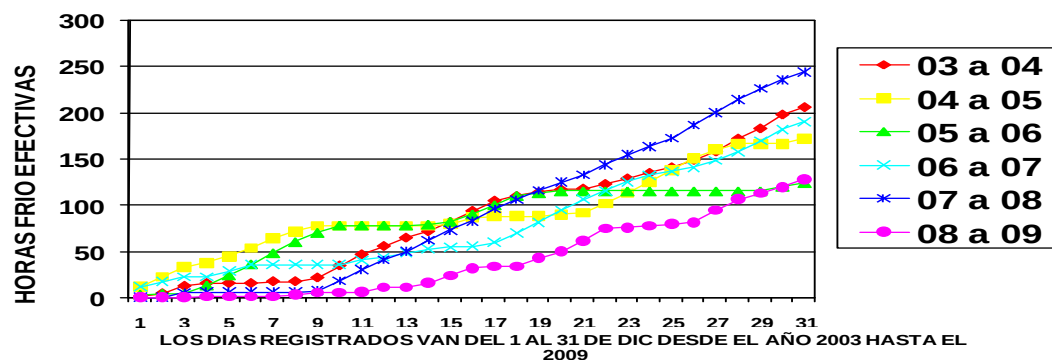


Figura 1. Unidades frío efectivas en los meses de diciembre en varios años. Nótese la baja acumulación de frío en el ciclo 2008/2009).

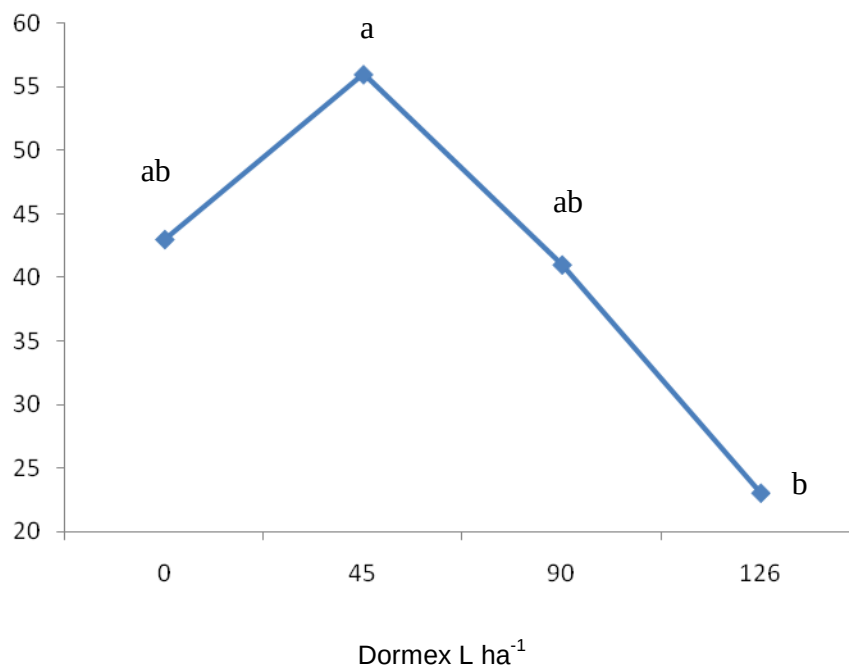


Figura 2. Efecto de Dormex en la brotación del cv Perlette. (Ciclo 08/09). Promedio de dos experimentos. *La aplicación de cianamida se realizó en 28 de diciembre del 2008. La evaluación de brotación se realizó el 11 de Febrero del 2009 en los tratamientos con Cianamida, cuando se había estabilizado la brotación, mientras que en el testigo fue el 1 de abril.

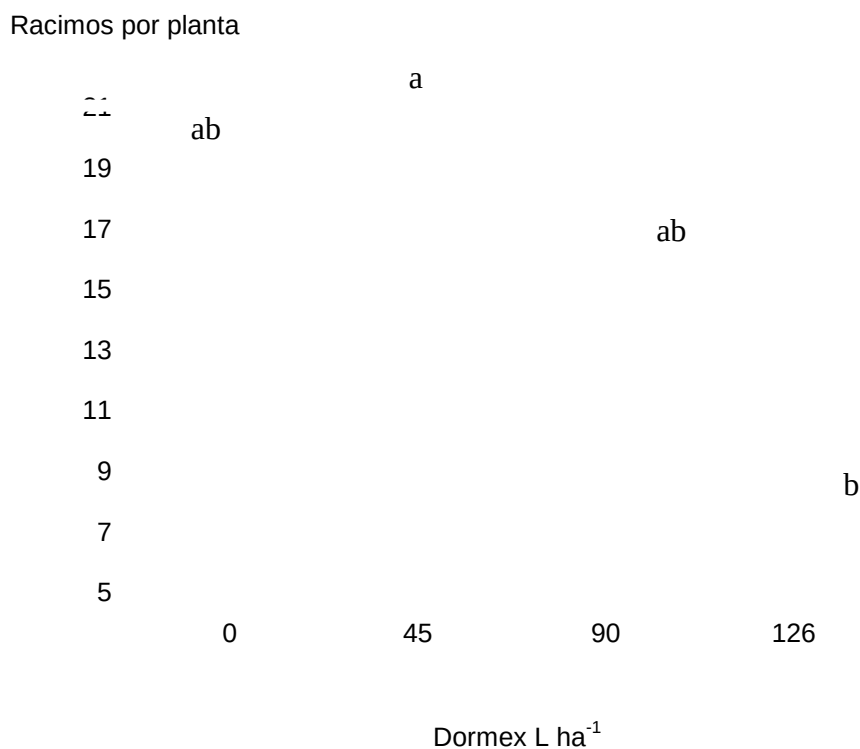


Figura 3. Efecto de la cianamida en la cantidad de racimos por planta en el cv Perlette. (Ciclo 08/09). Promedio de dos experimentos.

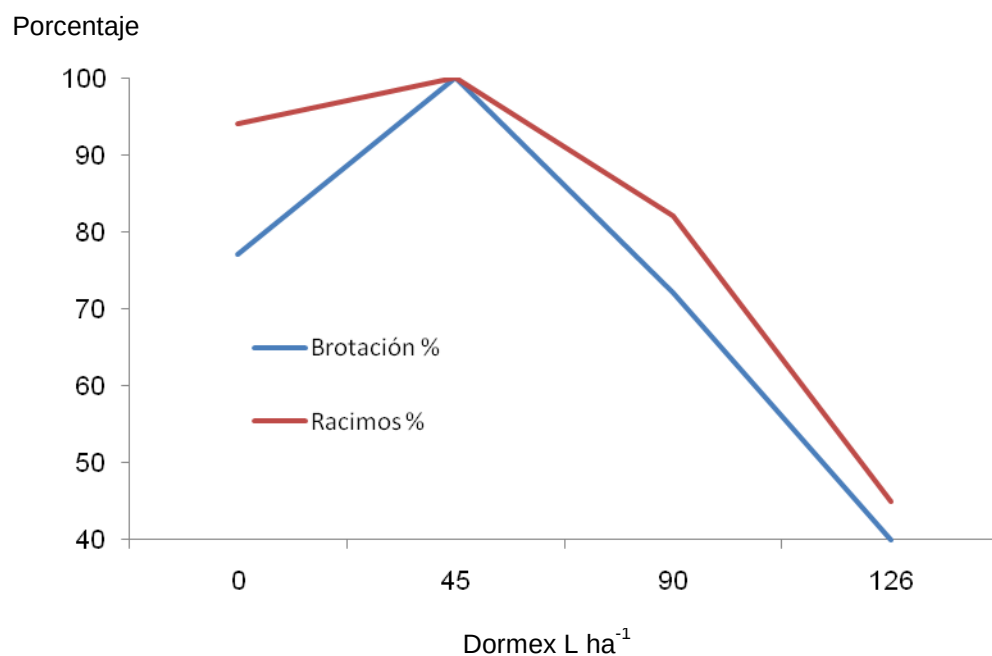


Figura 4. Porcentaje de brotación o de racimos con respecto al valor más alto encontrado en el tratamiento de 45 L ha⁻¹ de Dormex.

MONITOREO DE SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL ARROYO DE GUADALUPE, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO UTILIZANDO EL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN

Michelle Hallack Alegría¹ y Jorge Ramírez Hernández². ¹Centro de Ingeniería y Tecnología, UABC.
²Instituto de Ingeniería, UABC.

Palabras clave: Región Climatológicamente Homogénea, Índice de Precipitación Estandarizado (SPI), El Niño Oscilación Sur (ENSO), Índice del ENSO Multivariado (MEI).

RESUMEN

Localizada en el Noroeste del estado de Baja California, México, la cuenca del arroyo Guadalupe se encuentra situada en un área semidesértica, donde se presentan períodos de sequía o años sucesivos con precipitaciones inferiores al promedio anual presentando un serio problema económico, social y ambiental. El presente estudio tiene como objetivo principal el llevar a cabo un análisis de precipitaciones para monitorear déficits en las mismas basándose en datos de precipitación media mensual para el período 1950-2008. Así, se divide en varias fases que pretenden integrar: la formación de regiones climatológicamente homogéneas para el área de estudio, la estimación del índice de precipitación estandarizada (SPI) para diferentes escalas de tiempo y, la relación entre precipitación y el fenómeno El Niño Oscilación Sur (ENSO) utilizando el Índice del ENSO Multivariado (MEI). Se encontró que las estimaciones de SPI aportan elementos para caracterizar sequías meteorológicas, y una fuerte correlación entre ENSO, SPI y altura de la precipitación en el área de estudio.

ABSTRACT

Located in Northwestern Baja California, Mexico, the Guadalupe River Basin is situated in a semiarid area where periods of drought or successive years with precipitation inferior to the annual average occur, posing a serious economic, social and environmental problem. The main objectives of this study are to analyze and monitor precipitation deficits based on mean annual precipitation for the period 1950-2008. Thus, they have been divided in several phases that include: formation of climatologically homogeneous regions for the study area, estimating the standardized precipitation index for different time scales, exploring correlations with El Niño Southern Oscillation using the Multivariate ENSO Index. Keywords: Climatologically homogeneous region, Standardized Precipitation Index, El Niño Southern Oscillation, Multivariate ENSO Index. It was found that SPI estimations contribute to characterize meteorological droughts, and presence of strong correlations among ENSO, SPI, and rainfall intensity in the study area.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la escasez de agua es una realidad que afecta la mayor parte del mundo. Mientras algunas regiones del Planeta históricamente se han enfrentado a sequías constantes, otras, como un efecto del cambio climático en los últimos años, las han enfrentado de manera irregular (Hallack-Alegría y Watkins, 2007). Las características poco predecibles de las sequías con respecto a su inicio, termino, frecuencia y severidad hacen de éstas una amenaza y un desastre; una amenaza por ser un accidente natural de impredecible ocurrencia pero reconocida recurrencia, y un desastre, porque corresponde a una falla en el régimen de lluvia, causando disrupción en el abastecimiento de agua para la naturaleza y las actividades humanas (Paulo et al., 2005). En Norte América, no es inusual que sequías e inundaciones se presenten al mismo tiempo para diferentes localidades (U.S. Climate Change Science Program, 2008).

En el caso específico de México, los recursos hídricos son generalmente abundantes aunque solamente el 25% de esta precipitación ocurre en la parte norte del país, la que representa el 50% del área superficial (CNA, 2004). Así, entre los Estados más secos ubicamos a Baja California donde tan solo llueve un promedio de 202 mm por año, en contraste con Tabasco, que recibe 2410 mm de agua cada año en promedio. (CONAGUA, 2007).

La Cuenca del arroyo Guadalupe está localizada en la porción Noroeste de la península de Baja California (Figura 1) utiliza su agua en actividades agrícolas, urbanas y se trasvasa para abastecer



Figura 1. Ubicación de la cuenca del arroyo Guadalupe

a la ciudad de Ensenada. Se encuentra en un área semidesértica, con frecuentes períodos de sequía (CNA, 2006). El Plan de Manejo Integral del agua en el acuífero del Valle de Guadalupe y la Misión propuso acciones encaminadas a hacer un uso sustentable del recurso (CONAGUA, 2008). Sin embargo, todas las acciones están condicionadas por la incertidumbre que existe en la precipitación, por lo que se propone el estudio su intensidad y ocurrencia, además de la instalación de estaciones climatológicas. La estimación de escenarios de precipitación permitirá adecuar los planes de manejo a situaciones que den mayor certidumbre y seguridad a los usuarios del agua tanto residentes de la cuenca como de la región. La sequía meteorológica ocurre, principalmente, cuando se presentan períodos prolongados con una deficiencia en precipitación que afecta la actividad humana; siendo frecuentemente descrita en términos de índices de sequía, los cuales son convenientes y relativamente fáciles de utilizar (Hallack-Alegría y Watkins, 2007) como el índice de precipitación estandarizado (SPI), introducido por McKee y otros investigadores en 1993, basado en el uso de probabilidades y diseñado para cuantificar y monitorear deficiencias en

precipitación para diferentes escalas de tiempo (Shin y Salas, 2000).

En este estudio se propone realizar un análisis estratégico para monitorear la frecuencia de un déficit en precipitación, enfocándose en sequías meteorológicas expresadas en función al grado de sequedad y la duración del período seco, así como analizar su correlación con el Niño Oscilación Sur en el área correspondiente a la cuenca del arroyo Guadalupe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de precipitación media anual utilizados han sido obtenidos del Extractor Rápido de Información Climatológica III, del IMTA y de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Gerencia Organismo de Cuenca Baja California. Se obtuvieron datos para 55 estaciones climatológicas ubicadas al noroeste de Baja California para un registro disponible de 1950-2008. La elección inicial de estas estaciones fue basada en las siguientes características: ubicación geográfica, patrones de precipitación, y período de registro. Se seleccionaron las estaciones con un período de registro de al menos 15 años, contando con una variabilidad de registros de 15 a 59 años.

Una vez discriminado las estaciones con errores o inconsistencia en los datos se procedió a formar zonas de precipitación identificando grupos con base en cuatro características principales: latitud, longitud, elevación, y precipitación media anual. Se identificaron las zonas climatológicamente homogéneas mediante la etapa inicial del análisis regional de frecuencias introducido por Hoskins y Wallis en 1997 en el cual se utiliza un algoritmo regional de L-momentos (Trefry et. al. 2005, Hallack-Alegría y Watkins, 2007) eligiendo la función de distribución de frecuencia de mejor ajuste y estimar los cuantiles de distribución.

Los datos históricos de precipitación para años calendario de cada estación se ajustan a una distribución gamma para calcular el SPI, ya que se ha encontrado que esta ajusta los datos de lluvia de forma apropiada (McKee et al. 1993). De esta manera, utilizando el software obtenido del Centro de Mitigación de Sequías de Estados Unidos de América (National Drought Mitigation Center, <http://drought.unl.edu/>) se obtiene el SPI para escalas de tiempo de 3, 6, 12 y 24 meses. Las escalas, 3 y 6 meses, son comúnmente utilizadas para identificar eventos de sequía a corto plazo o de temporada, que afectan la agricultura a través de déficits en la humedad del suelo o reducciones en los cultivos; las escalas 12 y 24 meses se manejan para la identificación de sequías que presentan una amenaza a largo plazo en los recursos hídricos, como son disminución en niveles de aguas subterráneas, y reducciones en almacenamiento en presas (Labeledzki, 2007). Los eventos de sequía están definidos por cada escala de tiempo presentando SPI negativos de forma continua que alcanzan el valor de -1.0 o menos. La sequía comienza en el momento que el

SPI baja de cero y termina cuando el SPI alcanza condiciones de humedad indicados por valores positivos (McKee et al. 1995).

Asimismo, dado que el fenómeno El Niño Oscilación Sur (ENSO) explica el 30% de variabilidad de la precipitación interanual en el Noroeste de Baja California (Cavazos y Rivas 2004), se analizan correlaciones para la región de estudio, entre la intensidad de precipitación y el fenómeno ENSO utilizando el Índice del ENSO Multivariado (MEI). Los valores de MEI han sido obtenidos del Centro de Predicción Climática de Estados Unidos de América (Climate Prediction Center website, <http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/>). Valores de MEI positivos indican condiciones El Niño, mientras que MEI negativo representa episodios La Niña.

Finalmente, dado que los investigadores dedicados al estudio del ENSO discrepan en sus criterios en cuanto a la magnitud, inicio, y finalización de cada evento, en este estudio se incluyen aquellos años que han sido clasificados como ENSO por el Centro Climático de la Región Noroeste y el Centro de Predicción Climática de Estados Unidos de América (Western Region Climate Center, Climate Prediction Center, respectivamente): Eventos El Niño: 1957-1958, 1965-1966, 1972-1973, 1977-1978, 1982-1983, 1987-1988, 1991-1992, 1992-1993, 1994-1995, 1997-1998, 2002-2003. Eventos La Niña: 1950-1951, 1955-1956, 1956-1957, 1964-1965, 1970-1971, 1971-1972, 1973-1974, 1974-1975, 1975-1976, 1988-1989, 1998-1999, 2000-2001, y 2007-2008.

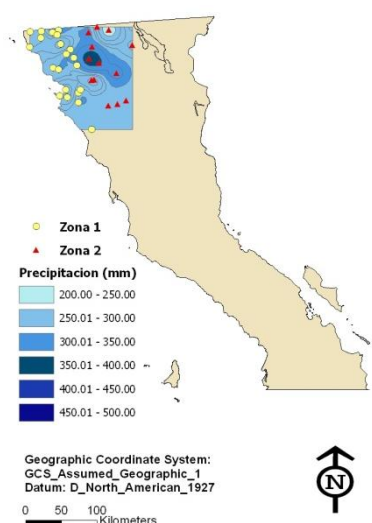


Figura 2. Zonas homogéneas y precipitación media anual.

Resultados y Discusión

Se encontraron dos zonas homogéneas utilizando algoritmos de análisis de agrupamiento: la Zona 1 con 21 estaciones y, la Zona 2 con 13 estaciones. La figura 2 muestra la ubicación de las estaciones de ambas zonas y la distribución de la precipitación en contornos obtenidos mediante la técnica de interpolación Kriging. Se observa una variabilidad en la precipitación media anual de 200 a 500 mm.

La figura 3, presenta la variabilidad en SPI para ambas zonas para la escala de tiempo 24 meses. En la Zona 1 se pueden observar dos períodos significativos de sequía 1954-1965 y 2000-2004, donde se llega a alcanzar categorías de sequía ligera a moderada según la clasificación de McKee et al. (1993). En la Zona 2 se destacan cuatro períodos de sequía, 1954-1958, 1960-1965, 1971-1972, y 2000-2004, donde al igual que la Zona 1 se clasifican como sequía ligera a moderada.

Adicionalmente, en la figura 4 se puede observar una alta correlación entre valores SPI y lluvia de invierno para ambas zonas. SPI positivos resaltan períodos de humedad, mientras que SPI negativos se presentan para precipitaciones aproximadamente por debajo de la media, 200 mm y 240 mm, para las zonas 1 y 2 respectivamente.

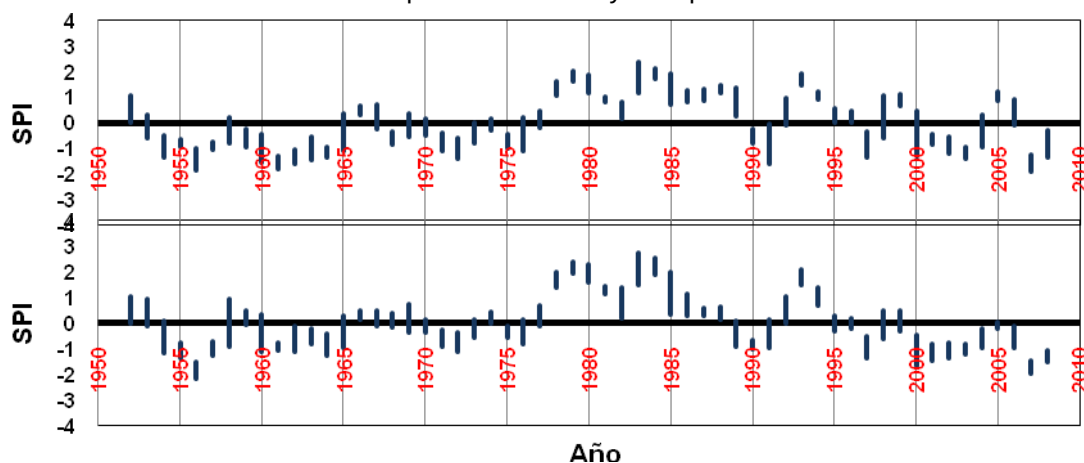


Figura 3. SPI para el período 1950-2008 con una escala de tiempo de 24 meses para las Zonas 1 (arriba), y, 2 (abajo)

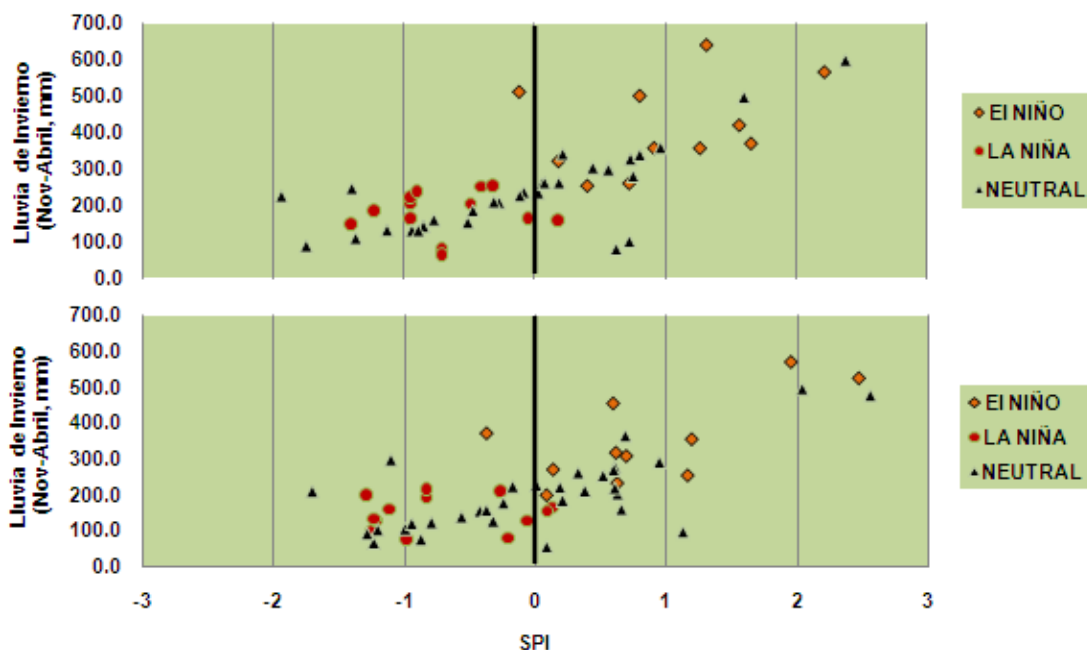


Figura 4. Relación de SPI con Precipitación de Invierno para Zona 1 (arriba) y Zona 2 (abajo).

Finalmente, se analizaron correlaciones con el fenómeno ENSO utilizando el MEI. En la figura 5 se presentan datos de precipitación media mensual normalizada para ambas zonas, donde se aprecia una alta correspondencia de MEI positivo con lluvias por arriba de lo normal durante eventos El Niño indicando años húmedos; y, MEI negativo con lluvias por debajo de lo normal durante episodios La Niña indicando años secos.

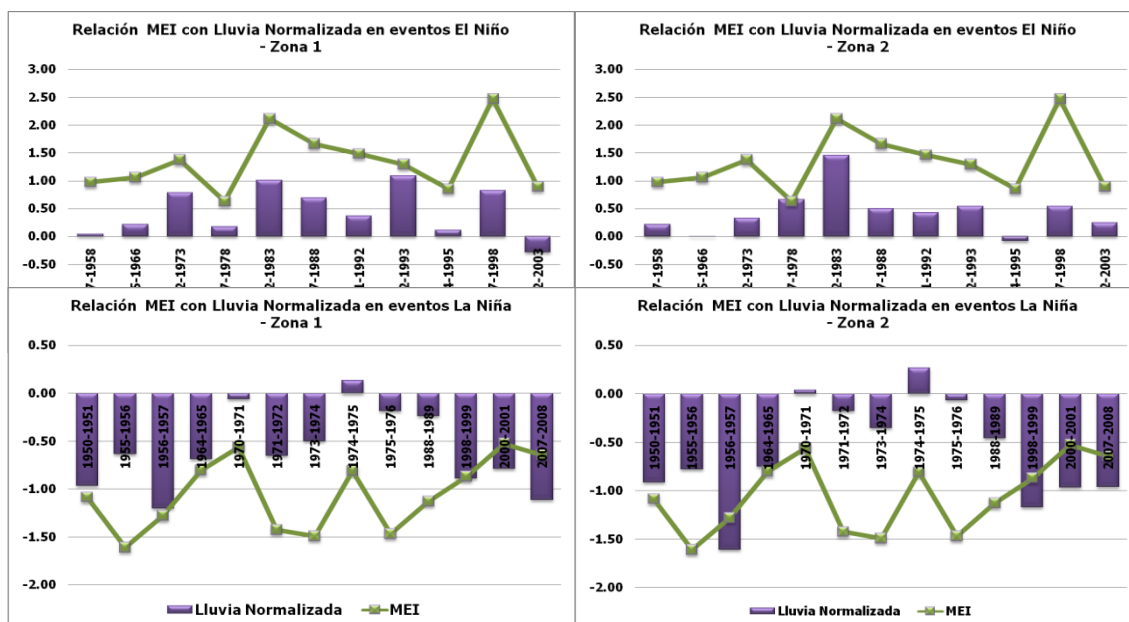


Figura 5. Relación MEI con Lluvia Normalizada en eventos ENSO.

CONCLUSIONES

Los algoritmos de análisis de agrupamiento utilizados en el presente estudio permitieron separar los registros de precipitación de las estaciones seleccionadas, con influencia en la cuenca del arroyo Guadalupe, en dos zonas climatológicamente homogéneas.

Los valores de SPI obtenidos para cada zona demuestran su utilidad para monitorear períodos secos y húmedos en la región. Los cálculos realizados para la escala de tiempo de 24 meses muestran los eventos de sequía más significativos en ambas zonas. A su vez se observó una fuerte correlación entre la intensidad de precipitación y el fenómeno ENSO utilizando el Índice del ENSO Multivariado (MEI).

LITERATURA CITADA

- Cavazos, T., y Rivas, D. (2004). Variability of extreme precipitation events in Tijuana, Mexico. *Climate Research*, Vol. 25, 229-243
- Comisión Nacional del Agua (2004). Estadísticas del agua en México, 2004. www.conagua.gob.mx.
- Comisión Nacional del Agua (2006) Estudio para Actualizar la Disponibilidad Media Anual de las Aguas Nacionales Superficiales en las 85 (ochenta y cinco) Subregiones Hidrológicas de las 7 (siete) Regiones Hidrológicas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de la Península de Baja California, Mediante la Aplicación de la NOM-011-CNA-2000.
- Comisión Nacional del Agua (2007). Programa Nacional Hídrico 2007-2012. www.conagua.gob.mx.
- Comisión Nacional del Agua (2008) Manejo Integrado de las Aguas Subterráneas en los Acuíferos Guadalupe, Ensenada, La Misión y Maneadero, Estado de Baja California. Borrador de reporte.
- Hallack-Alegría Michelle (2005). Drought Frequency Analysis and Prediction for Sonora, Mexico. Tesis de Maestría en Ciencias. Dept. of civil and Environmental Engineering, Michigan Technological University, Houghton, MI, 65 pp.
- Hallack-Alegría, M., y Watkins., D.W. Jr. (2007) "Annual and Warm season Drought-Intensity-Duration-Frequency Analysis for Sonora, Mexico". *Journal of Climate*, Vol. 20, 1897-1909.
- Hoskins, J.R.M., y Wallis, J.R. (1997). "Regional Frequency Analysis". Cambridge.
- Labeledzki L. (2007). Estimation of Local Drought Frequency in Central Poland using the Standardized Precipitation Index SPI. *Irrigation and Drainage*, Vol. 56, 67-77.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA. Amer. Meteor. Soc., 179-184.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. (1995) Drought monitoring with multiple time scales. Preprints, 9th Conf. on Appl. Clim., Dallas, TX. 233-236.
- Paulo, A.A., Ferreira, E., Pereira, L.S. (2005). Stochastic Prediction of SPI Drought Class Transitions. ICID 21st European Regional Conference. 15-19 May 2005, Frankfurt (Oder) and Slubice, Germany and Poland.
- Stedinger J.R, Vogel R.M., E Foufoula-Georgiou (1993) "Frequency analysis of extreme events" *Handbook of Hydrology*, McGraw-Hill Professional
- Trefry, C.M., Watkins., D.W. Jr., and Johnson, D.L. (2005) Regional Rainfall Frequency Analysis for the State of Michigan" *Journal of Hydrologic Engineering*, ASCE, Vol. 10(6), 437-449.
- Waller Barrera Cynthia (2008). Optimización del manejo del agua de uso urbano de Ensenada y uso agrícola de Mandadero y Valle de Guadalupe, B.C. Tesis de Maestría en Ciencias, Dept. of Sciences, Universidad Autonoma de Baja California, BC, Mexico, 103 pp.
- Weather and Climate Extremes in a Changing Climate (2008) "Regions of focus: North America, Hawaii, Caribbean, and U.S. Pacific Islands". <http://www.climate-science.gov>.

HOGA 012, LÍNEA AVANZADA PROPUESTA COMO NUEVA VARIEDAD DE GARBANZO BLANCO DE EXPORTACIÓN PARA SONORA Y BAJA CALIFORNIA SUR

Pedro F. Ortega Murrieta¹, Gustavo A. Fierros Leyva¹, Pedro Manjarrez Sandoval², Rafael A. Salinas Pérez³, Nemecio Castillo Torres⁴, Erasmo Gutierrez Perez⁵, Isidoro Padilla Valenzuela⁶, Jose A. Morales Gómez⁷, Lauro Gómez Gómez⁸. ¹ Campo Exp Costa de Hermosillo, Carr a Bahía de Kino Km 12.6, Col La Manga, Hermosillo, Sonora; ² Campo Exp Valle de Culiacán, Culiacán, Sinaloa; ³ Campo Exp. Valle del Fuerte, Juan José Ríos, Sinaloa; ^{4,6} Campo Exp Valle del Yaqui, Cd Obregón Sonora; ⁵ Campo Exp. Todos Santos, La Paz, B.C.S.; ^{7,8} Ex Investigadores del INIFAP. ortega.pedro@inifap.gob.mx, ortegampedro@yahoo.com.

Palabras clave: garbanzo, nueva variedad.

RESUMEN

La producción de garbanzo blanco en los estados de Sonora y Baja California Sur se destina principalmente para el mercado de exportación. Se presentan diversos problemas tecnológicos para la producción de este cultivo, y las enfermedades de la raíz es una de las principales, y es causada por el hongo *Fusarium*. La manera más económica y eficiente de controlarla es a través de la generación de variedades con resistencia genética. El programa de Mejoramiento Genético de Garbanzo del INIFAP, ha generado líneas de garbanzo con características que superan a los testigos regionales (Blanco Sinaloa 92, Costa 2004), principalmente en incremento de potencial de rendimiento y resistencia a enfermedades de la raíz. La línea experimental HOGA 012, se propondrá como nueva variedad para los estados de Sonora y Baja California Sur, ya que ha superado a la variedad testigo Blanco Sinaloa 92 en 200 kg/ha, presenta tolerancia al hongo causante de la rabia del garbanzo (*Fusarium oxysporum f.sp. ciceris*), además que tiene características de grano aptas para la exportación, tales como calibre de grano 43 (promedio de 43 granos en 30 g), además el color de grano y las características de las plantas son similares al testigo. Con el uso de esta nueva variedad en la totalidad de área sembrada se pudiera obtener 4,800 ton mas de producción anual, lo que representa un valor de 45.3 millones de pesos anuales.

ABSTRACT

Chickpeas in Sonora and Baja California Sur are grown for exporting. Several constraints reduce grain yield, and root rots are the most important diseases caused mainly by *Fusarium oxysporum f. sp. ciceris*. The most economical, efficient and ecological manner to control this disease is using new resistant varieties. The Chickpea Breeding Program at INIFAP developed several new lines that overyielded the checks (Blanco Sinaloa 92 and Costa 2004), in experiments conducted in Sonora and Baja California Sur. A new line was tested as HOGA 012, and yielded 200 kg/ha more than the check Blanco Sinaloa 92, it has similar seed size (caliber 43, which means 43 seeds in 30 g), compared to the check that had 44 seeds in 30 g. The seeds are similar in color and shape than the check. Evaluations in sick plots under field conditions, this line was resistant to *Fusarium oxysporum f.sp. ciceris*. This line will be proposed as a new variety for Sonora and Baja California Sur.

INTRODUCCIÓN

Los estados de Sonora y Baja California Sur han estado presentes en la producción de garbanzo blanco para exportación, y son regiones en donde se produce el grano de mejor calidad en México. En promedio de los últimos nueve años, se han sembrado un promedio 24,000 ha con garbanzo, con rendimiento promedio de 1,640 kg/ha, con volumen de exportación de 39,360 toneladas y valor de la producción de 371.9 millones de pesos.

La producción de garbanzo de estas áreas se basa en la producción de grano altamente diferenciado en calidad, lo que ha dado, junto con el garbanzo de Sinaloa, fama mundial al garbanzo mexicano. Gran parte de este éxito se ha debido a la producción de variedades con las características de grano que requiere el mercado internacional, y que en su proceso de producción muestren resistencia y/o tolerancia a la enfermedad de la raíz conocida como “rabia” del garbanzo, que es uno de los principales problemas fitopatológicos que presenta este cultivo. Un ejemplo típico de este tipo de variedades es la denominada Banco Sinaloa-92 que ha permitido que el

garbanzo mexicano se exporte a mas de 40 países, siendo España, Argelia e Italia los principales compradores del garbanzo (Manjarrez et al., 2004). Además de Blanco Sinaloa-92, recientemente se han liberado las variedades Suprema-03 (Gómez et al., 2003) para Sinaloa y Costa 2004 (Morales et al., 2005) para Sonora. Sin embargo, la presión de los competidores de garbanzo blanco grande en el mercado internacional, provocan que se sigan generando nuevas variedades con mejores características comparativas que permitan competir eficientemente en el sector de mercado internacional que atiende México.

Con este objetivo, se presenta la nueva línea de garbanzo blanco denominada HOGA 012 que tiene la ventaja de producir en promedio 200 kg/ha mas que Blanco Sinaloa 92, con calibre de exportación similar a esta variedad, de color ligeramente mas claro que el testigo, con forma y rugosidad aceptada en el mercado internacional. La producción de garbanzo con esta variedad permitirá producir un garbanzo de similar calidad que el de Blanco Sinaloa-92 que competirá con el garbanzo producido en otros países, y con resistencia a pudriciones de la raíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron validaciones con las líneas élite provenientes de ensayos regionales del programa de Mejoramiento Genético de Garbanzo del INIFAP de Sonora y Sinaloa, en terrenos de productores de los estados de Sonora (Costa de Hermosillo, Valle del Mayo y Valle del Yaqui) y Baja California Sur (Valle de Santo Domingo), durante los ciclos 2006-2007 y 2008-2009. Fueron evaluadas en condiciones de los productores, utilizando las fechas recomendadas para las diferentes regiones. Se evaluó el rendimiento de grano, y se consideró la adaptación, características de planta, calidad de grano (tamaño, rugosidad y color). Esta información fue soportada con ensayos de rendimiento realizados en tres años anteriores en los mismos estados, así como en Sinaloa.

ORIGEN

La línea HOGA 012 se originó de la cruza triple de L4924-Hermosillo 93 x Blanco Lechoso. L4924 es un garbanzo tipo porquero de grano café chico resistente a rabia; Hermosillo 93 es una variedad de hoja simple y grano color café, ciclo semi-precoz, de porte erecto, liberada por el Campo Experimental Costa de Hermosillo. Blanco Lechoso es una variedad de origen español de grano grande, color blanco y muy esponjoso, muy apreciado por los expertos por su alta calidad. La cruza se realizó en 1997 en el Campo Experimental Costa de Hermosillo. la identificación de la cruza fue la cruza número seis (IGH97.6). A partir de la primera generación de segregación (F1) se cosechó en masa (M) seleccionando siempre por tamaño de grano grande y claro hasta la cuarta generación, en la quinta generación se realizó selección individual, la cual correspondió a la planta No. 12 en la localidad de Hermosillo (12H). De ahí en adelante se cosechó en forma masal hasta la séptima generación de segregación (F7), seleccionando por tamaño de grano y uniformidad en todos los aspectos, planta y calidad de grano, quedando su genealogía completa IGH.97.6-M-M-M-M-12H-M-M. Durante el proceso de formación experimental fue evaluada contra rabia, *Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*, resultando en las evaluaciones hechas en Sonora y Valle de Santo Domingo con tolerancia a rabia.

Todo el proceso de formación de la línea experimental se efectuó en el Campo Experimental Costa de Hermosillo del INIFAP. A partir del ciclo O-I 2004-2005 hasta el O-I 2008-2009, se evaluó como la línea HOGA-012 en el Ensayo Regional de Rendimiento y/o en parcelas de validación establecidas en el Noroeste de México, en las localidades: Costa de Hermosillo y los Valles del Yaqui, del Fuerte, Santo Domingo y Culiacán, mostrando mejor adaptación al estado de Sonora y Valle de Santo Domingo en B.C.S., por lo cual se propuso su liberación para estas localidades, aunque pudiera adaptarse a otras zonas agrícolas del Noroeste de México.

DESCRIPCIÓN VARIETAL

HOGA 012 posee una planta de hábito erecto y dosel similar a Erecta Progreso. Posee follaje verde de intensidad media muy similar al de Blanco Sinaloa-92 y Costa 2004. La hoja es de tipo compuesta, de foliolos medianos, ovalados, de color verde semiopaco; La flor es de color blanco, de vaina grande, con longitud de 30.5 mm y 15.6 mm de diámetro, cuando está en proceso de llenado de grano es de color verde claro similar a Costa 2004.

El peso promedio de 100 semillas de la línea HOGA 012 es de 69.7 gramos, equivalente a un

calibre de 43 (número de semillas en 30 g). El color de grano es blanco cremoso, de rugosidad pronunciada, similar a la de Blanco Sinaloa-92. La forma de la semilla es redonda angular, similar a la semilla de Jamu-96 en forma, aunque de mayor tamaño. La línea HOGA 012 tiene resistencia a *Fusarium oxysporum f.sp. ciceris*. El período de cocción es muy similar al de Blanco Sinaloa-92 (aproximadamente 10% mas de tiempo que Blanco Sinaloa 92, después de 12 horas de remojo de la semilla).

HOGA 012 es de ciclo de madurez similar al de Blanco Sinaloa-92, produce las primeras flores entre 37 y 50 días después de la siembra, termina de florecer a los 90 días y la madurez a corte fluctúa entre 110 a 125 días después de la siembra, y la madurez a cosecha entre 125 a 135 días. El hábito de crecimiento de la planta es determinado, como todas las variedades locales de garbanzo. Produce ramas de 64 cm de largo, con un promedio 3 ramas primarias y de 4 a 6 rama secundarias.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO

La línea HOGA 012 se evaluó en ensayos de rendimiento a partir de 2005 en el Noroeste de México, de donde se seleccionó para ser evaluada a nivel de validación en campos de productores. A partir del ciclo O-I 2007-2008 se evaluó, junto con otras líneas y variedades en parcelas de validación en 13 localidades del noroeste de México en los estados de Sonora y Baja California Sur (Cuadros 1, 2, 3).

Cuadro 1. Rendimiento de Grano de líneas y variedades de garbanzo en parcelas de validación en Sonora. Ciclo O-I 2007-2008.

Genotipos	Campo Nuevo ¹	El Mesquite ¹	Valle del Yaqui ²	CEVY ²	Valle del Mayo ³	Promedio
HOGA 012	3.9	2.2	4.1	1.9	3.2	3.1
HOGA 447-6	3.8	1.5	3.8	1.8	3.3	2.8
HOGA 021	3.1	1.9	3.4	2.1	3.7	2.8
HOGA 490-2	3.0	2.2	3.4	2.1	3.2	2.8
COSTA 2004	3.2	1.5	3.8	1.8	3.4	2.7
BLANCO SIN	2.8	1.7	3.9	2.0	3.3	2.7
HOGA 508	3.0	1.3	3.3	1.8	3.3	2.5
HOGA 340-2	1.4	1.9	3.4	2.0	3.3	2.4
PROMEDIO	3.0	1.8	3.6	1.9	3.3	2.7

¹ Costa de Hermosillo, ² Valle del Yaqui, Cd Obregón, Sonora; ³ Valle del Mayo, Navojoa, Sonora.

De acuerdo con los resultados de estas evaluaciones, se observó que HOGA 012 tiene adaptación especial en estos estados, en donde el rendimiento de grano fue superior en 200 kg/ha a Blanco Sinaloa 92. Evaluaciones realizadas anteriormente en localidades del noroeste de México, en los ciclos 2005 al 2007, en ensayos de rendimiento, superó al testigo en 100 kg/ha (datos no mostrados). El tamaño de grano y porcentaje de exportación se presenta en el Cuadro 5, donde se observan las características de esta línea en comparación con otras líneas y variedades testigo. El porcentaje de grano de exportación obtenido por esta línea es 6% mas que el testigo Blanco Sinaloa 92, que representaría si se a regionalmente alrededor de 2,360 toneladas mas de rendimiento de exportación que Blanco Sinaloa 92.

Cuadro 2. Rendimiento de grano (ton/ha) de líneas y variedades de Garbanzo en Sonora. Ciclo O-I 2008-2009.

Genotipos	SPR Kino ¹	Campo Nuevo ¹	Chinotahueca ²	Aquichopo ²	Promedio
HOGA 012	2.8	2.0	3.0	4.7	3.1
HOGA 021	3.3	1.6	2.9	4.3	3.0
HOGA 067	3.7	2.5	2.8	3.7	3.2
MOGA 36	3.4	1.5	3.1	4.5	3.1
MOGA 490-2	2.9	2.1	2.6	4.4	3.0
COSTA 2004	3.0	1.7	2.5	4.1	2.8
BCO SIN	3.1	2.2	2.9	4.3	3.1
HOGA 508	2.3	2.1	-	-	2.2
PROMEDIO	3.0	2.0	2.8	4.3	3.0

^{1,2} Costa de Hermosillo, ² Valle del Mayo, Navjoa, Sonora.

Cuadro 3. Rendimiento de grano (ton/ha) de líneas y variedades en parcelas de validación de garbanzo en Baja California Sur. Ciclos O-I 2007-08 y 2008-09.

Genotipos	2008		2009		Promedio
	Colonia Cuauhtémoc	Colonia Rev. Mexicana	Col Fdo de la Toba, Lote 17	Col Fdo de la Toba, Lote 87	
HOGA 012	4.6	3	3.0	2.1	3.2
HOGA 447-6	3.9	2.9	-	-	3.4
HOGA 021	3.5	1.9	3.2	2.5	2.8
HOGA 490-2	4	2.5	2.9	2.3	2.9
COSTA 2004	5.3	2.9	2.4	2.4	3.3
BLANCO SIN	3.9	2.9	1.9	2	2.7
HOGA 508	2.8	2.2	-	-	2.5
HOGA 340-2	3.8	3	-	-	3.4
PROMEDIO	4.0	2.7	2.7	2.3	

Cuadro 4. Rendimiento promedio de grano (ton/ha) en parcelas de validación de líneas y variedades de garbanzo en Sonora y Baja California Sur. Ciclos O-I 2007-08 y 2008-09.

GENOTIPO	2008		2009		Promedio
	Sonora	Baja California Sur	Sonora	Baja California Sur	
HOGA 012	3.1	3.8	3.1	2.6	3.2
HOGA 447-6	2.8	3.4	-	-	3.1
HOGA 021	2.8	2.7	3.0	2.8	2.8
HOGA 490-2	2.8	3.3	3.0	2.6	2.9
COSTA 2004	2.7	4.1	2.8	2.4	3.0
BLANCO SINALOA 92	2.7	3.4	3.1	2.9	3.0
HOGA 508	2.5	2.5	2.2	-	2.4
HOGA 340-2	2.4	3.4	-	-	2.9
PROMEDIO	2.7	3.3	2.9	2.7	2.9

Cuadro 5. Calibre de grano y porcentaje de exportación de líneas y variedades de garbanzo, promedio de localidades. 2008 y 2009.

Genotipo	Calibre ¹	Porcentaje de Exportación ²
HOGA 012	43	94
HOGA 447-6	44	91
HOGA 021	45	92
HOGA 490-2	45	88
COSTA 2004	46	91
BLANCO SINALOA 92	44	89
HOGA 508	39	96
HOGA 340-2	46	88
PROMEDIO	43	94

¹ Número de semillas en 30 g.

² Porcentaje de grano obtenido despues de pasar una muestra por una malla de 9 mm de diámetro.

MANEJO AGRONÓMICO.

El manejo agronómico para esta línea es muy similar al de Blanco Sinaloa-92. Debido a su habito de crecimiento erecto la cosecha se puede efectuar en forma mecánica sin ningún problema y con el mínimo de pérdidas con los ajustes adecuados a la combinada o trilladora.

ÁREA DE ADAPTACIÓN

El área de adaptación de la línea HOGA 012 son las regiones de la Costa de Hermosillo, los Valles del Yaqui y del Mayo, en Sonora, y el Valle de Santo Domingo en Baja California Sur, pudiendo tener buen comportamiento en otras regiones con condiciones de clima similares. Esto comprende una superficie potencial de hasta 40,000 ha.

AGRADECIMIENTOS.

Se agradece el apoyo económico recibido durante el desarrollo de la presente variedad a los siguientes instituciones y personas: al Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Filogenéticos (Fondo Sectorial SAGARPA CONACYT), a través del Proyecto de Investigación 2005-12035: *"Obtención de variedades y desarrollo de tecnología para el manejo agronómico, fitosanitario y potencial industrial del garbanzo blanco en el noroeste de México"*.

También a COFUPRO, a través del Fondo Regional para el Fomento de la Investigación, Transferencia de Tecnología, Innovación Agropecuaria, Forestal, Pesca y Acuicultura, por el apoyo financiero al proyecto *"Validación de líneas avanzadas y variedades de garbanzo blanco de porte erecto y resistentes a enfermedades para el Noroeste de México"*.

Asimismo a las Fundación Produce Sonora, A.C., Fundación Produce Sinaloa, A.C y Fundación Produce Baja California Sur, A.C. por su apoyo económico durante el desarrollo de las evaluaciones de campo. Asimismo a los productores cooperantes de Sonora, Sinaloa y Baja California Sur, por su apoyo en la realización de las evaluaciones de campo de las líneas y variedades.

LITERATURA CITADA

- Gómez G. R. M., L. Gómez G. y R. A. Salinas P. 2003. Blanco Sinaloa-92, Variedad de garbanzo blanco para exportación. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-C.E. Valle de Culiacán. Folleto Técnico No. 24.
- Manjarrez S.,P., R.M., Gómez G., R.A. Salinas P. y J.L. Armenta S. 2004. Blanco Sinaloa-92: Caso exitoso del mejoramiento genético de garbanzo en Sinaloa. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-C.E. Valle de Culiacán. Folleto para Productores No. 52.
- Morales G., J. y R.J. García. 1993. Pitic 93 y Hermosillo 93, nuevas variedades de garbanzo para la Costa de Hermosillo. Folleto Técnico No. 10. 16 p. Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIRNO-INIFAP. Hermosillo, Sonora, Mexico
- Morales G., J.A., P. Manjarrez S., N. Castillo T., R.A. Salinas P., L. Montoya C., I. Padilla V. 2005. Costa 2004: nueva variedad de garbanzo blanco para la Costa de Hermosillo. C.E. Costa de Hermosillo. SAGARPA-INIFAP-CIRNO. Folleto Técnico No. 28. Hermosillo, Sonora, México.
- SAGARPA, 2009. <http://www.oedrus-sonora.gob.mx/>
- Morales G.J.A., L. Jorge D. N., G. Martínez D., J. Humberto N.M., A. A. Fú C. 2004. El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. INIFAP-CIRNO-CECH. Libro técnico No. 6. Diciembre de 2004. P 1-269.

INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE Y ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE OCHO GENOTIPOS DE GARBANZO EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Gustavo A. Fierros Leyva¹, Pedro Francisco Ortega Murrieta¹, Pedro Manjarrez Sandoval, Rafael A. Salinas Pérez, Isidoro Padilla Valenzuela, Nemecio Castillo Torres y Erasmo Gutierrez Pérez. INIFAP-CIRNO-CECH. Carretera a Bahía de Kino, Km. 12.6 Hermosillo, Sonora, México. fierros.gustavo@inifap.gob.mx.

Palabras clave: Ambientes, Calidad, Estabilidad, Genotipo, Interacción, Rendimiento.

RESUMEN

En el Noroeste de México se siembra garbanzo blanco para consumo humano, obteniéndose rendimiento y calidad aceptable de acuerdo a los requerimientos del mercado internacional, el área de siembra se extiende de la Costa de Hermosillo en Sonora hasta el Valle de Culiacán en Sinaloa, y el valle de Santo Domingo B.C.S., encontrándose climas, sistemas de producción y tipos de suelo variados.

En 2007 se establecieron 13 ensayos, de ocho genotipos, (6 líneas avanzadas y dos variedades), distribuidos de la siguiente manera: 2 en la Costa de Hermosillo, 2 valle del Yaqui, 2 valle del Mayo, 2 valle del Fuerte, 3 en Culiacán y 2 en Santo Domingo B.C.S., la parcela útil fue de 4 surcos por 5 metros de largo con cuatro repeticiones, el manejo agronómico fue de acuerdo al sistema de producción de cada sitio.

El modelo detectó significancia estadística, (DMS 0.05), en la interacción genotipo-ambiente en las tres variables, los ambientes como las interacciones influyeron significativamente en la respuesta de los genotipos. HOGA 012, rindió 2.90 t ha⁻¹, promedio de 13 ambientes, estadísticamente diferente al resto superando a Costa 2004 en 7% y 8% a Blanco Sinaloa 92. En calibre de grano HOGA 508 tuvo 39 semillas/ 30 gramos, HOGA 012 y Blanco Sinaloa, 43 y 44. En porcentaje de exportación, HOGA 508 y HOGA 012 tuvieron 95 y 94% respectivamente. La clasificación de los genotipos en función de los parámetros de estabilidad bi y S^2d , según Carballo y Márquez (1970), Blanco Sinaloa 92 con $bi=1$ y $S^2d=0.019$, es el genotipo con buena respuesta en todos los ambientes pero ligeramente inconsistente. HOGA 447-6 con $bi=1.12$ y $S^2d=0.09$, se define como un genotipo que responde mejor en buenos ambientes pero ligeramente inconsistente

ABSTRACT

In the Northwest of Mexico sowing white chick-pea for human consumption, obtaining yield and acceptable quality according to the requirements of the international market, the sowing area extends from the Coast of Hermosillo in Sonora until the Valley of Culiacan in Sinaloa, and the valley of Santo Domingo B.C.S., finding climates, production systems and variable types of ground.

In 2007 13 tests settled down, of eight genotypes, (6 lines and two varieties), distributed of the following way: 2 in the Coast of Hermosillo, 2 valley of Yaqui, 2 valley of Mayo, 2 valley of the Fuerte, 3 in Culiacan and 2 in Santo Domingo B.C.S., the useful parcel was of 4 furrows by 5 meters of length with four repetitions, the agronomic handling was according to the production system of each site.

The model detected statistical significance, (DMS 0,05), in genotype-environment interaction in the three variables, the environments as the interactions influenced significantly in the answer of the genotypes. HOGA 012, yield 2,90 t ha⁻¹, average of 13 environments, statistically different from the rest surpassing to Costa 2004 in 7% and 8% to Blanco Sinaloa 92. In grain caliber HOGA 508 it had 39 seeds/30 grams, 012 HOGA and Blanco Sinaloa 92, 43 and 44. In percentage of export, HOGA 508 and HOGA 012 they had 95 and 94% respectively. The classification of the genotypes based on the stability parameters bi y S^2d , according to Carballo and Márquez (1970), Blanco Sinaloa 92 with $bi=1$ and $S^2d=0.019$, is the genotype with best answer in all the environments but slightly inconsistent. HOGA 447-6 with $bi=1.12$ and $S^2d=0.09$, is defined as a genotype that responds better in good environments but slightly inconsistent

INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de detectar genotipos de garbanzo con buena estabilidad en rendimiento en el noroeste de México se realizaron estos ensayos, y asumiendo que el valor fenotípico de una planta puede ser mayor o menor a su valor genotípico como consecuencia del efecto ambiental, si dos o más genotipos modifican su expresión en manera distinta cuando se comparan en una misma muestra de ambientes existe interacción genotipo ambiente. Como primer requisito, se considera que el ambiente óptimo para la selección debe tener la capacidad de discriminar los genotipos de la población. Esto es la aptitud de clarificar las diferencias entre los genotipos, por la disminución del efecto, siendo esto una de las complicaciones que se producen en la selección donde algunos genotipos de garbanzo sufren cambios en su orden. Esta leguminosa se siembra en el noroeste de México donde la calidad para exportación y calidad es aceptable de acuerdo a los requerimientos del mercado de exportación, las áreas en donde se siembra esta leguminosa, se extiende desde la Costa de Hermosillo en Sonora hasta el Valle de Culiacán en el Estado de Sinaloa, y en la región del valle de Santo Domingo en Baja California Sur, encontrándose los climas mas variados, así como tipos de suelos y sistemas de producción. Cada región presenta retos diferentes e interesantes que superar, la presencia de enfermedades en la raíz ocasionadas por *Fusarium spp* o la acción conjunta de otros hongos como *Macrophomina*, *Phytium Sclerotium* y *Rhizoctonia*, constituyen el principal problema en la mayoría de las áreas garbanceras lo cual incrementa su complejidad al existir diversas razas de *fusarium oxisporum f.sp ciceris* detectándose hasta el momento en la región sur de Sinaloa las razas 1 A y 5 y en la costa de Hermosillo la raza 1 B/C, o bien en ciertas áreas pueden estar presentes las dos especies de *fusarium*.

En las regiones garbanceras de Sinaloa, el comportamiento de los materiales evaluados fue diferente al que se observó en el estado de Sonora, modificado principalmente por el factor clima, así como el mayor riesgo de presencia de enfermedades foliares como mildiu, roya y botrytis. El valor agregado que contienen los materiales de garbanzo en relación a resistencia a *Fusarium spp* y otras enfermedades foliares le dan la característica de sobresaliente involucrando además el rendimiento, calibre, color de grano, porcentaje de exportación rugosidad y tiempo de cocción. El objetivo consiste en detectar genotipos que tengan un amplio rango de adaptación a todos los ambientes de producción de garbanzo en el noroeste de México.

OBJETIVO

Detectar genotipo(s) con buen rendimiento, calibre y % de exportación, con buena adaptación a las condiciones del noroeste de México.

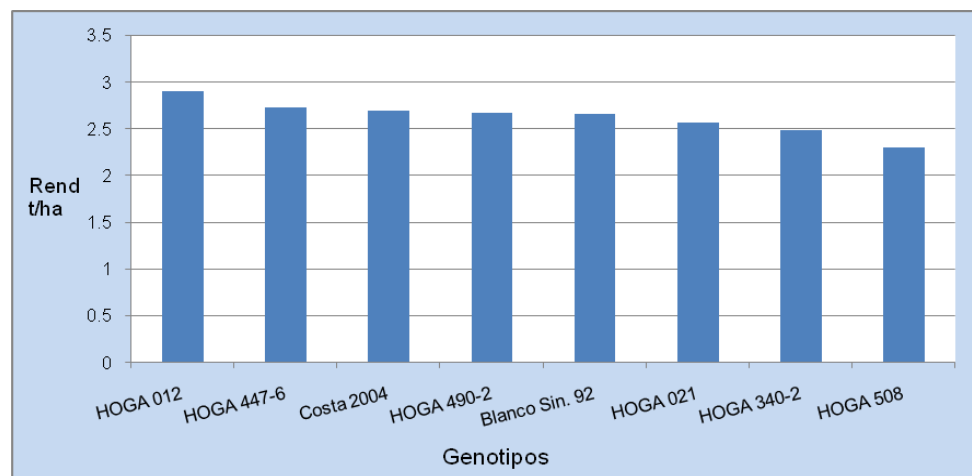
MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron en el ciclo 2007-08, 13 ensayos uniformes, de seis líneas avanzadas de garbanzo blanco generadas en el programa de mejoramiento genético del Campo Experimental Costa de Hermosillo dependiente del INIFAP, (HOGA 012, HOGA 447-6, HOGA 021, HOGA 490-2 y HOGA 340-2) y dos variedades comerciales (Costa 2004 y Blanco Sinaloa 92). La distribución fue la siguiente: 2 ensayos fueron establecidas en la Costa de Hermosillo, 2 en el valle del Yaqui, 2 en el valle del Mayo, 2 en el valle del Fuerte, 3 en el valle de Culiacán y 2 en el valle de Santo Domingo en B.C.S., la parcela experimental fue de 6 surcos de 20 metros de largo con cuatro repeticiones, la separación entre surcos fue variable dependiendo del sistema de producción de cada localidad, la parcela útil fue de 4 surcos por 5 metros de largo. la distribución de cada una de las parcelas fue la misma en cada región, el manejo agronómico de cada una de ellas fue de acuerdo al sistema de producción de cada localidad, involucrando la mejor fecha de siembra, calendario de riego, sistema de siembra, control de plagas y enfermedades. Las variables que se midieron fueron: Días a floración, altura de primera cápsula, altura de planta, número de vainas por planta, calibre de grano, porcentaje de exportación, rendimiento y reacción a enfermedades. Para este trabajo se consideraron únicamente las variables Rendimiento de grano, Calibre de grano y porcentaje de exportación. Se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, la parcela principal fue la localidad y la subparcela los componentes de rendimiento de los genotipos, Se tomó información adicional como reacción a *Fusarium spp*, reacción a mildiu y roya, color de grano y acame. Estas variables pueden definir la liberación de una posible línea en variedad comercial en función del valor de estas variables. Se usó la prueba de DMS al nivel de confianza del 95%, para

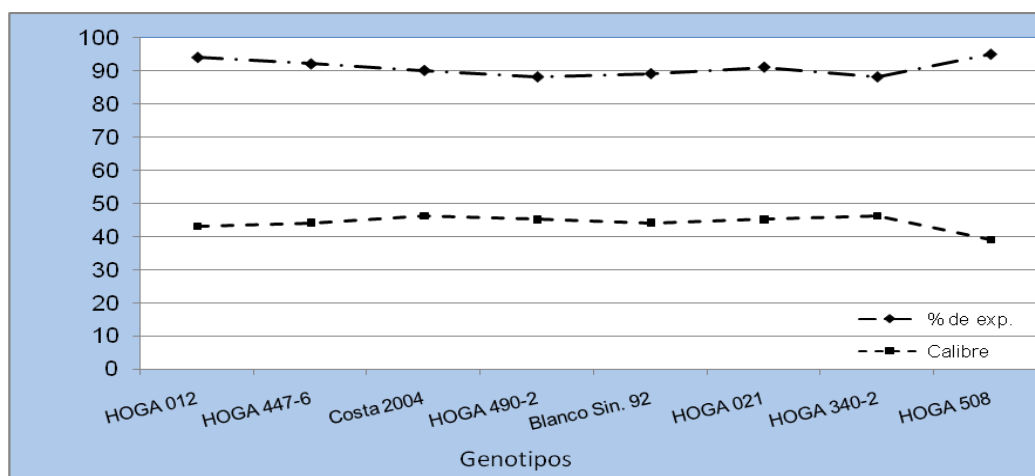
la separación de medias. Se calcularon los coeficientes de correlación de rendimiento y sus componentes. Se usaron los valores de desviación estándar para estimar la consistencia de los genotipos el modelo de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) y la clasificación de variedades propuesta por Carballo y Márquez (1970).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de grano y sus componentes: Se midieron las variables: rendimiento de grano, calibre de grano y porcentaje de exportación las cuales se analizaron estadísticamente utilizando el diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas donde la parcela principal fue la localidad o ambiente y la subparcela los componentes de rendimiento de grano. En la interacción genotipo-medio para rendimiento de grano, el modelo utilizado detectó significancia estadística (DMS 0.05), lo cual se reflejó en el comportamiento de los materiales. Se observaron diferencias significativas entre genotipos y por efecto de la interacción. La línea HOGA 012, presentó rendimiento promedio en los 13 ambientes explorados de 2.90 t ha^{-1} siendo estadísticamente diferente al resto de los materiales superando a las variedades testigo Costa 2004 en 7% y 8% a Blanco Sinaloa 92. (Gráfica 1), esta línea tuvo los rendimientos mas altos en las parcelas establecidas en el estado de Sonora debido a que fue desarrollada bajo esas condiciones, no así en el estado de Sinaloa en donde el comportamiento en rendimiento, calibre y porcentaje de exportación fueron diferentes a los obtenidos en el estado de Sonora, sin embargo fue consistentemente una de las mejores. HOGA 447-6, Costa 2004, HOGA 490-2 y Blanco Sinaloa 92 forman el siguiente grupo de significancia estadística con rendimientos de 2.73, 2.69, 2.67 y 2.66 t ha^{-1} respectivamente, HOGA 508, presentó el menor rendimiento de grano en todas los ambientes, pero en el sur del estado de Sinaloa fue la que tuvo mejor comportamiento. En el ciclo O-I 2005-2006, Manjarrez y colaboradores (2006), encontraron que las líneas con mejor respuesta en rendimiento de grano en promedio de cuatro localidades Culiacán, Mochis, Obregón y Hermosillo fueron: HOGA 447-6, HOGA 340-2, HOGA 011 y HOGA 012 con 2.932, 2.789, 2.779 y 2.771 t ha^{-1} , el mayor rendimiento por localidad de estas cuatro líneas fue en Valle de Culiacán con 3.494 t ha^{-1} seguido por la Costa de Hermosillo con 2.995 t ha^{-1} . El mejor porcentaje de exportación se obtuvo con las líneas HOGA 508 y HOGA 012 con 95 y 94% respectivamente indicando que la línea HOGA 012 además de tener buen rendimiento presenta buen porcentaje de exportación, el valor mas bajo de esta variable se obtuvo con las líneas HOGA 340-2 y HOGA 490-2 con 88%. En calibre de grano HOGA 508 fue la que obtuvo el valor mas alto con 39 semillas en 30 gramos, esta línea tiene la característica de grano grande y blanco por sus progenitores, HOGA 012 también sobresale en esta variable junto con Blanco Sinaloa con 43 y 44 granos en 30 gramos (Gráfica 2). Morales (2004) menciona que el programa de mejoramiento genético con sede en el Campo Experimental de la Costa de Hermosillo, tiene como objetivos principales entre otros, el obtener materiales de grano blanco y grande de acuerdo a las exigencias del mercado Internacional.

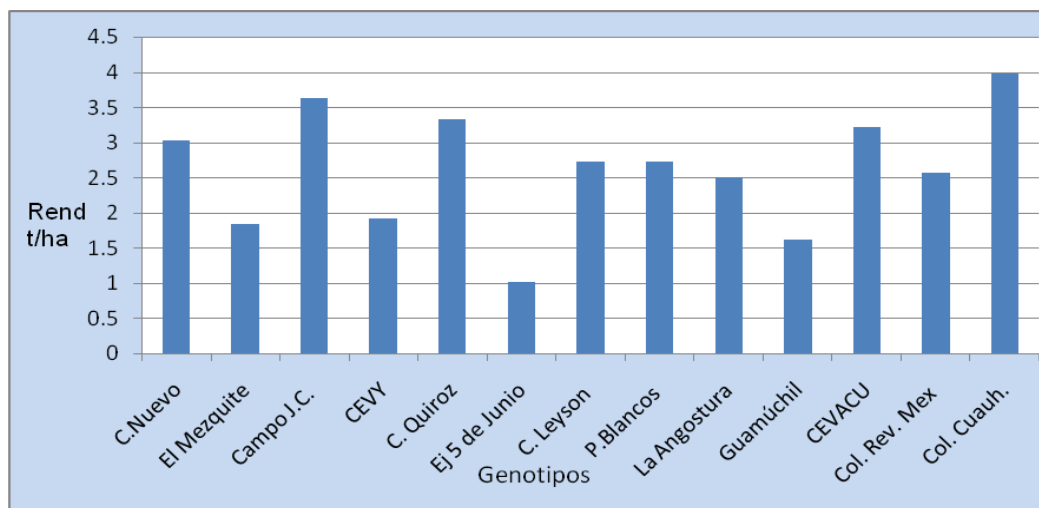


Gráfica 1. Rendimiento de grano promedio de los genotipos y variedades evaluadas en las 13 localidades del noroeste de México. C.E. Costa de Hermosillo. 2007-08



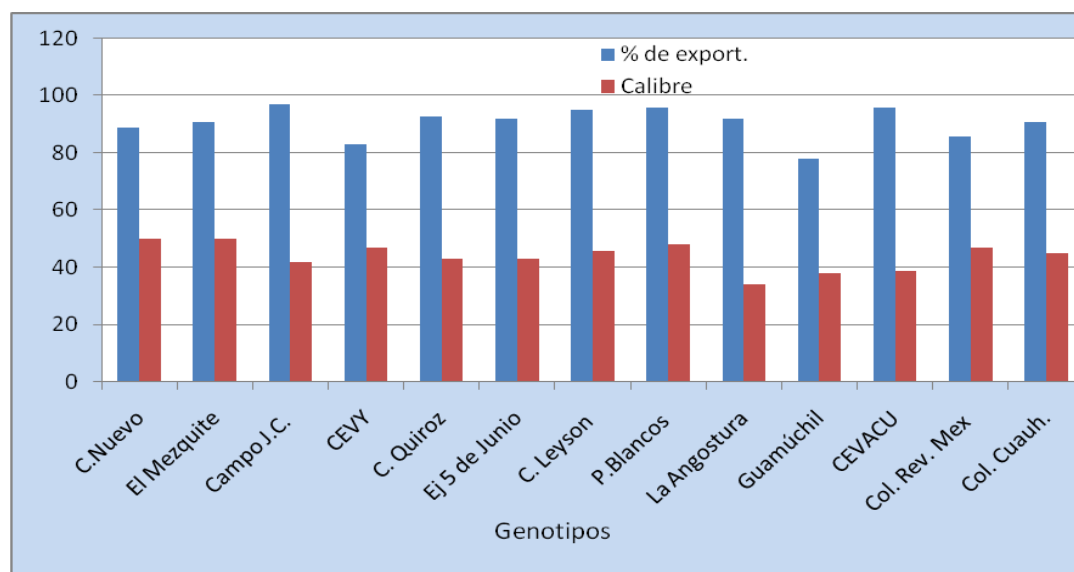
Gráfica 2. Porcentaje de exportación y calibre de grano promedios de los genotipos y variedades evaluadas en las 13 localidades del noroeste de México. C.E. Costa de Hermosillo. 2007-08

De los ambientes explorados, la mejor respuesta en rendimiento se tuvo en la Colonia Cuauhtémoc, del Valle de Santo Domingo en B.C.S, con 3.97 t ha^{-1} en donde las condiciones de clima y suelo son mas similares a los que se tienen en la Costa de Hermosillo, en el Valle del Yaqui el rendimiento promedio de los 8 genotipos fue de 3.62 t ha^{-1} , lo que indica que estas dos regiones tienen buen potencial de producción de garbanzo bajo el sistema de producción de cada región. En la Costa de Hermosillo en donde el sistema de producción de garbanzo en la mayor superficie de siembra consiste en solo riego de presembrado, se tuvo rendimiento de 3.02 t ha^{-1} , en donde el cultivo sufre estrés al final del ciclo lo que se refleja en rendimiento, porcentaje de exportación y calibre de grano. Las localidades de Guamúchil y del Valle del Mayo, presentaron los rendimientos mas bajos (1.61 t ha^{-1} y 1.02 t ha^{-1} respectivamente), estos rendimientos estuvieron afectados por déficit de agua al final del ciclo en el primer caso y riego de auxilio mal aplicados en el segundo caso Gráfica 3).



Gráfica 3. Rendimiento promedio de los genotipos de garbanzo por localidad en el Noroeste de México. C.E. Costa de Hermosillo. 2007-08.

La mejor respuesta en porcentaje de exportación se tuvo en la localidad del valle del Yaqui en el campo de Jorge Castro con 97%, siendo estadísticamente igual a los obtenidos en el CEVACU y en Palos Blancos (Valle del Fuerte) con 96% cada uno, en estas tres localidades además del efecto que tiene el ambiente sobre esta variable, la aplicación de riegos de auxilio fue un factor importante que ayudó a mejorar esta variable, la localidad de Guamúchil Sinaloa, presentó el valor mas bajo con 78%. El mejor calibre se obtuvo en la localidad de La Angostura con 39 granos en 30 gramos, siendo estadísticamente diferente al resto de los materiales. En el Campo Experimental del Valle de Culiacán, Manjarrez (2007), encontró que las líneas que presentaron mayor porcentaje de exportación en el ciclo O-I 2006-2007 fueron: HOGA 508, HOGA 509, y HOGA 012 con 95.9, 94.3 y 93.4% de exportación, en calibre las mejores fueron: HOGA 509, HOGA PRO-23 y HOGA 508 CON 39.1, 39.4 y 39.5 granos en 30 gramos. Salinas (2007), en un ensayo de tres variedades de garbanzo blanco sembrado el día 15 de noviembre, con tres riegos de auxilio, encontró que el mejor porcentaje de exportación y el mejor calibre se obtuvo con la variedad Costa 2004 con 90.4% y 47 granos respectivamente, menciona además que el garbanzo responde cuando se le aplica riego de auxilio, lo que se refleja en rendimiento total y exportable.



Gráfica 3. Calibre de grano y porcentaje de exportación obtenidos en cada una de las localidades. C.E. Costa de Hermosillo. 2007-08.

Estabilidad de los genotipos: La variedad estable es aquella que muestra un coeficiente de regresión $bi = 1$ y una desviación de regresión $S^2d = 0$; si esta variedad presenta una media de rendimiento por arriba de la media general, se dice que es una variedad deseable, calculando el índice ambiental para cada ambiente con el promedio de todas las variedades en un ambiente, menos la media general en todos los ambientes, en el Cuadro 1, se muestran los coeficientes de regresión para cada genotipo, no se encontró diferencia significativa para rendimiento, lo que indica que todos son estadísticamente diferentes de cero al 5% de probabilidad de error tipo I, y por lo tanto no ayudan a explicar como reacciona en forma diferente un genotipo de otro. Blanco Sinaloa 92 con $bi = 1$ y $S^2d =$ muy cercana a 0, (0.01948), y rendimiento por arriba de la media general, por lo que se puede considerar aun cuando no hubo diferencia significativa, que tiende a ser buena variedad con buena respuesta en todos los ambientes con tendencia a ser consistente (Carballo y Márquez, 1979). HOGA 447-6, con $bi=1.12$ y $S^2d=0.09$, y superior a la media en rendimiento, se ubica como un genotipo que responde mejor en buenos ambientes con tendencia a ser consistente. HOGA 012, con $bi=1.15$ y $S^2d=0.12$, superior a la media de rendimiento, tiene tendencia a responder en buenos ambientes con tendencia a ser consistente.

Cuadro 1. Clasificación de ocho genotipos de garbanzo en función del coeficiente de regresión (bi) y desviación de regresión (S^2d). C.E. Costa de Hermosillo. 2007-08.

Genotipo	Rend. Promedio t ha ⁻¹	bi	S^2d	Categoría
HOGA 012	2.87	1.15*	0.20	a**
HOGA 447-6	2.75	1.12*	0.09	a
COSTA 2004	2.69	1.23*	0.20	a
HOGA 021	2.57	0.89*	0.09	a
HOGA 490-2	2.67	0.90*	0.29	a
HOGA 508	2.30	0.82*	0.09	a
Blanco Sinaloa 92	2.66	1.00*	0.02	a
HOGA 340-2	2.49	0.90*	0.37	a
Promedio	2.62			

* No significativo DMS (0.05)

** a = Variedad estable; b = Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente; c = Mejor respuesta en ambientes desfavorables pero consistente; d = Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente; e = Responde mejor en buenos ambientes y es consistente; f = Responde mejor en buenos ambientes pero es inconsistente. (Carballo 1970).

LITERATURA CITADA

- Carballo, A.C.F., y Márquez, S. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y de la Mesa central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5: 129-146.
- Eberhart S.A., y W. A.Russell. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- Manjarrez, S.P. *et al.* 2006. Variedades de garbanzo desarrolladas por INIFAP en Sinaloa y Sonora y la importancia de la biotecnología en su protección. In, Primer encuentro regional de integrantes del sistema producto garbanzo en Sinaloa. Memoria Técnica No. 1. P.11.
- Manjarrez, S.P., Morales, G.J.A. y Salinas, P.R.A. 2007. Futuras variedades de garbanzo blanco a ser liberadas por el INIFAP para el estado de Sinaloa. In, Segundo encuentro regional de integrantes del sistema producto garbanzo en Sinaloa. Memoria Técnica No. 2. P.2.
- Morales, G.J.A., Manjarrez S.P. y Salinas P.R.A. 2004. Mejoramiento genético y variedades. In El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. Libro técnico No. 6. INIFAP-CIRNO-CECH. p. 85-86.
- Salinas, P.R.A. y Manjarrez S.P. 2007. Manejo agronómico del garbanzo. In, Segundo encuentro regional de integrantes del sistema producto garbanzo en Sinaloa. Memoria Técnica No. 2. p. 17-18.
- Velarde, F.S. *et al.* 2009. Resistencia de variedades de garbanzo a rabia. In VI Jornada de transferencia de tecnología del cultivo del garbanzo. Memoria de capacitación 2009. Fundación Produce Sinaloa A.C., SAGARPA Y Gobierno del estado de Sinaloa. Pp 39-44.

PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS EN UN PROCESO DE FERMENTACIÓN DE DOS ETAPAS

Karina Contreras-Gómez¹, Elizabeth Ponce Rivas¹, Helmut Maske², J. Vinicio Macías-Zamora³, Idania Valdez-Vazquez¹. ¹Lab. de Biotecnología Ambiental y Biocombustibles, Depto. de Biotecnología Marina; ²Depto. de Oceanografía Biológica. CICESE Km 107 Carretera Tijuana Ensenada CP 22860; kcontrer@cicese.com. ³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC.

Palabras clave: alcoholes, consorcio microbiano, hidrógeno, sustrato lignocelulósico.

RESUMEN

En este trabajo se desarrolló un sistema de fermentación en dos etapas para estudiar la generación de biocombustibles (H_2 y etanol) utilizando un consorcio microbiano. En la primera etapa, se montaron 9 reactores en fase acidogénica para la producción de H_2 utilizando subproductos agrícolas (hojas y tallos de maíz). En una segunda fase, el sustrato gastado fue acondicionado y re-utilizado en reactores solventogénicos para la producción de alcoholes. Se encontró que la operación de reactores acidogénicos con un TRH de 60h y una concentración de sustrato de 100 g/L resultó en la mayor productividad de 480 mL H_2 /kg d. Mientras que en los reactores solventogénicos se logró la producción de alcoholes utilizando un sustrato lignocelulósico residual. Se determinó la actividad de celulasas y xilanasas en ambos tipos de fermentación, encontrándose que en ambos casos los niveles de actividad de xilanasas fueron 3 veces mayores.

ABSTRACT

In this work, a two-step fermentation system was developed with the aims of studying generation of two biofuels (H_2 and ethanol) through a microbial consortium. In the first stage, nine reactors at acidogenic phase were mounted for H_2 production using non-treated crop residues (corn leaves and stalks). The substrate obtained from the first stage was conditioned and re-used as substrate for production of alcohols using reactors at solventogenic stages. We observed that operation of acidogenic reactors at a HRT of 60 h and substrate concentrations of 100 g l⁻¹ gave the highest productivity (480 ml H_2 / kg d). While, production of alcohols from a residual lignocellulosic substrate was successfully achieved via fermentation in solventogenic reactors. Additionally, activity of cellulases and xylanases was determined for both types of fermentation. Activity of xylanases in the two types of fermentation was 3-fold higher than cellulases.

INTRODUCCIÓN

Los subproductos lignocelulósicos derivados de las actividades agrícolas tienen un elevado potencial para su transformación en bioenergéticos, como H_2 y etanol. Los residuos de maíz son los más abundantes en México (Valdez-Vazquez *et al.*, 2010), y pueden servir como un modelo de estudio para la conversión de materiales lignocelulósicos en biocombustibles mediante un proceso de fermentación (Kumar *et al.*, 2009; Galbe *et al.*, 2007; Han *et al.*, 2008; Wang y Bo, 2009). Cuando se utilizan consorcios microbianos es posible enfrentar el reto que representa la degradación de este tipo de sustrato complejo formado por una matriz compacta de celulosa, hemicelulosa y lignina. Con esto, se elimina/reduce la necesidad de un pre-tratamiento al residuo, lo que reduce el número de operaciones necesarias para su transformación. El objetivo del presente trabajo fue utilizar subproductos lignocelulósicos sin pretratamiento para la producción de biocombustibles mediante un sistema de fermentación en dos etapas utilizando consorcios microbianos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Reactores y diseño experimental.

Se montaron 9 reactores de 0.5 L de volumen total operados a temperatura de 47°C y bajo régimen acidogénico (pH 5.5 – 6.8). Se utilizó un diseño experimental 3⁽²⁾, para estudiar la concentración de sustrato y el tiempo de retención hidráulico (TRH) sobre la producción de H_2 (Tabla 1). Las variables de respuesta determinadas fueron productividad de biogás, concentración de H_2 , crecimiento celular medido como proteína, actividad enzimática de celulasas y xilanasas. En el caso de los reactores solventogénicos, se montaron 3 reactores alimentados con diferentes

concentraciones de sustrato (25, 50 80 g/L) operados a 47°C. El pH fue controlado con un buffer de fosfatos pH 5.5. Como sustrato se utilizaron los tallos y hojas de maíz deshidratados al sol, molidos a un tamaño menor a 250 micras y mezclados con buffer de fosfatos a pH 7.

Tabla 1. Diseño experimental.

Sustrato (g/L)	Tiempo de retención hidráulico (h)		
	240	120	60
100	R240-100	R120-100	R60-100
50	R240-50	R120-50	R60-50
25	R240-25	R120-25	R60-25

Métodos analíticos

La productividad de biogás se midió a través del desplazamiento de salmuera a pH 3. El porcentaje de H₂ en el biogás acumulado en los reactores, se determinó por cromatografía de gases con detector TCD mediante una columna empacada.

La cantidad de proteína total fue extraída de 2g de muestra húmeda de la purga de los reactores con 0.5 mL de NaOH 0.5 M e incubada durante media hora (Poggi-Varaldo y Rinderknecht., 1990). Luego, se neutralizó con HCl y se procedió a leer la cantidad de proteína presente en el sobrenadante por el método de Bradford siguiendo las indicaciones del kit de Biorad (protein assay).

Las actividades enzimáticas fueron expresadas en U de actividad enzimática que equivale a la cantidad de enzima (ug) necesaria para liberar 1 umol/mL/min de glucosa. Para ello, se utilizó el método de metanol-cloroformo para concentrar la proteína total contenida en 5 mL de sobrenadante de las purgas de los reactores. La proteína concentrada fue disuelta en 0.5 mL de aguas destilada. Posteriormente, se prosiguió con el análisis de actividad celulasa y xilanasa incubando 1 volumen de la proteína concentrada en 1 volumen de buffer citrato pH 6 durante 24h seguido de la lectura de azúcares reductores por el método de ácido 3,5-dinitrosalicílico (Poggi-Varaldo y Rinderknecht, 1990; Criquet, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de H₂ en reactores acidogénicos.

En el gráfico 1 se muestra la productividad de biogás en los reactores solventogénicos la cual tuvo una correlación inversa y significativa ($p < 0.05$) con respecto al TRH. Los mejores resultados se lograron a un TRH de 60h. Por otro lado, la productividad de biogás tuvo una correlación directa y significativa ($p < 0.05$) con respecto a la concentración de sustrato. Las mayores productividades se alcanzaron a 100 g/L alcanzando niveles de 800 mL/kg d.

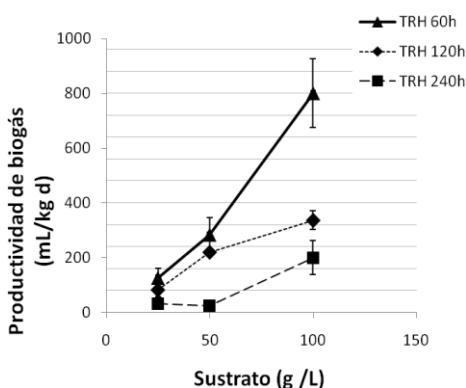


Gráfico 1. Efecto del tiempo de retención hidráulico y concentración de sustrato sobre la productividad de biogás.

Del biogás acumulado en los reactores acidogénicos se cuantificó su contenido de H_2 , el cual se muestra en el gráfico 2 en términos de porcentaje. Con el análisis de varianza se mostró que el TRH y la concentración de sustrato tuvieron un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la concentración de H_2 . En promedio, la concentración de sustrato tuvo una relación directa con el porcentaje de hidrógeno, donde el mayor porcentaje de 60% se obtuvo con una alimentación de 100 g/L. Por otro lado, el TRH mostró una relación inversa con el porcentaje de H_2 , ya que a menores TRH se lograron los mejores resultados. Con los datos de productividad de biogás promedio y % de H_2 , se determinó que la productividad de H_2 en los reactores con un TRH de 60h y 100g/L de sustrato fue de 480mL de H_2 / kg*d.

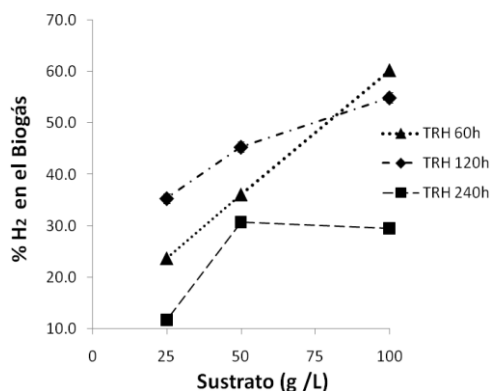


Gráfico 2. Efecto del tiempo de retención hidráulica y concentración de sustrato sobre la producción de H_2

Por otro lado, el crecimiento celular promedio en los reactores acidogénicos se muestra en el gráfico 3. En general, se puede observar que el crecimiento celular del consorcio microbiano no se vió alterado por efecto del TRH ya que no tuvo un efecto significativo ($p > 0.05$) sobre este. Caso contrario a lo observado con la concentración de sustrato, la cual tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) y directo sobre esta variable de respuesta. Es decir, a mayor concentración de sustrato, mayor contenido de proteína celular, por lo que a una concentración de sustrato de 100g/L y un TRH de 60h, se alcanzaron concentraciones de proteína celular ligeramente mayores de 8mg/g*mh.

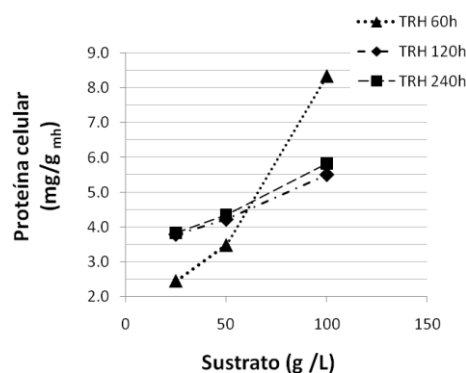


Gráfico 3. Crecimiento celular en los reactores acidogénicos medido como cantidad de proteína total. Nota: mh, materia húmeda.

El sustrato lignocelulósico, esta formado principalmente por polimeros de celulosa y hemicelulosa, por lo que el consorcio de microorganismos necesita hidrolizarlos enzimáticamente para poder liberar los azúcares respectivos y poder fermentarlos. Así, se determinaron dos actividades

enzimáticas claves en el proceso: celulasas y xilanasas. De forma general, se encontró que en todos los reactores operados hubo una mayor actividad xilanasa que celulasa.

En el gráfico 4a, se observan las tendencias obtenidas para la actividad celulasa en los reactores acidogénicos. Con el análisis de varianza se pudo demostrar que en promedio, el TRH tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre esta variable de respuesta. De manera particular, se observó que los reactores con un TRH de 120 y 240h presentaron un comportamiento semejante y con actividades superiores a las obtenidas en los reactores con un TRH de 60h. En el caso de la concentración de sustrato, no se encontró un efecto significativo ($p > 0.05$) sobre esta variable.

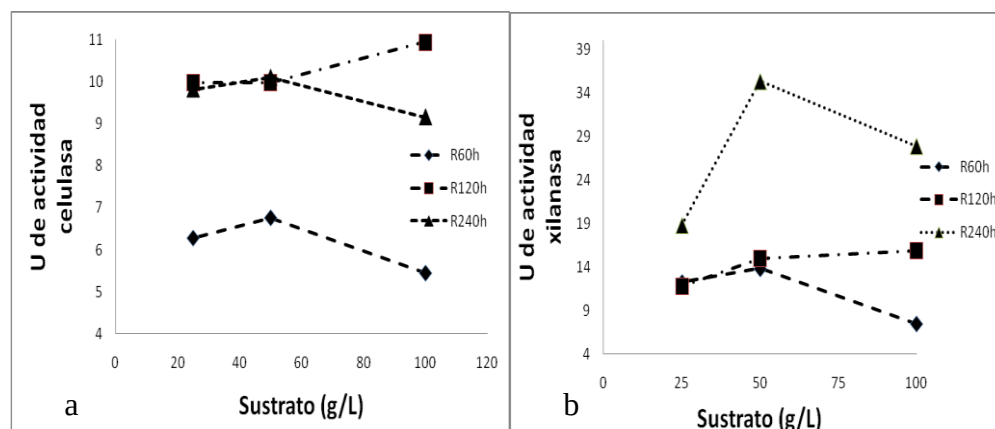


Gráfico 4. Efecto del tiempo de retención hidráulica y concentración de sustrato sobre la actividad de a) celulasas y b) xilanasas.

En el caso de la actividad xilanasa, en el gráfico 4b se muestra su comportamiento presentado en los reactores acidogénicos. Con el análisis de varianza se encontró que ninguno de los factores estudiados (TRH y concentración de sustrato) tuvieron un efecto significativo sobre esta variable de respuesta. Sin embargo, se puede observar que los reactores con un TRH de 60h presentaron una mayor actividad xilanasa, que los reactores de 120 y 240h los cuales tuvieron un comportamiento semejante.

Producción de alcoholes en reactores solventogénicos.

El sustrato gastado obtenido de las purgas de los reactores en fase acidogénica fue acondicionado con un buffer pH 5.5, para re-utilizarse como sustrato en una segunda fase de fermentación. En esta fase, el consorcio microbiano fue aclimatado a un pH inferior, de 6.5 a 5.5 en promedio, para lograr la acumulación preponderante de alcoholes. De esta forma, se encontró que la concentración de sustrato gastado tuvo un efecto positivo sobre la actividad microbiana medida como producción de CO_2 . Es decir, a mayor concentración de sustrato gastado en la alimentación, hubo mayor actividad microbiana. La producción de alcoholes (etanol + metanol) parece no verse influenciado por la concentración de sustrato. La determinación de las actividades enzimáticas, mostró que al igual que en los reactores acidogénicos, la actividad de xilanasas fue mayoritaria en comparación con la de celulasas. Esto indica que la hemicelulosa fue el polisacárido que mayoritariamente hidrolizó y fermentó el consorcio microbiano.

CONCLUSIONES

- A menor TRH y mayor concentración de sustrato se incrementó la productividad de H_2 . A un TRH de 60h junto con una alimentación de 100g/L, se alcanzó la mayor productividad de 480mL de $\text{H}_2/\text{kg}\cdot\text{d}$.
- El crecimiento celular sólo se afectó por la concentración de sustrato, mostrando una relación positiva.
- La actividad de xilanasas tanto en los reactores acidogénicos como solventogénicos fue mayor que para las celulasas, siendo hasta tres veces mayor.

En general, se demostró la obtención de dos biocombustibles (H_2 y etanol) usando un sustrato lignocelulósico sin pre-tratamiento utilizando consorcios microbianos especializados.

LITERATURA CITADA

- Criquet, S. 2002. Measurement and characterization of cellulase activity in sclerophyllous forest litter. *Journal of Microbiological Methods*, 50 (2):165-173.
- Galbe M, Zacchi G. 2007. Pretreatment of lignocellulosic materials for efficient bioethanol production. *Adv Biochem Eng Biotechnol*.108:41-65. Review.
- Han Y, Chen H.. 2008. Characterization of beta-glucosidase from corn stover and its application in simultaneous saccharification and fermentation. *Bioresour Technol. Sep*;99(14):6081-7.
- Kumar R, Mago G, Balan V, Wyman CE.. 2009. Physical and chemical characterizations of corn stover and poplar solids resulting from leading pretreatment technologies. *Bioresour Technol. Sep*;100(17):3948-62.
- Poggi-Varaldo HM, Rinderknecht N (1990) Mini-handbook of solid waste analysis. CINVESTAV del IPN, Mexico DF.
- Valdez-Vazquez, JA Acevedo-Benítez, C Hernández Santiago. 2010. Distribution and potential of bioenergy from agricultural activities in Mexico. *Energy for Sustainable Development*. Submitted.
- Wang X, Bo J. 2009. Process optimization of biological hydrogen production from molasses by a newly isolated *Clostridium butyricum* W5, *J Biosci Bioeng* ,107 (2), 138–144.

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS HERBICIDAS GLUFOSINATO DE AMONIO Y GLIFOSATO EN ALGODÓN LIBERTYLINK - GLYTOL (LL25XGLYTOL) TOLERANTES A AMBOS HERBICIDAS EN EL CICLO AGRÍCOLA PRIMAVERA-VERANO 2008 EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Luis Miguel Tamayo Esquer¹ y Luis Miguel Tamayo Peñuñuri¹. ¹Campo Experimental Valle del Yaqui (CIRNO-INIFAP). tamayoluis@gmail.com

Palabras clave: Resistencia, transgénico, Algodón, selectividad, control

RESUMEN

Las variedades de algodón transgénicas actuales, cuentan con una ventana de aplicación muy limitada; lo que ocasiona reinfestación en maleza perenne; por lo que se requiere de materiales con mayor flexibilidad en su época de aplicación y evaluar si éstas afectan su desarrollo, lo que coincide con el objetivo del presente, confirmar la efectividad de los herbicidas glufosinato de amonio y glifosato en las distintas malas hierbas, bajo las condiciones del Valle del Yaqui, Sonora para desarrollar la recomendación del sistema de control de maleza LibertyLink - GlyTol. El ensayo se realizó en el Valle del Yaqui; usándose una variedad convencional y una mejorada genéticamente con el evento LL25xGlyTol (FM Convencional y FM GTLL). Se usó un diseño completamente al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones. Se realizaron tres aplicaciones con varias dosis y mezclas de ambos herbicidas (1121 g ia/ha de glifosato y/o 600 g ia/ha de glufosinato), en 3 épocas; en algodón con dos hojas verdaderas, 6-8 hojas y al cierre del cultivo. Se llevó un registro de los siguientes datos de las especies de maleza presentes en el momento de la aplicación, su altura al momento de cada aplicación y porcentaje de control por especie. Se inspeccionó la parcela útil, y se estimó el porcentaje de control por especie, mediante el uso de la escala del 0 a 100. Se realizaron tres muestreos: a los 0, 7 y 14 días DDA. Los resultados que sólo las mezclas de Liberty + Glyfos, controlan eficientemente el complejo de maleza desde los siete días después de la primera aplicación; asimismo, se requieren de cuando menos de 21 días para un control eficiente de maleza con Glyfos. Además, son necesarios 28 días para controlar eficientemente la maleza con las aplicaciones de Liberty. Para la segunda y tercer aplicación, se requirieron de sólo siete días para controlar excelentemente las poblaciones de maleza

ABSTRACT

The present transgenic varieties of cotton plant, count on a window of application very limited; what causes reinfestation in perennial weeds; reason why it is required of materials with greater flexibility at his time of application and to evaluate if these affect their development, which agrees with the aim of the present, to confirm the effectiveness of weed killers glufosinato of ammonium and glifosato in different the bad grass, under the conditions of the Valley of the Yaqui, Sonant to develop the recommendation of the control system of weeds LibertyLink - GlyTol. The test was realised in the Valley of the Yaqui; being used a Convencional variety and one improved genetically with the LL25xGlyTol event (FM Convencional and FM GTLL). A design at random with 9 treatments and 4 repetitions was used completely. Three applications with several doses and mixtures of both weed killers were realized (1125 g ia/ha de glyphosate and 600 g ia/ha de glufosinate), at 3 times; in cotton with two true leaves, 6-8 leaves and to the closing of the culture. A registry of the following data of the present species of weeds at the time of the application, its height at the time of each application took and percentage of control by species. The useful parcel was inspected, and the percentage of control by species was considered, by means of the use of the scale from the 0 to 100. Three samplings were realised: to the 0, 7 and 14 days DDA. The results that only the mixtures of Liberty + Glyfos, efficiently control the weeds complex from the seven days after the first application; also, they are required of at least of 21 days for an efficient control of weeds with Glyfos. In addition, 28 days are necessary to efficiently control the weeds with the applications of Liberty. For the second and third application, they were required of only seven days to control the weeds populations excellently

INTRODUCCIÓN

El algodón LL25xGlyTol fue producido por cruzamiento convencional de los eventos LL25 (LibertyLink) y GlyTol (Glyphosate tolerant) que le confieren tolerancia a los herbicidas glufosinato de amonio (LIBERTY 200) y glifosato (Glyfos), respectivamente. El gen *bar*, el cual le confiere tolerancia al herbicida glufosinato de amonio al organismo receptor, fue aislado a partir del microorganismo *Streptomyces hygroscopicus*, cepa ATCC21705 (Murakami *et al.*, 1986), el cual tiene una amplia distribución en la naturaleza, especialmente en el suelo. El gen *bar* se encuentra en cepas de *Streptomyces* que producen bialaphos, y codifica la enzima PAT que metaboliza el componente fosfinotricina a un derivado acetilado inactivo; este gen bacteriano ha sido expresado en plantas bajo el control de un promotor de plantas específico (Thompson *et al.*, 1987). En México se han efectuado liberaciones experimentales en las regiones algodonerías del Sur de Tamaulipas, La Laguna, Chihuahua y Mexicali. Los resultados de los trabajos no mostraron efectos fitotóxicos del glufosinato de amonio en las variedades tolerantes a este herbicida, las cuales mostraron una fenología y rendimiento similar a las variedades convencionales sin la aplicación de glufosinato. Las variedades convencionales fueron severamente dañadas (>60%) por la aplicación de glufosinato a las dosis evaluadas. De manera general, los resultados de los trabajos mencionados sobre el uso de las variedades tolerantes a glufosinato y el uso del herbicida en México constituyen una buena alternativa para el control postemergente de maleza en algodónero (Rosales, 2005). Lo anterior muestra que las variedades transgénicas han venido a ocupar un lugar importante en la superficie sembrada con este cultivo en la región (más de 17,000 ha); sin embargo, la correspondiente a las variedades usadas actualmente a nivel comercial, cuentan con una ventana de aplicación muy limitada (2 a 3-5 hojas), lo que permite en el caso de especies perennes, la rebrotación y establecimiento de las poblaciones de las especies dentro de la etapa de período crítico de competencia. Lo que hace necesario la liberación de variedades con un margen más amplio en su época de aplicación como el algodón LL25xGlyTol; para las que se requiere evaluar la eficacia de los transgenes con respecto a la tolerancia a ambas clases de herbicidas y subsecuentemente determinar si alguna de las varias aplicaciones de los herbicidas afecta el crecimiento de la planta o su desempeño agronómico, lo que coincide con los objetivos del presente estudio que consisten en confirmar la efectividad de los herbicidas glufosinato de amonio y glifosato en las distintas malas hierbas, bajo las condiciones de la región algodонера del Valle del Yaqui, Sonora para desarrollar la recomendación del sistema de control de maleza LibertyLink - GlyTol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en los terrenos del Campo Experimental Valle del Yaqui en condiciones de aislamiento (27° 21' 58" N, 109° 55' 39" O). El cultivo del algodónero con una variedad convencional y una variedad mejorada genéticamente con el evento LL25xGlyTol. (FM Convencional y FM GTLL). Se usó un diseño estadístico completamente al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones. Cada tratamiento se compuso de cuatro surcos de aproximadamente 30 metros de largo. Los tratamientos se presentan en el Cuadro 1, los cuales consistieron en tres aplicaciones de diferentes dosis y mezclas de los herbicidas glufosinato de amonio (nombre comercial LIBERTY 200) y/o glifosato (nombre comercial Glyfos); los cuales, fueron aplicados en parcelas experimentales de cuatro surcos separados a un metro por 30 metros de largo (120 m²). La siembra se realizó con una densidad de 22-23 semillas por metro lineal; donde la parcela útil fue de dos surcos centrales por cinco metros de largo (10 m²), separándose por un surco entre parcelas (1 m). Las aplicaciones de los herbicidas se efectuaron en tres etapas de crecimiento del algodón; la primera cuando el algodón contaba con dos hojas verdaderas, la segunda en la etapa de 6-8 hojas verdaderas y la tercera en la etapa de cierre del cultivo, por lo que se realizaron tres aplicaciones independientemente de la maleza presente. Para la aplicación de los tratamientos herbicidas, se utilizó una aspersora de mochila motorizada (Murayama) provista de un aguilón con boquillas de abanico plano 8002, con un gasto de aproximadamente 200 litros de agua por hectárea. Las variables a evaluar y metodología, consideraron la evaluación de la efectividad biológica de los herbicidas glufosinato de amonio y glifosato; para lo cual, se llevó un registro de los siguientes datos de las especies de maleza presentes en el momento de la aplicación, su altura al momento de cada aplicación y porcentaje de control por especie. Se inspeccionó la parcela útil, y

se estimó el porcentaje de control por especie, mediante el uso de la escala del 0 a 100. Se realizaron tres muestreos: a los 0, 7 y 14 días después de la aplicación DDA.

CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS PARA DETERMINAR LA SELECTIVIDAD DE GLUFOSINATO DE AMONIO Y GLIFOSATO EN TRES FECHAS DE APLICACIÓN BAJO LAS CONDICIONES DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Variedad	Herbicida (dosis)
1. FM Convencional	Testigo enhierbado todo el ciclo
2. FM GlyTol LL	Testigo limpio todo el ciclo
3. FM GlyTol LL	Glyfos+ Glyfos+ Glyfos (1121 IA gr/ha por aplicación)
4. FM GlyTol LL	LIBERTY 200+ LIBERTY 200+ LIBERTY 200 (600 gr IA/ha por aplicación)
5. FM GlyTol LL	LIBERTY 200 (600 gr IA/ha) + Glyfos (1121 IA gr/ha)+ LIBERTY 200 (600 gr IA/ha)
6. FM GlyTol LL	Glyfos (1121 IA gr/ha) – LIBERTY 200 (600 gr IA/ha) – Glyfos (1121 IA gr/ha)
7. FM GlyTol LL	Mezcla de tanque: LIBERTY 200 (600 gr/ha) + Glyfos (1121 gr/ha) por cada aplicación
8. FM GlyTol LL	Mezcla de tanque: LIBERTY 200 (1200 gr/ha) + Glyfos (2242 gr/ha) por cada aplicación

IA = ingrediente activo = ia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados sobre las especies de maleza presentes en el momento de la primera aplicación, se presentan en el Cuadro 2; donde se registraron ocho especies, sobresaliendo con infestaciones severas, el chual morado *Chenopodium murale* L. con una población de 1'364,000 plantas por hectárea en promedio. En segundo orden, con infestaciones fuertes, se encuentran las poblaciones de quelite *Amaranthus* spp., con 544,000 plantas por hectárea; seguidas de infestaciones leves de verdolaga con 261,000, chual de castilla *Chenopodium* sp. con 187,000, zacate salado *Leptochloa* spp. con 151,000, chual blanco *Chenopodium álbum* L. con 137,000, girasol silvestre *Helianthus annuus* L. con 33,000 y malva con una población de sólo 20,000 plantas por hectárea en promedio.

CUADRO 2. ESPECIES DE MALEZA PRESENTES EN EL MOMENTO DE LA PRIMERA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA DEL ALGODONERO PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Población por metro cuadrado								
	Quelite	Malva	Tomatillo	Chual morado	Chual Blanco	Verdolaga	Girasol	Zacate pinto	Chual castilla
1	84	1	0	44	6	63	1	39	3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	74	0	0	71	4	46	0	37	4
4	30	4	0	227	19	5	6	4	12
5	36	0	0	139	15	17	3	4	8
6	105	1	0	155	13	32	3	13	5
7	11	4	0	82	26	15	5	4	95
8	41	4	0	237	13	5	5	5	4
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	381	14	0	955	96	183	23	106	131
Media	54.4	2	0	136.4	13.7	26.1	3.3	15.1	18.7

Los resultados concernientes a las poblaciones de maleza presentes en el momento de la segunda aplicación, se presentan en el Cuadro 3; donde se registraron nueve especies en total,

sobresaliendo con infestaciones medias, el zacate salado y el quelite con poblaciones de 460,000 y 351,000 plantas por hectárea en promedio respectivamente. En segundo orden se encuentran las infestaciones leves de verdolaga con 207,000, chual morado con 101,000, chual blanco con 61,400, tomatillo con 14,200, chual de castilla con 11,400, zacate pinto con 4,300 y girasol silvestre con sólo 1,400 plantas por hectárea.

El Cuadro 4, presenta los resultados concernientes a las poblaciones de maleza presentes en el momento de la tercera aplicación; donde se registraron nueve especies en total, en el rango de infestaciones leves, sobresaliendo el zacate salado y el quelite con poblaciones de 217,000 y 138,000 plantas por hectárea en promedio respectivamente. Seguidas de verdolaga con 85,700, tomatillo con 48,600, chual morado con 22,900, malva con 10,000, zacate pinto con 8,500, girasol silvestre con 1,400 y chual de castilla con 1,400 plantas por hectárea en promedio.

CUADRO 3. ESPECIES DE MALEZA PRESENTES EN EL MOMENTO DE LA SEGUNDA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA DEL ALGODONERO PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Población por metro cuadrado								
	Quelite	Tomatillo	Chual morado	Chual Blanco	Verdolaga	Girasol	Zacate salado	Zacate pinto	Chual castilla
1	87	3	39	5	54	1	32	2	4
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	27	1	5	0	47	0	208	0	0
4	24	3	7	6	2	0	4	0	1
5	22	0	7	13	12	0	8	0	2
6	54	1	7	8	14	0	67	0	0
7	16	2	1	0	14	0	2	1	0
8	16	0	5	11	2	0	1	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	246	10	71	43	145	1	322	3	8
Media	35.1	1.42	10.1	6.14	20.7	0.14	46.0	0.43	1.14

CUADRO 4. ESPECIES DE MALEZA PRESENTES EN EL MOMENTO DE LA TERCERA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA DEL ALGODONERO PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Población por metro cuadrado									
	Quelite	Malva	Tomatillo	Chual morado	Chual Blanco	Verdolaga	Girasol	Zacate salado	Zacate pinto	Chual castilla
1	68	0	2	13	0	32	0	13	5	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	7	1	5	1	0	13	0	91	1	0
4	3	2	3	0	0	2	0	3	0	0
5	5	1	6	2	0	4	1	4	0	0
6	12	0	6	0	0	5	0	37	0	0
7	1	2	5	0	0	4	0	2	0	0
8	1	1	7	0	0	0	0	2	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	97	7	34	16	0	60	1	152	6	1
Media	13.8	1.0	4.86	2.29	0	8.57	0.14	21.7	0.85	0.14

En el Cuadro 5, se presentan los resultados del control de maleza como resultado de la primera aplicación de herbicidas en la postemergencia del cultivo del algodón; donde puede apreciarse

que en la evaluación realizada 7 días después de la aplicación de los tratamientos, se registra sólo un control regular del complejo de maleza con los tratamientos a base de Glyfos-Glyfos-Glyfos, Glyfos-Liberty-Glyfos, Liberty-Glyfos-Liberty y Liberty-Liberty-Liberty (80, 81.9, 85 y 88.1% respectivamente). En esta fecha de observación, sólo los tratamientos a base de mezclas de Liberty + Glyfos (600+1121 y 1200+2242 g i.a./ha), presentaron un 95 por ciento de control del complejo de maleza. Para la evaluación realizada 14 días después de la aplicación de los tratamientos, los resultados son similares; aunque los tratamientos a base de Liberty-Liberty-Liberty y Glyfos-Liberty-Glyfos, presentan un buen control del complejo de maleza (90.6%) y sólo los tratamientos con Glyfos-Glyfos-Glyfos y Liberty-Glyfos-Liberty presentan controles regulares en esta fecha de observación (85 y 83.8% respectivamente). Los resultados muestran que 21 días después de la aplicación de los tratamientos, sólo el tratamiento con Liberty-Glyfos-Liberty, continúa presentando un control regular; aunque el tratamiento con Liberty-Liberty-Liberty presentó una disminución de su control en esta fecha de observación (de 90.6 a 83.1%), el resto de los tratamientos a base de herbicidas presentan muy buen control del complejo de maleza (>97.5%).

CUADRO 5. PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZA COMO RESULTADO DE LA PRIMERA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA DEL ALGODONERO PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Control (%)			
	7	14	21	28 dda
1	0.0 f	0.0 e	0.0 d	0.0 c
2	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
3	80.0 e	85.0 d	97.5 b	97.5 b
4	88.1 c	90.6 c	83.1 c	96.9 b
5	85.0 d	83.8 d	82.5 c	97.5 b
6	81.9 e	90.6 c	97.5 b	97.5 b
7	95.0 b	97.5 b	97.5 b	100.0 a
8	95.0 b	97.5 b	97.5 b	100.0 a
9	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a

Dda= días después de aplicado C. V. = 1.84% 2.05% 0.50% 0.48%
DMS = 2.1517 2.4682 0.6046 0.6046

En la evaluación realizada 28 días después de la aplicación, se aprecia muy buen control del complejo de maleza para la mayoría de los tratamientos con herbicidas y excelente control para la mezcla con dosis duplicada. Lo anterior, indica que sólo las mezclas de Liberty y Glyfos, controlan eficientemente el complejo de maleza desde los siete días después de la primera aplicación; asimismo, que se requieren de cuando menos de 21 días para que se controlen eficientemente las poblaciones con la aplicación de Glyfos (tratamientos 3 y 6); además, son necesarios 28 días después de la aplicación, para controlar eficientemente la maleza con las aplicaciones de Liberty.

CUADRO 6. PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZA COMO RESULTADO DE LA SEGUNDA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

N° de Trat	Control (%)			
	7	14	21	28 dda
1	0	0	0	0
2	100	100	100	100
3	100	100	100	100
4	100	100	100	100
5	100	100	100	100
6	100	100	100	100
7	100	100	100	100
8	100	100	100	100
9	100	100	100	100

Los Cuadros 6 y 7, presentan los resultados del control del complejo de maleza como resultado de la segunda y tercera aplicación de los herbicidas; donde puede apreciarse en general, un control excelente del complejo de maleza con cualquiera de los tratamientos, a partir de los siete días después de aplicados los tratamientos. Lo cual, indica, que se requieren de sólo siete días para controlar excelentemente las poblaciones de maleza a partir de la segunda época de aplicación.

CUADRO 7. PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZA COMO RESULTADO DE LA TERCERA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

N° de Trat	Control (%)			
	7	14	21	28 dda
1	0	0	0	0
2	100	100	100	100
3	99.4	100	100	100
4	100	100	100	100
5	100	100	100	100
6	100	100	100	100
7	100	100	100	100
8	100	100	100	100
9	100	100	100	100

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones particulares en las que se realizó este estudio, se deducen las siguientes conclusiones:

En la primera aplicación, se registraron ocho especies, sobresaliendo con infestaciones severas, el chual morado con una población de 1'364,000 plantas por hectárea en promedio; seguida de las poblaciones de quelite, con 544,000 plantas por hectárea, verdolaga con 261,000, chual de castilla con 187,000, zacate salado 151,000, chual blanco 137,000, girasol silvestre 33,000 y malva con una población de sólo 20,000 plantas por hectárea en promedio.

En el momento de la segunda aplicación, se registraron nueve especies, sobresaliendo el zacate salado y el quelite con poblaciones de 460,000 y 351,000 plantas por hectárea; seguidas de verdolaga 207,000, chual morado 101,000, chual blanco 61,400, tomatillo 14,200, chual de castilla 11,400, zacate pinto 4,300 y girasol silvestre con 1,400 plantas por hectárea.

En la tercera aplicación se registraron nueve especies, sobresaliendo el zacate salado y el quelite con 217,000 y 138,000 plantas por hectárea en promedio; seguidas de verdolaga 85,700, tomatillo 48,600, chual morado 22,900, malva 10,000, zacate pinto 8,500, girasol silvestre 1,400 y chual de castilla 1,400 plantas por hectárea.

Sólo las mezclas de Liberty + Glyphos, controlan eficientemente el complejo de maleza desde los siete días después de la primera aplicación; asimismo, se requieren de cuando menos de 21 días para un control eficiente de maleza con Glyphos . Además, son necesarios 28 días para controlar eficientemente la maleza con las aplicaciones de Liberty.

Para la segunda y tercer aplicación, se requirieron de sólo siete días para controlar excelentemente las poblaciones de maleza.

LITERATURA CITADA

- Murakami, T., Anzai, H., Imai, S., Sathah, A., Nagaoka, K. and Thompson, C.J. 1986. The bialaphos biosynthetic genes of *Streptomyces hygroscopicus* : Molecular cloning and characterization of the gene cluster. *Molecular and General Genetics*, 205, 42-50. #A50613 .
- Rosales, R. E. Y Sánchez de la C. R. 2005. Control post-emergente de maleza en variedades de algodón tolerantes a glufosinato de amonio. *Memorias del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. Cd Victoria, Tamaulipas, México. (En anexo en letra I).
- Thompson, C.J., Movva Rao, N., Tizard, R., Cramer, R., Davies, J.E., Lauwereys, M., Botterman, J. 1987. Characterization of the herbicide resistance gene *bar* from *Streptomyces hygroscopicus*. *The EMBO Journal*, 6(9), 2519-2523. # A40266.

OBTENCIÓN DE CURVAS PARA ESTIMAR LA EXTRACCIÓN DE MACRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L. VAR. ALPHA) EN EL NORTE DE SINALOA, MÉXICO

¹Hilario Flores Gallardo, Ernesto Sifuentes Ibarra², Waldo Ojeda Bustamante³, Hugo Gómez Arroyo⁴, Jaime Macías Cervantes² y Héctor Flores Magdaleno¹. flores.hilario@colpos.mx. ¹Colegio de Postgraduados - Programa de Hidrociencias. Carretera México - Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56230. ²INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Valle del Fuerte. Km. 1609, Carretera México - Nogales, Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa, México. ³Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac No. 8535, Colonia Progreso, Jiutepec, Morelos, México. C.P. 62550. ⁴CONPAPA. Blvd. 10 de Mayo 228-3 Poniente, Fraccionamiento Las Fuentes, Los Mochis, Sinaloa, México. C.P. 81223.

Palabras clave: Nutrientes, muestreos vegetativos, producción.

RESUMEN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los mas caros por sus altos costos de producción, lo cual genera la necesidad de buscar nuevas alternativas y metodologías que optimicen su manejo cultural y agronómico para reducir los costos de producción conservando el ambiente. La presente investigación se realizo en el Campo Experimental del Valle del Fuerte del INIFAP "CEVAF-INIFAP" ubicado en el norte de Sinaloa, derivándose de la necesidad de buscar información clara y precisa para los productores de la región, los cuales puedan tomar decisiones mas apegadas a lo científico e integral con respecto al manejo de los recursos. Se realizaron muestreos vegetativos diarios de los diferentes órganos de la planta una vez que esta emergió para analizarse en laboratorio y obtener la extracción de los macronutrientes en los tejidos de los mismos, lo cual genero una extracción total de cada macronutriente y se obtuvieron unas curvas de gran aplicación para futuras referencias y sobretodo, para saber que cantidad de los elementos puede extraer la planta para fijar una producción deseada. Además, es importante conocer los requerimientos y extracción de los nutrientes del cultivo para evitar la alteración de algún otro y aplicar la mezcla mas adecuada de fertilizante asegurando así una calidad y cantidad de la producción esperada.

ABSTRACT

The potato crop (*Solanum tuberosum* L.), is one of the most expensive potato types because of its high costs and production. This takes us to look for new alternatives and methods that will optimize the production culturally and agriculturally in order to reduce the costs of production and at the same time conserving the environment. This research was carried out in an experimental field of valley of Fuerte that belongs to the INIFAP "CEVAF-INIFAP", which is located in the north of Sinaloa. This research was derived from the need of looking for more information that can be more understandable and precise for producers from the area, and therefore they can make decisions that can be more likely to the scientific and integral part of the management of the resources. A series of vegetative samples were performed daily from different organs of the plants when they were already grown up. Then, they were analyzed in a laboratory in order get the extraction of macronutrients from the tissues of the plants. This process generated a general extraction of each macronutrient and we were able to obtain plots that will be of great application for future references, but more importantly the plots will allow us to know the quantity of the elements that the plant can extract to set a desire production. Moreover, it is very important to know the requirements and the proper extraction of the nutrients of the crop in order to avoid an alteration of any other nutrients. Thus, the best fertilizer mixture can be applied to ensure a good quantity and quality of the expected production.

INTRODUCCIÓN

En México, el estado de Sinaloa es el principal productor de papa a nivel nacional a pesar de que no cuenta con una ubicación apta para la producción del cultivo debido a la constante variabilidad

climática e inadecuadas condiciones geográficas de latitud y longitud, llegando a establecerse alrededor de 14,000 ha⁻¹ anualmente durante el ciclo agrícola otoño-invierno tan solo en la parte norte del estado, representando el 22% de la superficie establecida de papa a nivel nacional (CONPAPA, 2003). Una de las principales características sobre este cultivo es que sus costos de producción son muy elevados debido a su manejo cultural y agronómico, oscilando entre los \$60,000.00 (SAGARPA, 2006) pero es importante mencionar que no se cuenta con semilla certificada la cual pueda asegurar a los productores una adaptación del genotipo a las condiciones de la región y por ende, tener una producción comercialmente deseada. Por tal motivo, es muy importante conocer los genotipos ya utilizados debido a que son importados de otros países como Estados Unidos y Canadá lo cual genera la necesidad de estudiarlos en la zona de interés aunque los productores aplican su criterio y experiencia dejando a un lado la parte científica, lo cual es consecuencia de que no existe material bibliográfico generado localmente, provocando cierta incertidumbre en la aplicación de los riegos y otros insumos agrícolas (Sifuentes y Ojeda, 2005). La utilización de literaturas foráneas sobre interpretación de análisis foliares solo presentan un numero reducido de valores de referencia y si el muestreo no corresponde con la etapa fenológica del cultivo que indica dicha literatura, la interpretación no es adecuada y el análisis foliar pierde valor como herramienta de diagnostico (Jones *et. al.*, 1991). Por lo tanto, es importante contar con estándares de referencia para todo el ciclo fenológico del cultivo para así interpretar correctamente los análisis foliares en función de las etapas en que se realizan los muestreos (Badillo *et. al.*, 2001). En la presente investigación se presentan resultados sobre las extracciones nutrimentales de N-P-K del cultivo de papa variedad alpha establecido en el norte de Sinaloa, lo cual se deriva para utilizarse en referencias futuras sobre demandas nutrimentales en investigaciones y producción comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizo durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2008-2009 en los terrenos del CEVAF-INIFAP los cuales tienen una textura Arcillosa, están ubicados en el norte de Sinaloa con unas coordenadas geográficas (25° 45' 49" N, 108° 48' 41" O y 32 msnm) estableciendo el cultivo de papa variedad alpha en una superficie de 2,500 m² con un sistema de riego por goteo, una profundidad de siembra de 15 cm, fecha de siembra del 31-octubre-2008, fecha de defoliación del 09-febrero-2009 y una fecha de cosecha del 27-febrero-2009. Antes de establecer el cultivo se realizo un análisis de suelo para conocer el estado de los nutrientes en el mismo y saber la cantidad de elementos que se utilizarían de acuerdo a los requerimientos del cultivo con respecto a la producción esperada (Mendoza, 1998).

Cuadro 1. Demanda de N-P-K para diferentes niveles de producción del cultivo de papa en el norte de Sinaloa, México (Mendoza, 1998).

Producción de tubérculo (ton/ha)	Demanda de Nitrógeno (kg/ha)	Demanda de fósforo (kg/ha)	Demanda de potasio (kg/ha)
25	125	17	215
30	150	20	258
35	175	24	301
40	200	27	344
45	225	31	387

Para la realización de los muestreos vegetativos de los diferentes órganos de la planta fue muy importante conocer la fenología del cultivo (Jefferies and Lawson, 1991) así como sus dos sistemas (parte aérea y subterránea de la planta) para tener un mejor manejo de las muestras (Flores, 2007), estas ultimas características se presentan en la **Figura 1**. Para obtener el rendimiento se realizaron muestreos en cada 4 m² de los 2,500 m² totales donde se estableció el experimento.

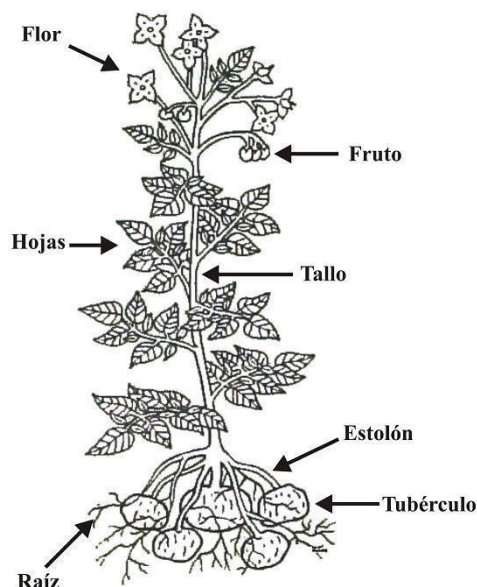


Figura 1. Diferentes órganos que conforman el sistema aéreo y subterráneo de la planta de papa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron muestreos vegetativos de los diferentes órganos de la planta de papa los cuales implican los dos sistemas, dichos muestreos se realizaron diariamente implicando el cálculo de la extracción diaria y total de la planta (muestreos destructivos) obtenidos mediante análisis minuciosos de laboratorio. En la **Figura 2 y 3** se puede observar la extracción diaria y total de N-P-K, respectivamente.

Extracción de nutrientes diaria con respecto a DDS

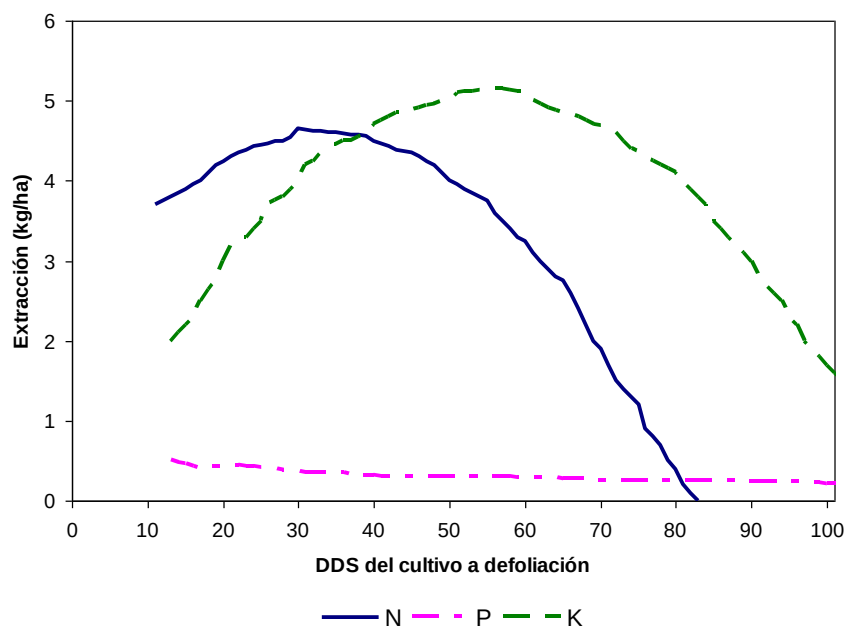
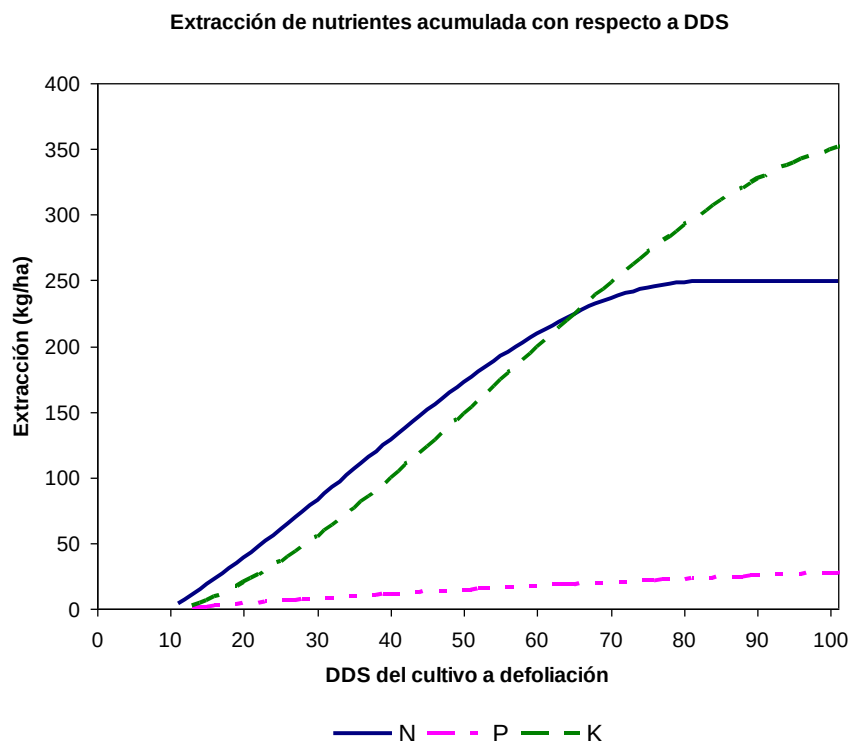


Figura 2. Extracción de N-P-K diaria del cultivo de papa variedad alpha.**Figura 3.** Extracción total de N-P-K del cultivo de papa variedad alpha.

Como se puede observar en las dos graficas anteriores, el fósforo (P) no es tan demandado por la planta pero es importante señalar que es igual de importante que los otros dos elementos (N y K) debido a que impacta en la calidad de los tubérculos. La baja demanda del fósforo se debe a que no es un elemento muy dinámico a comparación de los otros dos elementos en el suelo y su aplicación depende de los siguientes factores (Alvarado *et. al.*, 2009): 1: Cantidad de fósforo total y orgánico los cuales determinan la disponibilidad (por esta razón es muy importante un análisis previo de suelo) y 2: La cantidad de fósforo disponible que aumenta con los años del terreno. En el **Cuadro 2** se muestran los valores máximos de la extracción de nutrientes diaria y acumulada. Con estas extracciones de macronutrientes se obtuvieron 30.92 ton/ha en promedio.

Cuadro 2. Valores máximos de extracción diaria y acumulada de nutrientes.

Nutriente	Extracción diaria (kg/ha)	Extracción acumulada (kg/ha)
N	4.65	245
P	0.50	28
K	5.20	352

CONCLUSIONES

Los datos mostrados por Mendoza (1998) son un tanto similares a los obtenidos en esta investigación, por lo cual es muy importante realizar estudios similares en otras variedades del cultivo observar el comportamiento de la extracción y requerimientos nutrimentales obteniendo una referencia mas precisa a las condiciones de suelos predominantes de la región de interés. Los datos muestran una panorámica de los requerimientos nutrimentales del cultivo en donde se puede

tener una base mas sólida para obtener y elegir la mezcla mas adecuada de fertilizante evitando así la elevación de los costos de producción.

Agradecimientos

Se agradece al CEVAF-INIFAP por las facilidades brindadas para la realización del presente experimento en sus terrenos así como al personal de campo involucrado en la realización del mismo.

LITERATURA CITADA

- Alvarado, A., Iturriaga, I., Smyth, J. T., Ureña, J. M. y Portuguesez, E. 2009. Efecto de la fertilización con fósforo sobre el rendimiento y la absorción de nutrientes de la papa en un andisol de Juan Viñas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 33(1): 45-61.
- Badillo, T. V., Castellanos, J., Sánchez, G. P., Galvis, S. A., Álvarez, S. E., Uvalle, B. J. X., González, E. D. y Enríquez, R. S. A. 2001. Niveles de referencia de nitrógeno en tejido vegetal de papa var. Alpha. *Agrociencia* 35: 615-623.
- CONPAPA, 2003. Importancia de la cadena productiva de papa. Confederación Nacional de Productores de Papa de la República Mexicana. México, DF. 3 pp.
- Flores, G. H. 2007. Validación de un modelo basado en el concepto grados día (°D) para el pronóstico del riego en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el norte de Sinaloa. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Sinaloa "UAS" - Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte "ESAVF", Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa. 115 pp.
- Jefferies, R. A. & Lawson, H. M. 1991. A key for the stages of development of potato (*Solanum tuberosum*). Scottish Crop Research Institute, Invergowrie, Dundee, United Kingdom. *Ann. Appl. Biol.* 119: 387-389.
- Jones Jr. J., Wolf, B. and Mills, H. A. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro Macro Pub. Athens. Pp. 39-187.
- Mendoza, R. J. L. 1998. Nutrición del cultivo de papa en el norte de Sinaloa. Folleto INIFAP-CIRNO-CEVAF 13: 18 pp.
- SAGARPA, 2006. Comportamiento del mercado de papa en México. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural. México, DF. Pp. 1-3.
- Sifuentes, I. E. y Ojeda, B. W. 2005. Métodos de conservación del agua en riego superficial (Una alternativa para incrementar la eficiencia en el uso del agua). En memorias del XIII Congreso Nacional de Irrigación (Mesa 4: Innovaciones tecnológicas, de información y servicios de Internet). Acapulco, Guerrero, México.

ESTUDIO DE FECHAS DE SIEMBRA PARA PRODUCCIÓN DE AJO JASPEADO (*Allium sativum* L.) EN EL DISTRITO DE RIEGO DE SAHUARIPA, EN LA SIERRA DE SONORA

Patricio Valenzuela Cornejo¹, Manuel Chávez Cajigas², Erasmo Valenzuela Cornejo², Alfonso Álvarez Aviles¹, Jesús López-Elías¹, Marco A. Huez López¹, Manuel A. Valenzuela Irigoyen³.
¹Universidad de Sonora; ² INIFAP, ³Estudiante DAG, UNI-SON. Luis y Encinas y Rosales s/n Col. Centro, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora. paval02@prodigy.net.mx

Palabras clave: peso de bulbo, rendimiento estimado, calidad de ajo.

RESUMEN

En la sierra de Sonora algunos productores inician sus siembras a principios de septiembre, otros en octubre, noviembre o incluso en diciembre. En este estudio se establecieron ocho fechas de siembra. El objetivo fue determinar en cual fecha se obtiene mayor rendimiento y calidad. Los rendimientos y porcentaje de bulbos grandes de las siembras del 8 y 15 de septiembre estadísticamente fueron superiores, seguidos del 30 de septiembre y 15 de octubre. En las siembras del 30 de octubre y 15 de noviembre disminuyó significativamente el rendimiento estimado por hectárea y el porcentaje de bulbos grandes. En las siembras del 30 de noviembre y 15 de diciembre la caída del rendimiento resultó prácticamente exponencial así como la cantidad de bulbos chicos fue muy alta (91 a 100%), por lo cual se consideran inapropiadas para sembrar ajo en esta región. En este estudio las mejores fechas de siembra fueron del 8 de septiembre al 15 de octubre, con mayor cosecha y calidad y, mejores oportunidades de mercado entre más temprano se siembre.

ABSTRACT

In the low highland region of Sonora, some growers begin garlic sowing from early September until December. In this study eight planting dates were evaluated. The objective was to select the best date to obtain better yield and quality. There were significant differences between treatments. The best date to obtain better yield, quality and opportunities for marketing were from September 8 to October 15. The planting dates October 30 and November 15 bulb weights percentage, yield, and garlic size significantly decreased; while the dates November 30 and December 15 were too much reduced yield, and garlic size, resulting inappropriates to plant garlic in these dates in this area.

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) se considera originario de Europa y Asia, pero se cultiva ampliamente en países tropicales y templados (Buwalda, 1986, citado por Castellanos *et. al.*, 2006). Alrededor de 80 países son productores de ajo en el mundo y es una de las 20 hortalizas de mayor importancia; de acuerdo con la FAO en 2004, el ajo ocupa el decimocuarto lugar de las hortalizas producidas a nivel mundial, con una producción de 14.5 millones de toneladas (Trejo, 2006).

México tiene poca relevancia en la producción mundial de ajo, ya que China produce alrededor del 75% y el 25% restante es producido por varios países, donde sobresalen Estados Unidos, La India y Corea; sin embargo, México aparece entre los principales exportadores de ajo, aunque con baja participación con respecto a las ventas mundiales (Robles *et. al.*, 2006). México se ubica en el lugar 22 con una superficie variable de 6,000 a 10,000 ha, aportando poco mas del 0.4% de la producción mundial. Zacatecas, Guanajuato, Aguascalientes, Baja California, Puebla y Sonora son los estados productores de mayor importancia en el país (Trejo, 2006).

China domina las exportaciones de ajo, con una supremacía creciente de 52% en 2000 a un 77% del total de las exportaciones mundiales para el 2004; le siguen Argentina, España, Estados Unidos, México y Malasia; según datos de FAO, México y Estados Unidos presentan porcentajes relativamente similares en cuanto a su participación en las ventas mundiales de ajo (Robles *et. al.*, 2006).

Por otra parte, los rendimientos son variables en los diferentes países; de Estados Unidos se menciona un promedio de 18.16 t ha^{-1} de 1994 a 1998; China 14.25 t ha^{-1} ; Corea del Sur 18.6 t ha^{-1} ; España 10.46 ; India 4.24 t ha^{-1} ; el promedio mundial en ese período fue de 10.8 t ha^{-1} (Claridades Agropecuarias, 2008, www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/068/ca068.pdf). En Argentina obtienen rendimientos de 12 t ha^{-1} de ajo seco y limpio en los productores de primera línea, con 85% exportable (Burba, 2006). En México los rendimientos andan por debajo del promedio mundial señalado anteriormente, por ejemplo en Guanajuato considerado el primer productor en el ámbito comercial señalan 8.0 t ha^{-1} , pero hasta 42 t ha^{-1} experimentalmente (Heredia, 1992, citado por Castellanos *et. al.*, 2006). En Sonora los rendimientos también son bajos, los promedios oscilan entre 7.0 y 8.0 t ha^{-1} .

Burba (2006) menciona que los factores que comprometen la calidad del producto son: la calidad de la "semilla", la oportunidad de plantación, riego y fertilización, manejo sanitario, la oportunidad y modo de cosecha, acondicionamiento, limpieza y ambiente de conservación. Castellanos *et. al.* (2006) indican que el bajo potencial de rendimiento del ajo está asociado con ataque de enfermedades e inadecuado manejo de la nutrición y el agua.

En Sonora se tienen problemas de competitividad en la cadena productiva de ajo, de manera que en los últimos años ha habido una tendencia a reducción de la superficie sembrada de este cultivo. Entre los principales problemas que agravan la situación tenemos: falta de variedades con calidad de exportación, altos costos de producción, dificultades en la comercialización y bajos rendimientos; estos últimos ocasionados principalmente por siembras en fechas inadecuadas, baja densidad de plantas por hectárea, mal manejo de la fertilización y agua de riego, etc. (Valenzuela *et. al.*, 2008). Ante esta problemática se planteó el proyecto de investigación que se está desarrollando en tres localidades de la sierra Sonorense, encaminado a mejorar la competitividad de la cadena productiva del producto ajo en Sonora. En esta ocasión se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de ocho fechas de siembra establecidas en la sierra baja del río Sahuaripa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se realizó con un agricultor cooperante, en el predio el "Pilar" en Bacanora. Ubicado en el Distrito de Riego de Sahuaripa, en la sierra de Sonora. La primera siembra se hizo el 8 de septiembre de 2008, en surcos a 0.8 m de ancho; se sembraron tres hileras por surco, la separación fue de 15 cm entre hileras y de 7 cm entre plantas; se utilizó ajo jaspeado variedad "Tacatzcuaro". El diseño experimental fue bloques al azar, la parcela experimental consistió de un surco de veinte metros de longitud, la parcela útil fue de un metro, con cuatro repeticiones por tratamiento, en total fueron ocho fechas de siembra. Se utilizó sistema de riego por goteo, se colocó una cinta por cama, las cintas presentaban tres goteros por metro. Los riegos y fertilizantes, fueron suministrados por el agricultor, de acuerdo a las recomendaciones para la región. Para control de malezas se aplicó el herbicida: oxifluorfen ($\text{goal } 1 \text{ L ha}^{-1}$) después de la siembra, pero preemergente al cultivo y maleza; se hicieron dos aplicaciones mas del mismo herbicida a intervalos aproximados de 45 días, además de una escarda manual. Con enfermedades no hubo problemas. Hubo presencia de trips pero no se aplicaron medidas de control ya que las poblaciones fueron bajas. Las variables evaluadas fueron: peso de bulbos por calibre, peso de bulbo, rendimiento por hectárea, porcentaje de rendimiento por calibre, los calibres con su diámetro de bulbo en milímetros se enlistan a continuación: extra flor 38 mm , gigante 44 , extra gigante 51 , jumbo 57 , super jumbo 63 , colosal 70 y super colosal mayor de 70 milímetros .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable peso de bulbos por calibre se encontraron diferencias significativas entre las fechas de siembra y entre calibres (véase el cuadro 1). Las fechas del 8 de septiembre al 15 de octubre presentaron la mayor producción jumbo y superjumbo, un poco de colosal y extragigante y menor cantidad de supercolosal y gigante, lo cual es aceptable. En las fechas del 30 de octubre y 15 de noviembre ya se observó un decaimiento en los calibres ya que tuvieron la mayor parte de la producción de jumbo hacia abajo (jumbo, extra gigante y gigante); mientras que las fechas del 30

de noviembre y 15 de diciembre tuvieron la mayor parte de la producción en los calibres extra gigante, gigante y extra flor, que son los calibres mas chicos (ver cuadro 1). Se estimó el peso promedio de bulbo, este fue aceptable y, los mayores pesos se obtuvieron del 15 de septiembre al 15 de octubre; las siembras del 8 de septiembre, 30 de octubre y 15 de noviembre su peso de bulbo fue intermedio; mientras que el 30 de noviembre y 15 de diciembre el peso de bulbo decreció mas del 50%, prácticamente no comerciales (Cuadro 1). En el mismo cuadro se puede ver el número de bulbos cosechados por tratamiento (NB) con mayor cantidad en la fecha del 8 de septiembre y menor cantidad en el resto de las fechas de siembra.

Cuadro 1. Peso (g) de bulbos por calibre, peso de bulbo (g) y número de bulbos (N.B.), obtenido de las fechas de siembra de ajo jaspeado evaluadas en el ciclo 2008-09, Bacanora, Son.

F. siembra	Extra flor	Gigante	Extra gigante	Jumbo	Super jumbo	Colosal	Super Colosal	PB(g)	N.B Total
1. 8/09/09	0.0 b	8.3 c	13.85 bc	48.6 a	20.15 ab	9.0 7 bc	0.0 a	31.7	38
2. 15/09/09	0.0 b	3.8 c	12.1 bc	39.15 a	23.07 a	18.1 ab	3.75 a	38.4	31.25
3. 30/09/09	0.0 b	4.15 c	11.27 c	35.82 ab	23.97 a	24.8 a	0.0 a	39.2	24.25
4. 15/10/09	0.0 b	4.92 c	10.3 c	50.7 a	24.7 a	7.0 bc	2.32 a	39.9	23.5
5. 30/10/09	0.0 b	6.87 c	41.0 a	40.3 a	11.87 ab	0.0 c	0.0 a	32.6	22.75
6. 15/11/09	0.0 b	9.65 c	23.32 ab	53.97 a	13.03 ab	0.0 c	0.0 a	31.6	20.5
7. 30/11/09	2.7 b	52.9 b	34.95 ab	9.37bc	0.0 b	0.0 c	0.0 a	15.7	13
8. 15/11/09	14.2 a	72.2 a	10.6 c	0.0 c	0.0 b	0.0 c	0.0 a	9.19	20.5
C.V.	66.3	40.9	49.48	34.17	60.1	78.3	419.5		

Con base en las muestras se estimó el rendimiento por calibre por hectárea y el rendimiento total (cuadro 2); las fechas del 8 y 15 de septiembre estadísticamente tuvieron mayor rendimiento, seguidas del 30 de septiembre y 15 de octubre; el 30 de octubre y 15 de noviembre fueron estadísticamente iguales, pero con menor producción que las primeras tres fechas; además, no presentaron cosecha en los bulbos más grandes. Finalmente, las fechas del 30 de noviembre y 15 de diciembre tuvieron una fuerte caída en el rendimiento y la mayor parte con bulbos chicos (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento (kg/ha) por calibre, obtenido de las fechas de siembra de ajo jaspeado evaluadas en el ciclo 2008-09, Bacanora, Son.

F. siembra	Extra flor	Gigante	Extra Gigante	Jumbo	Super jumbo	Colosa	Super colosal	Total Kg/ha
1. 8/09/09	0.0 b	1258.8 ab	2053.5 ab	7261.3 a	3066.3 a	1391.9 ab	0.0 a	15031.6 a
2. 15/09/09	0.0 b	573.8 b	1808.2 ab	5861.3 ab	3446.9 a	2723.5 a	548.4 a	14962.8 a
3. 30/09/09	0.0 b	483.1 b	1303.8 b	4268.8 b	2916.3 a	2871.6 a	0.0 a	11843.1 b
4. 15/10/09	0.0 b	577.9 b	1189.4 b	5910.0 ab	2880.0 a	801.3 b	267.2 a	11625.6 bc
5. 30/10/09	0.0 b	627.2 b	3874.7 a	3632.5 b	1007.9 ab	0.0 b	0.0 a	9142.2 cd
6. 15/11/09	0.0 b	764.7 b	1897.5 ab	4370.0 b	1049.4 ab	0.0 b	0.0 a	8081.6 d
7. 30/11/09	64.38 b	1415.7 ab	907.5 b	229.4 c	0.0 b	0.0 b	0.0 a	2616.9 e
8. 15/11/09	390.35 a	2105.7 a	247.2 b	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 a	2743.1 e
C.V.	83.17	49.67	57.37	29.20	62.55	75.75	431.06	11.66

La producción en porcentaje por calibre se muestra en el cuadro 3, Las fechas del 8 de septiembre al 15 de octubre presentaron entre el 78 y 85% de producción en calibres grandes: jumbo,

superrumbo y colosal, lo cual es bueno. En las fechas del 30 de octubre y 15 de noviembre ya se observa un decaimiento en los calibres ya que tuvieron respectivamente el 88 y 87% de la producción de jumbo hacia abajo (jumbo, extragigante y gigante); mientras que las fechas del 30 de noviembre y 15 de diciembre tuvieron la mayor parte de la producción (91 y 100%) en los calibres extragigante, gigante y extraflor, que son los calibres más chicos Cuadro 3.

Cuadro 3. Porcentaje de producción por calibre, obtenido de las fechas de siembra de ajo jaspeado evaluadas en el ciclo 2008-09, Bacanora, Son.

F. siembra	Extra Flor	Gigante	Extra gigante	Jumbo	Super jumbo	Colosal	Super colosal	Total
1. 8/09/09	0	8	14	49	20	9	0	100
2. 15/09/09	0	4	12	39	23	18	4	100
3. 30/09/09	0	4	11	36	24	25	0	100
4. 15/10/09	0	5	10	51	25	7	2	100
5. 30/10/09	0	7	41	40	12	0	0	100
6. 15/11/09	0	10	23	54	13	0	0	100
7. 30/11/09	3	53	35	9	0	0	0	100
8. 15/11/09	14	75	11	0	0	0	0	100

De acuerdo con estos resultados los mejores rendimientos se obtuvieron el 8 y 15 de septiembre, seguido del 30 de septiembre y 15 de octubre; el rendimiento se puede atribuir al peso y al número de bulbos cosechados. La fecha del 15 de septiembre fue la que ligeramente tuvo mayor rendimiento; ésta no tuvo el mayor peso de bulbo, pero si presentó mayor cantidad de bulbos cosechados lo que se considera contribuyó a que tuviera mayor rendimiento. Es importante considerar que en la siembra del 15 de septiembre se obtuvo un bulbo mas chico y a nivel campo también se observó menor vigor (grosor del tallo) de la planta que en las siembras del 15 de septiembre al 15 de octubre, pero también se observó que la siembra del 8 de septiembre fue entre 10 y 15 días más precoz que las otras fechas.

Es importante que en futuras investigaciones se pusieran fechas de siembra mas tempranas que el 8 de septiembre para confirmar si ya empieza a decrecer el tamaño del bulbo y ver que tanta precocidad se puede lograr, para poder establecer la fecha de siembra más temprana que combine buena producción y buena venta en el mercado, ya que es muy importante salir temprano debido a que en los últimos dos años se han tenido problemas muy fuertes para comercializar el ajo.

En las siembras del 30 de octubre y 15 de noviembre como ya se mencionó disminuyó significativamente el rendimiento y la mayor parte de la producción fue calibre jumbo hacia abajo (chicos). En las siembras del 30 de noviembre al 15 de diciembre la caída del rendimiento fue dramática así como la cantidad de bulbos chicos fue muy alta (91 a 100%), por lo cual se consideran inapropiadas para sembrar ajo en esta región.

CONCLUSIONES

Las mejores fechas de siembra fueron del 8 de septiembre al 15 de octubre. Dentro de ellas las siembras mas tempranas tienen mayor posibilidad de salir primero y tener mejor comercialización. Las fechas del 30 de octubre y 15 de noviembre presentaron significativamente menor rendimiento y mayor cantidad de bulbos chicos, la cosecha fue más tardía.

Las siembras del 30 de noviembre y 15 de diciembre la caída del rendimiento resultó muy fuerte así como la cantidad de bulbos chicos fue muy alta (91 a 100%), por lo cual se consideran inapropiadas para sembrar ajo en esta región.

Es importante evaluar fechas de siembra desde principios de septiembre o más tempranas buscando un equilibrio que combine buena producción y buena ventana de mercado.

LITERATURA CITADA

Burba, J.L. 2006. Panorama Sobre la Producción y Comercialización de Ajo en la Argentina. En II Foro Nacional del Ajo, Memorias. Gobierno de Zacatecas; INIFAP, Fundación Produce,

- Zacatecas; SAGARPA; FIRA; Consejo estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A.C. Zacatecas, Zac., México. p. 1-6.
- Burba, J.L. 2006. Manejo Poscosecha y Sistema Multimodal de Empaque de Ajo. En II Foro Nacional del Ajo, Memorias. Gobierno de Zacatecas; INIFAP, Fundación Produce, Zacatecas; SAGARPA; FIRA; Consejo estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A.C. Zacatecas, Zac., México. p. 14-34.
- Castellanos, R.J.Z.; J.L. Ojodeagua A.; F.S. Méndez G. y P. Vargas T. 2006. Estudios sobre la fertilización del ajo morado en Guanajuato. En II Foro Nacional del Ajo, Memorias. Gobierno de Zacatecas; INIFAP, Fundación Produce, Zacatecas; SAGARPA; FIRA; Consejo estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A.C. Zacatecas, Zac., México. p. 7-13.
- Robles, P.J.; R.A. Armenta C. y E. Valenzuela C. 2006. México en el Contexto Global de Producción de Ajo. En memorias, Seminario Técnico: Tecnología para la Producción de ajo en la Sierra de Sonora. Universidad de Sonora, INIFAP, Municipio de Arizpe, Fundación Produce Sonora. p. 7-14.
- Trejo, P.P. 2006. Presentación, II Foro Nacional del Ajo, Memorias. Gobierno de Zacatecas; INIFAP, Fundación Produce, Zacatecas; SAGARPA; FIRA; Consejo estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A.C. Zacatecas, Zac., México. P. v.
- Valenzuela, C., P., M. Chávez C., E. Valenzuela C., A. Alvarez A, J. López E. y M.A. Huez L. 2008. Evaluación de fechas de siembra de ajo jaspeado (*Allium sativum* L.) cultivar inifap, en la sierra baja del río Sonora. En XI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas, Memorias. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Mexicali, Baja California. p. 390-394.

*Los autores expresan su agradecimiento a Fundación Produce Sonora por el apoyo para la realización de este proyecto.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE RIEGO EN HUERTAS DE NOGAL EN LA COSTA DE HERMOSILLO

Benjamín Valdez Gascón¹, Luis J. Durón Noriega¹, José E. Ortiz Enríquez¹, Ramón Sesma León¹, Uriel B. Valdez Nevarez¹ y Sergio Payan Ochoa¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Carr. A Bahía de Kino Km. 12.6. Hermosillo, Sonora. México. valdez.benjamin@inifap.gob.mx.

Palabras clave: Aprovechamiento del agua, riego por goteo, frutales, evapotranspiración.

RESUMEN

Mediante el proceso de transferencia de tecnología (TT) contemplado en el INIFAP, se busca llevar hasta el productor de nogal tecnología de riego que propicia incrementos en el aprovechamiento del agua en el orden del 30%, comparado con los manejos convencionales de la región. La tecnología consiste en la programación del riego con base en demandas reales de agua del cultivo, considerando la evapotranspiración potencial (ET_p), registrada en estaciones climáticas automatizadas de la región y los coeficientes de cultivo (K_c) determinados experimentalmente. La programación del riego en el ciclo del cultivo se ajusta con lecturas de humedad en centibars (cb), que registran en el suelo sensores de resistencia eléctrica estratégicamente distribuidos en la huerta. En el ciclo 2007-08, se inició la transferencia en tres campos agrícolas de productores cooperantes, sumando una superficie de 104 ha, para el siguiente ciclo, la superficie se incremento hasta 964 ha. Los ahorros de agua obtenidos en el primer año con la aplicación de la tecnología fueron de 509 millares de m³, mientras que para el segundo ciclo el ahorro fue de 2,237 millares de m³, entre huertas jóvenes y adultas. Los rendimientos obtenidos en el primer ciclo alcanzaron hasta 3.5 ton/ha, con nuez de buena calidad. Para el segundo ciclo el rendimiento bajó por la condición alternante de las huertas obteniéndose en promedio 1.9 ton/ha, con nuez de buena calidad. También se realizaron acciones de capacitación a los técnicos, mayordomos y regadores en cada una de las huertas.

ABSTRACT

Through the process of technology transfer (TT) referred to in INIFAP, it seeks to bring to the producer of pecans, irrigation technology that facilitates increases in water use in the order of 30% compared with conventional management of the region. The technology consists of irrigation scheduling based on real demands of crop water, considering the potential evapotranspiration (ET_p), automated weather station recorded in the region and the crop coefficients (K_c) determined experimentally. The scheduling of irrigation on the crop cycle is adjusted centibars moisture readings (cb), who recorded in soil electrical resistance sensors strategically distributed in the orchard. In the cycle 2007-08, the transfer will start on three farm fields of cooperating producers, covering an area of 104 ha, during the next cycle the surface will increase to 964 ha. The water savings achieved in the first year with the implementation of the technology were of 509 thousand m³, while for the second cycle was 2,237 saving thousands of m³, between young and adult fields. Yields obtained in the first cycle reached up to 3.5 ton/ha, with good quality nut. For the second cycle decreased performance by the condition of the orchards alternating thus obtaining an average 1.9 ton/ha, with good quality nut. Actions were also training for technicians, field managers and irrigators in each of the orchards.

INTRODUCCIÓN

La tecnología de riego generada en el CECH-CIRNO en el cultivo de nogal, propicia incrementos en el aprovechamiento del agua, comparada con los manejos convencionales de la región. Mediante el proceso de transferencia de tecnología (TT) contemplado en el INIFAP, se busca llevar hasta el productor de nogal esta tecnología de riego, considerando la problemática de la constante disminución de las fuentes de agua en la región. En el estado de Sonora existen cerca de 10,000 ha plantadas con nogal, de las cuales más del 90% tiene sistemas de riego presurizado. Las huertas adultas, que suman unas 5,000 ha se irrigan con el sistema de riego por goteo, dominando la modalidad de goteo enterrado. Esta opción de riego fue adoptada en parte por

experiencias de otras regiones nogaleras del país, al respecto, Zoldoske (2004), señala que el manejo del riego con manguera de goteo enterrada, se está convirtiendo en la opción preferida en los huertos por varias razones, entre ellas: ausencia de evaporación superficial y crecimiento de malas hierbas, reducción de vandalismo y daños al sistema, menores costos por trabajo, productos químicos y uso del agua. El problema principal es la intrusión de raíces, sin embargo las nuevas estrategias disponibles hacen del goteo enterrado una alternativa viable. En este sentido Burt, et.al. (1999), mencionan que con goteo enterrado prácticamente todas las operaciones de fumigación, poda y cosecha pueden llevarse a cabo sin tener que limitarse a la aplicación del riego, cuidado especial debe tenerse en la selección de la filtración, intrusión de raíces, daño por roedores, y la colocación de manguera. Valdez y Durón (2004) y Hanson, et.al.(2004) citan que la base del éxito en el manejo de los sistemas de riego por goteo, está en una programación eficiente del riego durante todo el ciclo del cultivo. La programación del riego consiste en determinar cuándo y cuánto regar el cultivo. En el **cuándo regar** se deben considerar intervalos tales, que la producción del cultivo no sea adversamente afectada por insuficiente humedad del suelo, por ello independientemente del método de riego, se debe realizar la medición o monitoreo de la humedad en el perfil de desarrollo de raíces para asegurar el éxito de un programa de riego. En el nogal cuando se quiere calidad de la nuez, el contenido de agua en el suelo tiene más efecto que cualquier otro factor del medio. El estrés hídrico afecta el tamaño y llenado de la nuez, también afecta el crecimiento del brote y la hoja. Una adecuada humedad del suelo es importante para la brotación, para estimular crecimientos vigorosos, es importante desde la floración hasta el endurecimiento de la cascara para el tamaño de la nuez y durante el llenado de la nuez para optimizar el porcentaje de almendra (Wells y Harrison, 2007). Para el **cuánto regar**, se considera que el agua es indispensable para el crecimiento de las plantas, sin embargo la máxima producción se obtiene solo si se aplica la cantidad adecuada de agua en los tiempos correctos. Demasiada agua reduce la producción e incrementa las pérdidas, mientras que poca agua también reduce la producción. Ambos pueden reducir los beneficios, por ello es importante conocer la respuesta de la planta al agua para una buena programación del riego.

En la región de la Costa de Hermosillo se estima que las huertas de nogal son irrigadas con volúmenes anuales promedio de 18,000 m³/ha los cuales se consideran muy altos. La aplicación de estos volúmenes de agua, es principalmente por el desconocimiento en el manejo adecuado de los sistemas de riego y el efecto sobre la producción y calidad de la nuez con la aplicación de menores volúmenes de agua. La problemática anterior condujo al INIFAP en coordinación con la Asociación de Usuarios del DR 051, el apoyo económico de la Fundación Produce Sonora y la aportación directa de los productores, a transferir tecnología de riego en campos agrícolas con huertas de nogal.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue incrementar el aprovechamiento del agua en huertas de nogal en al menos un 25%, respecto al manejo convencional del productor.

MATERIALES Y MÉTODOS

La tecnología transferida consistió en establecer en diferentes campos agrícolas con huertas de nogal una programación del riego con base en demandas reales de agua del cultivo, considerando la evapotranspiración potencial (ET_p), registrada en estaciones climáticas automatizadas de la región y los coeficientes de cultivo (K_c) determinados experimentalmente. La programación del riego en el ciclo del cultivo se ajustó con lecturas de humedad en centibars (cb), que registraban en el suelo los sensores de resistencia eléctrica ó tensiómetros. La tecnología inició con el riego para la formación de bulbo de humedad a mediados de marzo, antes del inicio de la brotación, dándose riegos frecuentes hasta la cosecha y posteriormente riegos de mantenimiento en poscosecha.

Se evitó en lo posible provocar abatimientos de la humedad en el suelo por debajo de límites que afectaran el rendimiento de las huertas, atendiendo la regla básica de que la transpiración es el principal componente de la evapotranspiración de los cultivos (ET_c), y esta es afectada principalmente por los cambios en el contenido de humedad del suelo (Hanson, et.al. 2004).

Esta regla básica es muy importante conocerla para su aplicación en regiones de baja disponibilidad de agua, donde los cultivos como el nogal pasan por etapas no críticas de demanda de agua como es el caso de la etapa de poscosecha (mediados de octubre hasta mediados de marzo), donde el consumo de agua disminuye considerablemente y resulta innecesario mantener altos niveles de humedad en el suelo. Las reducciones en la aplicación del agua en estas etapas permiten ahorros significativos en los volúmenes disponibles.

Investigaciones locales sobre manejo del agua en nogal, han mostrado que aplicando agua con suficiencia en sistemas de riego con goteo enterrado, el comportamiento de la humedad en el suelo presenta niveles por debajo de los 30 cb en etapas críticas de desarrollo de la nuez (figura 1), favoreciéndose la calidad de la nuez, incrementando el porcentaje de almendra y reduciendo la germinación, pero no incrementa el rendimiento respecto a otros niveles más bajos de humedad registrados con sistemas de aspersión (Valdez et.al., 2005a).

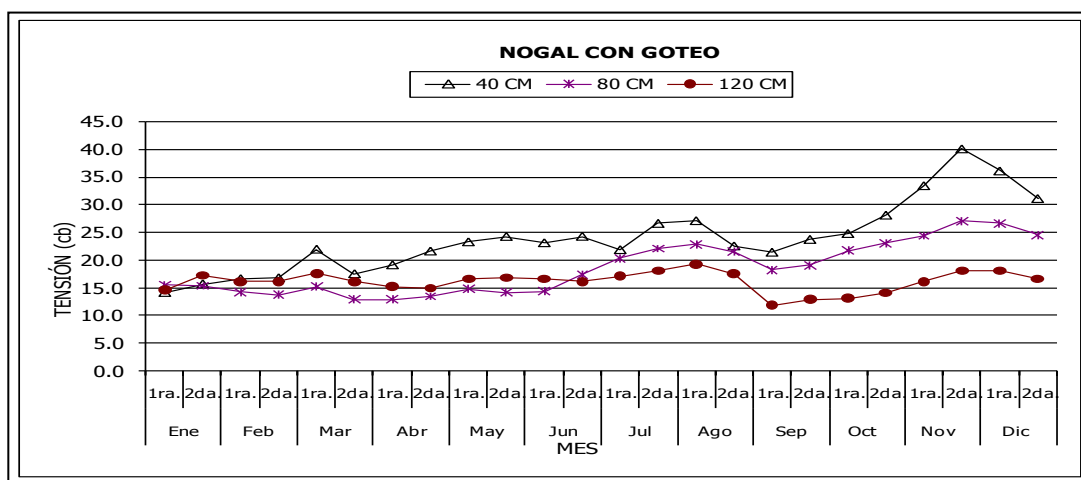


Figura 1. Comportamiento de la humedad del suelo en tres profundidades con riego por goteo enterrado en nogal.

Con estas bases se procedió a identificar campos dispuestos a implementar los programas de riego y dispuestos también a adquirir la infraestructura en equipo para monitoreo de la humedad en el suelo, la cual básicamente consiste del establecimiento de estaciones de monitoreo en número aproximado de una cada 10 ha. Cada estación de monitoreo consta de tres sensores de humedad del suelo del tipo "Watermark" modelo 200SS, los cuales se entierran a profundidades de 40 cm, 80 cm y 120 cm. Las estaciones fueron establecidas dentro de la zona de mayor consumo de humedad del árbol. Además se contó con un medidor digital de la misma marca por cada huerta para realizar las lecturas de las diferentes estaciones de monitoreo. La siguiente figura muestra el establecimiento de las estaciones de monitoreo de la humedad.



Figura 2. Establecimiento de estaciones de monitoreo de humedad y toma de lecturas con medidor digital.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las láminas de agua aplicadas en promedio para los programas de riego establecidos en huertas adultas y jóvenes de nogal, así como los coeficientes de cultivo (K_c), respecto a la evapotranspiración potencial (ETo) registrada en la estación agro climatológica ubicada en el campo “El Perico” de la Costa de Hermosillo, Sonora., se ilustran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Demandas de agua y coeficientes de cultivo (K_c), en huertas adultas (H.A.) y jóvenes (H.J.) de nogal en la Costa de Hermosillo.

	LÁMINA DE CONSUMO				ETo		K_c	
	Mensual		Acumulado		Mes	Acumulada	H.A. H.J.	
	H.A.	H.J.	H.A.	H.J.			H.A.	H.J.
ENERO	14.4	9.6	14.4	9.6	88.8	88.8	0.1	0.1
FEBRERO	14.4	9.6	28.8	19.2	114.3	203.1	0.1	0.1
MARZO *	111.6	86.4	140.4	105.6	174.7	377.8	0.4	0.2
ABRIL	90.0	60.8	230.4	166.4	192.5	570.3	0.5	0.3
MAYO	157.2	105.6	387.6	272.0	219.7	790.0	0.7	0.5
JUNIO	194.4	144.0	582.0	416.0	213.3	1003.3	0.9	0.7
JULIO	223.2	148.8	805.2	564.8	193.4	1196.7	1.2	0.8
AGOSTO	223.2	148.8	1028.4	713.6	177.9	1374.6	1.2	0.8
SEPTIEMBRE	190.8	120.0	1219.2	833.6	174.5	1549.1	1.2	0.7
OCTUBRE	99.6	55.6	1318.8	889.2	151.2	1700.3	0.7	0.4
NOVIEMBRE	19.2	12.8	1338.0	902.0	104.8	1805.1	0.2	0.1
DICIEMBRE	19.2	12.8	1357.2	914.8	81.8	1886.9	0.2	0.1

*Se incl uye fond o de hum eda d

Las hue rtas adul tas de nog al con

sumieron 135.7 cm en todo el ciclo, mientras que huertas jóvenes de entre 5 y 6 años consumieron 91.4 cm. La mayor demanda se tuvo en los meses de julio a septiembre en huertas adultas y de julio a agosto en las jóvenes, lo que propició alcanzar valores de K_c de 1.2 y 0.8 respectivamente en cada huerta.

En el ciclo 2007-08, al inicio de la la transferencia, se establecieron los programas de riego en tres campos agrícolas de productores cooperantes, las huertas de nogal son conocidas como: “Costa Rica”, “Kino” y “Moctezuma”, con 40 ha, 44 ha y 20 ha, respectivamente. Para el ciclo siguiente se sumaron al proyecto cinco huertas más con una superficie de 860 ha, para totalizar 964 ha en dos años.

Los ahorros de agua obtenidos en el primer año con la aplicación de la tecnología fueron de 509 millares de m³, mientras que para el segundo ciclo el ahorro fue de 2,237 millares de m³, entre huertas jóvenes y adultas. Los rendimientos obtenidos en el primer ciclo alcanzaron hasta 3.5 ton/ha, con nuez de buena calidad. Para el segundo ciclo el rendimiento bajó por la condición alternante de las huertas obteniéndose en promedio 1.9 ton/ha, con nuez de buena calidad. También se realizaron acciones de capacitación a los técnicos, mayordomos y regadores en cada una de las huertas.

El comportamiento de la humedad en el suelo, varió en cada estación de monitoreo, pero en general se buscó ajustar las lecturas de medición a la presentada en la propuesta de la figura 1. La variabilidad se daba por diferentes condiciones como son: tipo de suelo, profundidad de manguera, oportunidad de riego, separación y gasto de emisores. Las siguientes gráficas muestran algunas variaciones durante todo el ciclo de desarrollo y producción del árbol, en una huerta de nogal adulto.

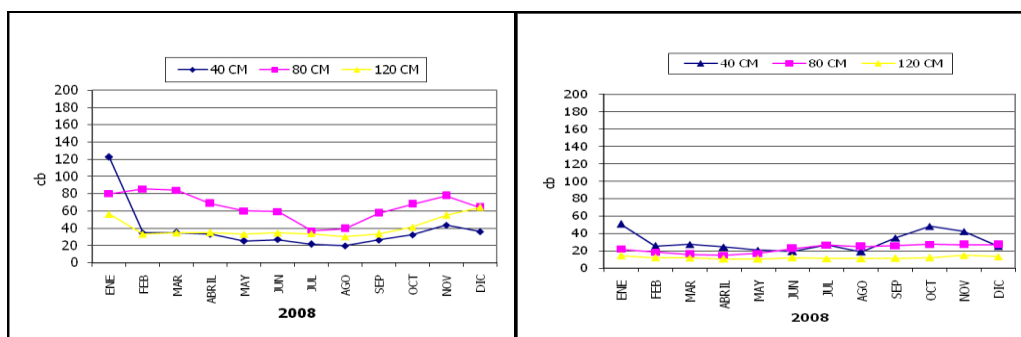


Figura 3. Comportamiento de la humedad del suelo en dos estaciones de monitoreo, con sensores de resistencia eléctrica del tipo "Watermark".

El INIFAP desarrolla importantes proyectos de transferencia de tecnología (TT) para beneficio de los productores, pero aún falta mayor esfuerzo para mejorar este importante proceso. Actualmente se tienen proyectos de TT de riego en nogal en regiones como la Costa de Hermosillo, Sonora y otras regiones del país, como en Durango y Coahuila encaminados a eficientar el uso del agua y apoyándose en las redes de estaciones agro-meteorológicas automatizadas (INIFAP-SAGARPA, 2008).

LITERATURA CITADA

- Burt, Ch. M., Stuart, W. S. y Styles, P. E. 1999. Riego por goteo y por micro aspersión para árboles, vides y cultivos transitorios. Versión en español. California Polytechnic State University. San Luis Obispo, California 93407. pp.269-276.
- Hanson, B., Schwankl, L., and A. Fulton. 2004. Scheduling Irrigations: When and How Much Water to Apply. University of California Irrigation Program. University of California, Davis. 202 p.
- INIFAP-SAGARPA. 2008. III Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Memoria. Mérida, Yucatán. 364 p.
- Valdez, G.B. y L. J. Durón. 2004. Manejo del riego en vid de mesa. Seminario de Viticultura 2004. INIFAP-CIRNO-CECH. Publicación Especial No.18. p.47-54.
- Valdez, G.B., L.J. Durón, P.R. Saborí, M.J.H. Nuñez, y J.G. Grageda. 2005. Comportamiento productivo de nogal pecanero bajo riego por aspersión y goteo enterrado. Seminario de nogal pecanero 2005. INIFAP-CIRNO-CECH. Publicación Especial No. 19. p.61-67.
- Wells, M.L. and K. Harrison. 2007. Water Requirements in: Southeastern Pecan Growers' Handbook. Bulletin 1327. Cooperative Extension Service. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. P. 72-75.
- Zoldoske F. David. 2004. El futuro de la irrigación es subterráneo. Center for Irrigation Technology at California State University, Fresno. 6 pp.

EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN TIPO AVANCE FRONTAL EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*, L.) DE OTOÑO-INVIERNO: TRES AÑOS DE EVALUACIÓN EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

José Eliseo Ortiz Enríquez¹, Benjamín Valdez Gascón¹, Isidoro Padilla Valenzuela¹ y Pedro Félix Valencia¹. ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644) 4145753 y 4145700. ortiz.eliseo@inifap.gob.mx, eo.eliseo@gmail.com

Palabras clave: *Zea mays*, L., riego presurizado, ahorro de agua, eficiencia, productividad del agua y ahorro de energía.

RESUMEN

En un análisis de 17 años de 1998-90 al 2005-06 que comprende el volumen de agua aplicado en Millones de metros cúbicos (MM³) en el Distrito de Riego del Valle del Yaqui en toda la superficie de siembra que se tuvo en todo el año, donde se incluye el agua que proviene del sistema de presas y el agua del acuífero, igualmente se tiene la lámina aplicada o el volumen/ha. El volumen total aplicado varió de 0.00 a 3,182.5 MM³, el 0.00 significó que en el ciclo 2003-04 no se sembró ninguna hectárea por falta de agua producto de la sequía que se tuvo por aproximadamente doce años, de 1998 al 2006, al ir bajando los volúmenes y la superficie de siembra. En los sistemas de riego presurizado el gobierno federal y estatal participan con apoyo económico desde 1996. Así, en Sonora se tenían 16,830 ha y actualmente son 45,000 ha de las cuales 4,000 corresponden al sur de la entidad. En maíz de otoño-invierno bajo riego por gravedad se aplican 9.0 millares de m³/ha. Se han realizado estudios previos sobre esta modalidad del sistema de riego por aspersión, por la situación anterior es necesario buscar sistemas de riego que utilicen más eficientemente el agua y que sean rentables, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar un sistema de riego por aspersión tipo avance frontal en el cultivo de maíz del ciclo otoño-invierno durante tres años 2005-06, 2006-07 y 2007-08 en el block 511 en un campo comercial de productor cooperante. El rendimiento fue de 12,025, 10,475 y 11,365 kg/ha para los ciclos 2005-06, 2006-07 y 2007-08, respectivamente, con un volumen aplicado de 4.6, 5.0 y 3.8 millares de m³/ha, respectivamente y una eficiencia de 337, 477 y 337 litros para producir un kilo de grano de maíz. En riego por gravedad es de 1300 litros/kilo.

ABSTRACT

In an analysis of 17 years from 1998-90 to the 2005-06 is shown the volume of water applied in Million cubic meters (MM³) in the District of Irrigation of the Yaqui Valley in all the surface of sowing that was irrigated all the long year where the water is included that comes from the system of dams and also the underwater, the applied water table its also available. The applied total volume ranked from 0.00 to 3.182,5 MM³, the 0.00 meant that in season 2003-04 any hectare was seeded due to the drought that was present for approximately twelve years, as it is observed from 1998 the 2006, when being lowering to the volumes and the surface of sowing. In the systems of pressurized irrigation the federal and state government participates with economic support from 1996. Thus, in Sonora 16.830 ha were under pressurized irrigation while in 2009, it has 45.000 ha from which 4.000 correspond to the southern Sonora. In maize of autumn-winter under surface irrigation, 9000 m³/ha of water are applied. By the previous situation, it is necessary to look for irrigation systems that use the water more efficiently and that are profitable, reason why the objective of this study was to evaluate a system sprinkler irrigation type lateral move in the maize of the season autumn-winter during three years 2005-06, 2006-07 and 2007-08 in the block 511 in a commercial field. The yield was of 12,025, 10,475 and 11,365 kg/ha for seasons 2005-06, 2006-07 and 2007-08, respectively, with a applied volume of 4600, 5000 and 3800 m³/ha, respectively and an efficiency of 337, 477 and 337 liters to yield 1 kg of maize grain. In surface irrigation it is of 1,300 liters/kg.

INTRODUCCIÓN

En un análisis de 17 años de 1998-90 al 2005-06 se muestra el volumen de agua aplicado en Millones de metros cúbicos (MM³) en el Distrito de Riego del Valle del Yaqui en toda la superficie de siembra que se tuvo en todo el año donde se incluye el agua que proviene del sistema de

presas y el agua del acuífero, igualmente se tiene la lámina aplicada o el volumen/ha. El volumen total aplicado varió de 0.00 a 3,182.5 MM³, el 0.00 significó que en el ciclo 2003-04 no se sembró ninguna hectárea por falta de agua producto de la sequía que se tuvo por aproximadamente doce años, como se observa de 1998 al 2006, al ir bajando los volúmenes y la superficie de siembra (Distrito de Riego del Río Yaqui, Sonora). La lámina aplicada promedio independientemente del cultivo varió de 0.00 a 101.6 cm (10.16 millares de m³/ha), se observa que la menor lámina aplicada fue en los años en que se aplicaron menores volúmenes de agua como lo muestran los años del 2000 al 2005 y es también donde hubo menor superficie de siembra. Bajo esta situación desde hace seis años a sido necesario utilizar el agua del acuífero en mayor superficie y realizar nuevas perforaciones de pozos profundos.

En el cultivo de maíz de otoño-invierno la fecha de siembra se recomendaba del 10 de agosto al 10 de septiembre y fechas de siembra después de la segunda decena de septiembre corren el riesgo de ser dañadas por heladas (Cota, 1992), en este período las aseguradoras no tomaban el riesgo de heladas para asegurar el maíz de otoño-invierno por lo que los agricultores rara vez sembraban después del 20 de septiembre.

En relación a las estadísticas de maíz de otoño-invierno del ciclo 1981-82 al 2007-08, es decir, 27 años de información donde se muestra la superficie cosechada y el rendimiento medio comercial de esa superficie y de ese año. De 1981-82 a 1989-90 la superficie varió de 12,000 a 40,000 ha y el rendimiento de 3,800 a 4,200 kg/ha, posteriormente de 1990-91 a 1998-99 la superficie se incrementó sustancialmente en un rango de 42,000 a 80,000 ha esto debido a apoyos económicos que implementó el gobierno federal como una forma de incentivar el precio del maíz, el rendimiento osciló de 3,800 a 5,600 kg/ha, ya el incremento del rendimiento a más de 5 ton fue posible del ciclo 1994 al 2001 al recorrer las fechas de siembra a finales de septiembre y donde las aseguradoras ya empezaron a considerar el riesgo de heladas en sus programas de aseguramiento (SAGARPA, 1996 y 2009).

Por la situación anteriormente planteada es necesario buscar metodologías o sistemas de riego que utilicen mas eficientemente el agua además que sean rentables, así se planteó como objetivo el sistema de riego por aspersión en su modalidad avance frontal o lateral en el cultivo de maíz otoño-invierno como una manera de ahorrar agua e incrementar el rendimiento de grano con respecto al riego por gravedad. Está claro que la escasez de agua en el sistema de presas, la reserva estratégica insuficiente y la creciente demanda de uso agrícola entre otros, configuran una problemática apremiante que exige atención prioritaria en la que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) está contribuyendo a encontrar opciones de solución vía tecnología de riego en diversas especies cultivadas (Ortiz, *et al.*, 2003).

En relación a los sistemas de riegos presurizados el gobierno federal a través de la SAGARPA impulsó a partir de 1996 bajo el esquema de ferti-irrigación, así en Sonora en 1995 se tenían instaladas 16,830 ha de riegos presurizados, de las cuales 1000 ha se encontraban en los Valles del Yaqui y Mayo, para 1996 en un solo año se instalaron 8,500 ha adicionales, de las cuales fueron 1,200 ha en el Yaqui y Mayo, la mayor parte se instaló en el norte del estado (SAGARPA, 1996). En Sonora actualmente se tienen instaladas 45,000 ha de riegos presurizados como riego por goteo, aspersión y riego por microaspersión de las cuales 4000 ha aproximadamente corresponden para el sur de Sonora.

MATERIALES Y METODOS

Se llevaron a cabo tres estudios consecutivos en los ciclos otoño-invierno 2005-06, 2006-07 y 2007-08 en el Block 511 del Valle del Yaqui, en un suelo de textura media conocido en la región como Aluvión pesado. En estos tres ciclos se utilizó un sistema de riego por aspersión tipo avance frontal que más adelante se describe. Enseguida se describen las labores llevadas a cabo en cada uno de los ciclos:

Ciclo 2005-006

Cultivo anterior: Papa. Preparación del terreno: Cinceleo, Barbecho, doble paso de rastra, empareje o tabloneo, zanjeo o surcado a 92 cm y al mismo tiempo se fertilizó con el surcado aplicando la dosis de 120-00-00 (N-P-K) unidades de nitrógeno/ha como fuente urea, no se aplicó

fósforo ni potasio. Posteriormente se aplicaron 82 unidades/ha en banda como fuente amoníaco a los 40 días después de la siembra (etapa fenológica V4-V5) en planta para completar una dosis total de 308-00-00.

Trazo o hechura de cajetes o micro cuencas (contras) a todo lo largo del surco, un surco sí y otro no con el fin de retener el agua y evitar el escurrimiento, posteriormente se volvió a realizar cuando la planta tenía 50 cm de altura. Aplicación del riego de presembrado con el sistema de riego por aspersión: 2 de septiembre del 2005. Revestimiento de surcos para formar la cama de siembra y eliminar la primera generación de maleza.

Fecha de siembra: 15 de septiembre del 2005 en húmedo con sembradora de precisión marca Monosem. Densidad de población: Se depositaron 8.5 semillas/metro lineal para dar una población de 92,395 semillas/ha y una población de 83 mil plantas/ha al momento de la cosecha. Superficie de siembra: 38 ha. Híbridos: Dekalb 2020 y Asgrow Puma. Aplicación de insecticidas: Se aplicó Lorsban (Clorpirifos) más karate (λ cyhalotrina) y se realizaron otras dos aplicaciones a través del sistema de riego por aspersión como ferti-irrigación, en total tres con los mismos productos. Fecha de cosecha: 8 al 15 de abril del 2006, la cosecha la realizó el productor en forma tradicional con cosechadora mecánica y la evaluación del rendimiento se estimó con la misma cosechadora y se pesó en un carro báscula (207 días a cosecha) (Ortiz, 2008).

Ciclo 2006-07

Cultivo anterior: Papa. Preparación del terreno: Fue la misma que en el ciclo 2005-06. Aplicación del riego de presembrado con el sistema de riego por aspersión: 18 de septiembre del 2006. Revestimiento de surcos para formar la cama de siembra y eliminar la primera generación de maleza y fertilización al mismo tiempo con 200 kg/ha de fosfonitrato (46-06-00 de N-P-K) más 100 kg/ha de fósforo MAP (polifosfato de amonio 11-52-00), para dar una dosis de 112-112-00 unidades/ha de Nitrógeno y Fósforo, respectivamente aplicados al momento de dar tierra, posteriormente se realizaron dos aplicaciones de fosfonitrato a través del sistema de riego como ferti-irrigación para completar una dosis total de 204-124-00 de N-P-K.

Fecha de siembra: 29 de septiembre del 2007 en húmedo y con sembradora de precisión marca Monosem. Densidad de población: 8.0 semillas/metro lineal para dar una población de 86,956 semillas/ha y una población de 78,300 mil plantas/ha al momento de la cosecha. Superficie de siembra: 42 ha. Híbridos: Dekalb 2020, Asgrow Puma, CERES XR45 y CRM-50. Aplicación de insecticidas: Se realizaron en total 3 aplicaciones con Lorsban (Clorpirifos) en dosis de 2 litros/ha a través del sistema de riego como ferti-irrigación, dirigidas a la plaga gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Fecha de cosecha: 8 al 15 de mayo del 2007, la cosecha la realizó el productor en forma tradicional con cosechadora mecánica y la evaluación del rendimiento se estimó con un carro báscula (Ortiz, 2003)

Ciclo 2007-08

Cultivo anterior: Papa. Preparación del terreno: La misma del ciclo 2006-07, surcado a 92 cm y al mismo tiempo se fertilizó con 140 unidades de nitrógeno/ha como fuente amoníaco, posteriormente se aplicaron 160 unidades/ha en banda con amoníaco a los 35 días después de la siembra para completar una dosis de 300 unidades de nitrógeno/ha, se aplicaron 10 unidades/ha de fósforo a través del sistema de riego como ferti-irrigación como fosfonitrato en la etapa V4. Posteriormente se trazaron la microcuencas tres surcos si y dos no, posteriormente se volvieron a realizar cuando la planta tenía 50 cm de altura. Aplicación del riego de presembrado con el sistema de riego por aspersión: 4 de octubre del 2007.

Revestimiento de surcos para formar la cama de siembra y eliminar la primera generación de maleza. Fecha de siembra: 16 de octubre del 2007 en húmedo con sembradora de precisión marca Monosem. Densidad de población: 9.0 semillas/metro lineal para dar una población de 97,830 semillas/ha y una población de 83 mil plantas/ha al momento de la cosecha. La superficie de siembra fue de 40 ha. Híbridos: Asgrow Puma y Asgrow Bisonte. Se aplicó el insecticida Lorsban 2

litros/ha en forma terrestre y se realizaron otras dos aplicaciones a través del sistema de aspersión en dosis de 2 litros/ha del mismo producto. Fechas de cosecha: 8 al 15 de mayo del 2008, la cosecha la realizó el productor con cosechadora mecánica y la evaluación del rendimiento se estimó con carro báscula.

El Sistema de riego por aspersión tipo Avance Frontal o de Avance Continuo

Los sistemas de riego de movimiento frontal tiene soportes estructurales y sistemas de guía similares al pivote central, pero no la hidráulica, su diseño y operación es algo diferente. La hidráulica de un sistema de movimiento frontal es equivalente a aquella de las laterales de un sistema de riego por aspersión estándar. Los sistemas frontales se operan en campos rectangulares y pueden irrigarlos completamente. La longitud de tramos (distancia entre las torres) varía desde 39 a 62 m, la fuente de abastecimiento de agua puede ser una tubería o un canal en un extremo o centro del campo a ser regado. En campos de tamaño pequeño o mediano, un lateral remolcable es comúnmente usado teniendo una longitud igual aproximadamente a la mitad del ancho del campo. Alternativamente se puede tener un solo lateral con longitud igual al ancho del campo. En terrenos más grandes, los sistemas consisten de dos laterales que cubren todo el ancho del campo y toman el agua desde un canal o tubería ubicado en el centro del campo y corre paralelo a la dirección del viaje (Slack, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primer año 2005-06

El ciclo 2005-06 el rendimiento fue de 12,025 kg/ha al 14% de humedad con un volumen total de 4.6 millares de m³/ha (mm³/ha), en este ciclo no se presentaron lluvias, la eficiencia fue de 383 litros de agua para producir un kilo de grano de maíz. En riego por gravedad la eficiencia anda alrededor de 1,300 litros/kilo. En relación a los híbridos que se probaron el de mayor rendimiento fue el Dekalb 2020 con 12,300 kg/ha, también el más eficiente en la conversión grano-agua, un 5% arriba del Asgrow Puma (Cuadro 1). En el Cuadro 2 se muestra la información, promedio de veinte boletas donde viene cada una de las variables de comercialización por cada carro que se entrega por parte del productor a la industria que recibe el grano en este caso fue la comercializadora industrial de Cajeme, S.A. de CV, la cual hace los descuentos de humedad, impurezas, etc. y estandariza el rendimiento al 14 % de humedad.

Cuadro 1: Rendimiento de maíz de otoño-invierno (o-i) con riego por Aspersión tipo Avance Frontal. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2005-06.

Híbridos	Rendimiento kg/ha (14 % humedad)	Volumen aplicado en mm ³ /ha	Eficiencia: Litros por kilo de grano
Dekalb-2020	12,300	4.6	392
Asgrow-Puma	11,750	4.6	374
Promedio	12,025	4.6	337

Cuadro 2: Características de comercialización del grano de maíz. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2005-06 y 2006-07.

Características	Ciclo 2005-06	Ciclo 2006-07
Humedad en %	18.56	18.61
Impurezas en %	1.06	1.40
Grano quebrado en %	1.72	1.98
Grano dañado en %	2.53	5.62
Peso específico	74.97	70.21
Otros colores en %	3.04	0.00
Rendimiento total en kg	436,635	493,835
Castigos en kg	27,284	31,178
Rendimiento en kg neto a pagar	409,351	493,835
Superficie	38	41.5
Rendimiento de campo en kg/ha	11,490	11,899
Rendimiento a pagarse en kg/ha	10,772	11,148

Segundo año 2006-07

El ciclo 2006-07 el rendimiento fue de 10,475 kg/ha con un volumen total de 5.0 mm³/ha, en total fueron 42 mm de lluvia y 458 mm de riego, la eficiencia fue de 477 litros de agua para producir un kilo de grano. El rendimiento final del productor comercial ya con boletas fue de 11,300 kg/ha al 14% de humedad. En relación a los híbridos que se probaron el de mayor rendimiento fue el Asgrow Puma con 10,964 kg/ha, también el más eficiente en la conversión grano-agua, un 3% arriba del Asgrow Puma (Cuadro 3). Gurovich, 2009 y Slack, 2003, menciona que una de las ventajas del aspersión es el ahorro de agua. En el Cuadro 2 se muestra la información, promedio de catorce boletas donde viene cada una de las variables de comercialización por cada carro que se entrega por parte del productor a la industria (comercializadora industrial de Cajeme, S.A. de CV) la cual hace los descuentos de humedad, impurezas, etc. y estandariza el rendimiento al 14 % de humedad.



Figuras 1y 2: Maíz regado con aspersión tipo avance frontal e implemento para realizar las microcuencas o contras. CEVY-INIFAP. 2009.

Cuadro 3: Rendimiento de maíz de o-i con riego por aspersión tipo avance frontal. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2006-07.

Híbridos	Rendimiento kg/ha (14 % humedad)	Volumen aplicado en mm ³ /ha	Eficiencia: lts por kilo
Asgrow-Puma	10,964	5.0	456
Dekalb-2020	10,682	5.0	468
C-XR45	10,336	5.0	484
CRM-50	9,918	5.0	504
Promedio	10,475	5.0	477

En total se aplicaron 16 riegos, es decir, el riego de presembrado más 15 riegos de auxilio, la frecuencia de riego fue de 33 días al primer riego de auxilio (etapa V3-V4) pero de allí en adelante se redujo la frecuencia a 9 días y de aquí en adelante los riegos se aplicaron cada 10 a 15 días a excepción de finales de noviembre y la primera semana de diciembre donde los riegos fueron dirigidos a disminuir los daños por heladas. En relación a las láminas de riego aplicadas estas variaron de 6 a 87 mm por riego, siendo la mayor la del riego de presembrado, en riego por gravedad se aplican 230 mm. El ahorro de agua es precisamente en la cantidad de agua que se aplica por riego.

Tercer año 2007-08

El ciclo 2007-08 el rendimiento fue en promedio de 11,365 kg/ha con un volumen total de 3.83 mm³/ha, en total fueron 65 mm de lluvia y 313 mm de riego, la eficiencia fue de 393 litros de agua/kilo. En relación a los híbridos el de mayor rendimiento fue el Asgrow Bisonte con 11,627 kg/ha, también el más eficiente en la conversión grano-agua, un 5% arriba del Asgrow Puma (Cuadro 4). De acuerdo con Ortiz, 2009 en cuatro ciclos 2004-08 se han determinado consumos de agua como evapotranspiración potencial (Eto) por medio de la estación de clima automatizada de un promedio de 718 mm/ciclo del maíz de otoño-invierno al cual al ser afectado por su coeficiente de desarrollo (Kc) da un consumo de agua o Evapotranspiración real de 539 mm y la cantidad de agua aplicada fue de 470 mm, un 12% abajo, lo que lleva con esto es que en riego por gravedad se está aplicando un 100% más de la evapotranspiración.

En relación a las características de las variables de comercialización estas variaron así: Humedad: 18.9%, impurezas 1.01%, grano quebrado 1.8%, peso específico 74.65, otros colores 2.76 %, así el rendimiento de campo fue de 12,213 kg/ha en una superficie de 40 ha y un rendimiento de 11,368 kg/ha a pagarse. En relación al agua en total se aplicaron 13 riegos, La frecuencia de riego fue de 34 días al primer riego de auxilio (etapa V3-V4) pero de allí en adelante se redujo 16 días a excepción donde llovió, posteriormente cada 4 días y de febrero a marzo ésta frecuencia se alargó debido a las bajas temperaturas (menor Evapotranspiración Potencial) y al sombreado que da la planta reduciéndose la evaporación del suelo.

Cuadro 4: Rendimiento de maíz con riego por aspersión tipo avance frontal. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2007-08.

Híbridos	Rendimiento kg/ha (14 % humedad)	Volumen aplicado en mm ³ /ha	Eficiencia: lts por kilo
A-Bisonte	11,627	3.83	329
A-Puma	11,103	3.83	345
Promedio	11,365	3.83	337

En relación a las láminas de riego éstas variaron de 7 a 101.6 mm por riego, siendo la mayor la del riego de presembrado en tierra seca, en riego por gravedad se aplican 230 mm. El ahorro de agua es precisamente en la cantidad de agua que se aplica por riego. Para programar los riegos se instalaron sensores de humedad marca Watermark a tres profundidades 20, 40 y 60 cm en una estación de monitoreo de la humedad del suelo a todo lo largo del sistema de riego y en función de las lecturas dadas en centibars se realizó la programación del riego

Rentabilidad del maíz de otoño-invierno bajo riego por aspersión tipo avance frontal (Apoyos del 2009).

- 1.- En la SAGARPA el apoyo para el sistema de riego por aspersión fue de \$11,000 a \$14,000/ha dependiendo de la superficie de siembra.
- 2.- En la Comisión Nacional del Agua (CNA) es del 50% hasta \$20,000/ha y un límite del costo total del sistema de \$40,000/ha.
- 3.- En el FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). El apoyo es hasta el 50% del costo total de los sistemas de riego, sin rebasar \$11,500/ha.

Condiciones para realizar los ejercicios de rentabilidad:

*Rendimiento de 10.0 ton/ha para una superficie de 50 ha con un período de 4 años de amortización del equipo de riego de acuerdo a lo que propone el FIRA. Costo promedio/ha del sistema de riego 2,666 dólares/ha (\$36,000/ha).

*Precio/tonelada, ciclo 2008-09: \$2,700. Entrada económica: \$27,000/ha

TIIE (Tasa de Interés Interbancaria), para el 2009 fue de 6.5%, a esto hay que sumarle lo que cobra el banco de interés por el crédito. TIIE: 6.5 más 5% = 11.50%.

*Costos directos de producción: En el primer año: \$15,000/ha (datos de FIRA), en segundo año el costo irá aumentando un 15%.

Ejercicio #1, El sistema de riego por aspersión sin subsidio, (es el peor escenario), la utilidad es baja siendo ligeramente rentable.

Ejercicio #2, El sistema de riego con subsidio de la SAGARPA del 50% o de \$11,000/ha queda una utilidad de \$5,000/ha el riego por aspersión es más rentable.

Ejercicio #3, El sistema de riego con subsidio con la CNA del 50% o de \$18,000/ha queda una utilidad de \$7,000/ha el sistema de riego por aspersión es rentable.

Ejercicio #5, Bajo el escenario de ahorro de agua el sistema de riego por aspersión tipo avance frontal se aplicó un volumen promedio de 4.5 millares de m³/ha, se podrían sembrar dos ha con riego por aspersión y una en gravedad.

CONCLUSIONES

*El maíz de otoño-invierno bajo el sistema de riego por aspersión tipo avance frontal sin subsidio es poco rentable con rendimiento de 10.0 ton/ha.

*El maíz de otoño-invierno bajo el sistema de riego por aspersión tipo avance frontal con subsidio de la SAGARPA y CNA 2009 es rentable con rendimiento de 10.0 ton/ha.

*El ahorro de agua utilizando el riego por aspersión tipo avance frontal es del 85 al 100% con respecto al riego por gravedad.

*La eficiencia de la productividad del agua fue de 384 litros para producir un kilo de maíz contra 1300 litros/kilo del riego por gravedad.

*Con el agua que se utiliza en riego por gravedad, utilizando el riego por aspersión tipo avance frontal en maíz de otoño-invierno se pueden sembrar 2 ha y 1 ha en riego por gravedad.

LITERATURA CITADA

- Cota, A. O. 1992. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia de los campos experimentales del sur de Sonora. SARH-INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México. P.1-282.
- Distrito de Riego del Río Yaqui. 2009. Estadística de Volúmenes de agua en el Valle del Yaqui. Sociedad de Usuarios S. de R.I. Cd. Obregón, Sonora, México. P. 1-105.
- Gurovich, L. 2009. Fundamentos y diseños de sistemas de riego. <http://agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?> Fecha de consulta junio del 2009.
- Ortiz, E.J.E., Félix, V.P y Cortés, J.J.M. 2003. Manejo de riegos para los principales cultivos del Sur de Sonora. SAGARPA-INIFAP-Campo Experimental Valle del Yaqui. Folleto Técnico número 51. Cd. Obregón, Sonora, México. P. 1-136.
- Ortiz, E.J.E. 2008. Parcela de validación de maíz otoño-invierno 2004-05, 2005-06, 2006-07 y 2007-08 bajo el sistema de riego por aspersión tipo avance frontal. Informe técnico del proyecto Uso de estaciones de clima para aplicar el riego en parcelas con productores. Campo Experimental Valle del Yaqui-CIRNO-INIFAP. P.1-75.
- Marsh, B., Dowgert, M., Hutmacher, R. and Phene, C. 2008. Low pressure drip system in reduced tillage cotton. Water Resources Management IV. Transactions of the Wessex Institute.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1999. Estadísticas de Alianza para el campo. P.1-52. Cd. Obregón, Sonora.
- Slack, C. Donald. 2003. Sistemas de Pivote central y de Movimiento Continuo. Capítulo 6. IX Curso Internacional de Sistemas de Riego. Sistemas de Riego por Aspersión y Equipos de Bombeo. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irrigación. P.1-200. Texcoco, estado de México.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1996. Estadísticas de Alianza para el campo. Cd. Obregón, Sonora.

EVAPOTRANSPIRACIÓN Y COEFICIENTE DE CULTIVO EN CHILE BANANA (*CAPSICUM ANNUUM* L) EN EL VALLE DEL YAQUI, MÉXICO

Julio Cesar Rodríguez¹, Christopher Watts², Jaime Garatuza Payan³, Miguel Rivera³, Carlos Izárraga Celaya², Jesús López Elías¹, Julio Rodríguez Casas¹. ¹UNISON-DAG, ²UNISON-Física, ³ITSON-DCAMA. jcrodr@fisica.uson.mx

Palabras clave: Evapotranspiración, coeficiente de cultivo, correlación turbulenta, chile banana.

RESUMEN

Durante el invierno y primavera 2008 fueron realizados una serie de experimentos simultáneos para determinar y modelar la evapotranspiración (ET) de varios cultivos en el Valle del Yaqui, México. Uno de estos cultivos fue chile banana (*Capsicum annuum* L) bajo acolchado y protegido con Agribon. La técnica para medición de ET fue la correlación turbulenta (EC). Los resultados muestran que el Agribon además de proteger al cultivo contra bajas temperaturas, plagas y enfermedades reduce fuertemente la ET, posteriormente al retiro de esta película esta se incremento en un 57%. Altos valores de humedad relativa (HR) persistieron durante todo el periodo de estudio. Los valores máximos medidos de Evapotranspiración del cultivo (ET_c) fueron 5.5 mm día⁻¹ previos a la cosecha y durante esta de alrededor de 5.0 mm día⁻¹. El coeficiente de cultivo (K_c) previo a la cosecha alcanzo cercanos a 1, para posteriormente mantenerse entre 0.80 y 0.90.

ABSTRACT

During winter and spring 2008 were taken several experiments at same time to measure and modeling of Evapotranspiration (ET) on some crops on the Yaqui Valley Mexico. One of these crops was banana chili pepper (*Capsicum annuum* L) under mulching and protected it by Agribon film. Correlation technique (EC) was used to measure ET. The results shown that Agribon film protected the crops from low temperature, disease and pests and reduced strongly the ET, after that this film was removed it increased on 57%. High values of relative humidity persisted on this period. The maximum ET value measured was about 5.5 mm day⁻¹ previous to harvest and during this time these were of 5.0 mm day⁻¹. Crop coefficient (K_c) previous to the harvest reached value close to 1 and after that it kept between 0.80 and 0.90.

INTRODUCCIÓN

El agua es la principal limitante para el desarrollo de la agricultura en las zonas áridas en el noroeste de México (Watts *et al.*, 1999). La determinación de los requerimientos de agua por los cultivos, ha sido y continúa siendo una necesidad científica y tecnológica para ahorrar agua, nutrientes, etc. En este sentido se han propuestos metodologías para medir el consumo de agua de los cultivos o evapotranspiración (ET) a diferentes escalas espaciales y temporales usando sensores remotos (SR), balance hídrico y energía, coeficientes de cultivos (K_c) y modelos-sensores remotos (Samani *et al.*, 2009; Anderson *et al.*, 2007; Garatuza y Watts, 2005; Anderson *et al.*, 2003; Watts *et al.*, 1999). En el cálculo de K_c , están incluidas dos variables, la Evapotranspiración de referencia (ET_o) y la evapotranspiración del cultivo (ET_c). ET_o es un parámetro relacionado con el poder evaporante de la atmósfera y se calcula para una superficie de referencia, "pasto hipotético" con características específicas (altura 12 cm, albedo 0.23, resistencia superficial 70 s m⁻¹) y sin restricciones de agua. A semejando a una superficie extensa de pasto verde bien regado, de altura uniforme, crecimiento activo y cobertura total (Allen *et al.*, 1998). La magnitud de K_c , generalmente es una función de tipo de cultivo o planta, cobertura, ruta metabólica, etapa fenológica en análisis, metodología de riego, estado nutricional y estatus del agua en el suelo. La metodología basada en K_c ha sido ampliamente utilizada para determinar ET_c en cultivos anuales (trigo y algodón, Garatuza *et al.*, 1998) y perennes (Vid, Rodríguez *et al.*, 2008) en el noroeste de México. Sin embargo, en el caso de hortalizas (chiles) al parecer no existe mucha información sobre metodologías para la determinación ET_c y K_c sobretodo en cultivos con acolchado y técnicas turbulentas (EC) para determinar la ET. El chile es una de las hortalizas que más son sembradas en el sur de Sonora para la exportación y requiere un manejo cuidadoso, sobre todo en la etapa de floración-fructificación, cuando es sensible al déficit de agua en el suelo. En este sentido se

presenta este estudio para determinar la ET_c y K_c sobre una extensa superficie sembrada con chiles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sobre una superficie de 1600 ha en el valle del Yaqui en el 2008, se realizaron mediciones micrometeorológicas para determinar el consumo de agua de cultivos anuales. En 94 ha sembradas de diversas variedades de chiles, en el centro de esta sobre chile banana fue instalada una torre micrometeorológica para medir las componentes de la ecuación de balance de energía (Radiación neta R_n , flujo de calor latente LE y sensible H y flujo de calor de suelo G) y otras mediciones meteorológicas y del suelo (Cuadro 1, Figura 1). Los flujos turbulentos (flujo de calor sensible y latente) fueron medidos bajo la técnica de correlación turbulenta (EC).

Cuadro 1 Sensores instalados sobre una superficie de 10 ha en chile banana, Valle del Yaqui, México.

Sensor, Fabricante	Variable	A. sensor (m)
Radiómetro neto, Rn-lite, Kipp and Zonen	Radiación neta	2.80
Higrómetro, KH ₂ O, Campbell Sci	Humedad en el aire	3.30
Anemómetro sónico, CSAT3, Campbell Sci	Velocidad de viento (x, y, z)	3.30
Piranómetro cm3, Kipp and Zonen	Radiación solar	2.80
HMP45, Vaisala	Temperatura y humedad en el aire	2.90
Piranómetro, Kipp and Zonen	Albedo	2.80
Radiómetro, Apogee	Temperatura de la superficie	2.75
Radiómetro, Delta_T	PAR	3.00
TDR 616, Campbell Sci	Humedad de suelo	- 0.15 y -0.30
Termómetro 109, Campbell Sci	Temperatura de suelo	- 0.15 y -0.30
SHP, Campbell Sci	Flujo de calor en el suelo	- 0.025 y -0.05
Adquisidor de datos CR5000		

Todos los sensores fueron conectados a un adquisidor de datos CR5000 (Campbell SCI) y los datos almacenados en una tarjeta compact flashcard. Los sensores para determinar los flujos turbulentos fueron muestreados a 20 Hz y el resto de sensores a 0.1 Hz. Los datos EC fueron reprocesados usando el programa ECPACK desarrollado por el grupo de calidad en el aire del Universidad de Wageningen (Holanda) e incluye las correcciones a la temperatura por la presencia de humedad, del oxígeno para el higrómetro y correcciones a vientos (Van Dijk *et al.*, 2003; Webb *et al.*, 1980; Wilczak *et al.*, 2001). Considerando que la falta de cierre en la ecuación de balance fue del 10% no fue aplicada la corrección de la relación de Bowen sugerida por Twine *et al.* (2000), para la obtención de los flujos turbulentos (Evapotranspiración LE y calor sensible H).



Figura 1. Instrumentación meteorológica en chile banana, Valle del Yaqui, 2008.

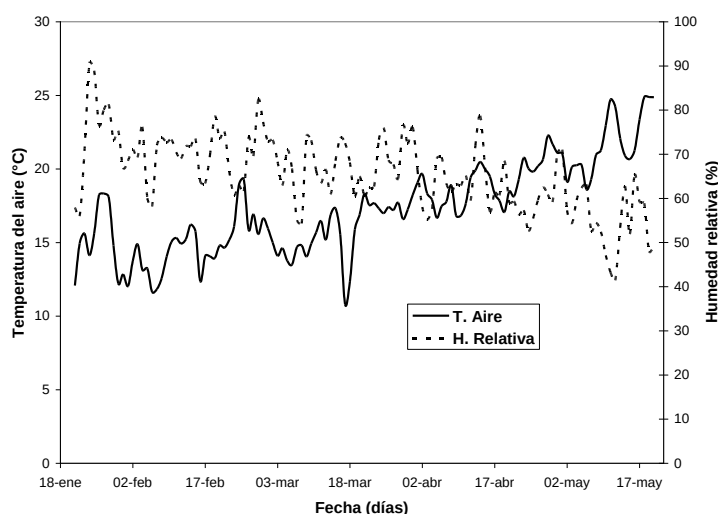


Figura 2. Comportamiento diario de la temperatura y humedad del aire en el 2008, Valle del Yaqui.

El cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) y Coeficiente de cultivo (K_c) fue realizado utilizando la propuesta por Allen *et al.* (1998), y Doorenbos y Pruitt, (1977).

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

donde; ET_o evapotranspiración de referencia (mm día^{-1}), R_n radiación neta ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), G flujo de calor del suelo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), T es la temperatura del aire promedio diario ($^{\circ}\text{C}$), Δ pendiente de la curva de presión a saturación a T ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$), γ constante psicrométrica ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$), e_s presión de saturación del vapor a T (kPa), e_a presión de vapor promedio diario (kPa), u velocidad de viento promedio diario a 2m de elevación (m s^{-1}).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (2)$$

donde; ET_c es la evapotranspiración medida (mm día^{-1}).

Al Considerar que el agua disponible como humedad de suelo para evapotranspirar era menor al 50% de la diferencia de capacidad de campo y punto de marchitez permanente, no se realizó corrección por estrés hídrico (K_s) al cálculo de K_c (Allen *et al.*, 1998).

Manejo agronómico. Las plantas de chile banana fueron transplantadas el 21 de enero y el inicio de cosecha 28 de abril y cosechada periódicamente durante 2 meses. La superficie fue cubierta con plástico y agribon. El sistema de riego fue presurizado (goteo). La ferti-irrigación fue manejada por el productor y el riego varió de 3 a 6 horas diarias. El agribon fue instalado 15 de febrero y retirado previo a la cosecha (abril 7).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 2, muestra el comportamiento de la temperatura del aire (T_a) y humedad relativa (HR) media diaria. En el caso de la T_a se observa el incremento gradual estacional (invierno-primavera) de 12.7 a 24.8 $^{\circ}\text{C}$ como media diaria. Durante todo el periodo la T_a mínima y máxima fueron de 2.4

°C en enero 24 y 35.8 °C en mayo 11, respectivamente. Por otro lado, la HR tuvo su mínimo de 14% en mayo 14 y máximo de 99% en enero 24, pero en general la HR máximas oscilaron entre 75 y 99% y las mínimas de 14 a 78%. Lo anterior muestra la alta presencia de HR sobre el cultivo durante buena parte de su ciclo y el riesgo a plagas y enfermedades tales como (mosquita blanca, paratiroza y virosis, entre otras) se incrementa considerablemente.

Posterior al retiro del Agribon la temperatura de la superficie (follaje) se incremento, pasando de 31.4 a 34.3 °C, pero no así la temperatura del suelo a 15 cm y 30 cm (23.8 a 23.6°C), debido a que el follaje cubría toda el área del acolchado. Al principio cuando el chile tenía la mínima cobertura la diferencia entre las temperaturas fue positiva ($T_{15cm} >$ que a 30 cm de profundidad), mientras que con el incremento en la cobertura ($T_{30cm} >$ que 15 cm), contrario al observado por Inzunza *et al.* (2007), para acolchado de color similar.

La evapotranspiración requiere gran cantidad de energía o calor, por lo siguiente este proceso es controlado por intercambio de energía entre la superficie y la atmósfera y limitado por la energía disponible (principio de conservación de energía). La figura 3 muestra las componentes de la ecuación de balance de energía (ET, Rn, H y G, $Rn-G = ET+H$) de plantación hasta un mes después de iniciada la cosecha, en este caso, convertidas a lamina (mm/día, L calor latente de vaporización, $2.45 \cdot 10^6 \text{ J Kg}^{-1}$). En ella se observa que la energía disponible (Rn-G), varía de 2.5 a 6.7 mm día⁻¹, mientras que G se mantiene positiva durante el tiempo que la cobertura es baja y tiende a cero o negativa al incrementarse la cobertura del chile banana. El Flujo de calor sensible (H) inicia con valores positivos $\sim 2.5 \text{ mm día}^{-1}$ y termina con valores negativos cercanos a 1 mm día⁻¹, posteriormente al retiro del Agribon. La ET en chile banana varió de 0.5 mm a 5.5 mm posteriores al retiro del Agribon, valores cercanos al energía disponible.

La figura 4, muestra la ET_c , ET_o y K_c medidos en chile bajo acolchado y cubierto con Agribon desde el transplante hasta un mes posterior a la cosecha. En ella se observa que los valores ET_o oscilaron de 2.7 a 6.8 mm día⁻¹ durante el periodo de plantación a cosecha. El valor es dependiente del clima, así que con el incremento en la temperatura y radiación de invierno a primavera, este presentó un comportamiento típico para estas regiones áridas. La ET_c inmediatamente después del transplante fue principalmente el agua derramada por el sistema de riego por inadecuada aplicación del riego y de la cubierta plástica. Durante el periodo de floración/fructificación estos valores fueron de alrededor de 2 mm día⁻¹, mientras que en la etapa de maduración de fruto la ET_c se incremento linealmente hasta alcanzar valores de 3.5 mm día⁻¹, previo al retiro del Agribon. Posterior al retiro del Agribon la ET_c se incremento de manera importante, alcanzando valores hasta 5.5 mm día⁻¹, significando un incremento de 57%, valores inferiores a los observados por Klar y Jadoski (2004) en acolchado e inferiores a los observados por Miranda *et al.* (2006), en chile tabasco en ambientes tropicales bajo riego presurizado pero sin acolchado. Durante la cosecha la ET_c se mantuvo en valores promedio de 5 mm día⁻¹. En la misma figura se observa el K_c y su valor inicial en la etapa de crecimiento fue 0.20 - 0.30, mientras que la etapa de desarrollo alcanzo valores de 0.40 a 0.60, estos valores son bajo a los observados por Miranda *et al.* (2006). Durante la etapa de madurez del fruto y cosecha los valores K_c fueron alrededor de 0.85 y en algunos días valores superiores a 1, principalmente después del retiro del Agribon y posterior la primera cosecha, donde se aplica un riego pesado. Estos máximos valores observados son inferiores a los reportados por Allen *et al.* (1998) y Miranda *et al.* (2006) de 1.0 y 1.2 para sistemas de riego no presurizados.

El consumo total de agua por el chile banana (ET) fue de 327 mm durante los 120 días que duro el experimento, valor muy inferior a lo reportado por Figueroa *et al.* (2006) y Miranda *et al.* (2006) para zonas semi-áridas y tropicales, respectivamente.

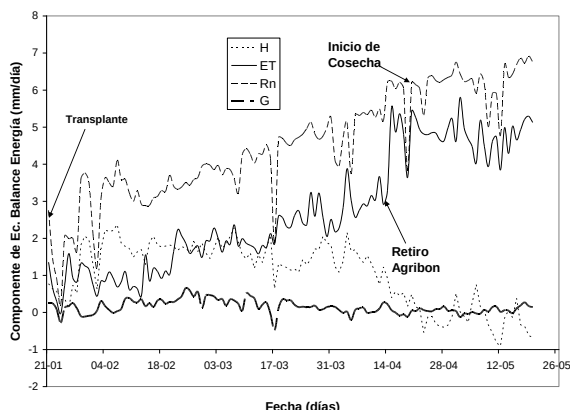


Figura 3. Componentes de la ecuación de balance de energía en chile banana, Valle del Yaqui 2008.

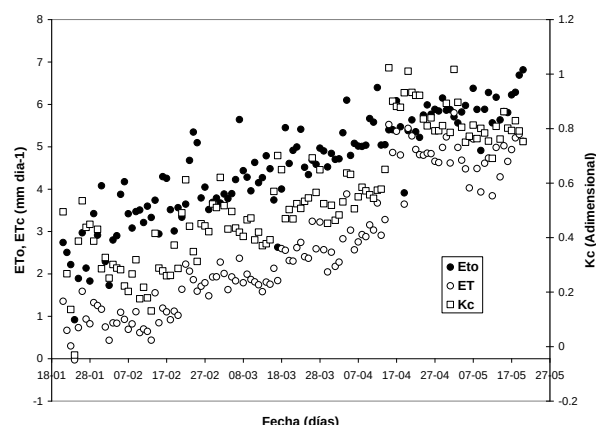


Figura 4. ETo, ETc y Kc en chile banana, Valle del Yaqui, México, 2008.

CONCLUSIONES

El chile es una de las principales hortalizas sembrada en el sur de Sonora, sensible al estrés hídrico por lo que la medición de ET_c es una prioridad en su manejo. La EC es una manera determinar las necesidades hídricas de los cultivos y la calidad de sus datos permite validar modelos espaciales de ET. Los resultados observados muestran que la temperatura el aire denota pocos cambios durante el periodo, mientras que la humedad relativa se mantiene alta, lo cual la hace susceptible a plagas y enfermedades. La temperatura del suelo y del cultivo tuvieron pocos cambios durante el periodo evaluado por la presencia de Agribon al inicio y la alta cobertura posteriormente. Los valores de ET_c fueron altos posterior al retiro del Agribon el cual reduce significativamente la ET en un 57%, por lo que esta superficie cumple varias funciones (proteger de bajas temperaturas, plagas y enfermedades y reducir la evapotranspiración). El valor de K_c fue inferior a lo reportados por Allen *et al.* (1998) y Miranda *et al.* (2006), por lo que se requiere hacer más investigación para validar los valores bajos de ET_c previos al retiro del Agribon.

Agradecimientos.

A el programa de repatriación y retención del CONACYT, al proyecto PLEIADES y a la Universidad de Sonora que apoyaron mi retención y financiaron la serie de trabajos realizados en el Valle del Yaqui y la Costa de Hermosillo. Así mismo, deseamos agradecer al Ing. José Antonio Gándara Terrazas como productor cooperante por los apoyos para la realización de este experimento y a todos los estudiantes que participaron en el.

LITERATURA CITADA

- Anderson, C., Kustas, W.P., Norman, J.M, 2003, Upscaling and downscaling- a regional view of the soil-plant-atmosphere continuum, *Agronomy Journal*, 95:1408-1423.
- Anderson, C., Kustas, W.P., Norman, J.M, 2007, Upscaling flux observation from local to continental scales using thermal remote sensing, *Agronomy Journal*, 99:240-254.
- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., . Smith M, 1998, Crop evapotranspiration- guidelines for computing crop water requirements- FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO, Rome, 339 pp.
- Doorenbos J., Pruitt E.O., 1977, Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 24, FAO, Rome, 144 pp.
- Garatuza-Payan J., W.J. Shuttleworth, D. Encinas, D. McNeil, J.B. Stewart, H. de Bruin y C. Watts, 1998, Measurement and modelling evaporation for irrigated crops in north-west Mexico, *Hydrol. Process.*, 12:1397-1418.
- Garatuza-Payan J., Watts C., 2005, The use of remote sensing for estimating ET of irrigated wheat and cotton in Northwest Mexico, *Irrig. Drain. Sys.*, 19:301-320.

- Inzunza-Ibarra, M.A., Mendoza-Moreno, S.F., Catalán-Valencia, E.A., Villa-Castorena, M.M., Sánchez-Cohen, I., Román-López, A., 2007, Productividad de chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico, *Fitotecnia*, 30(4): 429-436.
- Klar, A.E., Jadoski S.O., 2004, Irrigation and mulching management for sweet pepper crop in protected environment, *Irriga Botucatu*, 9(3):217-224.
- Miranda F.R., Gondim R.S., Costa C.A.G., 2006, Evapotranspiration and crop coefficients for Tabasco pepper. *Agric. Water. Manag.*, 82:237-246.
- Rodríguez J.C., J. Grageda-Grageda, C. Watts, J. Garatuza-Payan, A. Valenzuela-Martínez, S. Moreno-Salazar y A. Ochoa-Meza, 2008, Evapotranspiración y coeficiente de cultivo en cultivares de uva de mesa en la Costa de Hermosillo, Sonora, México, XI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas, 23-24 Oct. Mexicali BC MX, 46-51.
- Samani, Z., Bawazir, A.S., Bleiweiss, M., Skaggs, R., Longworth, J., Tran, V.D., Pinon, A., Using remote sensing to evaluate the spatial variability of evapotranspiration and crop coefficient in the lower rio Grande Valley, New Mexico, *Irrigation Science*, DOI 10.1007/s00271-009-0178-8.
- Twine, T.E., Kustas, W.P., Norman, J.M., Cook, D.R., Houser, P.R., Meyers, T.P., Prueger, J.H., Starks, P.J., Wesely, M.L., 2000, Correcting eddy-covariance flux underestimates over a grassland, *Agric. For. Meteorol.*, 103:279-300.
- Van Dijk, A., Kohsiek, W., De Bruin, H.A.R., 2002, Oxygen sensitivity of Krypton and Lyman- α hygrometers. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 20: 143-151.
- Watts C.J., Rodríguez J.C., Garatuza Payan J., de Bruin H.A.R., Stewart J.B., 1999, Estimación de evaporación y radiación solar en el valle del Yaqui Sonora usando datos de satélite. *Ingeniería Hidráulica en México*, Vol XIV, Num 3, o 45 - 53.
- Webb, E.K., Pearman, G.I., Leuning, R., 1980, Correction of flux measurements for density effects due to heat and water vapour transfer. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 106: 85-100.
- Wilczak, J., Oncley, S., Stage, S.A., 2001, Sonic anemometer tilt correction algorithms. *Boundary-Layer Meteorology* 99: 127-150.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL INSECTICIDA SPIROTETRAMAT EN EL CONTROL DEL PIOJO HARINOSO DE LA VID *Planococcus ficus* (HEMIPTERA:PSEUDOCOCCIDAE) EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA 2007

Agustin A. Fu Castillo¹, Aldo A. Del Real Valdez; INIFAP-CIRNO-CECH. Carretera a Bahía de Kino, Km. 12.6 Hermosillo, Sonora, México. e-mail: fuca40@yahoo.com.mx.

Palabras clave: Daño, eficacia, residualidad.

RESUMEN

La uva de mesa en Sonora es considerada como uno de los principales soportes socioeconómicos, debido a la gran cantidad de empleos y ganancias económicas que genera. Anualmente en la región se producen 13 millones de cajas con un valor promedio de \$13 dólares/caja, lo cual representa un ingreso de \$170 millones de dólares al año. *Planococcus ficus* es una plaga de reciente aparición y grave amenaza para la viticultura en Sonora, ya que es uno de los insectos más dañinos y difíciles de controlar en el complejo tradicional de plagas que atacan la vid. El presente trabajo se realizó en dos viñedos comerciales de productores cooperantes en las variedades "Superior Seedless" y "Red Globe" los cuales se llevaron a cabo en las regiones de Pesqueira y Costa de Hermosillo. El ensayo consistió en evaluar 5 diferentes dosis del producto Spirotetramat, una dosis de Imidacloprid y un testigo sin aplicar. La aplicación se realizó durante la primavera, el día 10 de Abril del 2007. En los diferentes tratamientos aplicados con insecticidas se encontró una reducción considerable en la población de ovisacos y piojos totales a los 14 días después de la aplicación, manteniéndose reducidas hasta los 63 días posteriores a la aplicación. La dosis baja de Imidacloprid (60 g.i.a/ha) no mostró una buena efectividad en el control de la plaga, sin embargo el resto de los tratamientos fueron significativamente diferentes al testigo sin aplicación, siendo la dosis de 90, 90 (Nueva formulación), 120, 60 + 60 (fraccionado) g.i.a/ha y 525g.i.a/ha de Imidacloprid los más efectivos en el control de la plaga y mostrando un periodo de protección mayor a los 60 días contra la plaga.

ABSTRACT

The table grape in Sonora is considered one of the main socio-economic crops, because generate too much jobs and economic benefits. Annually in the region the production is 13 million boxes with a value average of \$ 13 U.S. dollars / box, which represents an income of \$ 170 million for year. *Planococcus ficus* is a pest with high potential of damage to viticulture in Sonora, it is one of the most damaging insect and difficult to control in the complex traditional pests that attack the vine. This work was realized in two vineyards commercial in the varieties "Superior Seedless" and "Red Globe" in Pesqueira and Costa de Hermosillo, Sonora. The test evaluated five doses of insecticide Spirotetramat, a dose of Imidacloprid and a check. The application was made during the spring, on April 10, 2007. The treatments applied insecticide registered a considerable reduction in the population of mealybug to 14 days after application, during to 63 days after the application, Spirotetramat (60 g.i.a/ha) not show a effectiveness in controlling the pest, however the rest of the treatments were significantly different to check, being the dose of 90, 90 (New formulation), 120, 60 + 60 (Fracc.) g.i.a / ha and Imidacloprid 525g.i.a/ha of the most effective in controlling the pest and showing a period of 60 days greater protection against the pest.

INTRODUCCIÓN

La uva de mesa en Sonora es considerada como uno de los principales soportes socioeconómicos, debido a la gran cantidad de empleos que genera y ganancias económicas. Anualmente en la región se producen 13 millones de cajas con un valor promedio de 13.00 dólares/caja, lo cual representa un ingreso de \$170 millones de dólares al año. Además de la importancia económica, este cultivo genera 220 jornales por ha/temporada, es decir, que en las 8,500 hectáreas que existen en las regiones de la Costa de Hermosillo y Pesqueira proporcionan empleo para más de 1,870,000 jornales por temporada (Fundación Produce Sonora, 2002). Los piojos harinosos se alimentan sobre tejido verde y directamente bajo la corteza de la planta, succionando la savia del floema. Los insectos secretan abundante mielecilla que atrae hormigas y otros insectos, lo que

además favorece el desarrollo del hongo negro conocido comúnmente como “fumagina”. El principal daño causado por el insecto es la contaminación de los racimos con masas blancas algodonosas, ovisacos y piojos harinosos, así como presencia de “mielecilla”, reduciendo considerablemente la calidad de la fruta. La presencia del insecto en racimos puede causar rechazo de la fruta de exportación (Fu *et al.*, 2002). En un período muy corto de tiempo, posterior a la aparición de piojo harinoso de la vid, el insecto ha causado fuertes daños económicos en la calidad y productividad a la viticultura (Godfrey *et al.*, 2002). *P. ficus* es considerado por la Comisión Californiana de Uva de mesa, como la plaga más importante y dañina de vid en Norteamérica (Geiger *et al.*, 1998; Bentley *et al.*, 2002). En la Costa de Hermosillo, Sonora en el 2001, la plaga afectó el 100% de la producción en 150 has de vid de mesa del Cv. “Flame Seedless”, estimándose pérdidas económicas mayores a los 2 millones de dólares. A partir del 2005 la plaga se distribuyó en la totalidad de viñedos en las regiones de Pesqueira y Costa de Hermosillo en el estado de Sonora (Fu, 2006). *P. ficus* es una plaga de reciente aparición y grave amenaza para la viticultura en Sonora, ya que es uno de los insectos más dañinos y difíciles de controlar en el complejo tradicional de plagas que atacan la vid. Además los estrictos estándares de calidad de la industria de uvas de mesa y alta demanda de los consumidores exigen muy baja tolerancia de daños en calidad de la fruta (Flaherty *et al.* 1992). Actualmente existe un reducido número de insecticidas efectivos para el control de esta plaga, motivo por el cual es necesario identificar moléculas alternativas que reduzcan las altas poblaciones de la plaga en el cultivo de vid. El objetivo de este trabajo es de evaluar la eficacia biológica y residualidad del insecticida en diferentes dosis para el control de piojo harinoso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevo a cabo en los siguientes campos: Don Luís ubicado en el Km. 40 carretera a Bahía de Kino y en el viñedo Terramara ubicado en la carretera internacional Hermosillo-Nogales. Los ensayos se efectuaron en la variedad de mesa “Superior Seedless” y en la variedad “Red Globe” durante la etapa de desarrollo del cultivo (primavera). Los tratamientos evaluados consistieron en tres diferentes dosis de Spirotetramat 150 OD (60, 90 y 120g.i.a/ha), una dosis fraccionada de Spirotetramat 150 OD (60+60g.i.a/ha) a los 0 y 7 días después de la primer aplicación, una dosis con nueva formulación de Spirotetramat 150 OD (90g.i.a/ha), un testigo comercial Confidor SC 35 (525g.i.a/ha) y un testigo sin aplicación. Los diferentes tratamientos (Spirotetramat 150 OD) se aplicaron al follaje de la planta. Los tratamientos fueron aplicados con aspersora mecánica calibrada para asperjar una solución de 2,000 litros de agua/ha. El tratamiento comercial (Imidacloprid 35 SC) aplicado al suelo se dosificó y aplicó manualmente en una solución calibrada en cada gotero, utilizando 100 cc de solución, para lo cual se utilizó un vaso de plástico. La caída de la gota en la línea regante se determinó como el sitio de aplicación. Posteriormente se efectuó un riego de incorporación, con 4 horas de riego continuas para asegurar el desplazamiento del producto hasta la zona radicular de la planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran el comportamiento poblacional de la plaga donde se observó que el testigo sin aplicación mostró la mayor densidad de ovisacos (Figura 1 y 3) y piojos harinosos totales (Figura 2 y 4) durante todo el desarrollo del experimento. En los diferentes tratamientos aplicados con insecticidas se encontró una reducción considerable en la población de ovisacos a los 14 días después de la aplicación, manteniéndose reducidas hasta los 63 días posteriores a la aplicación (Figura 1 y 3). Este resultado es muy importante desde el punto de vista del manejo de la plaga ya que de acuerdo con Fu *et al.* (2005) Cada ovisaco contiene hasta un máximo de 800 huevecillos con un promedio que varía entre 300 y 400, por lo que la disminución observada en el número de ellos, contribuye sustancialmente a evitar que la población de inmaduros se incremente, manteniéndola a un nivel que pueda ser impactada con mayor eficiencia por otros agentes de control como *Anagyrus pseudococci* y *Chrysoperla carnea*, los cuales alcanzan controles de 20 a 30%, respectivamente. En la Figura 2 y 4 se presenta la tendencia poblacional del total de piojos harinosos, observando que el testigo sin aplicación tuvo una tendencia lineal de crecimiento en todo el período de muestreo, mientras que en los tratamientos insecticidas se mostraron las menores densidades de la plaga, encontrando que a los 14 días después de la aplicación se tuvo

la menor densidad poblacional del insectos y manteniéndose baja hasta la ultima evaluación (63 DDA), fecha en que se observó un ligero incremento poblacional de la plaga en las dosis bajas de Spirotetramat 150 OD (60 g.i.a/ha); mientras que las dosis de 90, 90 (nueva formulación), 120 g.i.a/ha se mantuvieron por debajo de los 5 piojos por planta desde los 21 a los 63 días después de la aplicación siendo estos los mejores tratamientos.

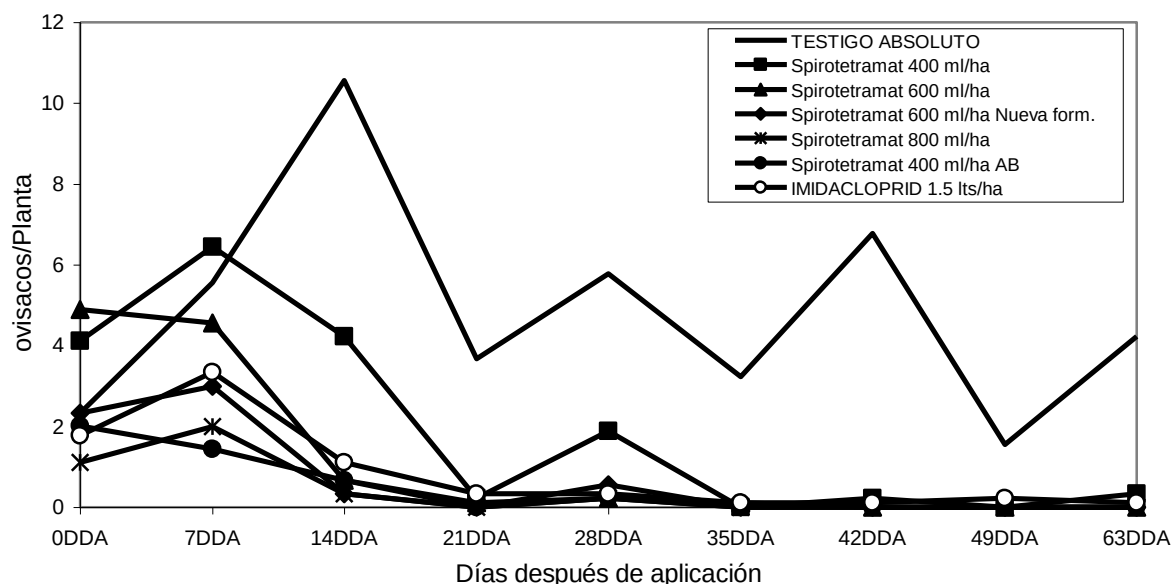


Figura 1. Número de ovisacos de piojo harinoso *Planococcus ficus* en un muestreo de planta completa por 2 minutos de vid de mesa cv. Superior Seedless, 2007 realizada en el viñedo Don Luis ensayo. DDA= Días después de la aplicación.

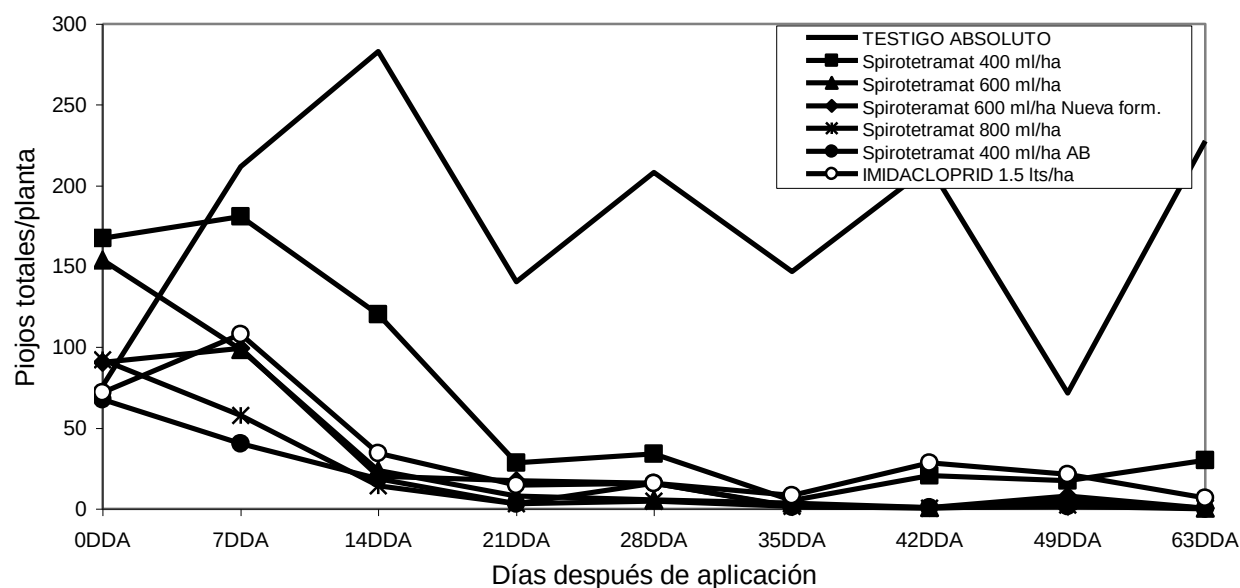


Figura 2. Número de piojos harinosos totales (Caminantes+Inmaduros+Hembras adultas) de piojo harinoso *Planococcus ficus* en un muestreo de planta completa por 2 minutos de vid de mesa cv. Superior Seedless, 2007 realizada en el viñedo Don Luis. Resumen de todas las evaluaciones. DDA= días después de aplicación

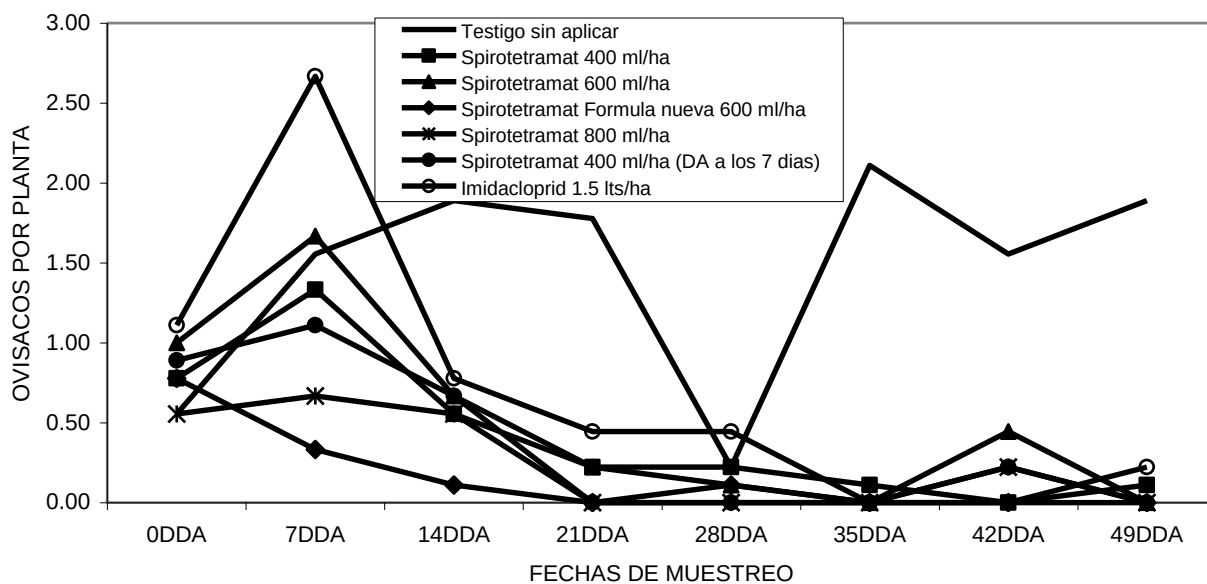


Figura 3. Ovisacos totales por planta muestreadas cada 7 días después de la aplicación, donde fueron evaluadas diferentes dosis del insecticida Spirotetramat en el viñedo Terramara.

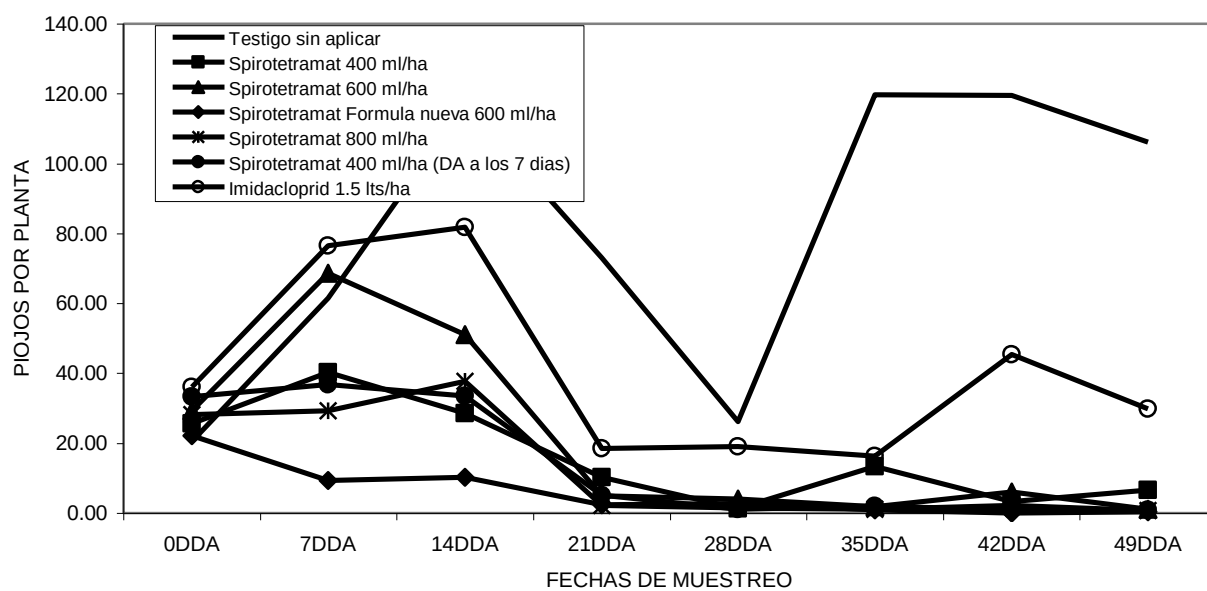


Figura 4. Promedio de piojos totales encontrado en los muestreos realizados, donde se aplicaron distintas dosis del insecticida Spirotetramat en el viñedo Terramara en primavera del 2007.

LITERATURA CITADA

- Flaherty, D. L; L. Christensen y W.T. Lanini. 1992. Mealybugs. In: Grape Pest Management (D.L. Flaherty, L.P. Christensen, W.T. Lanini; J.J. Marois y L.T. Wilson Eds.). Univ. Calif. Div. Agric. Nat. Res. Publ. 3343. P. 159-165.
- Fu, C., A. A. 2002. Avances de Investigación en Piojo Harinoso, *Planococcus ficus* en Vid. Seminario de Viticultura. CECH-INIFAP. P: 56-72.
- Fu, C. A. A. 2005. Quimigación. Recomendaciones. Aplicaciones de insecticidas en el riego por goteo. Ficha Técnica. INIFAP-CESAVE-JLSV.
- Fu, C.A.A. 2006. Control químico del piojo harinoso de la vid *Planococcus ficus* Memoria Seminario de Viticultura 2006. Memoria técnica No. 22. INIFAP-CECH.
- Geiger, C.A; K.M. Daane; C.R. Anderson; W.J. Bentley y M. Bianchi. 1998. New efforts to explore augmentative biological control of the *Pseudococcus maritimus* in California vineyards. Pp. 178-182. In. Proc. Calif. Conf. on Biological Control. 10-11 June 1998. Berkeley, CA. Univ. Calif. Oakland, CA.
- Godfrey, K.E; K. Daane M; W. J. Bentley; R. J. Gill y R. Malakar-Kuenen. 2002. Mealybugs in California vineyards. University of California. Agricultural & Natural Resources. Pub. 21612. 16 pp.
- Fundación Produce, Sonora. 2002. Cadena Agroalimentaria/Agroindustrial Uva de Mesa. <http://www.produce.org.mx>.

EL CULTIVO DE ORÉGANO *Lippia palmeri* Watson, EN EL ESTADO DE SONORA

Corella-Bernal Rubén Armando¹, Ortega-Nieblas, María Magdalena¹, McCaughey-Espinoza, Diana¹, Robles-Burgueño María del Refugio², Vázquez-Moreno, Luz². ¹Profesor-Investigador del Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. D.I.C.T.U.S. Blvd.. Luis Encinas y Rosales s/n. C.P. 83000. Hermosillo, Sonora. ²Investigadora del Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo. C.I.A.D. Apartado Postal 1735. rub_co@hotmail.com.

Palabras clave: Cultivo de orégano, *Lippia palmeri*, orégano.

RESUMEN

El orégano es una planta distribuida en México; solo son comercializados nueve géneros y 14 especies de la familia Verbenaceae, Labiadas y Compuestas. La familia Verbenaceae es considerada de mayor importancia de acuerdo a sus características aromáticas y a su distribución. A esta familia pertenecen los géneros *Lippia* con tres especies y *Lantana* con dos especies. La especie de orégano *Lippia palmeri* Watson, es localizada en el Noroeste de México, abarcando principalmente a la península de Baja California y a los estados de Sonora y Sinaloa. Se realizaron varios trabajos con *Lippia palmeri* W., para conocer su comportamiento bajo condiciones de cultivo, entre ellos tenemos pruebas de germinación, utilizando Ácido Giberélico en concentraciones de 100, 200 y 300 ppm. También se han hecho pruebas de propagación por estacas utilizando el Ácido Indolbutírico en dosis de 2000, 3000, 4000 y 5000 ppm., así como el estudio fenológico de plantas bajo condiciones de cultivo propagadas por semilla, donde mediremos la altura, diámetro y época de floración, para concluir con el rendimiento por planta y por hectárea. Así mismo, se realizaron análisis sobre el contenido de aceite esencial y sobre el uso de este aceite para el control de dos gorgojos *Zabrotes subfaciatus* y *Acanthocelides obectus*, plagas consideradas de gran importancia económica en la región en granos almacenados principalmente frijol.

ABSTRACT

Oregano is a plant distributed in Mexico are sold only nine genera and 14 species of the family Verbenaceae, Labiatae and Compositae. Verbenaceae family is considered most important according to their aromatic characteristics and distribution. To this family belong to the genus *Lippia* three species and two species *Lantana*. The species of Oregano *Lippia palmeri* Watson, is located in northwestern Mexico, mainly covering the peninsula of Baja California and Sonora and Sinaloa. We work with several *Lippia palmeri* W., to know their behavior under growing conditions, among them we have a germination test, using Gibberellic acid at concentrations of 100, 200 and 300 ppm. There has also been evidence of propagation by cuttings using indole butyric acid in doses of 2000, 3000, 4000 and 5000 ppm. As well as the phenological study of plants under cultivation conditions propagated by seed, which will measure the height, diameter and age of flowering, concluding with the yield per plant and per hectare. Likewise, it analyzes were performed on essential oil content and the use of this oil for control of two weevils and *Zabrotes subfaciatus* *Acanthocelides obectus*, pests considered of great economic importance in the region mainly in stored grains beans.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor producción y exportación de orégano en el mundo, superado solo por Turquía. El orégano mexicano actualmente se encuentra distribuido en los estados de Chihuahua, Durango, Tamaulipas, Coahuila, Jalisco, Zacateca, Querétaro. Hidalgo y Baja California Sur a menor escala, y Sonora no figura entre los estados productores de orégano. La introducción del orégano a cultivo, vendría a ayudar a la conservación de las poblaciones naturales, ya que actualmente las explotaciones de este recursos son de origen silvestre, lo cual va mermando las poblaciones debido a que la época de recolección sucede cuando la planta se encuentra con un 30 a 40% de floración, no logrando la regeneración de nuevas plantas debido a que no llega a producir semilla ni caer nuevamente en el suelo. Es una planta con muy buenas

características de manejo, alta residencia a sequía, desarrolla en terrenos de bajo contenido nutricional, tiene una gran demanda a nivel local, nacional e internacional, lo que lo hace atractivo para su introducción. Viendo estas características, se pretende introducir como cultivo a esta especie de orégano *Lippia palmeri* Watson, el cual vendría a ayudar en la introducción de un nuevo cultivo para la región agrícola de la Costa de Hermosillo, región muy afectada por la falta de agua y la intrusión salina en los mantos freáticos.

Actualmente se tienen parcelas experimentales en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, donde se hacen las primeras evaluaciones como cultivo, mostrando características muy aceptadas en cuanto a su germinación, desarrollo vegetativo, rápido crecimiento, buena calidad así como presentación de hoja (producto comercial), fácil manejo, buen contenido de aceite esencial, en fin, un buen comportamiento como cultivo, pero aun hay mucho por hacer, como el de conocer sus requerimientos de agua, plagas y enfermedades que se le puedan presentar, requerimientos nutricionales para una buena producción, etcétera, todo lo que se le tiene que hacer a un cultivo tradicional para la obtención de altas producciones.

El nombre "orégano" constituye a más de dos docenas de diferentes especies de plantas, con flores y hojas que presentan un olor característico a "especie". La hoja del orégano se usa no solo como condimento de alimentos, si no también en perfumería, licorería, refresquería, como fijador de olor, sabor y color, pero en estudios recientes se han encontrado actividad anti-microbiana (contra hongos, bacterias, insectos y virus), antioxidante y desinfectantes; también se emplea en la medicina tradicional como antiespasmódico, motivo por el cual se han convertido en un producto de exportación. Adicionalmente, la Organización Mundial de la Salud estima que cerca del 80% de la población en el mundo usa extractos vegetales o sus compuestos activos, por ejemplo los terpenoides, para sus cuidados primarios de salud (Dafarera, y col., 2000).

Lippia palmeri Watson, pertenece a la familia Verbenaceae. Es una planta con tallos leñosos rectos, alcanzan de 0.5 a 2.5 m de alto. Las hojas brotan de dos en dos en cada nudo, son ovaladas acabadas en punta, su longitud es de 0.5 hasta 2 cm. Poseen pecíolos y aparecen cubiertas de glándulas. Las flores son blancas amarillentas cambiando de color con el tiempo a violáceas, forman espiguillas de 3 cm; los pétalos son de 2 a 3 mm de longitud florece en verano de julio a octubre y su fruto es ovoide, globoso y en forma de capsulado donde se encuentran las semillas. *Lippia palmeri* Watson se encuentra distribuida en el Estado de Sonora, Sinaloa y Baja California. Se desarrolla en zonas cálidas, en suelos pobres de materia orgánica, es fácil de encontrarla en las laderas de los cerros y en raras ocasiones en terrenos planos (Maldonado, 1991).

En el Estado de Sonora se encuentran dos zonas naturales con altas poblaciones de orégano (*Lippia palmeri* W.), en las cuales se han llevado a cabo varios estudios sobre su comportamiento bajo condiciones silvestres, así como el de la obtención material vegetativo (semillas, estacas, hojas, plantas adultas para establecimiento de banco de germoplasma), para la realización de los estudios de germinación, siembras, fenología, contenido de aceites y controles de plagas en granos almacenados. Los sitios referidos son: San Agustín, San Nicolás, El Colorado, El Cerro de la Minita, localidades con menos abundancia de plantas, y en la localidad de Puerto del Orégano y Álamos fueron localizadas en mayor densidad de plantas (Ortega y col., 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

En lo referente a la propagación del orégano (sexual y asexual), se han hecho estudios con semilla y estacas provenientes de el sitio conocido como Puerto del Orégano. La colecta de semillas se llevó a cabo en el mes de junio del 2007. Se probaron tres tiempos de remojo de la semilla por 30, 60 y 120 minutos en cinco concentraciones de ácido giberélico (GA_3), 0 100, 200 300 400 y 500 ppm, utilizando en el testigo solo agua destilada.

Para conocer la influencia del ácido giberélico sobre la germinación de las semillas, se utilizaron 100 semillas secas sanas y maduras, previamente identificadas y cuidando que no tuvieran daños mecánicos ni de insecto, estas fueron colocadas en cajas petri las cuales en la parte inferior se colocó algodón y en la parte superior papel filtro donde se colocaron las semillas de orégano una

vez que se remojaron en los tiempos antes mencionados. Las cajas de petri fueron colocadas en una cámara de germinación marca Seedburo Modelo D7440, controlando la temperatura en un rango de 25 a 27°C. Los muestreos se realizaron cada dos días a partir de la siembra, por un tiempo de 30 días, iniciando la germinación al tercer día, considerando la plántula germinada al momento de mostrar las hojas cotiledonarias. Todos estos resultados obtenidos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento. Encontrando que los mas altos porcentajes de germinación con Ácido Giberélico fue el de 100 ppm. en 60 minutos, obteniendo el 90% de germinación a los 15 días de muestreo, siendo menores para las demás dosis.

En lo referente a la propagación por estacas, se utilizaron estacas de madera joven, tejidos aun no lignificados, los cuales contaban con un promedio de 5 pares de yemas vegetativas, haciendo un corte en la base de la última yema y posteriormente fueron sumergidas en Ácido 3-Indolbutírico por espacio de 5 segundos. Las dosis utilizadas fueron 2000, 3000, 4000 y 5000 ppm. utilizando como sustrato peat moss (mezcla de musgo-perlita-vermiculita) utilizando 50 estacas por cada tratamiento; posteriormente las estacas fueron colocadas en recipientes cilíndricos utilizados para propagación de plantas. Las charolas con las estacas estuvieron en un invernadero con temperatura y humedad controladas, realizando los muestreos cada 5 días, los resultados obtenidos muestran que el mayor porcentaje de estacas enraizadas fue el tratamiento de 2000 y 3000 ppm con un 70% de estacas enraizadas en un período de 15 días. En el tratamiento de 4000 ppm se obtuvo un 38% de enraizado y un 29%, en el de 5000 ppm con lo cual demuestra la fototoxicidad que caracteriza al ácido 3-Indolbutírico, no se continuaron mas días porque algunas estacas se encontraban secas o empezaba a presentar podredumbres en las bases.

Los estudios fenológicos, se llevaron a cabo con plantas que inicialmente fueron sembradas en invernadero y transplantadas a campo una vez que alcanzaron una altura de 15 centímetros, plantando un lote experimental con 375 plantas, colocadas a una distancia de 2 metros entre surco y un metro entre plantas; se seleccionaron 10 plantas para tomar los datos de altura, diámetro de copa, formación de ramas laterales, época de floración, y cosecha (peso fresco y peso seco) si lo comparamos con el comportamiento de las poblaciones silvestres, son muy diferentes ya que las poblaciones naturales dependen de las precipitaciones para desarrollar y estas se encuentran muy delimitadas por las lluvias o presencia de humedad, no así en las cultivadas donde si existe disponibilidad de agua en el momento que requiere la planta. En base a los resultados obtenidos, tenemos que la altura promedio alcanzada por la planta en el primer corte fue de 47 centímetros con un diámetro promedio de 35 centímetros; para el segundo corte, la altura promedio de la planta fue de 85 centímetros de altura y 78 centímetros de diámetro. Para el tercer corte las plantas habían alcanzado una altura de 90 centímetros y 85 centímetros de diámetro. Con respecto a las épocas de floración, esta inició al tercer mes de plantada, pero la época de cosecha se realiza cuando las plantas tengan entre un 20 y 30 % de floración, momento en que los recolectores de orégano silvestre realizan la cosecha, ya que si dejaran mas tiempo, bajaría la calidad del producto en cuanto a que habria mas flores que hojas; las plantas que no fueron cosechadas continuaron su desarrollo pero aumentó la producción de flores y frutos (semillas), con lo cual podemos tener una buena producción de semillas para siembras posteriores. Los rendimientos obtenidos en cada corte fueron los siguientes, en el primer corte se tuvo un rendimiento promedio de 170 gramos de hoja fresca, 604 gramos en el segundo corte y 661 gramos en el tercer corte, siendo el peso seco promedio de los 3 cortes de 56, 132 y 260 gramos de hojas secas, las cuales contenían un promedio de 35 % de humedad. Si tenemos una población de 5000 plantas por hectárea, y tenemos un rendimiento promedio por planta de 448 gramos, entonces tendríamos un rendimiento aproximado de 2,240 kilogramos por hectárea, lo cual es atractivo como cultivo alternativo. Los cortes se realizaron cada 3 meses y los riegos se aplicaban cada 2 meses con una lámina aproximada de 10 centímetros por riego.

En cuanto al aceite obtenido de las dos localidades Puerto del Orégano y Álamos, Sonora, regiones productoras de orégano silvestre, en el cual se ha encontrado mayor contenido de aceite por planta en el sitio de Álamos que en el de Puerto del Orégano, el uso de ambos aceites esenciales aplicados para el control de las plagas en granos de frijol almacenado provocaron la muerte tanto de *Zabrotes subfaciatus* y *Acanthocelides obectus* variando esta en la dosis aplicada y el tiempo de efecto. La mayor mortalidad se encontró en las dosis de 20 µl. a los 20 minutos de

aplicado en ambos insectos, y en la menor dosis (0.5 µl.) el tiempo fue de 150 minutos en *Z. subfaciatus*, y el *A. obiectus* el tiempo de mortalidad fue de 210 minutos. En el caso del testigo los insectos se siguieron reproduciendo de manera natural. La residualidad del aceite fue de 40 días en los tratamientos de 15 y 20 µl.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la fecha, se ha visto que esta especie de Orégano (*Lippia palmeri* Watson) , se comporta de una manera satisfactoria como un nuevo cultivo para estas regiones donde el principal problema es la escasez de agua, y se ha visto que pese a la gran variabilidad genética manifestado en plantas de mas de 3 años de edad, en plantas juveniles provenientes tanto de semilla como de estacas, se ve uniformidad de crecimiento en estas, en su tamaño de hoja, presenta una estructura foliar de fácil manejo como cultivo, muy visitado este cultivo por diferentes tipos de insectos tanto plagas como insectos benéficos, no mostrando daño alguno por ellos, sus etapas de desarrollo bien definidas y sobre todo sus rendimientos muy alentadores para esta región. En lo referente a la propagación sexual encontramos que con dosis de 100 ppm. de Acido Giberélico se obtuvo el 90%. En lo referente a la propagación por estacas, se encontró que en la dosis de 2000 y 3000 ppm. de Acido Indolbutírico presentó el mayor porcentaje de enraizamiento 70%. Con respecto a los estudios fenológicos se encontró que la planta tiene un promedio de crecimiento de 70 cm. en 3 meses de desarrollo (período de febrero a noviembre), y de 65 cm. de diámetro promedio en los tres cortes, con un rendimiento promedio por planta de 448 gramos

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y observaciones realizadas hasta el momento, podemos concluir que el cultivo de esta especie de orégano *L. palmeri* Watson, promete como alternativa de cultivo para el estado de Sonora.

LITERATURA CITADA

- Dafarera, D.J., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G. 2000. GC-MS Analysis of essential oils from some greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. J Agric Food Chem. 48, 2576-2581.
- Maldonado, A. L. 1991. Descripción Botánica y Usos del Orégano en México. Memorias sobre el estado actual del conocimiento del Orégano en México. pp. 41-52
- Ortega N.M., R. Corella B. y M.R. Robles B. 2006. OREGANO *Lippia palmeri* Watson. Especie de importancia comercial para las Zonas Semiáridas del estado de Sonora-México. CONAFOR-CONACYT. Septiembre 2006.

CALIDAD DE FRUTA 25 SELECCIONES DE GUAYABO EN EL SUR DE SONORA

Jesús Arturo Samaniego Russo¹, Ernesto Sánchez Sánchez¹, Alfonso Ramírez Arredondo¹, Rafael Valenzuela Borbón¹, Manuel Madrid Cruz¹. ¹Investigadores del Campo Experimental del Valle del Mayo. INIFAP. Navojoa, Sonora, México. Fax 01(642)4233045. samaniego.arturo@inifap.gob.mx

Palabras clave: *Psidium guajava*, Calidad, tamaño de fruta, contenido de pulpa.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el ciclo 2008-2009 en el Sahuaral, Etchojoa situado al Suroeste del estado de Sonora. El material de guayabo utilizado se obtuvo de las selecciones del Banco de Germoplasma del INIFAP, propagado por acodo aéreo, con excepción del material Cubano que se propagó por injerto (inj) y semilla (S) y Hawaii-71 también por injerto. Se incluyeron 22 selecciones y tres materiales adicionales que ya se habían evaluado en la Región. Fueron plantados en Marzo del 2006 a una densidad de 500 plantas ha⁻¹ (5 x 4 m). El diseño experimental fue Completamente al azar, con cuatro repeticiones, las variables evaluadas fueron calidad de fruta (peso, dimensiones, Grados Brix y contenido porcentual de pulpa y semilla).

En peso de fruto fue superior Hawaii 71 con 206.5 g por fruto, le sigue S-56, Cubana (S), Cubana (Inj), y S-54 con 137.7, 134.2, 130.2 y 128.6 respectivamente. Los genotipos con mayor porcentaje de pulpa en el fruto fueron S-54 y S-61 con 80.5 y 80.1 % respectivamente. Los valores mas altos para grados brix fueron en S-42, S-85 y S-61 con 16.1, 15.3 y 13.8

ABSTRACT

Southern Sonora has the recognition of a region represent free of Mexican fruit fly by the Department of Agriculture United States, this a comparative advantage to other productive regions. The aim of this study was to evaluate 25 outstanding materials of guava under agro-ecological conditions of southern Sonora in 2008 – 2009 years. The research was conducted in Sahuaral, Etchojoa, Sonora, and México. The material assessed was guava spread Seed Bank of INIFAP, (22 selections and 3 additional materials and evaluated in the Region). They were planted in March 2006 at a density of 500 plants ha⁻¹ (5 x 4 m). The experimental design was a completely random, with four replications. It was evaluated performance genotypes with greater weight fruit were Hawaii 71 with 206.5 g, S-56, Cubana (S), Cubana(Inj), and S-54 con 137.7, 134.2, 130.2 y 128.6 g. the percentage was higher soluble solids in the selections S-42, S-85 y S-61 with values of 16.1, 15.3 y 13.8 correspondingly

INTRODUCCIÓN

El sur de Sonora tiene una superficie bajo condiciones de riego de 377, 125 ha, de las cuales 127,000 reúnen las características físico-químico de suelo, condiciones climáticas y calidad de agua adecuada para el desarrollo de diferentes especies frutícolas ya que nos encontramos libres de la presencia de mosca mexicana de la fruta, reconocidos por USDA, que le da un valor agregado a la región al poder exportar fruta fresca de diferentes especies frutales, sin tratamiento previo. El Campo Experimental del Valle del Mayo realiza investigación en frutales desde el inicio de la década de los 90^s con el objetivo de evaluar nuevas alternativas de producción más rentables ya que es necesario realizar una reconversión productiva, entendido como un cambio hacia la siembra o plantación de especies más eficientes en el uso de los recursos, que generen mayor ocupación de mano de obra, que sean más redituables y que vengan a reactivar la actividad agrícola. El productor del Sur de Sonora ha iniciado la reconversión frutícola, con la plantación de naranja en mas de 2000 ha, sin embargo es necesario diversificarse mediante la plantación de diferentes especies y variedades frutícolas, que presenten ventajas comparativas en su producción y comercialización. Así es como el cultivo de Guayabo se presenta como una atractiva alternativa de producción, ya que somos el único Estado en el País que puede exportar fruta fresca a Estados Unidos de Norteamérica. Y otros Países ventaja que no tienen otras Regiones productoras, incluso Hawaii que es un Estado de la Unión Americana y no puede introducir fruta fresca al resto de su País.

En México se tiene una superficie plantada de guayabo de 23, 900 hectáreas con una producción anual de 300 000 toneladas. En el sur de Sonora se presentan condiciones adecuadas para el desarrollo y producción de esta especie. Por su composición nutrimental, la guayaba podría considerarse como un fruto nutraceutico, aportando a la dieta principalmente vitamina C (200 a 400 mg/100 g de peso fresco), cantidad de cinco a ocho veces mayor que la aportada por el jugo de limón o naranja, razón a la que debe su apelativo de “reina de la vitamina C”, la cual es un importante antioxidante natural (Vasco, Padilla y Toro 2003).

Se adapta con facilidad a distintas condiciones climáticas pese a su origen tropical; sin embargo su área ecológica se encuentra en la faja paralela al Ecuador, con límites que no van mas allá del paralelo 30° de cada hemisferio (Villaseñor, 1977).

El guayabo se desarrolla mejor en clima seco, sin embargo son mejores las áreas secas que reciban lluvia que no exceda los 1000 mm, es mas resistente a la sequía que la mayoría de los árboles frutales tropicales (El-Baradi, 1975). Así se ha observado que en países donde la estación seca es prolongada (cinco meses o mas) en un año se obtiene una producción, cuya floración se dispara por la entrada de las lluvias; mientras que en los climas tropicales con precipitaciones altas estacionada durante el año, con insolación suficiente que permite la actividad de insectos, se han observado dos producciones al año. (Le Burdelles y Estenove 1967). Rendimientos mayores se obtienen con una temperatura anual media de 23 a 28 °C, sin embargo el guayabo tolera temperaturas de 45 °C o más. Es sensible a bajas temperaturas; las plantas jóvenes pueden morir a - 1.7 °C, mientras que los árboles maduros toleran períodos cortos a -3.3 °C (Rhuele, 1964).

Padilla, S. et al en el 2002 señalan que la guayaba puede producir mejor en áreas donde el invierno es mas marcado, en comparación a regiones mas tropicales. Sin embargo puede ser dañado severamente a temperaturas de solo unos cuantos grados bajo cero, aunque se ha observado que algunos árboles con ramas dañadas hasta el nivel del suelo, han producido nuevos brotes capaces de producir en 2 a 3 años. La variedad Lucknow 42 tiene frutos de tamaño medio, de forma redonda, pulpa blanca cremosa, sabor dulce agradable, buena calidad, buena producción, no recomendable para enlatado.

El estudio de 24 selecciones de guayabo en Zacatecas, México mostró oscilaciones en contenido de Vitamina C de 217 a 485 mg/100g de tejido, en las selecciones 116 y 10 respectivamente, el peso de semilla por fruto oscilo de 1.2 a 3.0 g en la selección 29 y 85 correspondientemente, el porcentaje de sólidos solubles varió de 10.4 en la selección 106 a 14.6 en la selección 37. Las selecciones superaron de 2 a 5 veces la media de rendimiento de fruto en la Región de estudio (Padilla et al. 2003).

Durante el año 2006 se evaluaron 24 selecciones de guayabo, la producción en número de frutos por planta osciló de 69 en la selección 56 a 718 en el genotipo 48; en kg/planta de 3.2 en los materiales 42 y 115 a 32.9 en la selección 48; en cuanto a precocidad denotada por número de días de la poda al inicio de cosecha fluctuó de 194 en la mas precoz con la selección 111 y 253 días la mas tardía que fue la 56 (Padilla, et al , 2007)

Resultados de investigación en el sur de Sonora indican rendimientos de 20 y 15 ton/ha para las variedades Hawaii 71 y Lucknow, la primera de pulpa rosa y la segunda pulpa blanca con tamaño de fruto que oscila en el primer caso de 110 a 160 g y en el segundo material de 85 a 110 g. Es importante señalar que los rendimientos aquí señalados se pueden mejorar sustancialmente mediante el manejo de poda y cierre del marco de plantación a 5 x 5 m. (Samaniego- Russo, 2005).

En otra evaluación en el sur de Sonora, se reportan rendimientos de las selecciones 54, 106, 11, 47 y 37 con 17.5, 15, 14.6, 10.6 y 10 kg por árbol en el periodo de agosto a diciembre (Samaniego-Russo et al, 2007).

En el sur de Sonora al evaluar 25 selecciones de guayabo se encontraron diferencias notables en peso de fruto al oscilar de 24 a 218 g, el contenido de semilla por fruto de 4 a 39 g, en cuanto al porcentaje de sólidos solubles fluctuaron de 8 a 16.1 (Samaniego-Russo *et al* 2008)

Se realizaron colectas de guayaba en 11 diferentes Estados de la República mexicana, desde 0 a 2000 msnm, se evaluaron algunas características de fruto como tamaño y forma, color, número de semillas, grosor de pulpa, contenido de vitamina C, encontrándose una amplia variabilidad del fruto con respecto a forma, tamaño, color de cascara y pulpa, y número de semillas (Padilla, González y Osuna, 2008).

Los principales consumidores de la guayaba en el mundo son los grupos étnicos de origen latino, hindú y árabe residentes en Europa y Estados Unidos. Si consideramos que la población de origen latino radicada en Estados Unidos asciende a mas de 20 millones de personas y que estos tienen poder de compra anual del orden de los 40 mil millones de dólares, este se visualiza como el principal mercado potencial, sobre todo de fruta fresca, ya que el Sur de Sonora esta reconocido por USDA como región libre de mosca mexicana de la fruta, no existiendo restricción alguna para su exportación.

Alrededor del 85% de la producción nacional se orienta al consumo en fresco, la superficie promedio de huertas registradas llegó a 21,300 ha, con una producción de 266 mil toneladas de las cuales Michoacán, Aguascalientes y Zacatecas aportan el 94% de este volumen. La oferta de guayaba se concentraron un 70% en el período de Septiembre a Enero y el 30% de Febrero a Agosto, se considera que los meses de Mayo a Junio es la época de menor disponibilidad (Fundación Produce Sonora ,2004).

OBJETIVO

Encontrar al menos tres materiales de guayabo con fruta de calidad de exportación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el ciclo 2008-2009 en el Sahuaral, Etchojoa situado al Suroeste del estado de Sonora que presenta un clima muy seco o desértico, muy cálido con temperatura media anual de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C con régimen de lluvias de verano y muy extenso con oscilaciones anuales de las temperaturas medias mensuales mayor de 14°C representado por BW (h') w (e'). El material de guayabo utilizado se obtuvo de las selecciones del Banco de Germoplasma del INIFAP, propagado por acodo aéreo, con excepción del material Cubano que se propagó por injerto (inj) y semilla (S) y Hawai-71 también por injerto. Se incluyeron 22 selecciones y tres materiales adicionales que ya se habían evaluado en la Región. Fueron plantados en Marzo del 2006 a una densidad de 500 plantas ha⁻¹ (5 x 4 m). El diseño experimental fue Completamente al azar, con cuatro repeticiones, con una planta como unidad experimental. Las variables evaluadas fueron calidad de fruta (peso, dimensiones, Grados Brix y contenido porcentual de pulpa y semilla).

RESULTADOS

Al realizar el análisis de varianza para la variable peso de fruto nos indica diferencias altamente significativas entre las selecciones con superioridad de Hawaii 71 con 206.5 g por fruto, le sigue S-56, Cubana (S), Cubana (Inj), y S-54 con 137.7, 134.2, 130.2 y 128.6 respectivamente. Los materiales con fruta mas pequeña fueron S-42 y S-57 con 59.1 y 49.2 g en ese orden (cuadro 1). La mayor longitud de fruto (diámetro polar) se tuvo en los genotipos Hawai-71, Cubana(Inj), S-10, Cubana (S) y S-45 con cifras de 68.9, 65.7, 64.1, 63.5 y 61 mm correspondientemente. El ancho de fruto (diámetro ecuatorial) fue mayor en Hawaii- 71, S-56, Cubana(S) y Cubana (Inj) con 71, 62.8, 59.6 y 58.4 mm en ese orden, éstas medidas nos dan idea de la forma aproximada que tiene la fruta. La proporción de contenido de pulpa y semilla en fruto es importante tanto para la industria como para el consumidor en fresco, los genotipos con mayor porcentaje de pulpa en el fruto fueron S-54 y S-61 con 80.5 y 80.1 % respectivamente, en el caso de Hawaii 71 , Cubana (S) y

Cubana (Inj) fueron de 77.9, 77 y 74 % ; los contenidos mas bajos en pulpa fueron para los materiales S-85, S-118 y S-11 con 72.5, 72.4 y 68.7 en ese mismo orden. En lo relativo al contenido porcentual de semilla los de menor contenido fueron S-48, S-61 y S-54 con 21.1, 19.2 y 18.2 % del peso total de fruto. El contenido de grados brix (PSS) de la pulpa nos indica lo “dulce “ de la fruta y en esta variable encontramos diferencias altamente significativas entre selecciones con los valores mas altos para S-42, S-85 y S-61 con 16.1, 15.3 y 13.8 ; las cifras mas pequeñas fueron para S-56, S-106 y S-54 con 11.0, 10.8 y 9.4 respectivamente (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

En los primeros ensayos se tienen genotipos con características sobresalientes en porcentaje de sólidos solubles como S-42, S-85, y S-61.

En contenido porcentual de pulpa sobresalen S-54 y S-61.

En tamaño de fruta los más altos valores son para Hawaii-71, S-56 y Cubana (S).

Cuadro 1.- CALIDAD DE FRUTA DE 26 SELECCIONES DE GUAYABO 2008-09

SELECCIÓN	Peso Fruto(g)	Diámetro de fruto(mm)		Grosor Pulpa	Peso Semilla	Peso Pulpa	Grados Brix	%	%
		Largo	Ancho					SEMILLA	PULPA
SEL. - 10	94.9	64.1	52.1	10.3	22.3	72.2	11.9	23.7	75.8
SEL. - 11	78.1	59.5	48.9	9.4	20.0	57.8	12.9	25.6	74.0
SEL. - 12	72.5	60.6	47.4	9.6	16.6	55.4	11.8	23.1	76.3
SEL. - 20	74.9	60.3	48.4	9.6	18.0	56.5	11.6	24.2	75.3
SEL. - 37	59.6	53.5	44.4	9.4	13.7	45.5	12.9	23.1	76.2
SEL. - 42	59.1	41.7	46.8	12.6	21.8	42.4	16.1	40.7	73.0
SEL. - 45	84.4	61.0	50.1	9.6	21.8	61.8	11.8	25.9	73.2
SEL. - 46	78.1	59.8	48.5	10.0	19.0	58.6	12.2	23.8	75.6
SEL. - 47	67.6	54.8	46.9	9.6	15.3	51.9	12.7	22.7	76.8
SEL. - 48	85.9	56.3	50.7	10.6	18.4	67.1	12.0	21.1	78.5
SEL. - 54	128.6	75.5	57.3	13.2	22.8	104.1	9.4	18.2	80.5
SEL. - 56	137.7	59.6	62.8	11.7	31.7	104.8	11.0	23.4	75.6
SEL. - 57	49.2	48.4	42.3	8.8	12.7	36.3	12.1	26.1	73.5
SEL. - 61	62.6	54.8	45.5	10.3	12.0	50.2	13.8	19.2	80.1
SEL. - 85	61.1	50.3	45.4	9.2	15.3	45.4	15.3	26.9	72.5
SEL. - 106	91.6	55.9	51.9	10.5	21.3	70.2	10.8	25.3	74.5
SEL. - 111	61.2	48.2	46.9	8.8	17.9	42.8	11.8	30.6	68.7
SEL. - 115	59.4	51.5	44.8	9.3	14.1	45.3	12.2	24.1	76.0
SEL. - 116	73.4	60.2	47.9	8.8	19.5	53.6	11.8	26.7	72.9
SEL. - 117	76.1	59.5	48.3	13.3	24.2	56.6	14.8	36.0	76.1
SEL. - 118	65.1	56.3	46.0	8.7	17.5	47.3	11.6	26.9	72.4
SEL. - 126	65.1	53.9	46.4	9.4	15.6	49.1	12.9	24.4	74.8
Hawaii 71	206.5	68.9	71.0	13.9	45.3	160.3	11.9	21.6	77.9
Cubana(S).	134.2	63.5	59.6	12.0	29.1	104.8	12.7	22.7	77.0
Cubana (Inj)	130.2	65.7	58.4	11.1	31.6	97.7	11.8	25.2	74.0

LITERATURA CITADA

El-Baradi, T.A.1975. “Guava. Review article”. Abstr. Trop. Agric 1: 9-16.
Faostat.2005. <http://faostat.fao.org/default.aspx>.

- Fundación Produce Sonora, A.C. 2004. Agenda de agronegocios, Guayaba una Nueva Alternativa de Producción. Folleto de Divulgación. Hillo, Sonora.
- Le-Burdelles, J. y P. Estonove 1967, La goyave aux Antillas. *Fruits*22 (9):397-412.
- Padilla, R.S. et al. 2002. Guayaba su cultivo en México. INIFAP-CIRNOC-C.E. Pabellón.
- Padilla, R. S., E. González, G. E., L. Reyes M., M. Perales., E. Mercado S., y N Mayek. 2003. Caracterización de germoplasma de guayabo de la región de Calvillo-Cañones. En Memoria del primer Simposio Internacional de Guayabo. Aguascalientes. México.
- Padilla, R. S., E. González, G. E., L. Reyes M., M. Perales., F. Gutiérrez A. y E. Osuna C. 2007. Precocidad y rendimiento de fruto de Selecciones de guayabo (*Psidium guajabum*) en la Región de Calvillo-Cañones. En Memoria del XII Congreso de la SOMECH. Zacatecas. México.
- Padilla, R. S., E. González and E.S. Osuna-Ceja. 2008. Collection and characterization of Mexican guava (*Psidium guajava* L.), germplasm.
- Rhuele, G.D. 1964. "El cultivo de la guayaba en florida". *Agric. Trop.* (Bogotá) 20:555-564.
- Samaniego-Russo J.A. 2005. Guayabo; una alternativa de producción para el sur de Sonora. En Memoria del VII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, México.
- Samaniego-Russo J.A. et al . 2007. Rendimiento de 26 selecciones de guayabo en el Sur de Sonora. IX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, México.
- Samaniego-Russo J.A. et al 2008. Rendimiento de 26 selecciones de guayabo en el sur de Sonora. En memoria de 54th Annual meeting of the interamerican Society for Tropical Horticultural". Vitoria, Brasil.
- Vasco, M.N., S. Padilla R. y J.F Toro V. 2003 Composición nutrimental de la guayaba y sus semillas .En memoria del primer simposio internacional de la guayaba. Aguascalientes México.
- Villaseñor, L.C.A. 1977. Perspectivas del mercado de la guayaba *Psidium guajava* L. en México. Tesis profesional, ENA Chapingo; México.

INSECTICIDAS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DEL PULGÓN, APHIS CRACCIVORA KOCH, EN FRIJOL YORIMÓN EN BAJA CALIFORNIA SUR

José G. Loya-Ramírez¹, Alfredo Beltrán-Morales¹, Liborio Fenech-Larios¹, Francisco H. Ruiz-Espinoza¹, Sergio Zamora-Salgado¹ y Luís Emitterio Morales Prado. ¹Departamento de Agronomía de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. jloya@uabcs.mx.

Palabras clave: Manejo integrado, Abonos verdes, Efectividad de insecticidas

RESUMEN

El frijol yorimón, *Vigna unguiculata* L. ha resultado sobresaliente como abono verde en la agricultura orgánica en Baja California Sur. Sin embargo, es susceptible a *A. craccivora*, el cual causa un daño severo cuando no se maneja adecuadamente. El objetivo fue evaluar tres insecticidas, solos y mezclados para el control del pulgón del yorimón. Tres bioensayos fueron realizados usando diferentes concentraciones de 2.0, 6.0 y 12 cc L⁻¹ de agua. En la mezclas de dos productos, se utilizó la mitad de cada componente, mientras que en la mezcla triple, se utilizó un tercio de cada uno. Las variables medidas fueron mortalidad de adultos y crías producidas después del tratamiento. En la dosis de 2.0 ccL⁻¹ de agua, las medias de mortalidad estuvieron entre 59.8% en Verti-sin® y 17.3% en Pire neem®, sin diferencias significativas entre medias. En cuanto a las ninfas procreadas, la media inferior fue para Pire-neem® (16.5 ninfas), seguida de Verti-sin® (26.5 ninfas), Pire-neem® + Agro-soap® (29.7 ninfas) y Verti-sin® + Agro-soap® (33.0 ninfas). En la dosis de 4.0 cc L⁻¹ de agua, la mortalidad superior fue para la mezcla triple Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap® (92.7%). El numero menor de ninfas fue para Verti-sin® (11.4%), Verti-sin® + Agro-soap® (11.4%) y Pire-neem® (33.0%). En la dosis de 12.0 cc L⁻¹ de agua, no hubo diferencias significativas, el rango estuvo entre 100% para Pire-neem® y 38.9 % para Pire-neem® + Agro-soap®. En cuanto a ninfas procreadas, las medias inferiores fueron para Verti-sin® (17.3ninfas) y Pire-neem® (26.5 ninfas).

ABSTRACT

The cowpea bean, *Vigna unguiculata* L. has been outstanding as green manure on organic agriculture in Baja California Sur. However, is susceptible to *A. craccivora*, which causes severe damage when not managed properly. The objective was to assess three insecticides, alone and mixed for the control of the cowpea aphid. Three bioassays using three different concentrations: 2.0, 6.0 y 12 cc/L of water. In the mixtures of two products, half of each component was used, while in the triple mix, a third of each insecticide was used. The variables adult mortality and nymphs produced by 10 females were measured. In the concentration of 2.0 ccL⁻¹, mortality was between 59.8% in Vert-sin ® and 17.3% in Pire neem ®. There were not significant differences between means. Regarding nymphs, the lowest mean was for Pire-neem® (16.5), followed by Verti-sin® (26.5), Pire-neem® + Agro-soap ® (29.7) and Verti-sin® + agro-soap® (33.0). In the concentration of 6.0 ccL⁻¹ of water, the highest mortality mean was for the triple mix Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap® (92.7). In second place were Agro-soap® (77.9 %), Pire-neem® + Agro+soap® (77.9 %) and Verti-sin® (76.2 %). The lowest nymphs mean was for Vert-sin® (11.4), Verti-sin® + Agro-soap® (11.4) and Pire-neem® (33.0). In the concentration of 12 ccL⁻¹ of water, there were not significant differences for adult mortality. The range was between 100% for Pire-neem® and 38.9% for Pire-neem® + Agro-soap®. Regarding nymphs, the lowest mean were for Verti-sin® (17.3) and Pire-neem® (26.5).

INTRODUCCIÓN

Una de las medidas más seguras para mejorar la fertilidad del suelo para la agricultura orgánica es el uso de abonos verdes (Beltrán *et al.*, 2006). Los más valiosos son aquellos que se adaptan mejor a cada zona, de tal manera que no hay una opción de uso general, sino que en cada región deben seleccionarse las más favorables.

Dos géneros (*Vigna* y *Dolichos*) de la Familia Leguminosae han resultado sobresalientes para Baja California Sur en lo que a producción de materia verde se refiere. Una debilidad importante de estas leguminosas es la susceptibilidad al pulgón negro (*A. craccivora*). Esta plaga es igualmente

dañina cuando se trata de producir semilla de ambos géneros ya que reduce el rendimiento en más del 75 % si el pulgón no se maneja adecuadamente; incluso, hay plantas que llegan a morir por el ataque severo de *A. craccivora*. Carpio (1993) recomienda el uso de una mezcla de jabón chile y ajo para el control de pulgones en cultivos agrícolas. Barry *et al.* (2005) evaluaron insecticidas para el control del gusano del arándano y encontraron que la efectividad azadiractina fue equivalente a spinosad, piretro e imidan a las 2 y 24 horas después de la aplicación tópica. Sin embargo, después de las 24 horas la mortalidad inferior correspondió a azadiractina, lo que indica un efecto residual más breve en que en los otros insecticidas. Karagounis *et al.* (2006) evaluaron algunos productos contra el pulgón, *Myzus persicae* (Sulzer) y encontraron que Kaolin causó un nivel de mortandad de 31% en huertos de pera. En cambio, los jabones no causaron un impacto de importancia en los pulgones. Bidhan *et al.* (2008) evaluaron extractos de diferentes plantas nativas contra *A. craccivora* y encontraron que el extracto con agua caliente de neem (*Azadiracta indica* A. Juss) fue uno de los mas efectivos con medias de mortalidad de 89.6%. Este resultado fue reflejado en el rendimiento, ya que quedó en segundo lugar con una media de 3.15 Kg./planta en promedio. Dimetry *et al.* (2008) señala a los derivados del árbol de neem como insecticidas orgánicos valiosos en el manejo integrado de *A. craccivora* en Egipto.

La mezcla de insecticidas ha sido una práctica usual para los productores porque se asume que la combinación tendrá un efecto sinérgico. Sin embargo, esto no siempre ocurre, ya que hay algunas mezclas cuya efectividad es inferior al efecto de los componentes de la mezcla aplicados por separado. Este efecto es conocido como antagonismo. El-Hawary y Abd El-Salam (2008) indican que un extracto comercial de neem mezclado con un antitranspirante de la hoja fue más efectivo que el extracto de neem solo. Loya (2008) evaluó dos mezclas de cinco insecticidas para el control de minador en albahaca orgánico. Una de las mezclas resultó sobresaliente con 98.5% de larvas muertas, pero la otra resultó con un 62.8% de muertos, el cual fue inferior al testigo. Por lo tanto, el efecto sinérgico esperado fue logrado solo en un 50%.

OBJETIVOS

El objetivo fue generar información sobre la efectividad de tres insecticidas orgánicos, disponibles en el mercado local, para el control del pulgón *A. craccivora*. Adicionalmente, evaluar estos productos en mezclas dobles y triples a fin buscar una combinación que mostrara una efectividad superior a la de los componentes aplicados solos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una colonia de pulgones, *A. craccivora*, fue mantenida en una parcela de frijol yorimón establecida en el Campo Agrícola del Departamento de Agronomía de la Universidad Autónoma de BCS (24°10' N, 110°19' W). Los bioensayos fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Manejo Integrado de Plagas de la Universidad Autónoma de B.C.S. Las condiciones ambientales fueron: temperatura de 26±2°C, HR 60±5% y fotoperiodo 14+10 de luz y oscuridad, respectivamente. Para los bioensayos se usaron hembras adultas, partenogénicas y vivíparas.

Tres insecticidas fueron evaluados: Verti-sin de Agrobiológicos del Noroeste, S.A. de C.V., Pire-neem de PASSA Agroservicios y Agro soap (sin especificación del fabricante en la etiqueta). Las diferentes concentraciones de los insecticidas fueron preparadas en agua purificada comercial. La aplicación de las diferentes dosis de los insecticidas fueron aplicados con un aspersor convencional de 60.0 cc de capacidad y con un gasto en la boquilla de 0.12 cc por disparo. La aplicación fue realizada mediante un solo disparo enfocado al haz de la hoja de frijol yorimón, donde previamente se habían colocado 10 hembras adultas. Las lecturas tanto de mortalidad como de ninfas procreadas fueron tomadas 48 horas después de la aplicación, en virtud de que la mortalidad continuó en aumento entre las 25 y las 48 horas,

Las variables medidas fueron porcentaje de muertos y numero de ninfas procreadas por 10 hembras después de la aplicación. Esta segunda variable tiene importancia porque algunos insecticidas, como el neem, tienen efectos sobre el sistema hormonal de los insectos que altera desarrollo y funciones reproductivas. De tal suerte que un impacto sobre la actividad reproductiva es un atributo de un insecticida que debe ser evaluado.

Tanto los porcentajes de muertos como el número de ninfas en cada bioensayo fueron corregidos por la fórmula de Abbott (1925). De esta manera, se toma en cuenta tanto las individuos muertos

como las ninfas nacidas en el testigo, el cual solo recibió una aspersión de agua purificada comercial. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza utilizando el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994).

RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra los resultados del primer bioensayo en el cual se usó una concentración de 2.0 cc L⁻¹ agua. La diferencia entre las medias de mortalidad no fue significativa. No obstante, es notable una tendencia a favor de tres tratamientos: Verti-sin® (59.8%), la mezcla triple Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap® (58.3%) y la mezcla doble Pire-neem® + Agro-soap® (61.3%). La media de la mezcla triple fue superior a la de dos de los componentes, pero fue superada por un tercer componente: Verti-sin®.

En cuanto el efecto de los tratamientos sobre la procreación de ninfas, la media inferior de ninfas procreadas fue para Pire-neem® con 16.5 ninfas. En segundo lugar quedaron Verti-sin® (26.5 ninfas), Pire-neem® + Agro-soap® (29.7 ninfas) y Verti-sin® + Agro-soap® (33.0 ninfas). Es importante resaltar que la media de ninfas en la mezcla triple fue, con mucho, más alta que el resto de los tratamientos (76.2 ninfas). Lo cual indica que la mezcla triple no solamente no superó en porcentaje de muertos a los tres componentes de la mezcla, sino que el efecto sobre la reproducción resultó contra producente. El número mayor de ninfas en la mezcla triple tiene, por lo menos, dos explicaciones: una hembra en situación de estrés reacciona acelerando su procreación o, bien, el efecto que de un insecticida que reduce la tasa de reproducción resulta inhibida por la acción de los dos insecticidas adicionales.

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad de pulgón, *A. craccivora*, del yorimón y ninfas procreadas después de 48 horas de la aplicación de tres insecticidas orgánicos solos y en mezcla ($P \leq 0.05$).

Tratamiento	% de muertos	Num. de ninfas/10 hembras
Verti-sin®	59.8 a	26.5 ab
Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap®	58.3 a	76.2 c
Pire-neem® + Agro-soap®	61.3 a	29.7 ab
Agro-soap®	44.1 a	53.8 bc
Verti-sin® + Agro-soap®	22.6 a	33.0 ab
Pire-neem®	17.3 a	16.5 a

C.V. para % de muertos = 44.8 %. C.V. para Num. de ninfas = 32.3 %

El Cuadro 2 muestra los resultados del segundo bioensayo, en el cual se usó una concentración de 6.0 cc L⁻¹ de agua. La mortalidad superior fue para la mezcla triple Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap® con media de 92.7%. En segundo lugar quedaron tres tratamientos: Agro-soap® (77.9%), Pire-neem® + Agro-soap® (77.9%) y Verti-sin® (76.2%). Es claro que al triplicar la concentración la efectividad de los tratamientos fue diferente. En este caso, la mezcla triple superó a cada uno de los componentes por separado. Por el contrario, en cuando al efecto de los tratamientos sobre la reproducción, el número menor de ninfas fue para Verti-sin® (11.4ninfas), Verti-sin® + Agro-soap® (11.4 ninfas) y Pire-neem® (33.0 ninfas). Una vez más, la tasa de reproducción mayor fue para la mezcla triple con 81.5 ninfas. A diferencia del bioensayo con la concentración de 2.0 cc L⁻¹ de agua, con la concertación de 6.0 cc L⁻¹ de agua, la mortalidad fue superior a la de la mezcla triple. Sin embargo, el efecto en la tasa de reproducción fue nuevamente la más alta. Una vez más, un buen efecto letal, pero una tendencia a estimular la reproducción.

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de pulgón, *A. craccivora*, del yorimon y ninfas procreadas después de 48 horas de la aplicación de tres insecticidas orgánicos solos y en mezcla ($P \leq 0.05$).

Tratamiento	% de muertos	Num. de ninfas/10 hembras
Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap®	92.7 a	81.5 b
Pire-neem® + Agro-soap®	77.9 ab	81.5 b
Agro-soap®	77.9 ab	79.7 b
Verti-sin®	76.2 ab	11.4 a
Verti-sin® + Agro-soap®	56.8 bc	11.4 a
Pire-neem®	49.5 c	33.0 a

C.V. para % de muertos = 11.5 %, C.V. para Num. de ninfas = 28.3 %

El Cuadro 3 muestra los resultados del tercer bioensayo, en el cual se usó una concentración de 12.0 cc L⁻¹ de agua. La diferencia entre las medias de mortalidad no fue significativa. No obstante, es notable una tendencia a favor de Pire-neem® (100.0%), seguido de la mezcla doble Pire-neem® + Agro-soap® (92.7%). En cambio, la mezcla doble Verti-sin®+ Agro-soap® quedó en último lugar (38.9%). La mezcla triple quedó en el penúltimo lugar (50.9%). En relación al efecto sobre la tasa de reproducción, los tratamientos con una tasa significativamente menor fueron Verti-sin® y Pire-neem® con 17.3 y 26.5 ninfas, respectivamente. Un segundo grupo quedó conformado por la mezcla doble Verti-sin®+ Agro-soap® (58.3 ninfas) la otra mezcla doble Pire-neem® + Agro-soap® (83.3ninfas). La mezcla triple (85.1 ninfas) y Agro-soap® (94.6 ninfas). En este bioensayo el efecto de Pire-neem® resultó sobresaliente, ya que además de causar un 100.0% de muertos tuvo un numero menor de ninfas. Por tercera ocasión el número de ninfas en la mezcla triple fue el segundo más alto. Lo cual concuerda con los dos ensayos previos en donde las medias de ninfas en la mezcla triple quedaron en primer lugar. Estos resultados confirman un efecto que de la mezcla triple que estimula la reproducción, lo cual es altamente desfavorable en el manejo integrado del *A. craccivora*.

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de pulgón, *A. craccivora*, del yorimón y ninfas procreadas después de 48 horas de la aplicación de tres insecticidas orgánicos solos y en mezcla ($P \leq 0.05$).

Tratamiento	% de muertos	Num. de ninfas/10 hembras
Pire-neem®	100 a	26.5 a
Pire-neem® + Agro-soap®	92.7 a	83.3 b
Agro-soap®	77.9 a	94.6 b
Verti-sin®	76.2 a	17.3 a
Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap®	50.9 a	85.1 b
Verti-sin®+ Agro-soap®	38.9 a	58.3 b

C.V. para % de muertos = 30.2 %, C.V. para Num. de ninfas = 18.8 %

Agradecimientos

Los autores agradecen la participación entusiasta de la estudiante del Departamento de Agronomía de la Universidad Autónoma de B.C.S. Cinthia Cuevas Angulo en el manejo de los bioensayos.

LITERATURA CITADA

- Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18:265-267.
- Barry J. D., Sciarappa, W. J., Teixeira, L A. F. y Polavarapu, S. 2005. Comparative effectiveness of different insecticides for organic management of blueberry maggot (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology 98(4). P 1236-1241.
- Bidhan C. D. Pankoj K. S. y Matiur R. 2008. Aphidicidal activity of some indigenous plant extracts against bean aphid *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). Journal of Pest Science. Vol. 81 (3). P.1612-4766.
- Dimetry N.Z., Abd El-Salam A.M.E. Y El-Hawary F.M.A. 2008. Importance of plant extract formulations in managing different pests attacking beans in new reclaimed area and under storage conditions. Archives of Phytopathology and Plant Protection.
- Karagounis C., Kourdoumbalos A. K., Margaritopoulos, J. T., Nanos G. D. y Tsitsipis J. A. 2006. Organic farming-compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards. Journal of Applied Entomology. Vol. 130 (3). P. 150-154.
- Beltrán-Morales F.A., García-Hernández J.L., Zamora-salgado, S., Fenech-Larios, L. y Murillo-Marcial, R. 2006. El uso de abonos verdes en la agricultura orgánica p.159-205. En: Murillo-Amador, B., Beltrán-Morales, F.A., García-Hernández J.L. y Fenech-Larios, L. (Ed.). La agricultura orgánica en baja California Sur. Esdit. CIBNOR-UABCS. México.
- Carpio, E. 1993. Recomendaciones para el productor. Revista La Era Agrícola. Una visión Alternativa del campo Venezolano. Edit. Fundación La Era Agrícola. Num. 15. P. 1.
- El-Hawary F.M. y Abd El-Salam A.M.E. 2008. Effect of neem and antitranspirant products against *Aphis craccivora* Koch and its biology. Egypt Acad. J. Sci. 1(2): 189-196.
- Loya, R. J. 2008. Control del minador de la hoja en albahaca. Ciencia, Tecnología e innovación para el desarrollo. Año1, No. 16. El Sudcaliforniano. 14 de Dic. P. 4A.
- Olivares, S. E. 1994. Paquete de Diseño Estadístico Experimental. F.A.U.A.N.L. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. México.

SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN MASIVA DE *Trichoderma* sp. (H264)

R. D. Núñez-Cebreros¹, M. A. Soto-Carrillo¹, G. Félix-Castro¹, P. Sánchez-Peña¹, S. Hernández-Verdugo¹, J. L. Corrales-Madrid¹, S. Parra-Terrazas¹, M. Villarreal-Romero¹ y S. O. Cauich-Pech¹.
Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía, Km. 17.5 Carr. Culiacán- Eldorado, Apdo. Postal 726, Culiacán, Sinaloa, México CP80000. dave@uas.uasnet.mx

Palabras clave: Sustratos, Producción, *Trichoderma*.

RESUMEN

El presente fue una evaluación de sustratos orgánicos para la producción masiva de *Trichoderma* sp. Para lograr este propósito se realizó un ensayo en condiciones de laboratorio. Se utilizó la cepa H 264 de *Trichoderma* sp. Se evaluaron 9 tratamientos (alpiste, arroz, garbanzo quebrado, maíz quebrado, olote molido, paja de frijol, paja de garbanzo, paja de zacate Johnson y paja de maíz) y 5 repeticiones. Los sustratos se colocaron en bolsas de plástico y fueron esterilizados. Los sustratos fueron inoculados con 5 ml de 3×10^8 de una suspensión de conidios de *Trichoderma* sp. y fueron incubados durante 21 días a temperatura ambiente. La evaluación final consistió en contar el número de conidios total/tratamiento y total de conidios viables y por ciento de germinación. Se encontró que el arroz y el olote de maíz molido fueron los mejores sustratos para la producción masiva de *Trichoderma* sp. con 4.66 y 4.84×10^8 conidios/ml. respectivamente.

ABSTRACT

This was an evaluation of organic substrates for mass production of *Trichoderma* sp. For this purpose a test was conducted under laboratory conditions. We used the H264 strain of *Trichoderma* sp. 9 treatments were evaluated (birdseed, rice, chickpea broken, cracked corn, ground corncob, straw, bean, pea straw, grass straw and corn straw Johnson) and 5 repetitions. The substrates were placed in plastic bags and were sterilized. The substrates were inoculated with 5 ml of a suspension of 3×10^8 conidia of *Trichoderma* sp. and were incubated for 21 days at room temperature. The final evaluation consisted of counting the total number of conidia / total conidia treatment and viable and percent germination. It was found that rice and ground corn cob were the best substrates for mass production of *Trichoderma* sp. with 4.66 and 4.84×10^8 conidia / ml. respectively.

INTRODUCCIÓN

La eficacia de *Trichoderma* para el control biológico de diversos fitopatógenos de cultivos económicamente importantes justifica el desarrollo de tecnologías para su producción masiva y formulación comercial. El hongo *Trichoderma* se desarrolla bajo diferentes condiciones ambientales y de nutrientes, tiene capacidad de cultivarse sobre diferente sustratos de bajo costo (Michel *et al.*, 2004). El sustrato más utilizado es el grano de arroz, el cual tiene un inconveniente su costo es relativamente alto. También, para su utilización comercial existen diferentes formulaciones de *Trichoderma* y su uso depende del modo de acción. El hongo produce diferentes tipos de propágulos: hifas, clamidosporas y conidios. Estas estructuras son activas contra hongos fitopatógenos en diferentes fases de su ciclo de vida, desde la germinación de los conidios hasta la esporulación. El hiperparasitismo puede ocurrir mediante la penetración, engrosamiento de las hifas, producción de haustorios y desorganización del contenido celular. La competencia por el espacio, oxígeno y los nutrimentos es más favorable para los hongos que se desarrollan en las superficies de las hojas antes de efectuar la penetración, pero no actúan contra aquellos patógenos que penetran rápidamente el follaje; también puede colonizar extensivamente una superficie foliar intacta. El material seco es el más usado por la importancia del peso y la manipulación de los productos durante la comercialización. Las hifas son poco resistentes al secado, por lo que existen formulaciones de las estructuras reproductoras (conidios y clamidosporas) como polvos humectables secos, formulaciones en aceite y encapsulados que contienen inóculo del hongo. Los conidios son más resistentes que las clamidosporas y se producen en mayor cantidad por diferentes medios. La versatilidad, adaptabilidad y fácil manipulación de *Trichoderma* ha permitido su uso en el control biológico de fitopatógenos. Sin embargo, las deficiencias en el desarrollo de tecnologías de producción y formulación son una limitante para su desarrollo tecnológico

(Fernández, 2004). Dicha tecnología podrían ofrecer una alternativa ecológica para el control de enfermedades, especialmente causadas por *Fusarium oxysporum* f sp *lycopersici* en tomate (Urías, 2006; Fernández, 2004). Por lo consiguiente el objetivo de este trabajo fue evaluar sustratos orgánicos para la producción masiva de *Trichoderma* sp en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Se utilizó la cepa nativa (H264) de *Trichoderma* sp. de la colección de cepas antagonistas del laboratorio de Fitopatología FA-UAS. Se evaluaron nueve sustratos orgánicos (alpiste, arroz, grano de garbanzo quebrado, grano de maíz quebrado, olote molido, paja de frijol, paja de garbanzo, paja de zacate Johnson, y paja de maíz). Los sustratos se lavaron y desinfectaron y se colocaron en bolsas de plástico, se esterilizaron por 30 min. a 15 lb. de presión. Por cada tratamiento se utilizaron cinco repeticiones. Las bolsas con sustrato estéril fueron inoculadas con 5 mL de 3×10^8 UFC/mL de una suspensión de conidios de *Trichoderma* sp. Se incubó durante 21 días a temperatura ambiente ($28^\circ \text{C} \pm 4$). Las variables de respuesta fueron: el número total de conidios por mL, el número de conidios viables y el por ciento de conidios

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 1). Se observa que el olote molido y el grano de arroz fueron los mejores sustratos para la producción de *Trichoderma* sp. con un número total de conidios por mL de 4.66×10^8 y 4.84×10^8 UFC/mL respectivamente, (Cuadro1). Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos olote molido y el arroz. Sin embargo, si existen diferencias en cuanto al costo ya que el olote molido es un sustrato de muy bajo costo comparado con los granos de arroz, maíz, alpiste y garbanzo.

Cuadro 1. Total de conidios y conidios viables de *Trichoderma* sp. (H264) en diferentes sustrato orgánicos.

Tratamientos	Conidios	
	Total $\times 10^8$ /mL	Viables $\times 10^8$
1. Alpiste	2.84 ^z ab*	1.76 a b
2. Arroz	4.84 a	2.98 a b
3. Garbanzo	0.71 c	0.26 c
4. Maíz	3.32 a b	1.82 a b
5. Olote	4.66 a	3.24 a
6. P. de Frijol	1.80 a b	0.96 a b
7. P. de Garbanzo	1.14 a b	0.62 a b
8. P. de Jhonson	0.66 c	0.13 c
9. P. de maíz	2.05 a b	0.90 a b

z Promedio de cinco repeticiones.

*Valores con letra diferente son significativamente diferentes a $P = 0.05$ de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis.

En relación al número de conidios viables se obtuvo un número mayor de conidios en el olote molido ya que presentó 3.24×10^8 UFC/mL mientras que en grano de arroz se obtuvo 2.98×10^8 UFC/mL. Los datos obtenidos difieren de lo mencionado por Michel *et al.* (2004), quienes encontraron que tanto el olote molido, la paja de maíz y el grano de alpiste fueron los mejores sustratos que el grano de arroz. En relación con la producción total de conidios $\times 10^8$ de *Trichoderma* sp, (H264) el grano de arroz presentó mayor número de conidios. Sin embargo, coinciden en que los granos de arroz y el alpiste son granos costosos por lo que no se recomiendan, En el cuadro 2 se presenta los resultados del análisis estadístico de la variable por ciento de germinación de conidios de *Trichoderma* sp se observa que el mayor por ciento de germinación de conidios se presentó en olote molido, grano de alpiste y el grano de arroz de los

cuales el mejor fue el olote molido con 69.56% de germinación. Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos los granos de alpiste, arroz, garbanzo, y maíz, y olote molido, paja de frijol y paja de garbanzo.

Cuadro 2. Porcentaje de germinación de conidios de *Trichoderma* sp. (Cepa H 264).

Tratamientos	%de germinación de conidios
1. Alpiste	62.36^z a b*
2. Arroz	60.44 a b
3. Garbanzo	37.64 c d
4. Maíz	51.28 a b c
5. Olote	69.56 a
6. Paja de Frijol	55.74 a b c
7. Paja de Garbanzo	52.28 a b c
8. Paja de zacate Jhonson	20.92 d
9. Paja de Maíz	46.40 b c

Coefficiente de variación 18.69

z Promedio de cinco repeticiones.

*Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan, $P < 0.05$).

LITERATURA CITADA

- Fernández, L. V. O. 2004. Tecnologías para la producción de biopesticidas a base de hongos entomopatógenos y su control de calidad. www.aguascalientes.gob.mx. [En línea].
- Larena, I., Melgarejo, P., and De Cal. A. 2002. Production, Survival, and Evaluation of Solid-Substrate Inocula of *Penicillium oxalicum*, a Biocontrol Agent Against Fusarium Wilt of Tomato. *Phytopathology* 92(8): 863-869.
- Larena, I., Melgarejo, P., and De Cal. A. 2003. Drying of Conidia of *Penicillium oxalicum*, a Biological Control Agent against Fusarium Wilt of Tomato. *Journal of Phytopathology* 151(11-12): 600-606.
- Lewis, J. A. and G. C. Papavizas 1987. Application of *Trichoderma* and *Gliocladium* in alginate pellets for control of *Rhizoctonia* damping-off. *Plant Pathology* 36(4): 438-446
- Michel, A. A. C. 2001. Cepas nativas de *Trichoderma* sp. su antibiosis y micoparasitismo contra *Fusarium conglutinans* y *Fusarium oxysporum*. Tesis de Doctorado en Ciencias, Universidad de Colima.
- Michel, A. A. C., Otero, S. M. A., Montes, G. A. y Rodríguez, M. N. L. 2004. Substratos orgánicos en la producción masiva de *Trichoderma harzianum*. Memorias del XXXI Congreso Nacional de Fitopatología-VI Congreso Internacional de Fitopatología. Veracruz, Veracruz del 25 al 28 de Julio de 2004. P. L-54.
- Sabuquillo, P., De Cal, A., and Melgarejo, P. 2005. Dispersal Improvement of a Powder Formulation of *Penicillium oxalicum*, a Biocontrol Agent of Tomato Wilt. *Plant Disease* 89(12): 1317-1323.
- Samuels, G. J. 2006. *Trichoderma*: Systematics, the Sexual State, and Ecology. *Phytopathology* 96(2): 195-206.
- Urías, G. J. S. 2006. Efecto antagónico y biocontroladores de cepas nativas de *Trichoderma* contra la Fusariosis del tomate (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*). Tesis de maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa. P. 13.

VARIACIÓN *IN SITU* EN CARACTERÍSTICAS DE MAZORCA EN POBLACIONES DE MAÍCES CRIOLLOS DEL ESTADO DE SINALOA, MÉXICO

P. Sánchez-Peña¹, R. Ortega-Paczka², J. A. López-Valenzuela³, J. F. Leyva¹, Hernández-Verdugo¹, M. Villarreal-Romero¹, S. Parra-Terrazas¹, J. L. Corrales-Madrid¹, J. Sánchez-Peña¹.
¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, km 17.5 Carretera Culiacán-Eldorado, Apdo. Postal 726. Culiacán, Sinaloa, México; ²Dirección de Centros Regionales. Universidad Autónoma Chapingo. CP 56230. Texcoco, México; ³Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Av de las Américas y Josefa Ortiz S/N, Culiacán, Sin., 80010. psanchez@ecologia.unam.mx

Palabras clave: Maíces criollos, variación *in situ*, características de mazorca.

RESUMEN

Se estudió la variación *in situ* para características de mazorca en 10 poblaciones de maíces criollos del estado de Sinaloa. Un análisis de varianza de una vía fue realizado para probar diferencias entre poblaciones para los caracteres; longitud de mazorca (LM), número de hileras (NH), diámetro de mazorca (DM), peso de olote (PO), diámetro de olote (DO), peso de 100 granos (P100), promedio de longitud y diámetro de grano (PRL y PRD), rendimiento de grano (REG) y relación grano-olote (RGO); comparando sus medias por el método de Tukey ($\alpha = 0.05$). Asimismo, con los comportamientos promedios de cada población y variable y se realizó el agrupamiento de los maíces criollos. Los resultados indican que las poblaciones de maíz de Sinaloa difieren significativamente para todos los caracteres de mazorca evaluadas, siendo FAUAS-SIN-253 la población que reportó los más altos promedios para ocho de los diez caracteres evaluados, incluyendo el rendimiento de grano. El agrupamiento poblacional separó a las poblaciones en tres grupos. Estos resultados demostraron que existe una amplia base genética para características de mazorca en las poblaciones de maíces criollos de Sinaloa.

ABSTRACT

Ten accessions of maize landraces from the state of Sinaloa were evaluated in their variation for several ear traits. A one way analysis of variance was conducted to test differences among the landraces accessions for ear length (LM), number of rows (NH), ear diameter (DM), cob weight (PO), cob diameter (DO), weight of 100 grains (P100), average kernel length and diameter (PRL and PRD), grain yield (REG), and kernel cob ratio (RGO). The means of each variable was compared using the Tukey's test. Also, with the average behavior of each population and trait developed a clustering of maize landraces. The results showed that the maize landraces accessions differ significantly in all traits evaluated. The accessions FAUAS-SIN-253 showed the highest averages for eight of ten traits evaluated, including grain yield. Population clustering divided the populations into three groups. These results demonstrated a broad genetic base in ear traits for maize landraces from the state of Sinaloa.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L) es el tercer grano en importancia en el mundo seguido de trigo y el arroz si consideramos la superficie cultivada; sin embargo de acuerdo a la FAO, para 2007 paso a un segundo lugar dado que alrededor de 157 874 343 hectáreas se cultivaron en el mundo de maíz por las 217 432 668 y 156 952 666 hectáreas sembradas de trigo y arroz respectivamente (FAO, 2009). En México, ningún cultivo tiene tanta importancia como el maíz ya que constituye parte de la dieta alimenticia de la población (Kato y McClintock, 1981; Figueroa y Aguilar, 1995), al grado de tener una de las tasas más altas de consumo per cápita en el mundo, 328 g (Figueroa *et al.*, 2001). El maíz se originó y domesticó en México a partir de las formas silvestres y de las selecciones realizadas por los grupos indígenas, y hoy día, los diferentes grupos étnicos del país lo consideran como su patrimonio y lo han conservado por generaciones, encontrando por esto una gran diversidad que se han venido ampliando, gracias a la variación de condiciones ambientales y la multiplicidad de culturas asociadas a su cultivo. La variación del maíz en México ha sido motivo de diferentes estudios. El trabajo pionero de la descripción de la variación del maíz en México fue

realizado por Chávez (1913), quien después de estudiar diferentes maíces cultivados en todo el país logró describir 56 variedades con base en caracteres de mazorca, grano, olote y ciclo vegetativo en relación a la época de siembra. Posteriormente surgieron trabajos a nivel regional (Cuevas, 1947; Bautista, 1949; Ortega, 1973) para describir los diferentes tipos de maíz; sin embargo, fue a partir de los estudios y exploraciones de Wellhausen *et al.* (1952) que la variación de maíz en México se agrupa en razas. Otros estudios analizan la variación de los maíces del territorio nacional (Sánchez-Peña, 1983; Sánchez *et al.*, 2000). El conocimiento de los materiales criollos y la caracterización regional permite hacer un mejor aprovechamiento de los mismos (Castillo *et al.*, 1999). En el estado de Sinaloa existe una riqueza genética en sus maíces criollos que podría perderse si no se implemente una coordinación estratégica entre el gobierno, las instituciones de educación públicas y privadas, fitomejoradores y productores de maíz, que permitan, por un lado, conservar la diversidad presente y por otro mejorar el rendimiento de las poblaciones de maíz en los lugares donde estas son cultivadas. Los trabajos de investigación en los maíces criollos de Sinaloa muestran que las poblaciones de maíz presentan diferencias en sus características morfológicas (Gutiérrez, 2005; Parente, 2005; Sánchez-Peña *et al.*, 2008) y genéticas, (Chávez-Ontiveros, *et al.*, 2007; Méndez-Marroquín *et al.*, 2008); sin embargo, es necesario continuar estudiando estos materiales, debido a que su conocimiento regional permitirá no solamente elaborar estrategia para su conservación, si no hacer un mejor aprovechamiento de los mismos. El presente trabajo se realizó con la finalidad de estudiar la variación *in situ* en características de mazorca en maíces criollos del estado de Sinaloa, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron 10 poblaciones de maíz que se colectaron en marzo del 2008; en el municipio de San Ignacio en el estado de Sinaloa, México; utilizando las metodologías propuestas por Hernández y Alanís 1970 y Ortega y Hernández, 1975. Sin embargo, de 32 a 100 mazorcas se utilizaron para realizar el análisis de las poblaciones obtenidas de las localidades indicadas en el Cuadro 1. Diez características de mazorca: longitud de mazorca (LM), número de hileras (NH), diámetro de mazorca (DM), peso de olote (PO), diámetro de olote (DO), peso de 100 granos (P100), promedios de longitud y diámetro de grano (PRL y PRD), rendimiento de grano (REG) y la relación grano-olote (RGO) fueron analizadas. Los datos obtenidos para cada carácter y población fueron sujetos a análisis de varianza de una vía, usando el procedimiento General Linear Model y las medias de cada uno de ellos se compararon por el método de Tukey con una α del 0.05. Adicionalmente, con los comportamientos promedios de cada carácter se realizó el agrupamiento de las poblaciones, Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico JPM y SAS (SAS Institute Inc, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados nos indican que los maíces criollos de Sinaloa difieren significativamente para las características de mazorca analizadas (Cuadro 2). Respecto a LM la población FAUAS-SIN-240 presentó mayor promedio (192.70 mm) seguida de la población FAUAS-SIN-226, con un promedio de (180.67 mm); en cambio, la población FAUAS-SIN-234 fue la población que reportó el menor promedio (133.09 mm) para este carácter (Cuadro 2). En NH por mazorca las poblaciones de maíz los promedios varían desde 8.46 hileras en la población FAUAS-SIN-224 a 12.76 hileras en la población FAUAS-SIN-241 (Cuadro 2). Los caracteres DM y PO presentaron un mismo comportamiento, al tener a FAUAS-SIN-253 como la población con los más altos promedios (47.20 mm y 36.66 g respectivamente), en cambio la población FAUAS-SIN-224 tuvo los promedios más bajos (35.44 mm y 14.87 g respectivamente) en los caracteres indicados (Cuadro 2). Para DO se encontró que la población FAUAS-SIN-253 presentó el más alto promedio (29.93 mm) mientras que la población FAUAS-SIN-231 tuvo el promedio más bajo (19.95 mm) para este carácter (Cuadro 2). En P100 se encontró que la población FAUAS-SIN-253 manifestó el mayor promedio (37.74 g), en cambio la población FAUAS-SIN-240 reportó los valores más bajos (27.27 g) en el carácter referido (Cuadro 2). Para las características tamaño de granos, evaluadas a partir PRL y PRD se encontró que para el carácter longitud, la población que reportó el promedio más alto (11.16 mm) de nuevo FAUAS-SIN-253 (Cuadro 2); sin embargo, para el carácter PRD la población FAUAS-SIN -224 fue la que mostró el valor más alto (10.68 mm) (Cuadro 2). Por el contrario, la

población FAUAS-SIN-240 mostró tener los promedios más bajos para ambos caracteres, 8.65 mm y 9.14 mm para los caracteres PRL y PRD respectivamente (Cuadro 2). Para el carácter de mayor importancia económica que es REG, de nueva cuenta la población FAUAS-SIN-253 fue la que promedió los más altos rendimientos (167.08 g), en cambio la población FAUAS-245 reportó los menores promedios (75.12 g) en este carácter (Cuadro 2). Por último, al analizar la RGO, se encontró que la población FAUAS-SIN-224 presentó el más alto promedio (6.15) y el más bajo (4.06) se encontró en la población FAUAS-SIN-234 (Cuadro 2). Estos resultados nos indican que la población FAUAS-SIN-253 fue la más sobresaliente al presentar los promedios más altos en ocho de los diez caracteres de mazorca estudiados y solamente fue superada por dos poblaciones FAUAS-SIN-224 y FAUAS-SIN-225 en los caracteres PRD y RGO respectivamente (Cuadro 2). Resultados similares han sido reportados por Sánchez-Peña *et al.* (2008) que analizó las mismas características, exceptuando RGO, en 17 poblaciones nativas de Sinaloa. Por otro lado, los resultados aquí obtenidos están en concordancia con los obtenidos por Gutiérrez (2005) y Parente (2005) que caracterizaron en un ambiente común a materiales nativos de Sinaloa encontrando diferencias significativas para los caracteres mazorca y los estudios realizados por Sánchez-Peña, 1983 y Sánchez *et al.*, 2000 que encontraron que las características de mazorca como los que más variación tienen en las poblaciones de maíz. Esto posiblemente es el resultado de los cambios que ha sufrido el maíz durante el proceso de domesticación y mejoramiento por campesinos y fitomejoradores, que han dirigido la selección a caracteres de importancia económica, como es el caso de todos aquellos relacionados con la mazorca. En el análisis de agrupamiento a partir de los comportamientos promedios de todos los caracteres en las 10 poblaciones nos generó un dendograma que agrupó a las poblaciones en tres grupos (Figura 1). El grupo uno (I) está constituido por las poblaciones FAUAS-SIN-224, FAUAS-SIN-225, FAUAS-SIN 246, FAUAS-SIN-231 y FAUAS-SIN-226. El grupo 2 (II) se divide en dos subgrupos cada uno con dos poblaciones; en el primero (2.1) se agrupan las poblaciones FAUAS-SIN-234 y FAUAS-SIN-241 y en el subgrupo dos (2.2) encontramos la población FAUAS-SIN-240 y FAUAS-SIN-245 (Figura 1). La población FAUAS-SIN-253 que fue la población más sobresaliente se separó de los otros dos grupo y constituyó ella sola el grupo III (Figura 1). Estos resultados nos indican que las poblaciones que tienen una relación más estrecha, considerando el conjunto de los diez caracteres de mazorca son las poblaciones FAUAS-SIN-225 y FAUAS-SIN-246 del grupo I. Por otro lado, las población más diferente es la población FAUAS-SIN-253 que se separó de todas las poblaciones. Esto está en concordancia con los datos de comportamiento promedios analizados previamente en donde la población FAUAS-SIN-253, aparece como solitaria en el grupo III y reportó los mayores promedios para ocho de los diez caracteres de mazorca estudiados.

Agradecimientos.

Este trabajo fue financiado por el FONDO MIXTO CONACYT-GOBIERNO DEL ESTADO DE SINALOA, al proyecto con clave de registro Sin-2007-C01-68997 y el SINAREFI en los proyectos con claves BI-MZ-09-m y BI-MZ-09-v. A los campesinos del municipio de San Ignacio del estado de Sinaloa por facilitarnos las muestras de sus maíces y a los estudiantes de la Facultad de Agronomía por su asistencia en el trabajo de campo y toma de datos.

Cuadro 1. Ubicación y tamaño de muestra en las poblaciones de maíces criollos utilizadas

Población	Lugar	Ubicación geográfica		Tamaño de muestras (mazorcas)
		Latitud	Longitud	
FAUAS-SIN-224	El Carmen	23° 51' 510"	106° 30' 232"	100
FAUAS-SIN-225	Camacho, San Javier	23° 55' 941"	106° 12' 066"	100
FAUAS-SIN-226	San Juan	23° 52' 668"	106° 19' 483"	100
FAUAS-SIN-231	El Tecolote	23° 55' 762"	106° 35' 786"	98
FAUAS-SIN-234	Cabazan	23° 03' 927"	106° 29' 348"	100
FAUAS-SIN-240	Los Humayes	23° 55' 739"	106° 22' 293"	100
FAUAS-SIN-241	El Coacoyoc	23° 57' 502"	106° 29' 243"	95
FAUAS-SIN-245	San Juan	23° 52' 678"	106° 19' 557"	32
FAUAS-SIN-246	Camacho, San Javier	23° 55' 941"	106° 32' 040"	100
FAUAS-SIN-253	Tacuitapa	23° 50' 369"	106° 21' 027"	57

Cuadro 2. Comportamiento promedio en las poblaciones de maíces criollos en los caracteres de mazorca indicados

POBLACIÓN	CARACTERES									
	LM	NH	DM	PO	DO	P100	PRL	PRD	REG	RG0
FAUAS-SIN-224	148.12 ^e	8.46 ^e	35.44 ^e	14.87 ^d	22.54 ^{de}	34.69 ^{ab}	9.60 ^{bc}	10.68 ^a	87.76 ^{ef}	6.15 ^a
FAUAS-SIN-225	168.89 ^{bc}	8.88 ^{de}	36.13 ^{de}	17.19 ^{cd}	20.08 ^{fg}	34.27 ^b	9.89 ^{bc}	10.49 ^{ab}	107.63 ^{bc}	6.47 ^a
FAUAS-SIN-226	180.67 ^{ab}	10.04 ^c	38.01 ^{cd}	22.49 ^b	23.04 ^d	35.19 ^{ab}	9.45 ^c	10.15 ^{bc}	114.98 ^b	5.28 ^{bc}
FAUAS-SIN-231	150.35 ^{de}	9.35 ^{cd}	36.20 ^{de}	15.51 ^{cd}	19.95 ^g	30.46 ^{dc}	9.72 ^{bc}	9.84 ^c	87.60 ^{ef}	5.82 ^{ab}
FAUAS-SIN-234	133.09 ^f	11.62 ^b	43.63 ^b	23.83 ^b	28.95 ^a	29.67 ^{dc}	9.95 ^b	9.86 ^c	91.50 ^{de}	4.06 ^e
FAUAS-SIN-240	192.70 ^a	11.82 ^b	38.45 ^c	24.33 ^b	25.09 ^c	27.27 ^d	8.65 ^d	9.14 ^d	97.91 ^{de}	4.22 ^{de}
FAUAS-SIN-241	163.78 ^{cd}	12.76 ^a	45.17 ^b	25.05 ^b	27.32 ^b	31.97 ^{bc}	10.95 ^a	9.20 ^d	116.30 ^b	4.83 ^{cd}
FAUAS-SIN-245	150.46 ^{de}	10.06 ^c	37.09 ^{cd}	18.49 ^c	23.37 ^d	30.37 ^{dc}	9.98 ^b	9.08 ^d	75.12 ^f	4.13 ^{de}
FAUAS-SIN-246	173.96 ^{bc}	8.62 ^{de}	35.86 ^e	17.23 ^{dc}	21.46 ^{ef}	33.00 ^{bc}	9.55 ^{bc}	10.66 ^a	103.28 ^{cd}	6.18 ^a
FAUAS-SIN-253	179.89 ^{ab}	12.32 ^{ab}	47.20 ^a	36.66 ^a	29.93 ^a	37.74 ^a	11.16 ^a	9.98 ^c	167.08 ^a	4.70 ^{de}
N	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882
CV	14.68	13.92	8.24	29.10	10.14	17.75	8.32	7.98	23.44	22.81

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \geq 0.05$)

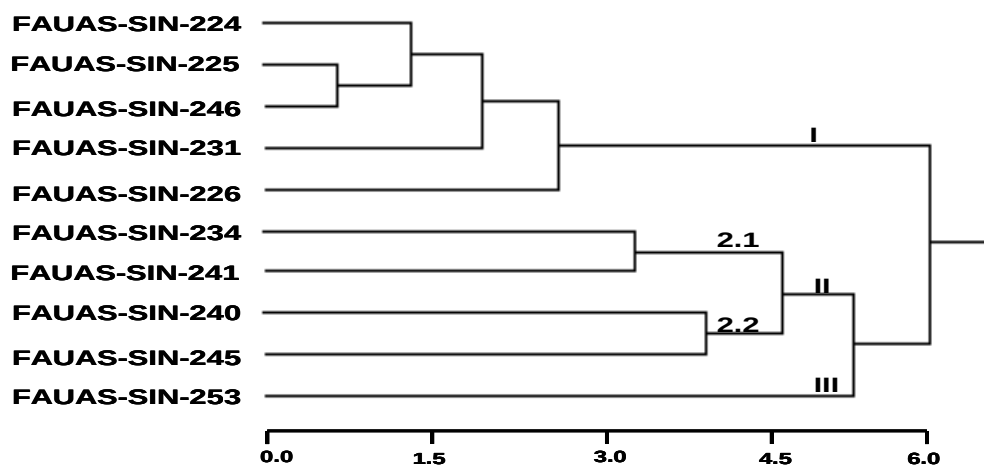


Figura 1. Dendrograma de las poblaciones de maíces criollos del estado de Sinaloa

LITERATURA CITADA

- Bautista, R. N. 1949. Tipos de maíz de la Mesa Central. Tesis Profesional ENA. Universidad Autónoma de Chapingo (México).
- Chávez-Ontiveros, J., Méndez-Marroquín, K. P., Pineda-Hidalgo, K. V., López-Orozco, L., Sánchez-Peña, P., Garzón-Tiznado, J. A., López-Valenzuela, J. A. 2007. Análisis de diversidad genética de maíces nativos del estado de Sinaloa. Resúmenes de VII congreso del noroeste, segundo nacional en ciencias alimentarias y biotecnología. Hermosillo, Son. Mex.
- Castillo, F., Herrera, E.; Romero, J.; Ortega, R.; Goodman, M.; Smith, M. E. 1999. Diversidad genética del maíz y aprovechamiento in situ a nivel regional. . Simposio internacional y talleres sobre fitomejoramiento participativo en América Latina y el Caribe: un intercambio de experiencias. Quito, Ecuador.
- Chávez, E. 1913. El cultivo de maíz. Secretaría de Fomento. Dirección general de Agricultura. Boletín No 74 de la Estación Agrícola Central. México.
- Cuevas, R. A. 1947. Tipos de maíz de Chiapas. Tesis Profesional ENA. Universidad Autónoma de Chapingo (México).
- FAO, 2009. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [En Línea] <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.
- Figueroa, C. J. D., Acero-Godinez, G. G., Vasco-Méndez, N. L., Lozano-Guzman, A., Flores-Acosta, L. M., González-Hernández, J. 2001. Fortificación y evaluación de tortillas de nixtamal. *Nutrición* 51 (3) 293-302.
- Figueroa, C. J. D y Aguilar R. 1995. El origen del maíz. *Avance y Perspectiva* 16: 91-98.
- Gutiérrez, S. M. 2005. Caracterización de 36 materiales criollos de maíz de los municipios de Badiraguato, Culiacán, Cosalá y San Ignacio de Sinaloa. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Sinaloa. México.
- Hernández, X. E y Alanis, F. 1970. Estudio morfológico de 5 nuevas razas de maíz de la sierra madre occidental de México: implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5(1): 3-30.
- Kato, Y. A. y McClintock, B. 1981. The chromosome constitution of races of maize in north and middle America. In *Chromosome Constitution of races of maize*. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. pp: 9-67.
- Méndez-Marroquín, K. P., Pineda-Hidalgo, K. V., Chávez –Ontiveros, J., Sánchez-Peña, P., Garzón-Tiznado, J. A., López-Valenzuela, J. A. 2008. Molecular Genetic Diversity of Maize Landraces from the State of Sinaloa in Mexico. 3rd International Congress. Food Science and Food Biotechnology in Developing Countries. Queretaro, Mex. pp:439-444.
- Ortega, P. R. 1973. Variación en maíz y cambios socioeconómicos en Chiapas México 1946-1971. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Rama de Botánica. Chapingo, México. 200p.
- Ortega, P. R. y Hernández, X. E. 1975. Algunas ideas sobre variación, colección y documentación de cultivos nativos. INIA, Campo Agrícola Experimental Valle de México. Mecanoscrito. 23 p.
- Parente, S. J. M. A. 2005. Caracterización de 36 materiales nativos de maíz de Badiraguato, San Ignacio y Mocorito de Sinaloa. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Sinaloa. México.
- Sanchez, G. J. J., Goodman M. M., Stuber C. W. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ Bot* 54:43–59
- Sánchez-Peña, P. 1983. Estudio de estabilidad de caracteres y razas de maíz de México. Tesis de Maestría. Universidad de Chapingo (México).
- Sánchez-Peña, P., López-Valenzuela, J. A., Lugo-Melchor, R., Leyva, O. J. F., Hernández-Verdugo, S., Cauich-Pech, S. O., González-Galindo, R. Villarreal-Romero, M., Parra-Terraza, S., Corrales-Madrid, J. L., Sánchez-Peña, J., Quintero-Arce, J. R., Garzón-Tiznado, J. A., Palacios-Velarde, O., Armenta-Soto, J. L. 2008. Variación fenotípica de maíces nativos del estado de Sinaloa, México. *Memorias del XI congreso, Internacional en Agrícolas*, Mexicali B. C. México. 638-642.
- SAS institute. 1985. SAS user's guide: statistic. Fifth Ed, SAS institute, Cary NC.
- Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., Hernandez, X. E. 1952. Races of maize in Mexico. The Bussey Institution, Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.

PRESENCIA DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen EN CULTIVOS DE TOMATE EN SINALOA, MÉXICO

S. O. Cauich-Pech¹, P. Sánchez-Peña², R. D. Núñez-Cebreros², J. Núñez-Farfan³, R. González-Galindo¹, S. Hernández-Verdugo², M. Villarreal-Romero², S. Parra-Terrazas², J. L. Corrales-Madrid² y J. Sánchez-Peña². ¹Estudiantes de la Maestría en Ciencias de la Producción Agrícola, Universidad Autónoma de Sinaloa; ²Profesores Investigadores de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, km 17.5 Carretera Culiacán-Eldorado, Apdo. Postal 726. Culiacán, Sinaloa, México; ³Profesor Investigador del Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. tegui_honz@hotmail.com

Palabras clave: Patogenicidad, Sintomatología, Razas.

RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L) es el principal cultivo hortícola en México y su producción enfrenta serios problemas con fitopatógenos, siendo *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder & Hansen (Fol) el factor que limita más la producción de este cultivo al grado de ocasionar pérdidas totales. Sinaloa es el principal productor de tomate en México y año con año las pérdidas ocasionadas por este patógeno en los campos agrícolas son cuantiosas, además en la actualidad no se dispone de información sobre la distribución de razas en el estado, por lo que esta investigación tuvo como objetivo estudiar la presencia de Fol en Sinaloa. Se utilizaron ocho aislamientos de Fol colectados en Sinaloa y un grupo de líneas diferenciales para la prueba de patogenicidad. Plántulas diferenciales de 30 días de edad se inocularon con el método de raíces sumergidas con las cepas de Fol y se colocaron en cámaras de ambiente controlado a 23-27 °C y 60-75 % de H. R; los síntomas de Fol se presentaron de los 15 a 20 días después de la inoculación. Los resultados obtenidos indican que el 88 % de los aislamientos corresponden a la raza 3 de Fol y el 12 % restante a la raza 2.

ABSTRACT

The tomato (*Solanum lycopersicum* L) is the main horticultural crop in Mexico and its production is facing serious problems with plant pathogens, being *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder & Hansen (Fol) the limiting factor over the production of this crop to the point of causing a total loss. Sinaloa is the largest producer of tomatoes in Mexico and every year the losses caused by this pathogen in agricultural fields are large, well now there is no information on the distribution of races in the state, so this research was aimed at studying the presence of Fol in Sinaloa. Eight isolates were used to Fol collected in Sinaloa and a group of lines to test differential pathogenicity. Differential seedling 30 days old were inoculated with the method of submerged roots with isolates of Fol and placed in controlled environment chambers at 23-27 °C and 60-75% of H. R; Fol symptoms occurred 15 to 20 days after inoculation. The results showed that 88% of the isolates belong to race 3 of Fol and the remaining 12% of race 2.

INTRODUCCIÓN

La producción de tomate se realiza en dos sistemas de producción, a campo abierto y bajo sistemas protegidos. En ambos sistemas, la producción de tomate enfrenta múltiples problemas con hongos del suelo, siendo la marchitez del tomate o fusariosis ocasionada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc) W. C. Snyder & H. N. Hansen (Fol), el factor que limita más la producción de esta hortaliza en muchas regiones del mundo al grado de ocasionar pérdidas totales. Actualmente se han descrito tres patotipos o razas fisiológicas de Fol en el mundo y se distinguen por su virulencia en las plantas de tomate que presentan genes simples de resistencia (McGrath *et al.*, 1987). La raza 1 de Fol fue reportada en 1886 (Booth, 1971) y se ha reportado en la mayoría de las áreas geográficas del mundo. La raza 2 se reportó por primera vez en Ohio, USA en 1940 (Alexander y Tucker, 1945), en Florida obtuvo su importancia en 1961 (Stall, 1961), además se ha reportado en Israel (Katán y Ausher, 1974). La raza 3 fue identificada en Australia en 1978 (Grattidge y O'Brien, 1982) Posteriormente se detectó en Florida en 1982 (Volin y Jones, 1982), y se ha encontrado en otros sitios como California (Davis *et al.*, 1988; Cai *et al.*,

2003), Tennessee (Bost, 2001); también se ha reportado en Brasil (Reis *et al.*, 2005). En México, la enfermedad se encuentra distribuida en Sinaloa, Morelos, Estado de México, San Luis Potosí, Michoacán, el Bajío y en otras áreas de menor importancia, Mendoza (1996). En Sinaloa, el mayor productor de tomate en México, son pocos los estudios que analizan esta enfermedad. González (1974) estudió 81 aislamientos de *F. oxysporum* colectados en tomate en el Valle de Culiacán, Sinaloa, determinando que nueve aislamientos no eran patógenos a ese cultivo, 30 pertenecían a la raza 1 y 42 corresponden a la raza 2 de este hongo. Estudios más recientes sobre la presencia de esta enfermedad en los campos agrícolas de Sinaloa; donde 20 campos agrícolas del Valle de Culiacán fueron monitoreados, determinaron que el 60 % de los aislamientos corresponden a la raza 2 y el 40 % restante a la raza 3, no se encontró la raza 1 (Carrillo *et al.*, 2003). Dado que no se dispone de información del tipo de raza que está ocasionando el daño de fusariosis en la mayoría de los campos hortícolas y por tanto la distribución del hongo, en la zona productora de tomate más importante de México, la presente investigación se planteó con el objetivo de estudiar la presencia de Fol en los campos hortícolas del estado de Sinaloa y de esta manera saber como está distribuido Fol a nivel estatal y por último tener información que nos permita tener las mejores alternativas de control para este patógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, localizado en la región central del estado de Sinaloa, en el kilómetro 17.5 carretera Culiacán–El Dorado, ubicadas en las coordenadas geográficas 24°37'29" de latitud norte y 107°26'36" de latitud oeste a una altura de 38 m. Se utilizaron ocho aislamientos del estado de Sinaloa (Tabla 1) y un grupo de líneas diferenciales para la prueba de patogenicidad (Tabla 2). Las cepas se sembraron en cultivos de Papa Dextrosa Agar (PDA). Posteriormente se depositó una sección del medio de cultivo con crecimiento del hongo en un matraz Erlenmeyer con capacidad de 250 ml conteniendo Caldo de Papa-Dextrosa (CPD), manteniéndose en agitación constante durante siete días a 110 rpm y 28 °C en un termoagitador, Lugo (1998). Se utilizaron cinco plántulas de cada diferencial (20 en total) para cada cepa probada. Plántulas diferenciales de aproximadamente 30 días de edad se inocularon por el método de raíces sumergidas durante 10 minutos con las cepas de Fol; para esto las raíces fueron lavadas, para después provocarles heridas y sumergirlas en una suspensión de conidios de Fol ajustado a una concentración de 1×10^6 UFC/mL. La concentración del inóculo de Fol se determinó con un hematocitómetro o cámara de Neubauer de acuerdo con la metodología de Tuite (1969). Las plántulas diferenciales de tomate recién inoculadas se replantaron en macetas de 1 kg de capacidad conteniendo sustrato estéril y posteriormente se colocaron en una cámara de ambiente controlado a 23-27 °C y 60-75 % de H. R. Se evaluó la reacción de las líneas diferenciales hacia Fol, hasta los 25 días después de la inoculación. Las plántulas al mostrar los síntomas de Fol, se les realizó el hongo para confirmar que efectivamente éste había causado la muerte de los vegetales. Se lavaron las raíces con agua destilada y con navajas esterilizadas se hicieron pequeños cortes entre tejido necrosado y sano; se sumergieron en hipoclorito de sodio al 13 % durante un minuto, luego se enjuagaron en agua destilada esterilizada por un minuto, para después introducirlas en cajas petri con medio de cultivo PDA y finalmente colocarla en una incubadora a 28 °C por cuatro días para la formación de las colonias.

Tabla 2. Reacción de líneas diferenciales de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) inoculados con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W. C. Snyder & H. N. Hansen.

Genotipo	Raza 1	Raza 2	Raza3
IR-3 *	Resistente	Resistente	Resistente
F1 MH-1 *	Resistente	Resistente	Susceptible
UC-82-L *	Resistente	Susceptible	Susceptible
Bonny Best *	Susceptible	Susceptible	Susceptible

*Material AVRDC, Asia Vegetable Research and Development Center, proporcionada por el Dr. Peter Hanson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las líneas diferenciales al ser inoculadas con las cepas de Fol, mostraron los síntomas típicos de esta enfermedad como epinastia, amarillamiento, necrosis de haces vasculares y marchitez a los 15-20 días después de la inoculación. En la Figura 1 se ilustra la sintomatología de Fol raza 3, por lo que las diferenciales Boony Best, UC-82-L, F1 MH-1 se marchitaron y murieron, no así con el diferencial IR3 que presentó resistencia a la raza 3 de Fol. Estos resultados indicaron que la raza 3 es la que mayormente prevalece en Sinaloa, ya que de los ocho aislamientos, siete corresponden a la raza 3 y uno a la raza 2, la raza 1 de Fol no se encontró (Tabla 1). La raza 3 de Fol se encontró con una frecuencia de 88% y la raza 2 con una frecuencia de 12%. Estos resultados difieren de los obtenidos por González (1974) que reportó la presencia de Fol raza 1 en el 40% y 60% de Fol raza 2 en los aislamientos del Valle de Culiacán y no reportó la presencia de raza 3. Por otro lado, también difieren de los obtenidos por Carrillo *et al.*, (2003) que reportan el 60% de los aislamientos de la raza 2 y 40 % de Fol raza 3 también para el Valle de Culiacán. Esto posiblemente se deba a la evolución natural que ha experimentado el hongo hacia formas más patogénicas, situación que se sustenta con el hecho de no encontrar la presencia de raza 3 en el estudio reportado para 1974 (González, 1974) y solamente la presencia de raza 2 y 3 (Carrillo *et al.*, 2003) 29 años después.

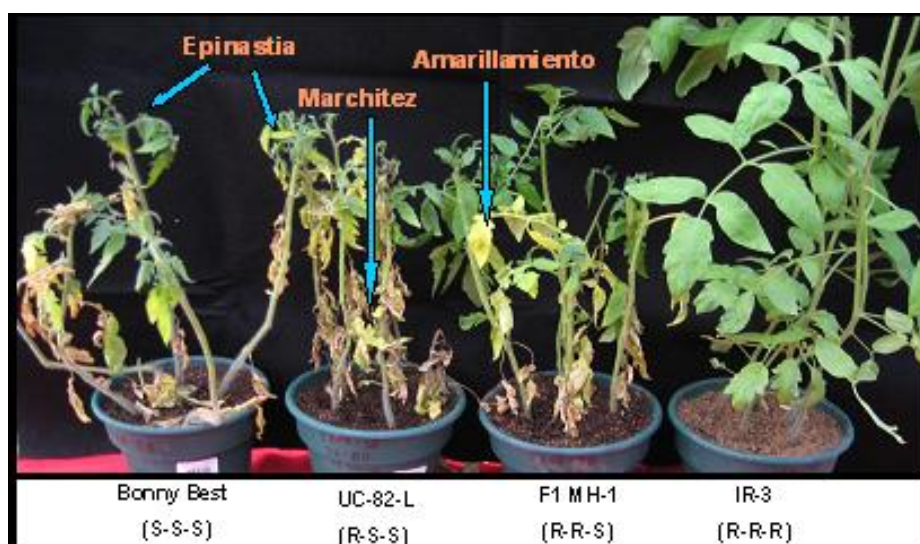


Figura 1. Síntomas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 3 en líneas diferenciales de tomate.

Tabla 1. Origen de aislamientos de Fol y respuesta de líneas diferenciales.

Cepa	Origen	Líneas diferenciales				Raza	Conc. (UFC/mL)
		Bonny Best SSS	UC-82-L RSS	F1 MH-1 RRS	IR-3 RRR		
Fol-ca14	Rosario	M	M	M	V	R3	1 X 10 ⁶
Fol-ca18	Concordia	M	M	M	V	R3	1 X 10 ⁶
Fol-ca5	Elota	M	M	M	V	R3	1 x 10 ⁶
Fol-ca7	Elota	M	M	M	V	R3	1 x 10 ⁶
Fol-ca4	Culiacán	M	M	M	V	R3	1 x10 ⁶
Fol-ca11	Culiacán	M	M	V	V	R2	1 x 10 ⁶
Fol-ca9	Navolato	M	M	M	V	R3	1 x 10 ⁶
Fol-ca10	Navolato	M	M	M	V	R3	1 x 10 ⁶

M = planta muerta V = planta viva

Agradecimientos.

Los autores agradecen el apoyo brindado para realizar esta investigación a CECyT de Sinaloa, a PROMEP y PROFAPI, al programa de apoyo a la investigación nacional CONACYT-81490 y al Dr. Peter Hanson por líneas diferenciales proporcionadas.

LITERATURA CITADA

- Alexander, L. J., and Tucker, C. M. 1945. Physiologic specialization in the tomato wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Journal of Agricultural Research J. 70:303-313.
- Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 237 pp
- Bost, S. C. 2001. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 on tomato in Tennessee. Plant Dis. 85:802.
- Cai, G., Gale, L. R., Schneider, R. W., Kistler, H. C., Davis, R. M., Elias, K. S., and Miyao, E. M. 2003. Origin of race 3 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* at a single site in California. Phytopathology 93:1014-1022.
- Carrillo-Fasio J.A., Montoya-Rodríguez T.J., García-Estrada R.S., Cruz Ortega J.E., Marquez-Zegueria I., Sañudo-Barajas A.J. 2003. Razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder y Hansen, en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. Revista Mexicana de Fitopatología. Vol. 21, No. 2. pp. 123-126.
- Davis, R. M., Kimble, K. A., and Farrar J. J. 1988. A third race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* identified in California. Plant Dis. 72:453
- Gonzalez, G. R. 1974. Estudio sobre la marchitez del tomate causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, en el valle de Culiacán, Sinaloa. Tesis de maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados- ENA.
- Grattidge, R., and O'Brien, R. G. 1982. The occurrence of a third race of *Fusarium* wilt of tomato in Queensland. Plant Dis. 66:165-166.
- Katan J. and Ausher R. 1974. Distribution of race 2 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato fields in Israel. *Phytoparasitica* 2(2): 83-90.
- Lugo Faría, Z.C. 1998. Identificación de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Zinder and Hansen en algunas zonas productoras de los estados de Aragua y Norte de Guárico. Tesis de Maestría, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- McGrath, D. J., Gillespie, G., and Vawdrey, L. 1987. Inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races 2 and 3 of *Lycopersicon pennellii*. Aust. J. Agric. Res. 38:729-733.
- Mendoza, Z.C. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 7-8,21-24.
- Reis, A., Costa, H., Boiteux, L.S. & Lopes C. A. 2005. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 on tomato in Brazil. Fitopatologia Brasileira 30:426-428.
- Stall, R. E. 1961. Development of *Fusarium* wilt on resistant varieties of tomato caused by a strain different from race 1 isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Plant Dis. Rep. 45:12-15.
- Tuite, J. 1969. Plant Pathological Methods. Fungi and Bacteria. Burgess Publishing Company. Minneapolis, MN, USA. 299 p.
- Volin R.B., and Jones, J. P. 1982. A new race of *Fusarium* wilt of tomato in Florida and sources of resistance. Proc. Fla. State Hort. Soc. 95:268-270. 1982.

MERCADO Y ORGANIZACIÓN EN EL SISTEMA VID DE MESA DE SONORA

Robles P. Jesús¹, Garza L. Cristina¹, Taddei B. Cristina¹. ¹CIAD Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Km. 0.6 Carretera a la Victoria, Hermosillo, Son. CP 83000. jrobles@ciad.mx

Palabras clave: consumidor, producción, estructura organizativa

RESUMEN

El Sistema Vid de Mesa sonorense se ve inmerso en procesos de cambios organizativos derivados de modificaciones en las preferencias de los consumidores, las cuales a su vez, son resultado de una preocupación de éstos por el entorno en cual se desarrollan todas las actividades productivas relacionadas con el sistema.

El propósito básico de este trabajo es evaluar cómo los factores de mercado coadyuvan a una mejor estructura organizativa de las unidades productivas del Sistema Vid de Mesa.

La base metodológica se sustenta en el análisis de datos directos mediante la aplicación de la técnica Delphi con actores estratégicos del sistema.

ABSTRACT

The Sonora table grape system is immersed in processes of organizational changes resulting from changes in consumer preferences, which ones are a result of their concern for the environment in which it is develop all productive activities linked to the system.

The aim of this paper is evaluate how the market factors contribute to a better organizational structure for productives units of the table grape system.

The methodological basis is supported on the analysis of the direct data obtained through the application of the Delphi technique with strategic actors of the system.

I. Relevancia económica del sistema vid de mesa

La producción comercial de uvas en Sonora se remonta hacia finales de la década de los cincuenta, con la venta de aproximadamente 300 toneladas a una planta vinícola de Baja California³. Con el tiempo se definirían cuatro regiones productoras de las que destaca la región de Hermosillo y Caborca, después sea abrirían las regiones de Carbo y Pesqueira.

Actualmente Sonora es el principal productor y exportador de uva de mesa en el país con alrededor de 40 productores que cultivan una superficie aproximada de 12,917 has. y generan cerca de siete millones de jornales al año. Tiene una capacidad de producción de más de veinte millones de cajas al año, de las cuales se exportan cerca de 96%, mientras que sólo un 4% va al mercado interno. Las compras de uva por parte de Estados Unidos representan 78% de la producción total, lo que habla de un alto grado de concentración y vulnerabilidad del sistema, ya que otros mercados como el de Canadá y la Unión Europea, carecen de importancia. Las variedades que se cosechan son Sugarone, Flame y en un volumen menor, Perlette; recientemente se introdujo en los viñedos, la variedad Red Globe, cuyos niveles de producción aún son moderados. La salida al mercado comienza a principios de mayo y tiene una duración de alrededor de 20 días.

Mercado y organización

El mercado constituye un elemento condicionante de la organización según Milgroms y Roberts (1990). Esta aseveración ha sido ampliamente validada en sistemas manufactureros altamente expuestos al mercado de los cuales los autores dan sobradas evidencias. Sin embargo, en sistemas alimentarios y particularmente agrícolas este principio ha sido escasamente evaluado, de ahí que surja la interrogante respecto a cuáles son los elementos básicos de mercado a considerar para evaluar la evolución de la organización, en este caso, del sistema vid de mesa; la respuesta la encontramos en la evolución misma de los consumidores, o sea el mercado.

vinícola en Sonora" en La industria en la Historia de Sonora. E INFOCIR Boletín quincenal de investigación agroindustrial, No. 10 Vol. 1, octubre de 2005.

II. Cambios en el mercado vía cambios en el consumidor

Hasta antes de la apertura comercial el sector productor de uvas, mantenían una estructura organizativa definida por el núcleo familiar guiado por un interés común y que poseían además, una mayoría en los puestos clave de las actividades de la empresa⁴. Esta estructura familiar se guiaba por una dinámica de producción orientada a atender un mercado de escasas exigencias, motivadas por una ventana de mercado perfectamente definida, con una demanda y precios crecientes. Las regulaciones para la comercialización internacional, particularmente de uva de mesa (requerimientos sobre inspección aduanal, inspección fitosanitaria y control de calidad, entre otras), no eran tan estrictas como en la actualidad.

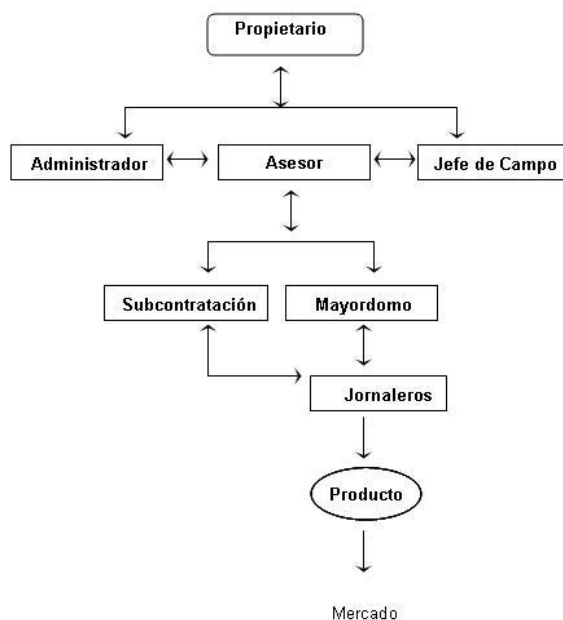
La estructura organizativa de estas unidades de producción soportaba la toma de decisiones en sus propietarios, ya que a ellos llegaba directamente la información de mercado que transmitían a los administradores y jefes de campo, cuyo objeto dentro de la organización, era el de auxiliar al propietario. Mientras los primeros estaban encargados de las labores vinculadas al mercado, los segundos tenían la responsabilidad operativa de la producción y, a su vez, se auxiliaban de los mayordomos de campo y en algunos casos, de subcontrataciones eventuales para tareas agronómicas específicas y de supervisión. Los jornaleros agrícolas, eran los operarios responsables de las tareas agrícolas y estaban subordinados al mayordomo o al subcontratista.

Las funciones que se llevaban a cabo dentro de la empresas eran definidas (técnicas, comerciales, financieras, de seguridad, contables y administrativas) a través de una jerarquía rígida, con el objeto de planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar. Por tanto, dentro de la unidad productiva, los jornaleros desarrollan las funciones técnicas mientras que el propietario del campo se responsabiliza de las funciones administrativas.

El control, vigilancia o seguridad, son conceptos clave en este esquema enfocado a la productividad. La crítica en el modelo de organización vertical de la empresa productora de uva de mesa, además de sacrificar la calidad del producto, dejaba de lado elementos de la vida y del bienestar del jornalero (ver figura 1).

Figura. 1.

Sistema vid de mesa: estructura de una organización lineal que produce para vender.



Fuente: elaborado en base a Robles y Garza (2009)

⁴ Una interpretación más amplia sobre la empresa familiar puede encontrarse en Erdenet y Shapiro (2005)

Esta estructura empieza a cambiar en la medida en que el sistema se expone a nuevas condicionantes de mercado. La firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) propicia un incremento de la competitividad en los mercados involucrados. Aunado a esto, Estados Unidos, firman acuerdos comerciales con otros países, como Chile, principal comercializador de uva de mesa en el mundo. Esta situación propicia una condición de mercado con precios sensibles a la baja, aumentos sustanciales en la demanda y un sensible crecimiento en los costos de producción que obliga a los productores a instrumentar estrategias correctivas de amplio espectro (Haro, 2007).

La emergencia de serios problemas fitosanitarios derivados de la detección de residuos por pesticidas en las uvas (cianamida); la detección de problemas de salud adjudicados a la incidencia de salmonelosis en algunos alimentos (fresas y melones); el temor generalizado en la comunidad norteamericana a raíz del 11 de septiembre de 2001 manifestado a través de una reticente compra de alimentos extranjeros; la consecuente imposición de ley de bioterrorismo de Estados Unidos; los trastornos derivados del mal de las vacas locas en Europa y la creciente defensa por la calidad de vida de los jornaleros y sus familias, impone estrictos controles a la producción y comercialización de alimentos tanto en Estados Unidos, como en Europa, de tal forma que emergen y/o se fortalecen certificaciones como HACCP o EUREPGAP, con el fin de dar seguridad alimentaria a los consumidores de estas regiones, las cuales se manifiestan en modificaciones organizativas del sistema.

III. Hacia una estructura organizativa sistémica y compleja en vid de mesa

Como se mencionó anteriormente, los acontecimientos en torno al consumo de alimentos generaron una creciente complejidad de los procesos productivos, al tiempo que la sofisticación tecnológica obligaba al desarrollo de nuevas formas organizacionales, con la consigna básica de añadir valor y flexibilidad (Rivas, 2002). Esto provocó que los productores de uva de mesa que comercializan con países como Estados Unidos, reestructuraran sus procesos bajo una lógica sistémica⁵ con el fin de mejorar las formas de producir y comercializar. Este cambio se expresa en que, el sistema ahora se planea en función de las exigencias de mercado⁶, para lo cual fue necesario mejorar no sólo las características organolépticas de la uva, sino además, los procesos de producción en todas sus fases (de la siembra a la comercialización, incluyendo el proceso de empaque); estas actividades convergen en una característica del producto antes no considerada: calidad.

Un factor clave en dicho mejoramiento es la aplicación de investigación y el desarrollo (I&D), de tal forma que a partir del aumento en la competitividad en el mercado, derivado de la internacionalización comercial, las empresas se ven obligadas a innovar tanto en procesos como en productos, para satisfacer las exigencias de éste y lograr darle atributos de diferenciación a su producto (*demand pull*). Esto propicia un cambio en las estructuras organizativas de las empresas productoras, de manera que surgen nuevos agentes especializados en ciertos ámbitos de la producción y de la comercialización encargados tanto de supervisar la calidad del producto, como las exigencias de los consumidores, así como los cambios en los mercados y en la legislación en torno a éstos. Sin embargo, lo anterior no requiere en todos los casos de una contratación de más personal, sino de una reestructuración interna de la empresa en torno a generar un lazo entre los trabajadores y el mercado.

Los estudiosos de la organización remarcaban la importancia en el diseño de ésta ya que de no cuidarse se multiplicarían los cuadros ejecutivos: “creando en lugar de tres gerentes funcionales, nueve directores de proyecto, y en vez de cuatro subgerentes, veintiún dueños de proceso, que aunque ganan el mismo sueldo, aportan la tercera parte y trabajan la mitad” (Rivas, 2002. pp.23).

⁵ La visión sistémica adoptada por los productores de uva de mesa de Hermosillo, surge de la necesidad de abarcar diversos puntos críticos en la producción y comercialización de este producto. (Márquez et al., 2004), Sobre la visión sistémica en los agronegocios, véase también Gómez y Valle, 2002.

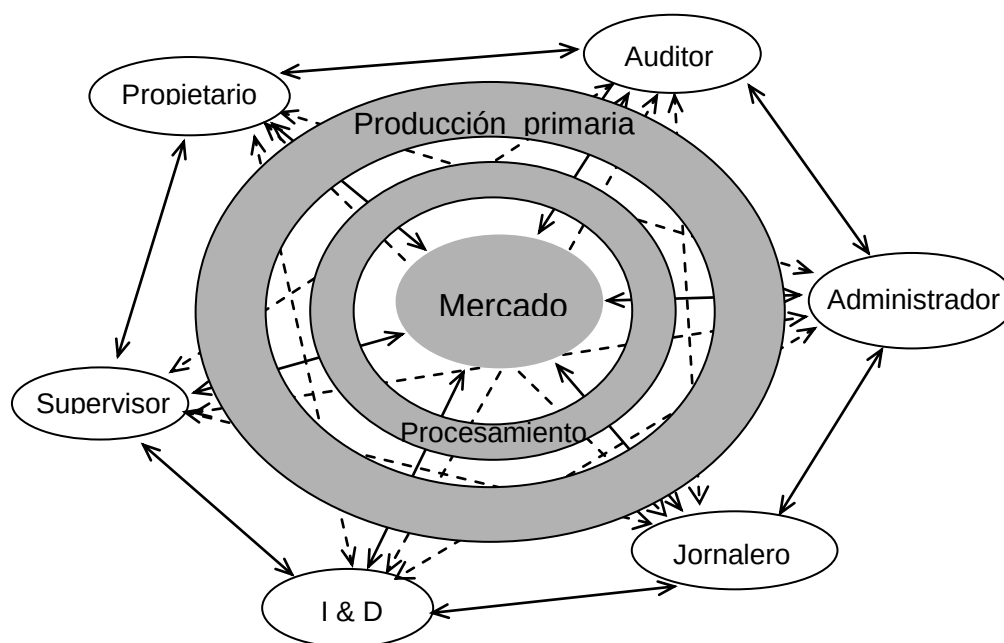
⁶ El trabajo de George S. Day indica que las empresas se “alinean” al mercado en busca de conocer al cliente y obtener más información de él (Day, 2005).

Acorde a lo anterior, la estructura organizativa de las empresas del Sistema Vid de Mesa de Sonora, no se modifica, sino se rediseña.

De acuerdo con las evidencias emanadas de la consulta a actores clave del sistema, la organización vertical de estas empresas no evoluciona hacia una de corte horizontal o plana, sino que mantiene el mismo rigor administrativo en sus funciones jerárquicas pero reestructura la relación entre éstas, de tal manera que el eje orientador de las funciones administrativas es el mercado y no la producción. Cada componente es ahora importante en el contexto de la operación; de tal manera que administradores, asesores, supervisores auditores y propietarios deberán tener toda la información necesaria a partir de un enfoque claro de mercado con el objeto de dirimir los puntos críticos del sistema productivo.

Este rediseño de la organización del SVM le permite responder a las demandas del mercado en torno a la calidad de la uva. De ahí que el control ejercido en éste sistema dirija esfuerzos tanto en la esfera técnica como en la operación: para la primera, se enfoca a mejorar las cualidades intrínsecas de la fruta, para lo que se hacen necesarias actividades de investigación y desarrollo, que implica a su vez, reforzar el vínculo entre las empresas productoras y la comunidad científica; en cuanto a la segunda, se replantea la importancia de considerar aquellos aspectos psicológicos y culturales en torno a los jornaleros y la región.

Figura 2. Hacia una visión sistémica en la organización de la empresa productora de uva de Mesa



Fuente: elaborado en base a Robles y Garza, 2009

Esa reorganización en los agro-negocios les ha permitido seguir respondiendo a la cada vez más compleja estructura competitiva del mercado líder, el norteamericano. Sin embargo, nuevos retos emergen a raíz de la necesidad de que, las empresas asuman su compromiso con la sociedad, de ahí que una nueva condicionante competitiva se antepone a los productores bajo formas de mercado: la responsabilidad social

CONCLUSIONES

Los argumentos discutidos evidencian claramente que las condiciones de mercado derivadas de cambios en las exigencias de los consumidores, inciden en la organización del Sistema Vid de

Mesa del estado de Sonora, modificándola o, dicho con mayor claridad, recomponiéndola de tal manera que, no solo los procesos productivos sean los que determinen la producción y la comercialización, sino las demandas que emergen del mercado. Dichas transformaciones se manifiestan en estructuras organizativas que tienden a ser más complejas, sistémicas y multicondicionadas.

LITERATURA CITADA

- Gómez, A. y Valle, S. (2002) Análisis prospectivo de cadenas agroalimentarias. EMBRAPA, Brasil
- George S. Day (2006) Aligning the organization with the market en MIT Sloan Management Review. Vol 48 No.1 pp.41-49
- Haro E. J. (2007) Globalización y salud de los trabajadores. Jornaleros agrícolas y producción de uva en Pesqueira, Sonora; Región y Sociedad, Vol. XIX, No. 40.
- Ramírez Sánchez J.C (1997). Modelos de organización de las industrias para la exportación en México en Revista de Comercio Exterior. Banco Nacional de Comercio Exterior S.N.C. Vol.47 Núm. 1, México. Enero de 1997. pp. 25-37.
- Rivas Tovar L. (2002). Nuevas Formas de Organización En Estudios Gerenciales. Enero-Marzo, Núm. 82. Universidad de ICESI, Cali, Colombia. Pp. 13-45.
- Robles J. y Taddei C. (2004) “ La industria vinícola en Sonora” en La industria en la Historia de Sonora. UNISON, SSH, CIAD A.C.
- Robles, J., Garza, C., Flores, G., Taddei, C (2008) “Condicionantes de la organización en empresas del Sistema Vid de Mesa en Sonora”. Publicación electrónica de las memorias del XXI Congrso Internacional en Administración de Empresas Agropecuarias organizado por la SOMEXAA
- Robles, J., Garza, C., Haro, A. (2009) “Responsabilidad social en el sistema vida de mesa: de una responsabilidad inducida a una responsabilidad ética”. Publicación electrónica de las memorias del 16th International Consortium for Social Development Symposium.

PONENCIAS EN CARTEL

EN CVBLET
PONENCIAS

EXTRACTOS DE *TAGETES LUCIDA* CAV PARA EL CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO *SPODOPTERA FRUGIPERDA* SMITH (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE) EN VIVERO.

Lucila Aldana-Llanos¹, Ma. Elena Valdés-Estrada¹, Rosario Ruiz Guerrero², Mirna Gutiérrez Ochoa¹, María C. Hernández Reyes¹.¹Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. Carretera Yautepec-Jojutla Km. 8.5, A.P. 24, 62731 San Isidro, Yautepec, Morelos, México. ²Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada Tlaxcala. Instituto Politécnico Nacional. Becarias COFAA-EDI. laldana@ipn

Palabras clave: Pericón, Maíz, Bioinsecticida

RESUMEN

Para determinar el efecto de *Tagetes lucida* Cav (pericón) sobre el gusano cogollero en vivero, se establecieron cinco lotes, cada uno de 20 plantas de maíz de aproximadamente 25 cm de altura, bajo un diseño experimental de bloques al azar, cada planta se tomó como unidad experimental. Se realizó la aplicación de los extractos acetónicos de raíz y hoja, metanólico de flor y de hojas con acetato de etilo a una concentración del 10 %, al testigo se le aplicó agua. Se realizó la aplicación en la mañana a las 8:00 horas, después de cuatro horas de la aplicación se infestó cada planta con dos larvas L2. La variable evaluada fue daño ocasionado por las larvas, empleando la escala propuesta por Mihm (1984). Los datos se tomaron a los siete días después de la aplicación.

En los resultados observamos que las plantas del testigo presentaron, según la escala de Mihm un nivel de daño de 5 a 7 que corresponde a muchas lesiones elongadas, porciones comidas y daño en el cogollo; las tratadas con el extracto metanólico de flor y de hojas con acetato de etilo el nivel de daño en promedio fue de 2.7 y con el extracto de raíz acetona fue de 3, las plantas tratadas con el extracto acetónico de hojas de pericón fueron las que presentaron menor daño 1.85. El extracto acetónico de hojas es el que tiene potencial para ser usado como bioinsecticida.

ABSTRACT

A randomized block design was established to determine the effect of *Tagetes lucida* Cav (pericón, Mexican tarragon) against fall worm in nursery. Treatments consisted of acetonic extracts of roots and leaves, metanolic extracts of flowers and ethyl acetate extracts of leaves, each at the concentration of 10%. The control treatment consisted only of water. The application was carried out during the morning approximately at 8 'clock, after four h application, each plant was infested with two larvae L2. The parameter evaluated was the injury, following the scale of Mihm (1984). Data was taken after seven days. The experimental designed consisted of five lots of 20 plants of approximately 25 cm of height. One plant was the experimental unit. Result shown that control plants had an injury level in a range of 5 to 7 corresponding to elongate lesions, bitten portions and injury to the sprout. Those treated with the metanolic extracts of flowers and leaves and with the ethyl acetate extracts had an injury level of 2.7, whilst with the acetonic extracts, the damage reached 3. Those plants treated with leaves of *T. lucida* had the lowest injury. The acetonic extract of leaves of this plant specie showed the best potential to be used as a bioinsecticide.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal adaptado a diversas condiciones ecológicas y ocupa el tercer lugar en la producción mundial de cereales; se cultiva en 106 millones de Ha y su rendimiento es de 215 millones de toneladas. En México anualmente se siembran 2.2, 3.7 y 1.8 millones de Ha. de maíz en terrenos de alta, mediana y de baja a marginal productividad, respectivamente. Para el 2006 se cosecharon 692,338.000 toneladas de las cuales 19,200.000 se produjeron en México (Umaran, 2006). Sin embargo, al igual que todas las plantas cultivadas por el hombre y explotadas de manera intensiva, el cultivo del maíz se enfrenta durante su desarrollo a plagas como el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) que ataca preferentemente la parte del cogollo del maíz impidiendo con esto un buen crecimiento y ocasionando pérdidas

considerables en la producción. Su control ha sido principalmente con insecticidas químicos lo que indujo resistencia del insecto a los organofosforados (Pacheco-Covarrubias, 1993) como el parathion-methyl (Yu y McCord, 2007), piretroides (Yu, 1991) y carbamatos como la lambdacihalotrina (Morillo y Notz, 2001) y el carbaryl (Yu y McCord, 2007). Huang y Han (2007) reportan a *Spodoptera* nuevamente con resistencia a los piretroides, organofosforados y carbamatos. Además se provoca la eliminación de artrópodos (Badji *et al.*, 2007) como sus enemigos naturales de *S. frugiperda* como *Chelonus insularis* (Zenner *et al.*, 2006).

Ante esta problemática y los efectos negativos que ocasionan los insecticidas al medio ambiente, se ha buscado otras alternativas de control para *S. frugiperda* como el uso de polvos, extractos y productos de origen vegetal, con nuevos modelos de acción, los cuales pueden ser una herramienta más del programa MIP (sistema que involucra la utilización de uno o varios tipos de control: físico, mecánico, biológico, cultural y químico), compatibles con la agricultura sostenible por ser de baja o nula persistencia, mínimo impacto en el ambiente y en los enemigos naturales, obtención fácil y bajo costo. Por ejemplo, acetogeninos de *Annona cherimolla* (Álvarez *et al.*, 2007) y que no afecten a *Chrysoperla carnea* y *Trichogramma* spp como los productos: NeemAzal-T/S, NeemAzal PC 05, NeemAzal Blank y NeemAzal PC Blank (El-Wakeil *et al.*, 2006; Aggarwal y Brar, 2006).

El uso de productos naturales de origen vegetal, proporcionan protección contra patógenos y herbívoros, generalmente biodegradables y que no provocan un desequilibrio en el ecosistema (Iannacone and Reyes 2001; Iannacone and Lamas 2003). Del género *Tagetes* se encuentran en México cerca de 40% de especies (Turner, 1996). Una de las características distintivas de este género es la de poseer sustancias aromáticas que distinguen a este grupo de plantas (Lawrence, 1985a; 1985b). Tales sustancias están relacionadas con la presencia de aceites esenciales en varias de las especies de este género, lo cual abre la posibilidad de su empleo en el control de plagas agrícolas, tal como se ha realizado con otros aceites vegetales (Butler & Hanneberry, 1990), que han mostrado tener efectos repelentes o bioinsecticidas (Butler & Hanneberry, 1991a, 1991b). En México Serrato *et al.* 2003 evaluaron mediante bioensayos en invernadero y campo aceites esenciales extraídos de *Tagetes filifolia* para controlar la mosquita blanca, logrando total repelencia. De acuerdo a estas investigaciones se ha desarrollado el bioinsecticida biotag a base de aceites esenciales de *Tagetes* para el control de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum*, trips (*Trips* spp, *Frankliniella occidentalis*), pulgón (*Myzus persicae*) y paratrisa (*Paratrisa cockerelli*). Por lo que se pretende utilizar extractos orgánicos de *Tagetes lucida*, para el control del gusano cogollero en vivero.

OBJETIVO

Evaluar en condiciones de vivero el efecto bioinsecticida de extractos orgánicos de *Tagetes lucida* Cav sobre el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cría del gusano cogollero.

La cría de *S. frugiperda* fue iniciada a partir de larvas colectadas en un campo de maíz ubicado en la zona de Yautepec, Morelos, México. Se alimentaron con hojas frescas, se trasladaron al laboratorio de Entomología del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI-IPN), en donde se separaron individualmente en recipientes de plástico de 3.5 cm de alto por 4 cm de diámetro con tapa de rosca. Se les proporcionaron 15 mL de dieta artificial y se mantuvieron en una cámara incubadora marca Precision modelo 818 a una temperatura de $27 \pm 1^\circ\text{C}$, humedad relativa de 60-70% y un fotoperíodo de 12-12 L-O. Las larvas puparon en estos mismos recipientes y al emerger los adultos fueron colocados en bolsas de papel encerado, a las cuales se les colocó una caja Petri de plástico de 10 cm de diámetro con algodón humedecido con solución azucarada al 10%, para su alimentación. Estos adultos copularon y depositaron sus huevos en las paredes de las bolsas. Se utilizaron larvas de la segunda generación (F_2) para realizar las evaluaciones.

Dieta artificial

Para preparar 250 mL de dieta artificial para la cría masiva del gusano cogollero y para la realización de las bioevaluaciones, se utilizó frijol (30 g), germen de trigo (13.75 g), levadura de cerveza (8.75g), ácido ascórbico (0.87g), ácido sórbico (0.27g), metil parahidroxibenzoato (0.55g), 2.5mL de formaldehído al 10 % , agar (3.75 g), agua para frijol (116 mL) y agua para el agar (90mL) (Burton y Perkins, 1987). El frijol se remojó en 300 mL de agua destilada en un vaso de precipitado durante 24 horas, se lavó y molió en licuadora Osterizer de 6 velocidades, una vez molido se le agregaron los demás ingredientes, el agar junto con los 90 ml de agua se metió en el horno de microondas por 2 minutos y se agregó a la dieta.

Extractos vegetales

Las partes vegetales (hoja, flor y raíz) de *Tagetes lucida* fueron sometidas a un proceso de secado a temperatura ambiente por un periodo de quince días, hasta obtener un peso constante, posteriormente fueron trituradas en un mortero PIMSA y los residuos se colocaron en un matraz de cuatro litros para ser macerado. Los disolventes empleados para la obtención de los extractos en orden de polaridad creciente fueron: acetato de etilo, acetona y metanol. La maceración se realizó durante tres días y por dos ocasiones más, el disolvente fue eliminado totalmente hasta llevarlo a sequedad empleando un rotaevaporador marca Buchi modelo 205. Las muestras se envasaron en frascos de vidrio color ámbar para evitar la fotólisis y guardadas a temperatura ambiente hasta el día que fueron utilizadas en las bioevaluaciones.

Bioensayos en vivero

Para determinar el efecto de *Tagetes lucida* (pericón) sobre el gusano cogollero en vivero, se establecieron cinco lotes, cada uno de 20 plantas de maíz de aproximadamente 25 cm de altura, el diseño experimental fue de bloques al azar, cada planta se tomó como unidad experimental el total de plantas por tratamiento fueron 20. El análisis estadístico que se aplicó fue la prueba de Friedman al 0.05.

Se realizó la aplicación de los extractos acetónicos de raíz y hoja de pericón, extracto metanólico de flor y extracto con acetato de etilo de hojas a una concentración del 10 %, al testigo se le aplicó agua. Se realizó la aplicación en la mañana a las 8:00 horas, después de cuatro horas de la aplicación se infestó cada planta con dos larvas L2, en bioensayos anteriores se identificó que este estadio es el mas adecuado para la evaluación y reduce al mínimo la mortalidad por manipulación o por otros factores ajenos a los efectos de los extractos. La variable evaluada fue daño ocasionado por las larvas, empleando la escala propuesta por Mihm (1984) Tabla 1. Los datos se tomaron a los siete días después de la aplicación.

Tabla 1. Escala de valoración del daño causado por *Spodoptera frugiperda* en plantas de maíz de acuerdo a Mihm, 1984).

ESCALA	VALORACIÓN DEL DAÑO
0	Daño ligero de agujeritos
1	Agujeros en 2 hojas
2	Agujeros y unas cuantas lesiones elongadas
3	Agujeros y varias lesiones elongadas
4	Muchas lesiones elongadas
5	Muchas lesiones elongadas y unas cuantas porciones comidas
6	Muchas lesiones elongadas y varias porciones comidas
7	Muchas lesiones elongadas, porciones comidas y daño en el cogollo
8	Muchas lesiones elongadas, porciones comidas, cogollo destruido
9	Planta moribunda o muerta

RESULTADOS Y DISCUSION

En las tablas 2 y 3, se muestra que existieron diferencias entre las plantas tratadas con las del testigo de acuerdo a los resultados del análisis estadístico (prueba de Friedman $H=22.4$; Ji cuadrada= 9.49 $p<0.05$). Las plantas del testigo fueron las mas dañadas con un nivel de daño de 5 a 7 según la escala de Mihn que corresponde a muchas lesiones elongadas, porciones comidas y daño en el cogollo, las plantas tratadas con los extractos metanólico de flor y de hojas (acetato de etilo) en promedio el nivel fue de 2.7 y con el extracto de raíz acetona el promedio de daño fue de 3. Las tratadas con el extracto acetónico de hojas de pericón fueron las que presentaron menor daño (1.85).

De acuerdo a estos resultados se presentó diferencias de efecto de protección en cuanto a número de plantas y nivel de daño causado por el gusano cogollero, entre los extractos y las diferentes estructuras de la planta evaluada. El extracto acetónico de hojas de *Tagetes lucida* es el que tiene potencial para ser usado como bioinsecticida. Posiblemente la acción bioinsecticida se deba al contenido de aceites esenciales de las partes aéreas de la planta *Tagetes lucida* Cav. De acuerdo a Ciccio, 2004 determinó treinta compuestos y el mayoritario (95-97%) resultó ser metil chavicol (estragol). Hernández *et al.* 2006 encontraron que el compuesto 5, 7, 4-trimethoxyflavona extraído de *T. lucida* presenta propiedades antimicrobianas y bactericidas. De acuerdo a estudios fitoquímicos hechos a *Tagetes lucida* se han encontrado algunos aceites especiales como el linolol, estragol, metileugenol, 7 metoxicumarina, 6-7 dimetoxicumarina (Bicchi y Fresia 1997). Serrato *et al.* 2003 evaluaron mediante bioensayos en invernadero y campo aceites esenciales extraídos de *Tagetes filifolia* para controlar la mosquita blanca, logrando total repelencia.

CONCLUSIÓN

El extracto acetónico de hojas de *Tagetes lucida* Cav presentó un efecto bioinsecticida, posiblemente esta acción se deba al contenido de aceites esenciales de las partes aéreas de la planta; estos resultados demuestran la importancia de realizar estudios bioquímicos con la finalidad de detectar las fracciones activas y los metabolitos químicos responsables de la actividad bioinsecticida.

Tabla 2. Nivel de daño causado por gusano cogollero a plantas de maíz tratadas con extractos de *Tagetes lucida*

Tratamiento	Núm. Plantas	Nivel de daño
Testigo	6	5
	10	6
	4	7
Hoja acetona	9	1
	6	2
	4	3
	1	4
Raíz acetona	3	2
	11	3
	6	4
Flor metanol	2	1
	3	2
	13	3
	2	4
Hoja acetato de etilo	1	1

8	2
7	3
4	4

Tabla 3. Promedio de daño causado por gusano cogollero a plantas de maíz tratadas con extractos de *Tagetes lucida*

Tratamiento	Nivel de daño	Núm. Hojas dañadas
Testigo	6.67±1.218	3
Hoja acetona	1.85±0.933	1
Raíz acetona	3.15±0.670	2
Flor metanol	2.75±0.786	2
Hoja acetato de etilo	2.70±0.864	2

LITERATURA CITADA

- Aggarwal, N. and Brar, D.S., 2006. Effects of different neem preparations in comparison to synthetic insecticides on the whitefly parasitoid *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) and the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory conditions. *Journal of Pest Science*, 79: 201-207.
- Álvarez, C.O., Neske, A., Popich, S. and Bardón, A., 2007. Toxic effects of annonaceous acetagenins from *Annona cherimolia* (Magnoliales: Annonaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Pesticide Science*, 80: 63-67.
- Badji, C.A., Guedes, R.N.C., Silva, A.A., Correa, A.S., Queiroz, M.E.L.R. and Micherff-Filho, M., 2007. Non-Target impact of deltamethin on soil arthropods of maize fields under conventional and no-tillage cultivation. *Journal of Applied Entomology*, 131: 50-58.
- Bicchi, C., M. Fresia. 1997. Constituents of *Tagetes lucida* Cav. ssp. *lucida* essential oil. *Flavour and Fragrance Journal* 19997, 12(1): 47-52.
- Burton, L.R., and D. Perkins. 1987. Rearing the corn earworm and fall armyworm for maize resistance studies. *Proceedings of the International Symposium on Methodologies for Developings Host Plant Resistance to Maize Insects*. CIMMYT. México. 35-37 pp
- Butler, G.D.; Henneberry, T.J. 1990. Pest control on vegetables and cotton with household cooking oils and liquid detergents. *Southwest. Entomol.* 15(2):123-131.
- Butler, G.D.; Henneberry, T.J. 1991a. Sweetpotato whitefly control: Effect of tomato cultures and plant derived oils. *Southwest. Entomol.* 16(1):37-43.
- Butler, G.D.; Henneberry, T.J. 1991b. Effect of oil sprays on sweetpotato whitefly and phytotoxicity on watermelons, squash and cucumbers. *Southwest. Entomol.* 16(1):63-72.
- Ciccio, José F. 2004. A source of almost pure methyl chavicol: volatile oil from the aerial parts of *Tagetes lucida* (Asteraceae) cultivated in Costa Rica. *Rev. biol. trop*, vol.52, no.4, p.853-857.
- El-Wakeil, N.E., Gaafar, N.M., and Vidal, S., 2006. Side effects of some Neem products on natural enemies of *Heliocoverpa* (*Trichogramma* spp) and *Chrysoperla carnea*. *Archives of Photopatology and Plant Protection*, 39: 445-455.
- Hernández, T.; Canales, M.; Flores, C. García, A.M., Durán, A.; Avila, J.G.. 2006 Antimicrobial Activity of *Tagetes lucida*. *Pharmaceutical Biology (Formerly International Journal of Pharmacognosy)*, Volume 44, Number 1, pp. 19-22(4)
- Huang, S. and Han, Z., 2007. Mechanisms for multiple resistances in field populations of common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 87: 14-22.

- Iannacone, J. & M. Reyes 2001. Efecto de la rotenona y neem sobre *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera:Aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera:Agromyzidae) plagas del tomate en el Perú, *Agronomía Trop.* 51:65-79
- Iannacone, J. & G. Lamas 2003. Plantas biocidas usadas en la polilla de la papa, *Phthorimea operculella* (Zeller) (Lepidoptera:Gelechiidae). *Rev. Per. Ent.* 43: 79-87
- Lawrence, B.M. 1985a. A review of the world production of essential oils. *Perfum. Flav.* 10:1-16
- Lawrence, B.M. 1985b. Essential oils of the *Tagetes* Genus. *Perfumer & Flavorist* 10:73-82.
- Mihm, J.A. 1984b. Técnicas eficientes para crianza masiva, infestación de insectos, en la selección de las plantas hospedantes para resistencia al gusano cogollero. *Spodoptera frugiperda*. Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo. CIMMYT, El Batán, México. 12p
- Morrillo, F. y Notz, A. 2001. Resistencia de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambdacihalotrina y metomil. *Entomotropica*, 16: 79-87.
- Obeng-Ofori, D. and S. Amiteye, 2005. Efficacy of mixing vegetable oils with pirimiphos-methyl against the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. Motschulsky in stored maize. *J. Stored Prod. Res.* 41:57-66.
- Pacheco-Covarrubias, J.J., 1993. Monitoring insecticide resistance in *Spodoptera frugiperda* populations from the Yaqui Valley, Son., México. *Resistent Pest Management Newsletter*, 5: 3-4.
- Serrato C. M. A. y Quijano A. Ma. De L. 1993. Usos de algunas especies de tapetes. Revision bibliografica (1984-1992). *Proceedings of the I international Symposium and II National Meeting on Sustainable Agriculture*, CEICADAR-Puebla. Colegio de Posgraduados, México. pp. 228-238
- Serrato C. M. A., Reyes T. B., Ortega A. L., Domingo G. A., .2003. Anisillo (*Tagetes filifolia* Lag.): Recurso Genético Mexicano para controlar la Mosquita Blanca (*Bemisia* sp y *Trialeurodes*). *Revista del Jardín Botánico Nacional* 24 (1-2). 66-70
- Turner B.C. 1996. The comps of Mexico-A systematic account of the family Asteraceae. Vol. 6. *Tagetes* and *Anthemideae*. *Phytol. Memoirs* 10:1-93
- Umaran I. 2006. Producción de maíz. Dirección de Agricultura. SAGPyA. Buenos Aires, Argentina. pp1-6.
- Yu, S.I., 1991. Insecticide resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Pestic. Biochem. Physiol.*, 39: 84-91.
- Yu, J.S. and McCord, Jr.E., 2007. Lack of cross-resistance to indoxacarb in insecticide-resistant *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Plutella xylostella* (Lepidoptea: Yponomeutidae). *Pes Management Science*, 63: 63-67.
- Zenner, I. Álvarez, A. and Barreto, S., 2006. Influence of parasitism of *Chelonus insularis* Cresson (Hymenoptera: Braconidae) on the susceptibility of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) to insecticides. *Neotropical Entomology*, 35: 818-822.

VALIDACIÓN DE LÍNEAS ELITE DE CANOLA (*BRASSICA NAPUS L.*) EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Nemecio Castillo Torres¹. ¹INIFAP - Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY). Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 155. Ciudad Obregón, Sonora. CP 85000. E-mail: castillo.nemecio@inifap.gob.mx

Palabras clave: Transferencia de tecnología, Oleaginosas, Variedades y Rendimiento.

RESUMEN

En el Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY), Sonora, durante el ciclo O-I 2007-2008 se evaluaron en parcelas de validación cuatro líneas elite de canola en comparación a dos variedades testigo. Se utilizaron parcelas de 8 surcos de 80 cm de ancho y 100 m de largo. Para estimar el rendimiento de grano por hectárea se obtuvieron 5 muestras de 8 m² cada una. Las líneas elite superaron a los testigos, destacando la línea SEL-M-F3-437 con un rendimiento de 3204 kg ha⁻¹, en tanto que el mejor testigo Hyola 401 obtuvo 2460 kg ha⁻¹. Las líneas superaron ampliamente a la variedad testigo IMC-205, la cual obtuvo 1920 kg ha⁻¹ y además fue el genotipo más tardío y de mayor altura. Dependiendo de los resultados de próximas validaciones durante los ciclos de P-V 2008 y O-I 2008-2009, podrían proponerse para liberación como nuevas variedades al menos 2 de estas líneas elite.

ABSTRACT

Four elite lines and two canola varieties checks were evaluated in a validation plot at Yaqui Valley Experimental Station, Sonora, during fall-winter cycle 2007-2008. The plot size was 8 rows of 80 cm width and 100 m length and to estimate yield got 5 samples of 8 m² each one. The elite lines were superior to check varieties, to be standing out the elite line SEL-M-F3-437 that yielded 3204 kg ha⁻¹, while, the best variety check Hyola 401 got 2460 kg ha⁻¹. The elite lines were fully superior to the variety check IMC-205, that yielded 1920 kg ha⁻¹, and was latest and highest. Depends of results on next validations during 2008 and 2009, two elite lines can be suggested to release as new varieties.

INTRODUCCIÓN

En México la demanda anual es 1 millón de toneladas de canola aproximadamente, la cual es importada para ser procesada por la industria aceitera nacional. En vista de que en México existe potencial para la producción de canola en extensas áreas agrícolas del centro, norte y occidente, en 2001 se inició el Proyecto Nacional de Canola financiado por la Industria Aceitera Nacional con el objetivo de generar la tecnología para producir este cultivo. A la vez se han realizado actividades de validación y transferencia con el propósito de hacer llegar a los productores la tecnología generada. Uno de los principales problemas que han limitado la expansión de este cultivo en México es la falta de variedades nacionales, así como la falta de semilla de variedades extranjeras que han presentado buena adaptación. Debido a que la canola es relativamente nueva en México es prioritario generar variedades adaptadas a las diferentes regiones agrícolas así como la tecnología de producción a través de la cual se asegure una alta productividad. En base a lo anterior el objetivo del programa de mejoramiento genético es la formación de variedades de canola de alto rendimiento, estabilidad y con la calidad demandada por la industria. (Castillo T. N. 2008)

A partir del ciclo O-I 1996-1997, al Valle del Yaqui, Sonora, se introdujeron y probaron los híbridos Hyola 401, 308 y 330, provenientes de Manitoba, Canadá, y los resultados obtenidos con estos nuevos materiales fueron muy significativos en cuanto a rendimiento. Con el propósito de observar el comportamiento a nivel comercial, en el ciclo agrícola 1997-1998 se estableció una parcela de validación con un productor cooperante, lográndose rendimientos promedio de 2.5 ton/ha. En el ciclo 1998-1999 se sembraron alrededor de 400 hectáreas, obteniéndose rendimientos de mas de 3 ton/ha. (Muñoz V. S. et. al. 1999).

En el norte de Tamaulipas se evaluó el rendimiento y calidad de semilla de variedades e híbridos de canola, bajo el régimen de humedad residual más un riego de auxilio. Los mayores rendimientos se obtuvieron con los híbridos Hyola 401, 308 y 330, y la variedad IMC-204, los cuales promediaron 1613 kg/ha y únicamente los híbridos fueron precoces. Los 12 genotipos de mayor rendimiento mostraron similitud en la calidad de semilla, con promedios de 37.4 % de aceite, 69.5 % de ácido oleico y 23.8 de proteína. (Ortegón M. A. S. et. al. 2006)

A partir del ciclo 2005-2006 se inició el programa de mejoramiento genético de canola en el INIFAP con el objetivo de desarrollar variedades mexicanas adaptadas a las condiciones agroecológicas del país. En cuanto a características agronómicas se buscan variedades precoces, insensibles al fotoperíodo, altura intermedia a baja, uniformes en madurez, resistentes al desgrane y acame, alto rendimiento de grano y aceite, así como la calidad requerida por la industria nacional. Aprovechando que en México existen condiciones climáticas favorables para el cultivo de canola tanto en otoño-invierno como en primavera-verano se ha logrado obtener en un corto tiempo líneas avanzadas con un mejor rendimiento y características agronómicas que la variedad testigo Hyola 401. Estas líneas avanzadas actualmente están en el proceso de validación y se tiene planeado proponer la liberación de las primeras 2 variedades mexicanas de canola para el 2009. (Castillo T. N. 2008)

En los últimos años en el Valle del Yaqui, Sonora, se han realizado evaluaciones de variedades a nivel experimental y comercial, lo cual ha generado información en cuanto a cuales son las variedades mejor adaptadas a la región. De manera complementaria, a través del programa nacional de mejoramiento genético se han desarrollado las primeras líneas elite de canola las cuales fueron incluidas en la presente evaluación con el propósito de compararlas con los testigos regionales en parcelas de validación interna, para posteriormente probarlas en terrenos de los propios productores. Esta información servirá como base para la liberación de las primeras variedades mexicanas de canola.

En base en lo anterior, se establecieron parcelas de validación de líneas elite de canola con el objetivo de confirmar los resultados de investigación hasta ahora obtenidos y a la vez divulgarlos y transferirlos hacia los agentes de cambio y productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

La parcela de validación se estableció durante el ciclo O-I, 2007-2008, en terrenos del Campo Experimental del Valle del Yaqui (CEVY). Se evaluaron las líneas elite SEL-M-F3-437, SEL-M-F3-203, SEL-M-F3-374 y SEL-M-F3-436, se incluyeron como testigos regionales Hyola 401 e IMC-205, que son las variedades que se han sembrado comercialmente en la región. La fecha de siembra fue el 27 de noviembre. Se utilizaron parcelas de 8 surcos a 80 cm de ancho y 100 m de largo. Al cultivo se le dio el manejo agronómico recomendado para la región. Para estimar el rendimiento de grano por hectárea se obtuvieron 5 muestras de 8 m² cada una. Se midieron las siguientes variables: días a inicio de floración y madurez fisiológica, altura de planta, acame, peso de mil semillas y hectolítrico, así como el rendimiento de grano (kg ha⁻¹), el cual fue analizado estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en el Cuadro 1, se detectaron diferencias significativas entre genotipos. Las líneas elite superaron a los testigos, destacando la SEL-M-F3-437 con un rendimiento de 3204 kg ha⁻¹, en tanto que el mejor testigo Hyola 401 obtuvo 2460 kg ha⁻¹. Las líneas superaron ampliamente a la variedad testigo IMC-205, la cual obtuvo 1920 kg ha⁻¹, que además fue el genotipo más tardío y de mayor altura. Al igual que en las evaluaciones realizadas por Muñoz et. al. 1999 y Ortegon M. A. S. et. al. 2006, el híbrido Hyola 401 ha presentado un comportamiento

sobresaliente, razón por la cual, las nuevas variedades al liberarse tendrán que superarlo o al menos igualarlo.

Las líneas elite fueron de 5 a 11 días más precoces para madurar que Hyola 401, lo cual resulta favorable ya que esto ayuda a evadir el daño por plagas y altas temperaturas durante la fase reproductiva del cultivo. A excepción de SEL-M-F3-203, las otras 3 líneas fueron de menor altura que Hyola 401, lo cual les confiere una mayor tolerancia al acame, aunque no resultó en el caso de la línea SEL-M-F3-374, que fue la única susceptible. También presentaron un mayor peso hectolítrico que Hyola 401, lo cual se relaciona positivamente con el mayor rendimiento de grano.

CUADRO 1. PARCELAS DE VALIDACIÓN INTERNA DE 4 LÍNEAS ELITE Y 2 VARIEDADES TESTIGO DE CANOLA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO O-I 2007-2008.

LÍNEA Ó VARIEDAD	IF días	MF días	Altura m	Acame (1 - 5)	PMS gr	PH kg/hl	REND. kg ha ⁻¹	DMS _{0.05} *
SEL-M-F3-437	53	121	150	1	3.7	69	3204	A
SEL-M-F3-203	57	119	160	1	3.2	68	2809	B
SEL-M-F3-374	61	125	145	3.5	2.8	67	2760	B
SEL-M-F3-436	59	123	150	1	3.5	67	2732	B
HYOLA 401	65	130	155	1	3.4	65	2460	C
IMC-205	76	135	170	1	-	-	1920	D

Fecha de siembra: 27 de noviembre

IF = Inicio de Floración

MF = Madurez Fisiológica

Acame: 1: 0% – 5: 100 %.

PMS = Peso de 1000 semillas

PH = Peso hectolítrico

* C. V. = 6.56

DMS_{0.05} = 229

Dependiendo de los resultados de próximas validaciones durante los ciclos de P-V 2008 y O-I 2008-2009, podrían proponerse para liberación como nuevas variedades al menos 2 de estas líneas elite.

Finalmente, se llevó a cabo una demostración de canola el 6 de marzo del 2008, a la que asistieron alrededor de 40 productores y técnicos. Se mostraron en campo las futuras variedades de canola y se hizo énfasis en las ventajas que presentan en relación a los testigos regionales.

CONCLUSIONES

La evaluación en parcelas de validación de las líneas elite SEL-M-F3-437, SEL-M-F3-203, SEL-M-F3-374, y SEL-M-F3-436, confirmó los resultados obtenidos en ensayos de rendimiento a nivel experimental. La información generada por la investigación y validación de las líneas elite servirá de base para la liberación de las primeras variedades mexicanas de canola

LITERATURA CITADA

- Castillo T. N. 2008. El cultivo de canola en México. Boletín bimestral del Comité Nacional del Sistema Producto Oleaginosas. México, D. F. Enero- Febrero 2008.
- Castillo T. N. 2008. Avances de investigación, validación y transferencia de tecnología del cultivo de canola en México. Boletín bimestral del Comité Nacional del Sistema Producto Oleaginosas. México, D. F. Marzo – Abril 2008.
- Muñoz V. S. 1999. Guía para producir canola en el sur de Sonora. Folleto para productores N° 33. Campo Experimental Valle del Yaqui. CIRNO - INIFAP. Ciudad Obregón, Sonora.
- Ortegón M. A. S. et. al. 2006. Rendimiento y calidad de semilla de variedades e híbridos de canola en el norte de Tamaulipas. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 29 (2): 181-186.

COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DISTINTOS GENOTIPOS DE PIMIENTO MORRÓN (*CAPSICUM ANNUUM* L.) DESARROLLADOS CON FERTIRRIGACIÓN Y ACOLCHADO.

García Hernández Sergio Arturo¹, Huerta Díaz Jesús², ²Flores Reyes J2. Jesús Antonio y ²Villar Morales Carlos. ¹ Alumno y ² Profesor de la Facultad de Agronomía de la UASLP serch315@yahoo.com

Palabras clave: pimiento morrón, fertirrigación, acolchado.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el rancho Tres Marías localizado en el municipio de Vanegas S.L.P con la finalidad de evaluar el potencial de rendimiento de cinco genotipos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de fertirrigación y acolchado. Los genotipos que se evaluaron fueron: Mistique, Mysterio, Alliance, Constitution y Revolution. El diseño experimental fue bloques al azar con cinco tratamientos (cinco genotipos) con cinco repeticiones. El trasplante se realizó a doble hilera con acolchado, la fertilización utilizada fue con base en el programa de fertirrigación de la empresa Cosmocel y los riegos se aplicaron diariamente. Se utilizaron métodos de control integrado para la prevención de enfermedades y combate de plagas. De acuerdo a los resultados del experimento se encontró respuesta significativa en las variables: rendimiento del primer corte, rendimiento del segundo corte, rendimiento total calidad primeras, rendimiento total de los genotipos en cinco cortes y rendimiento de los genotipos por corte. Los cinco genotipos evaluados presentaron sus mayores rendimientos en el primer corte y en el segundo corte; siendo los más precoces Alliance y Constitution. Los genotipos de mayor rendimiento en el segundo corte fueron Mistique y Mysterio. Los genotipos que obtuvieron el mayor rendimiento total del ciclo vegetativo fueron Mistique (95.71 t ha⁻¹) y Revolution (84.78 t ha⁻¹).

ABSTRACT

This research was carried out at Vanegas S.L.P. in Tres Marias Ranch, during the cycle Spring Summer 2007. Five paper bell genotypes were evaluated: Mistique, Mysterio, Alliance, Constitution and Revolution. A blocks completely random distribution of treatments was utilized with five replication. The program Cosmocel company fertilizer was utilized and irrigated every day during the whole cycle of cultivation supply with drip drop system and mulch. Prevent control pest and diseases was considered. The following observations were studied: first, second, third, four and five harvest yield and it's quality. The hypothesis tests through the variation analysis were evaluated. In the variables; first, second harvest yield and total yield first quality, total yield five harvest a significant response was found. The mayor yields were obtained with Mistique genotype with 95.71 t ha⁻¹ and Revolution with 84.78 t ha⁻¹.

INTRODUCCIÓN

En México el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) se destina al consumo interno y buena parte de la producción se exporta, principalmente el que se produce en invernadero (SAGARPA-SIAP, 2007). En las regiones semiáridas es una opción debido al volumen de cosecha que se puede alcanzar por unidad de superficie tanto en invernadero como en campo abierto con el sistema de fertirriego. Es un cultivo que exige suelos de buena calidad y manejo correcto del agua, ya que es muy sensible a enfermedades por excesos de riego; requiere de abasto suficiente y balance adecuado de nutrientes para obtener rendimientos rentables. Uvalle (2000), indica que se puede obtener hasta 80 t ha⁻¹ con el tratamiento de fertilización 320-240-300; suministrando el 30 % de N, 70 % de P₂O₅ y 40 % de K₂O, como fertilización de fondo; y dosificando la cantidad de nutriente restante por etapas fenológicas; aunque la demanda puede variar dependiendo de la eficiencia de la fertilización y de la genética del cultivar. En las regiones áridas una de las principales limitantes para producir cosechas son la baja disponibilidad de agua, deficiencias en su manejo, en muchos casos se aplica con eficiencias de 40% o menos (Cardona y Carrillo, 1998), por lo que, es necesario el uso de agrosistemas más eficientes para conservar el recurso y no

contaminar el suelo por uso excesivo de fertilizantes (Cadahia, 1998) y acumulación de sales provenientes del agua. Para el Altiplano Potosino no existe investigación con respecto al manejo de este cultivo y a las variedades más apropiadas para campo abierto, y hay la tendencia a incrementar la superficie cultivada de esta hortaliza, por lo es necesario desarrollar investigación básica que permita un mejor manejo del cultivo.

OBJETIVO

Evaluar el potencial de rendimiento de cinco genotipos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) desarrollado en condiciones de fertirrigación y con acolchado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el rancho Tres Marías situado en el Km. 44 de la carretera Matehuala-San Tiburcio, perteneciente al municipio de Vanegas, S.L.P.; con coordenadas geográficas de 23° 53' Latitud Norte y 100° 57' de Longitud Oeste, con altitud de 1730 m.s.n.m. El clima predominante según la clasificación de Köppen citado por García (1973) es BSokw (w) que corresponde a clima seco templado con verano cálido y con precipitación anual de 289.6 mm. El suelo presenta un pH de 7.4, C.E. $\times 10^3$ de 2.34, 2.8% de materia orgánica, 43 ppm de P, 100 ppm de N inorgánico, 937 ppm de S, 720 ppm de K, 7410 ppm de Ca, 59 ppm de Mg, 390 ppm de Na, 4 ppm de Fe, 40 ppm de Mn, 5 ppm de Zn, 1.3 ppm de B, 1.6 ppm de Cu.; el agua de riego se clasifica como C₃S₁. Los genotipos que se utilizaron en el experimento fueron: Mystery, Mistique, Constitution, Alliance y Revolution. El diseño experimental que se utilizó fue un bloques al azar (Reyes, 1992), con cinco tratamientos (cinco genotipos) y cinco repeticiones, cada unidad experimental fue de cinco surcos con separación de 1.8 m entre ellos y longitud de 14 m, se usó acolchado con perforaciones cada 30 cm y a doble hilera con distancia entre hileras de 20 cm. El trasplante se realizó con planta desarrollada en charolas de 200 cavidades y procesada en invernadero. El desarrollo de estos genotipos fue en un periodo de 8 semanas previas al trasplante. El trasplante se realizó después de aplicar 14.5 horas de riego el día 1 de junio, tratando el cepellón de la planta con Rootex para promover el crecimiento radicular. La fertilización se aplicó a través del sistema de riego por goteo en forma diaria de acuerdo al programa de fertilización de la empresa COSMOCEL y por etapas fenológicas (Uvalle, 2000). Las variables que se evaluaron en el experimento fueron: producción de fruto al primer corte, segundo corte, tercer corte, cuarto corte y quinto corte. En cada corte se evaluó el rendimiento de calidad primeras (longitud de fruto mayor a 90 mm), segundas (longitud de fruto entre 70 y 90 mm), terceras (longitud de fruto entre 50 a 70 mm) y papeles (frutos de longitud menor a 50 mm o longitud mayor con deformaciones) además se consideró adicionalmente los criterios del pliego de condiciones para el uso de la marca oficial mexicana calidad suprema de pimiento morrón, considerando dentro de la calidad primeras los frutos catalogados como jumbo y extragrande (desde 45 a 60 pimientos por caja de 25 libras) (SAGARPA, 2005). Los cortes iniciaron a partir del mes de agosto y hasta el mes de octubre. Se realizó el análisis estadístico con el software de estadística de la UANL (Olivares, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cuadros 1 y 2, se indican los cuadrados medios y niveles de probabilidad de significancia de las variables evaluadas, en donde se puede destacar lo siguiente: los genotipos de pimiento mostraron diferencia significativa en el rendimiento para los dos primeros cortes; en el primer corte Revolution y Alliance fueron los de mejor rendimiento y estadísticamente iguales (Cuadro 3); y en el segundo corte destacaron por su mayor producción Mistique con 52.81 t ha⁻¹ seguido por Mystery con 36.22 t ha⁻¹. En el rendimiento total se presentó diferencia entre los genotipos a una probabilidad de P= 0.0666, siendo el genotipo Mistique el que presentó el mayor rendimiento. En el tercero, cuarto y quinto corte los genotipos no mostraron diferencias significativas en rendimiento. En lo que se refiere a la calidad de la cosecha los genotipos mostraron diferencias significativas en la calidad primeras, siendo el genotipo de mayor producción Mistique y estadísticamente igual a Mystery (Cuadro 3)

Cuadro 1. Cuadrados medios y probabilidad de significancia de los cinco cortes y rendimiento total de los genotipos evaluados..

F.V.	1er Corte	2º. Corte	3er Corte	4º Corte	5º Corte	Rend. Total
Genotipos	385.21	831.0449	10.3572	8.20938	2.624	382.608
Error	23.1356	106.3832	26.909	6.077	3.7649	140.575
P	1.477E-5	0.0018	0.8162	0.2944	0.605	0.0666

Cuadro 2. Cuadrados medios y probabilidad de significancia del rendimiento por calidad de los genotipos evaluados.

F.V.	Calidad 1as.	Calidad 2as.	Calidad 3as.	Calidad Papeles
Genotipos	40.309	27.756	28.935	19.887
Error	9.291	53.625	15.656	10.889
P	0.014448	0.7240	0.1689	0.1731

Cuadro 3. Promedio del rendimiento de los genotipos por corte y calidades de la producción total.

Genotipo	Número de corte					Ren. Total	Calidad			
	1º	2º	3º	4º	5º	Kg ha ⁻¹	1a	2a	3a	Papeles
Mistique	15.87 B	52.81 A	13.44	10.13	4.0 9	95.71 A	36.27 A	32.09	16.98	10.38
Revolution	29.51 A	27.91 B	11.93	10.04	5.3 8	84.78 AB	30.62 B	29.07	14.62	10.47
Mysterio	13.53 B	36.22 AB	14.53	8.71	3.4 2	76.42 B	31.24 AB	26.62	10.96	7.60
Alliance	32.04 A	21.91 B	10.76	7.64	3.9 6	76.31 B	28.80 B	26.62	13.82	7.07
Constitution	30.13 A	20.98 B	12.58	7.42	4.0 0	75.11 B	30.31 B	27.02	11.69	6.09
DSH	9.3143	19.972 5				DMS=15. 89	5.29			

Rendimiento de los genotipos por corte en t ha⁻¹

Para estudiar la respuesta en rendimiento de los genotipos de acuerdo a cada uno de los cortes se procedió a realizar la prueba de hipótesis (ANOVA) considerando un diseño factorial Genotipos x Corte (Reyes, 1992), con cinco repeticiones; de acuerdo a los resultados se encontró una diferencia significativa entre los genotipos evaluados, en donde se observa que el genotipo Mistique produjo el promedio de rendimiento por corte mas alto el cual es significativamente igual al genotipo Revolution (Cuadro 4 y 5).

De acuerdo a los resultados del ANOVA se observó diferencia significativa del rendimiento entre los cortes; y de acuerdo a la prueba de Tukey (Cuadro 5) el promedio de rendimiento de los genotipos en el segundo corte fue significativamente mayor (31.84 t ha⁻¹,) comparado con el primer corte (24.22 t ha⁻¹). El corte que produjo el menor rendimiento fue el 5º con promedio de 4.17 t ha⁻¹. En la interacción Genotipo x Corte, se encontró respuesta significativa entre ambos factores, lo cual indica que la producción de los genotipos varía significativamente dependiendo de la fecha de corte de los genotipos (Cuadro 4).

En el primer corte los genotipos que mostraron mayor rendimiento fueron los genotipos Alliance, Constitution y Revolution con rendimientos de 32.04, 30.13 y 29.15 t ha⁻¹ respectivamente, los cuales son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey (Cuadro 5). En el segundo corte el genotipo de mayor rendimiento fue Mistique con 52.18 t ha⁻¹ rendimiento que es significativamente mayor al obtenido con los otros cuatro genotipos; el genotipo Mysterio ocupó el segundo lugar. Cabe destacar que estos genotipos presentaron los rendimientos más bajos en el primer corte.

De acuerdo a la prueba de Tukey para la interacción el comportamiento de los genotipos en el rendimiento total se destaca lo siguiente: El genotipo Alliance mostró rendimiento significativamente mayor en el 1er. corte y en segundo corte ocupó el cuarto lugar con porcentajes de producción de 42% y 29% del rendimiento total del ciclo.

Cuadro 4. Análisis de varianza del rendimiento con la interacción genotipos x corte.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	4	305.96	76.49	2.0529	0.092
Cortes	4	13025.76	3256.44	87.398	0.000
Interacción	16	4644.18	290.26	7.79	0.000
Error	96	3576.93	37.25		
Total	124	21750.53			

Cuadro 5. Rendimiento y prueba de rango múltiple con la interacción genotipos x corte (C).

Genotipo	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Promedio y prueba de Duncan*
Mistique	15.87 B	52.18 A	13.44 A	10.13 A	4.09 A	95.71	19.14 A
Revolution	29.51 A	27.91 BC	11.93 A	10.04 A	5.38 A	84.78	16.95 AB
Mysterio	13.53 B	36.22 B	14.53 A	8.71 A	3.42 A	76.42	15.28 B
Alliance	32.04 A	21.91 C	10.76 A	7.64 A	3.96 A	76.31	15.26 B
Constitution	30.13 A	20.98 C	12.58 A	7.42 A	4.00 A	75.11	15.02 B
Promedio (DSHcortes=4.8149)	24.22 b	31.84 a	12.648 c	8.7912 cd	4.17 d		

DSH_{Genotipo x corte} = 10.76; en la parte inferior se indican los valores de L.S. de la prueba de Duncan*

No. De Promedios	2	3	4	5
L.S.	3.416	3.599	3.733	3.806

El genotipo Revolution presentó un rendimiento estadísticamente igual en el primer corte y en el segundo, con porcentajes de producción de 35% y 33% de su rendimiento respectivamente.

El genotipo Constitution produjo un mayor rendimiento en el primer corte con un 40% del total de los cinco cortes, porcentaje que es significativamente igual al del segundo corte (28%). El porcentaje de rendimiento de este genotipo en los cortes 3, 4 y 5 fue estadísticamente igual.

El genotipo Mysterio presentó un rendimiento significativamente superior en el primer corte comparados con los siguientes cuatro cortes, con producción de 48% del total en el ciclo. En esta variedad el tercer corte fue significativamente igual al primer y cuarto corte.

El genotipo Mistique, que fue el mejor de todos los genotipos concentró su rendimiento en el segundo corte con un 54% de la producción. En este genotipo de acuerdo a la prueba de Tukey el rendimiento del 1º, 3º, y 4º corte fueron estadísticamente iguales (Cuadro 5) con porcentajes de producción con respecto al total de 17%, 14% y 11% de su rendimiento respectivamente.

En todos los genotipos el rendimiento del 5º corte fue el de más baja producción.

Rendimiento de los Genotipos por Calidad en t ha⁻¹

Se realizó la prueba de hipótesis través de un arreglo combinatorio para estudiar el comportamiento de los genotipos en la producción de las distintas calidades de fruto y su interacción. De acuerdo a los resultados del ANOVA (Cuadro 6) no se encontró respuesta significativa para el factor genotipos, al realizar la prueba de Duncan (Cuadro 7) se observó la formación de dos grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual entre sí; destacando por su mayor rendimiento los genotipos Mistique y Revolution (Cuadro 7).

Para el factor calidades se observó respuesta significativa y al realizar la prueba de Tukey se encontró la formación de tres grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual. El primer grupo lo conformaron la calidad primera y segunda, con rendimiento promedio de 31.45 y 28.26 t ha⁻¹ (Cuadro 7). La calidad tercera presentó un promedio de 13.61 t ha⁻¹ y fue significativamente superior a la calidad papeles, la cual presentó un promedio de sólo 8.32 t ha⁻¹.

Cuadro 6. Análisis de varianza del rendimiento de la interacción genotipos x calidad.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	4	382.48	95.62	3.792	0.092
Calidad	3	9405.59	3135.19	124.33	0.007
Interacción	12	84.96	7.08	0.2808	0.990
Error	76	1916.46	25.21		
Total	99	12036.50			

Cuadro 7. Rendimiento y prueba de rango múltiple de los genotipos x calidad.

Genotipo	1as	2as	3as	Papeles	Total	Promedio y Prueba de Duncan*
Mistique	36.27	32.09	16.98	10.38	95.71	23.9278 A
Revolución	30.62	29.07	14.62	10.47	84.78	21.1944 AB
Mysterio	31.24	26.62	10.96	7.60	76.42	19.105 B
Alliance	28.80	26.62	13.82	7.07	76.31	19.077 B
Constitución	30.31	27.02	11.69	6.09	75.11	18.77 B
Promedio DSH= 3.7428	31.45 A	28.28 A	13.61 B	8.32 C		

En la parte inferior se indica el L.S. de la Prueba de Duncan*

No. De Promedios	2	3	4	5
L.S	3.17	3.34	3.45	3.52

De acuerdo al ANOVA (Cuadro 6) no se observó efecto de interacción Genotipo x Calidad de fruto. En todos los genotipos estudiados en el presente experimento se observó un mayor rendimiento en la calidad primera y segundas. El genotipo que presentó la mayor producción de calidad primeras fue Mistique con 36.27 t ha⁻¹ (37% de su producción total), seguido por Mysterio (41% su producción total) y Revolución (37% su producción total) con rendimientos de 31.24 y 30.62 t ha⁻¹ respectivamente Cuadro 5. En la calidad segundas Mistique ocupó también el primer lugar, pero seguido por el genotipo Revolution.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y las pruebas de hipótesis, análisis de varianza y pruebas de rango múltiple se concluye lo siguiente:

Los genotipos respondieron con una diferencia significativa a la fertirrigación.

Los genotipos evaluados concentraron su producción en el primer y segundo corte con un promedio de 66 a 71% del rendimiento total del ciclo.

Los genotipos Mysterio y Mistique concentraron su rendimiento en el segundo corte con un promedio de 47.39% y 54.51% del rendimiento total. En contraste Alliance, Constitution, lo concentraron en el primer corte siendo estas las más precoces.

La respuesta de los genotipos a la fertirrigación fue con una diferencia no significativa en cuanto a la producción de fruto de calidad primera y segunda.

El genotipo Mistique fue el mejor en cuanto al rendimiento total (95.71 t ha⁻¹) seguido por el genotipo Revolution (84.78 t ha⁻¹). Cabe mencionar que el genotipo Mistique obtuvo un mayor rendimiento de calidad primeras y segundas durante el ciclo vegetativo.

LITERATURA CITADA

- Cadahia López Carlos. 1998. Fertirrigación, Cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundiprensa. Madrid España.
- Cardona A. y J. J. Carrillo R. 1998. Situación hidrogeológica de las cuencas de San Luis Potosí, Aguascalientes e Hidalgo, como referencia conceptual del funcionamiento del agua subterránea en la Región Centro del País. Memorias del Simposium Internacional de aguas subterráneas. SMCS, León , Gto.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. Editorial. UNAM. 2ª Edición. México D.F.
- Olivares Emilio. 1994. Paquete de Diseños experimentales FAUANL, Ver. 2.5. Facultad de Agronomía UANL., Marín N.L.
- SAGARPA-Bancomext. PC-2005. Pliego de las condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en pimienta morrón. URL: http://www.normich.com.mx/pdf/PC_022_2005_Pimiento.pdf
- SAGARPA-SIAP, 2007. Avances de siembras y cosechas Otoño-invierno. México, D.F. URL: <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- Reyes Castañeda Pedro. 1992. Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas. México D.F.
- Uvalle Bueno Jaime Xavier. 2000. Nutrición vegetal y fertirrigación de hortalizas en ambientes semicontrolados. *In*: Curso Internacional de Ingeniería, manejo, operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. INCAPA, S.C.

EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*, L.): DOS AÑOS DE EVALUACIÓN EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

José Eliseo Ortiz Enríquez¹, Isidoro Padilla Valenzuela¹, Pedro Félix Valencia¹ y Benjamín Valdez Gascón¹. ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644) 4145753 y 4145700. ortiz.eliseo@inifap.gob.mx, oe.eliseo@gmail.com

Palabras clave: *Triticum aestivum*, L., riego presurizado, ahorro de agua, eficiencia y productividad del agua.

RESUMEN

Actualmente el trigo sigue siendo en esta región del Valle del Yaqui el cultivo que cubre mayor superficie en el ciclo otoño-invierno. Así, en un análisis histórico por periodos de diez años se tienen la siguientes superficies: 1959-60 a 1968-69 (119,229 ha); 1969-70 a 1978-79 (128,213 ha); de 1979-80 a 1988-89 (131,712 ha); de 1989-90 a 1998-99 (143,756 ha) y del ciclo 1999-00 a 2007-08 (149,080 ha). En los casi 50 años del estudio se observa un incremento de superficie del 4 al 6 % en promedio cada década, en general debido a que la superficie está supeditada en gran parte al almacenamiento de agua en el sistema de presas, a los apoyos que otorga el gobierno a la comercialización y actualmente a la semilla disponible de variedades. El recurso agua ha ido cobrando importancia gradualmente, en la región, donde el trigo consume el mayor volumen de agua almacenado en las presas debido a la gran superficie de su siembra, con lo cual se tienen superficies muy limitadas para la explotación de otros cultivos. Se propone el sistema de riego por goteo como una metodología de ahorro de agua. En el primer ciclo 2000-01 el rendimiento fue de 7,029 kg/ha, un volumen aplicado de 2.4 millares de m³/ha y una eficiencia de 341 litros para producir un kg de grano. En el ciclo 2001-02 el mayor rendimiento fue de 8,985 kg/ha con el método de cuatro hileras, con un volumen aplicado de 4.6 mm³/ha y una eficiencia de 512 litros/kg.

ABSTRACT

At the moment the wheat continues being in Yaqui Valley region the crop that covers a major surface in the autumn-winter season. Thus, in an historical analysis per periods of ten years the following surfaces are had: 1959-60 to 1968-69 (119.229 ha); 1969-70 to 1978-79 (128.213 ha); from 1979-80 to 1988-89 (131.712 ha); from 1989-90 to 1998-99 (143.756 ha) and from season 1999-00 to 2007-08 (149.080 ha). In almost the 50 years of the study an increase of surface from the 4 is observed 6% in average every decade, generally because the surface is submitted to a large extent to the water storage in the system of dams, to the government supports to the commercialization and to the seed available of varieties grants at the moment. The resource water has been acquiring importance gradually, in the region, where the wheat consumes the greater volume of water stored in the reservoirs, due to the great surface of its sowing, consequently limited surface for the exploitation of other crops is available. The proposed drip irrigation system sets out as a methodology of water saving. In the first season 2000-01 wheat yield was of 7,029 kg/ha, a applied water volume of 2400 of m³/ha and an efficiency of 341 liters to produce a kg of grain. In the season 2001-02 greater yield was of 8,985 kg/ha with the method of four rows, a applied water volume of 4600 m³/ha and an efficiency of 512 liters/kg.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el trigo sigue siendo en esta región del Valle del Yaqui el cultivo que cubre la mayor superficie y se siembra en el ciclo otoño-invierno, así realizando un análisis histórico cada diez años se tiene la siguiente superficie: Del ciclo 1959-60 a 1968-69 se sembró una superficie de 119,229 ha, de 1969-70 a 1978-79 fueron 128,213 ha, de 1979-80 a 1988-89 se sembró una superficie de 131,712 ha, de 1989-90 a 1998-99 fue una superficie de 143,756 ha y del ciclo 1999-00 a 2007-08 se sembraron 149,080 ha.

Cuadro 1: Superficie de trigo de 1959 al 2008 en el Valle del Yaqui, Sonora. CEVY-INIFAP. 2009.

Ciclo agrícola	Superficie en hectáreas
1959-60 a 1968-69	119,229
1969-70 a 1978-79	128,213
1979-80 a 1988-89	131,712
1989-90 a 1998-99	143,756
1999-00 a 2007-08	149,081

Fuente: SAGARPA. Distrito de Desarrollo Rural 148 Cajeme.

En los 48 años se observa un incremento de superficie del 4 al 6 % en promedio cada década, la superficie sembrada con trigo está supeditada en gran parte al almacenamiento de agua en el sistema de presas, a los apoyos que otorga el gobierno a la comercialización y actualmente a la semilla disponible de variedades. El recurso agua ha ido cobrando importancia gradualmente, en la región, el trigo consume el mayor volumen de agua almacenado en las presas de todo el padrón de cultivos debido a la gran superficie de su siembra lo cual deja en desventaja a otros cultivos, además ha sido un monocultivo por casi 70 años, a pesar de que ha habido políticas para disminuir su superficie lo cual no ha sido posible ya que el productor lo considera hasta cierto punto “seguro”.

El ahorro del insumo agua es muy importante ya que actualmente implica el 12 % de los costos de producción, esto es alrededor de \$1600.00/ha cuando se riega con agua de la presa y de \$1,850.00 cuando se utiliza agua de pozo, por ser un recurso escaso y errático, el costo de oportunidad puede ser mayor en un futuro cercano. El Distrito de Riego Río Yaqui (Sociedad de Usuarios de Responsabilidad Limitada) desde hace ocho años aproximadamente implementó la dotación volumétrica del servicio de riego, lo que implica que el productor es acreedor de un volumen de agua/ha/año independientemente del cultivo, esto trae como consecuencia que se tiene que hacer más eficiente en la aplicación del agua de riego. La dotación volumétrica se ha restringido progresivamente dándose primeramente 12.0 millares de m³/ha, después fueron 10.0 y luego 9.0 millares/ha y durante cuatro años permaneció en 7.5 millares de m³/ha como volumen bruto, pero en los últimos dos años el volumen disminuyó a 5.4 y 6.0 millares de m³, lo que ha determinado una disminución de los volúmenes de agua en las presas o regar con menor volumen de agua con todos los problemas que todo esto puede acarrear. Esta situación de escasez de agua ha permitido validar la información con un menor número de riegos generada en el INIFAP a nivel comercial. Actualmente en los ciclos 2007-08, 2008-09 y 2009-10 el volumen autorizado para trigo es de 7.5 mm³/ha.

En el Sur de Sonora (Valles del Yaqui y Mayo) el método de riego es por gravedad y últimamente a partir de 1996, el productor agrícola ha incursionado en los sistemas de riego presurizados como el riego por goteo (principalmente en hortalizas) y el de aspersión. La actividad agrícola está pasando por una etapa difícil, el valor de las cosechas fluctúa por la oferta y la demanda, para que el productor triguero mantenga su actividad como un negocio rentable, debe implementar cambios, una forma es disminuir costos y la otra aumentar el rendimiento con nuevas tecnologías. En relación a los sistemas de riegos presurizados el gobierno federal a través de la SAGARPA impulsó a partir de 1996 bajo el esquema de ferti-irrigación, así en Sonora en 1995 se tenían instaladas 16,830 ha de riegos presurizados, de las cuales 1000 ha se encontraban en los Valles del Yaqui y Mayo, para 1996 en un solo año se instalaron 8,500 ha adicionales, de las cuales fueron 1,200 ha en el Yaqui y Mayo, la mayor parte se instaló en el norte del estado (SAGARPA, 1996). En Sonora actualmente se tienen instaladas 45,000 ha de riegos presurizados como riego por goteo, aspersión y riego por microaspersión de las cuales 4000 ha aproximadamente corresponden para el sur de Sonora.

La eficiencia de riego que se reporta a nivel distrito es del 60% lo cual obliga a cuidar este recurso agua, en otros ciclos agrícolas la superficie se ha restringido por falta de agua como ocurrió en

1997 al 2006, así en el 2000-01 solamente se otorgó agua para el 76 % del área para trigo, poco agua también en los ciclos 2001-02, 2002-03 y en el 2003-04 no se sembró ninguna hectárea con agua de la presa, no se diga de los ciclos de verano que no ha habido siembras con agua de la presa durante 13 años, bajo esta circunstancia cualquier esfuerzo para ahorrar agua es válido, por lo que el objetivo de este estudio fue establecer la respuesta del trigo al riego por goteo como una metodología de ahorro de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo dos ciclos consecutivos de trigo bajo riego por goteo en los ciclos 2000-01 y 2001-02.

Primer año ciclo 2000-01.

Localización. Este trabajo se llevó a cabo en la manzana 910 del Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP, en suelos de barrial compactado (suelos arcillosos) y durante el ciclo otoño-invierno 2000-01. Se probaron 4 tratamientos los cuales consistieron en suministrar dos formas de aplicación del Nitrógeno (250 kg/ha): **a)** aplicar la mitad de la dosis total al suelo al momento de la siembra y la otra mitad a través del sistema de riego como ferti-irrigación y **b)** aplicar la dosis total a través del sistema de riego por goteo (fertiirrigación), de la etapa de plántula a embuche. La fuente de nitrógeno fue urea. Además se estudiaron dos niveles de agua utilizando tensiómetros, regando a lecturas de 15 y 25 Centibars (Cb), la variedad utilizada fue de trigo duro: Rafi C 97. Estos tratamientos se sembraron en surcos a 0.90 m de separación por 90 m de largo (parcela experimental) y con 8 surcos por tratamiento, la siembra se realizó en seco con sembradora de precisión marca Gaspardo y se aplicó el riego de nacencia del 4 al 6 de diciembre de 2000. El diseño experimental fue del tipo jerárquico con tres repeticiones tomadas a lo largo del tratamiento, la parcela útil fue de 3 surcos por 8 metros de largo.

Manejo del Riego por goteo. Se tiene en el Campo Experimental un equipo de riego por goteo con un sistema de filtrado y equipo de inyección (tipo venturi) todo esto conocido como cabezal, la cinta de riego que se manejó fue Streamline 80 F con un gasto de 0.98 litros por hora por orificio a 12 libras por pulgada cuadrada (psi). Se colocó una cinta semi-enterrada a 5 cm en medio de las dos hileras del trigo.

Atención Agronómica: El cultivo anterior fue maíz, la preparación del terreno fue barbecho, doble paso de rastra y surcado. El control de maleza fue en forma manual y se dio un cultivo mecánico, se presentó una alta incidencia de pulgón por lo que se necesitó hacer aplicaciones de productos químicos. La infestación fue regional en los dos Valles. El corte fue manual con hoz y la cosecha en forma mecánica con una cosechadora estacionaria.

Segundo ciclo 2001-02.

Localización. Este trabajo se llevó a cabo en la manzana 910 del Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP, en suelos de barrial compactado (suelos arcillosos) y durante el ciclo otoño-invierno 2001-2002. **Tratamientos.** Se probaron dos métodos de siembra: Dos hileras separadas a 70 cm y cuatro hileras separadas a 24 cm entre hilera e hilera, con la cinta de riego en medio de las hileras, éstos dos métodos de siembra se manejaron con dos niveles de agua (alto y bajo). El diseño experimental fue del tipo jerárquico con tres repeticiones tomadas a lo largo del tratamiento, la parcela experimental fue de ocho cintas de riego por 100 m de largo por cada método de siembra separadas a 1.80 m entre cintas, se colocaron en forma superficial. Se utilizó un diseño jerárquico y se tomaron tres muestras a lo largo de la parcela a manera de repeticiones. La parcela útil fue de 2 cintas por 8 metros de largo cada muestra repetida tres veces cada una. La fecha de siembra fue el 28 y 29 de noviembre de 2001.

Manejo del Riego por goteo. Se tiene en el Campo Experimental un equipo de riego por goteo con un sistema de filtrado y equipo de inyección (tipo venturi) todo esto conocido como cabezal, la cinta

de riego que se manejó fue T-tape TSX-506, espesor 6 mil (0.150 mm) con un gasto de 1.022 litros por hora por gotero, fue cinta nueva.

Atención Agronómica: El cultivo anterior fue algodónero regado con goteo donde se probó cantidad de agua y métodos de siembra, la preparación del terreno fue desvare del algodónero, rastreo, barbecho, rastreo, nada de fertilización de fondo. Después se sembró en seco con sembradora de precisión marca Gaspardo con 60 kg/ha de semilla, se tiró la cinta con un implemento llamado "tiracinta" y se aplicó el riego de presiembra con goteo entre el 28 de noviembre al 01 de diciembre de 2001 y fue aquí donde se aplicó una dosis de 21-21-00 de N-P-K a base de urea y ácido fosfórico a través del goteo y en el riego de presiembra. El control de maleza fue en forma manual y químico, se presentó una alta incidencia de pulgón por lo que se necesitó hacer dos aplicaciones de productos químicos en forma terrestre, la infestación fue regional tanto en el Valle del Yaqui como en el Valle del Mayo, igualmente se presentó una baja infestación de roya o chahuixtle en el experimento (no se le aplicó fungicida para su control). El corte fue manual con hoz y la cosecha en forma mecánica con una cosechadora estacionaria.

RESULTADOS Y DISCUSION

Primer año 2000-01

Rendimiento de grano.

En el Cuadro 1 se presenta el rendimiento de grano, no detectándose diferencia significativa entre tratamientos probados, el coeficiente de variación fue del 7.2%. El mayor rendimiento de grano fue de 7,031 kg/ha cuando se regó a una tensión de 15 Centibars (Cb) y se aplicaron los 250 kg de Nitrógeno/ha suministrados a través del sistema de riego como ferti-irrigación desde la etapa de inicio de Amacollamiento hasta inicio de Embuche, estadísticamente no se presentó diferencia. El volumen de agua aplicado fue de 3.2 millares de m³/ha (mm³/ha), bastante bajo con respecto a lo que se aplica a nivel comercial. La mayor eficiencia se logró al necesitar 362 litros para producir un kilogramo de grano de trigo con el volumen bajo de agua y aplicar el nitrógeno como ferti-irrigación.

El siguiente rendimiento fue de 7029 kg/ha cuando se aplicaron los mismos 250 kg de N/ha y a través del sistema de riego, regados con la tensión de 25 Cb pero con menor volumen de agua de 2.4 mm³/ha. El rendimiento de grano fue mayor aplicando el nitrógeno a través del sistema de riego que aplicándolo al momento de la siembra mas fraccionado, estos datos se corroboran con lo encontrado por Ortiz y Valdez, 1998 y Ortiz 1999, donde el rendimiento en trigo con riego por goteo se incrementa y se marca un ahorro de agua.

Variables como componente de rendimiento.

En el peso hectolítrico, no se detectó diferencia estadística entre tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación del 1.9 %, los valores del peso hectolítrico variaron de 81.9 a 83.3, no se observó una tendencia clara en esta variable. En la longitud de espiga, no se detectó diferencia estadística para los tratamientos, el coeficiente de variación fue del 5.9 %. La mayor longitud de espiga se registró con el tratamiento donde se regó a la tensión más baja de 15 Cb, los valores variaron de 8.3 a 8.7 cm de longitud (Cuadro 2).

Para el número de granos por espiga, no se detectó diferencia estadística para los tratamientos, con un coeficiente del 12.4 %. El mayor número de granos por espiga fue de 80.7 granos y se registró con el tratamiento, donde se regó a la tensión de 25 Cb y se aplicó el nitrógeno a través del sistema de riego, son valores considerados altos (Cuadro 2). En el número de espigas por m², se detectó diferencia significativa, con un coeficiente de variación del 7.8 %. El mayor número de espigas por m² fue de 222 con el tratamiento donde se regó a la tensión más baja de 25 Cb y se aplicó el nitrógeno a través del sistema de riego. Para la altura de planta, no se detectó diferencia significativa, con un coeficiente de variación del 1.6 %. La altura varió de 80.7 a 82.7 cm, considerada como normal para esta variedad. Para el peso de 1000 granos, no se detectó

diferencia estadística, el coeficiente de variación fue del 2.7 %, el mayor peso de 1000 granos fue de 44.7 gramos con el tratamiento en el cual se regó a la tensión baja de 25 Cb y se aplicó el fertilizante como ferti-irrigación, valores bajos ya que Ortiz 1999 registró valores de 62.3 gramos por cada 1000 (Cuadro 3).

Cuadro 1: Rendimiento de trigo con riego por goteo. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2000-01.

Tensiones en Cb	Aplicación del Nitrógeno	Rendimiento kg/ha	Volumen mm ³ /ha	Eficiencia: Litros/kilo
15	Suelo	6,709	3.2	477
15	sistema	7,031	3.2	455
25	Suelo	6,641	2.4	362
25	sistema	7,029	2.4	341

Cuadro 2: Peso hectolítrico, longitud de espiga y número de granos/espiga. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2000-01.

Tensiones en Cb	Aplicación del Nitrógeno	Peso hectolítrico	Longitud de espiga cm	# de granos/espiga
15	Suelo	81.9	8.7	66.7
15	sistema	82.6	8.4	79.7
25	Suelo	83.3	8.3	80.7
25	sistema	82.9	8.4	67.3

Cuadro 3: Altura de planta, peso de 1000 granos y volumen de agua. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2000-01.

Tensiones en Cb	Aplicación del Nitrógeno	Altura de planta cm	Peso de 1000 granos	Volumen mm ³ /ha
15	Suelo	82.0	42.0	3.2
15	sistema	82.7	44.7	3.2
25	Suelo	80.7	43.7	2.4
25	sistema	82.0	44.0	2.4

Segundo año 2001-02

Rendimiento de grano.

En el Cuadro 4 se presenta el rendimiento de grano, detectándose diferencia altamente significativa para métodos de siembra, para variedades pero no para la interacción de ambos factores, el coeficiente de variación fue del 6.0 %. El mayor rendimiento de grano fue de 8,259 kg/ha cuando se utilizó el método de cuatro hileras con un 13 % más de rendimiento (Cuadro 4) que el método de dos hileras el cual produjo 7,194 kg/ha.

Entre niveles de agua el rendimiento promedio fue de 8,611 kg/ha con el nivel alto de agua al cual se le aplicaron 4.6 millares de m³ de agua (mm³/ha), este rendimiento fue el 20 % mayor que el nivel bajo de agua (3.6 mm³/ha) el cual produjo 6,843 kg/ha. En la interacción aunque no se presentó diferencia estadística el mayor rendimiento fue de 8,985 kg/ha con el nivel más alto de agua con el método de cuatro hileras y las dos hileras fueron de 8,236 kg/ha, cuando se bajó el

nivel de agua a 3.6 millares de m^3 el rendimiento bajó en los dos métodos de siembra pero fue más drástico en las dos hileras, así las cuatro hileras produjeron 8,236 kg/ha y las dos hileras 6,153 kg/ha, es decir, en cualquiera de los dos niveles de agua conviene sembrar las cuatro hileras, pero el rendimiento se reduce más en las dos hileras bajo stress de agua. El volumen de agua aplicado fue de 4.6 y 3.6 mm^3/ha , para el nivel alto y bajo, respectivamente, todavía menor a la dotación de este ciclo que fue de 7.5 millares.

Cuadro 4: Rendimiento de trigo con riego por goteo. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2001-02.

Niveles de agua	Cuatro hileras	Dos hileras	media	Volumen agua mm^3/ha
Alto	8,985	7,532	8,259	4.6
Bajo	8,236	6,153	7,195	3.6
Media	8,611	6,843	7,727	4.1

Anteriormente todos los trabajos de riego por goteo realizados por Ortiz desde 1997 al 2000 fueron con las cintas de riego separadas a 90 cm, a mayor separación de cintas por un lado se tiene menor cantidad de cinta por ha, así para separaciones de 1.80 m se tendría 5,555 m de cinta/ha y con cintas a 90 cm se tendría 11,111 m/ha, ahora el costo por cinta espesor 8 mil es de \$ 0.76/m lineal, en síntesis el costo/ha de cinta nueva a 1.80 m es de \$4,080 y en separación de 90 cm es de \$8,160/ha.

Un análisis rápido sin mucha teoría económica es con 6 ton/ha se tiene una entrada bruta más procampo de \$ 20,200 (a \$ 3200/ton) menos el costo de la cinta de \$ 4,080 menos costos de producción de \$ 15,000 quedan \$ 1,120 libres, esto no es rentable, pero faltaría la amortización del sistema de riego. En base a lo anterior se tendría que manejar otras situaciones para tratar de hacerlo más rentable como:

1. Elevar rendimiento unitario, así con 8 ton/ha la rentabilidad para ser ya más clara.
2. Apoyos del gobierno federal (subsídios) como lo que se ha hecho con la alianza para el campo, donde se han subsidiado aproximadamente el 35 al 70 % del valor del equipo de riego.
3. Con el ahorro del agua se puede ampliar la superficie de siembra en aproximadamente el 50 %.

Ortiz ,2001 en la memoria del día del agricultor 2001 señala un procedimiento para calcular la rentabilidad para el cultivo del algodón bajo riego por goteo que puede ser de guía para trigo. Hartz, 1995 opina que el riego por goteo ofrece el potencial para el manejo preciso del agua, también proporciona el vehículo ideal para liberar los nutrientes de una manera eficiente y oportuna, da a conocer que el punto central de su manejo es una calendarización del riego apropiada, ambas en término de tiempo y volumen aplicado.

Variables como componente de rendimiento

Para la variable número de espigas/ m^2 se detectó diferencia estadística entre métodos de siembra, entre niveles de agua y para la interacción de ambos factores con un coeficiente de variación del 3.7 %, los valores de número de espigas variaron 147.3 a 221.0 (Cuadro 5), para métodos de siembra el mayor número de espigas fue con el método de cuatro hileras, con relación a los niveles de agua, el nivel bajo de agua fue el que alcanzó mayor número de espigas/ m^2 . En relación a la interacción el método de siembra con el nivel de agua, el mayor número de espigas se obtuvo con el nivel bajo de agua independiente del método.

Para la variable peso hectolítrico, se detectó diferencia estadística para métodos de siembra, tratamientos de riego pero no para la interacción, el coeficiente de variación fue del 0.68 %. Los valores obtenidos son normales y aceptables por la industria triguera, en el método de dos hileras fue mayor que en el de 4 hileras y en los niveles de riego fue ligeramente mayor en el nivel bajo de agua (Cuadro 6).

Cuadro 5: Número de espigas/m² en trigo con riego por goteo. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2001-02.

Niveles de agua	Cuatro hileras	Dos hileras	media
Alto	175.0	147.3	161.2
Bajo	209.3	211.0	210.2
Media	192.2	179.2	185.2

Cuadro 6: Peso Hectolítrico en trigo con riego por goteo. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2001-02.

Niveles de agua	Cuatro hileras	Dos hileras	media
Alto	81.9	82.4	82.1
Bajo	82.0	83.8	82.9
Media	82.0	83.1	82.5

CONCLUSIONES

En el ciclo 2000-01 el mayor rendimiento fue de 7,031 kg/ha con un volumen aplicado de 3.2 millares de m³/ha.

En el ciclo 2000-01 el tratamiento más eficiente fue regar a una tensión de 25 centibars requiriendo 341 litros de agua para producir un kilogramo de grano de trigo.

En el ciclo 2001-02 el mayor rendimiento fue de 8,985 kg/ha con un volumen aplicado de 4.6 millares de m³/ha y una eficiencia de 512 litros/kilogramo.

El mejor método de siembra fue sembrar en cuatro hileras en lugar de dos hileras con una ancho de mojado de 70 cm.

Para que el cultivo de trigo sea rentable se requieren diferentes combinaciones como: Rendimiento de 8 ton/ha, una parte del subsidio económico del gobierno, que el sistema de riego por goteo haya sido amortizado en parte por alguna hortaliza o que la variable de decisión sea el agua (al sembrar el 50% mas de superficie).

LITERATURA CITADA

- Cota, A. O. 1992. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia de los campos experimentales del sur de Sonora. SARH-INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México. P.1-282.
- Distrito de Riego del Río Yaqui. 2009. Estadística de Volúmenes de agua en el Valle del Yaqui. Sociedad de Usuarios S. de R.I. Cd. Obregón, Sonora, México. P. 1-105.
- Hartz, T.K. 1995. Manejo del agua en la producción de hortalizas con riego por goteo. Seminario Internacional de Plasticultura. Hermosillo, Sonora, México.
- Gurovich, L. 2009. Fundamentos y diseños de sistemas de riego.. <http://agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?> Fecha de consulta junio del 2009.
- Ortiz, E.J.E.y Valdez, G.B. 1999. Manejo de la Ferti-irrigación en el cultivo de trigo. Ciclo O-I. 1997-98. Reporte Técnico. Campo Experimental Valle del Yaqui-CIRNO-INIFAP Cd. Obregón, Sonora, México. P. 1-15.

- Ortiz, E.J.E. 2000. Manejo de la ferti-irrigación en trigo. Ciclo otoño-invierno 1998-99. Reporte Técnico. Campo Experimental Valle del Yaqui-CIRNO-INIFAP Cd Obregón, Sonora, México. P.1-17.
- Ortiz, E.J.E. 2001. Programación del riego por goteo con diferentes tensiones de humedad en trigo. Ciclo. Ciclo otoño-invierno 1999-00. Reporte Técnico. Campo Experimental Valle del Yaqui-CIRNO-INIFAP Cd Obregón, Sonora, México. P.1-14.
- Ortiz, E.J.E. 2008. Parcela de validación de maíz otoño-invierno 2004-05, 2005-06, 2006-07 y 2007-08 bajo el sistema de riego por aspersión tipo avance frontal. Informe técnico del proyecto Uso de estaciones de clima para aplicar el riego en parcelas con productores. Campo Experimental Valle del Yaqui-CIRNO-INIFAP. P.1-75.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1996. Estadísticas de Alianza para el campo. P.1-52. Cd. Obregón, Sonora.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1999. Estadísticas de Alianza para el campo. Cd. Obregón, Sonora.

NUTRICIÓN ORGÁNICA DEL CÁRTAMO (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.), VARIEDAD GUAYALEJO, BAJO DOS REGIMENES DE HUMEDAD DEL SUELO EN EL SUR DE TAMAULIPAS, MÉXICO.

Julio César García Rodríguez¹ y Juan Valadez Gutiérrez¹. ¹Campo Experimental Las Huastecas-CIRNE-INIFAP. Carretera Tampico-Mante Km 55, Villa Cuauhtémoc, Mpio. de Altamira, Tamaulipas. C.P. 89610. Tel. y Fax: (836) 276-0023, 276-0024, 276-0168. E-mail: garcia.juliocesar@inifap.gob.mx

Palabras clave: cártamo, biofertilizantes, micorriza, producción orgánica.

RESUMEN

Se estableció un experimento, bajo riego y temporal, en el municipio de Altamira, Tamaulipas, durante el ciclo OI 2008-2009. El objetivo fue observar la respuesta del rendimiento y otras características del cártamo, var. Guayalejo, a la aplicación de biofertilizantes líquidos fermentados, composta e inoculante biológico (*Glomus intraradices* L.), en comparación con el uso de fertilizante químico y el testigo. Los resultados entre condiciones de humedad fueron diferentes ($p \leq 0.01$) para todas las variables, destacando que el cultivo de temporal fue más precoz, ya que su ciclo fenológico se alargó en cuatro días bajo condiciones de riego. El análisis combinado mostró que la aplicación de biofertilizante foliar en riego, fue lo que mejor promovió el crecimiento de las plantas (116.6 cm). Para peso específico de grano, destacó el tratamiento de biofertilizante aplicado al suelo en temporal, ya que alcanzó 568.0 gr lt^{-1} , el más alto con respecto al resto de los tratamientos. La aplicación de micorriza a la semilla en condiciones de riego, incrementó significativamente el rendimiento sobre las otras combinaciones, con 2633.0 kg ha^{-1} , alrededor del 19% sobre la aplicación de fertilizante químico y 23% sobre el testigo, en la misma condición de humedad. En temporal, la aplicación de biofertilizante foliar obtuvo el mejor rendimiento con 2155.9 kg ha^{-1} , representando una diferencia de 6% y 9% por encima de la aplicación de fertilizante químico y el testigo, respectivamente. La aplicación de fertilizante químico incrementó un 3.5% la producción de grano con respecto al testigo en riego, mientras que en temporal, el incremento fue menor. Se comprobó que en el Sur de Tamaulipas, es posible incrementar el rendimiento del cártamo con la aplicación de fertilizantes orgánicos bajo condiciones de riego, donde destacó la inoculación de la semilla con micorriza. En temporal, el cultivo respondió mejor a la aplicación foliar de biofertilizantes líquidos fermentados.

ABSTRACT

An experiment was established at municipality of Altamira, Tamaulipas, under two water regime conditions, irrigation and rain fed, during Autumn-Winter 2008-2009. The goal was to observe the response of grain yield and other characteristics of safflower, cv. Guayalejo, to the application of fermented liquids biofertilizers, compost and biological inoculant (*Glomus intraradices* L.) as compared to the use of chemical fertilizers and the control. The results between water regime conditions were different ($p \leq 0.01$). In the rain fed plot, the crop was earlier since safflower phenology was longer by four days under irrigated conditions. The combined analysis showed that foliar application of biofertilizer in irrigation was the best to improve growth of plants (116.6 cm). For specific weight of grain, stressed the biofertilizer applied to the soil in rain fed condition, it reached 568.0 g lt^{-1} , the highest as compared to the other treatments. The application of mycorrhiza to the seed under irrigation, significantly increased grain yield over the other combinations, it averaged 2633.0 kg ha^{-1} , around 19% higher than the application of chemical fertilizer and 23% higher over the control, in the same humidity condition. In rain fed, the application of foliar biofertilizer had the best grain yield (2155.9 kg ha^{-1}), it's representing a difference of 6% and 9% above the application of chemical fertilizer and the control, respectively. The application of chemical fertilizer increased grain yield by 3.5% over the control, in irrigation conditions. In rain fed, it increment was smaller. It was found that in Tamaulipas Southern, it is possible to increase the yield of safflower thanks to organic fertilizer application under irrigated conditions, which emphasized the seed inoculation with

mycorrhiza. In rain fed, the crop responded better to foliar application of biofertilizers fermented liquids.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el cártamo es una de las especies oleaginosas más cultivadas en las regiones áridas y semiáridas de India, México, USA, Etiopía y Australia. El interés por su cultivo se debe a su adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales y por la cantidad y calidad del aceite de sus semillas, contienen de 20 a 45% de aceite y altos porcentajes de ácidos grasos, oleico y linoleico, que ayudan a reducir los niveles de colesterol en la sangre (Cosge, 2007). Su producción a nivel mundial es de 1 millón de toneladas aproximadamente, siendo India el país más productor (Aktas, 2006). En México, se importan anualmente alrededor de 6 millones de ton de granos oleaginosos para satisfacer la demanda interna (Lope *et al.*, 2008), misma que ha ido en incremento debido al uso de aceites de mejor calidad. No obstante, la superficie de cultivo ha decrecido considerablemente, tan sólo en cártamo se cultivaban más de 500 mil ha hace tres décadas y actualmente se siembran alrededor de 80 mil (Cervantes *et al.*, 2008).

En Tamaulipas, el cultivo del cártamo significa una de las mejores opciones para el ciclo OI en la región sur, los bajos rendimientos que a nivel estatal actualmente promedian 372 kg ha⁻¹, han ocasionado una disminución considerable de la superficie de siembra, ya que de las 62 mil ha sembradas en el 2004, en el 2008 sólo se establecieron 34 mil ha en todo el estado (SIAP, 2009), la mayoría en condiciones de temporal. Adicionalmente, su cultivo se enfrenta a una serie de factores que afectan directamente el sistema de producción tradicional, siendo los más importantes: se cultiva en condiciones de poca humedad y sobre suelos poco fértiles, la fertilización es nula y no se lleva a cabo un control de plagas y enfermedades.

En otros estados del país, el cultivo del cártamo, tanto en condiciones de temporal como de riego, muestra un mayor potencial llegando a superar las 2 ton ha⁻¹ de grano, significando un cultivo rentable para esas regiones. Tan sólo en el 2008, el rendimiento promedio en Jalisco fue de 2,488 kg ha⁻¹ en temporal y en Sonora fue de 2,118 kg ha⁻¹ con riego (SIAP, 2009). Por lo que según Valadez y García (2009), existen dos vertientes para incrementar la rentabilidad del cártamo en la región de Las Huastecas, la primera bajo condiciones de riego que involucra el uso de alta tecnología e inversión y la segunda mediante un esquema de producción orgánica, aplicable en riego y temporal, que involucre el uso de biofertilizantes y productos de bajo impacto ambiental para el control de plagas y enfermedades, que incorpore la mano de obra familiar y una alta organización para la colocación del producto en nichos de mercado específicos.

OBJETIVO

Observar la respuesta del rendimiento y otras características del cártamo, var. Guayalejo, a la aplicación de fertilizantes orgánicos (biofertilizantes líquidos fermentados, composta y la micorriza *Glomus intraradices* L.), en comparación con el uso de fertilizante químico, tanto en condiciones de riego como de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un experimento en el ciclo OI 2008-2009 bajo riego y temporal, en el Campo Experimental Las Huastecas, ubicado en el municipio de Altamira, Tamaulipas. El germoplasma utilizado para la evaluación correspondió a la variedad Guayalejo, recomendada para el Noreste de México (Cervantes, 2008). Se empleó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial y cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió de 4 surcos de 5 m de largo y 0.80 m entre hileras, la parcela útil consideró los surcos centrales de la parcela experimental para controlar la variación por el efecto de bordo. Los tratamientos de fertilización evaluados fueron: 1) Testigo sin aplicación de fertilizante; 2) Fertilizante químico, fórmula 30-40-00; 3) Micorriza (*Glomus intraradices* L.), inoculación de la semilla a razón de 0.5 kg ha⁻¹; 4) Biofertilizante líquido fermentado al suelo, 300 lt

ha⁻¹; 5) Biofertilizante líquido fermentado foliar, 150 lt ha⁻¹; 6) Composta, 1 ton ha⁻¹ y 7) Composta, 2 ton ha⁻¹.

La siembra se realizó el 15 de diciembre de 2008 con equipo mecanizado, a ambos lotes se les aplicó un riego de presembrado para garantizar la germinación y posteriormente sólo se le suministró humedad al lote de riego mediante el sistema por goteo. A este último se le aplicaron tres riegos de auxilio, uno a los 30 días después de la siembra, otro a los 60 y el último justo antes de que iniciara la floración. Otras labores que se realizaron en los dos lotes fueron: aclareo, deshierbe manual, escarda y aplicación de fungicidas e insecticidas.

El biofertilizante líquido fermentado fue elaborado a base de excremento vacuno, ceniza, leche y melaza, mediante el procedimiento propuesto por Restrepo (2006), se incorporó al suelo distribuido en 3 aplicaciones durante la fase vegetativa del cultivo, a los 30, 45 y 60 días después de la siembra. La aplicación foliar fue realizada de la misma forma. La composta, proveniente de cachaza de caña de azúcar y el fertilizante químico se aplicaron aproximadamente a los 20 días después de la siembra incorporándolos al suelo. La inoculación de la semilla con la micorriza se realizó antes de la siembra, utilizando el producto comercializado por el INIFAP.

Las variables evaluadas fueron: días a floración, días a madurez fisiológica, altura de planta, peso específico de grano y rendimiento al 12% de humedad. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un análisis combinado bifactorial, correspondiendo a los niveles el régimen de humedad y los tratamientos de fertilización, donde se incluyó al testigo como un tratamiento sin fertilización. Para la comparación de medias se recurrió a la prueba de Tukey. Ambos procesos se llevaron a cabo con el programa SAS 8.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En México existen relativamente pocos trabajos de investigación con respecto a evaluaciones de abonos orgánicos en cártamo, a pesar de que FIRA (2003), lo reporta como un producto orgánico que se cultiva en el estado de Nayarit. Básicamente las evaluaciones han girado en torno a la inoculación de la semilla con el hongo micorrízico *Glomus intraradices* L., donde se han obtenido algunos resultados importantes que muestran que la colonización micorrízica solo tuvo respuesta en condiciones de humedad y en suelos de baja fertilidad, incrementando significativamente la altura de la planta y la biomasa seca (Díaz *et al.* 2006; Díaz y Garza, 2007).

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (cuadro 1), se registraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), entre el cultivo de riego y el de temporal, para todas las variables estudiadas. Lo anterior evidenció claramente el papel del aporte de humedad sobre el efecto positivo que presentaron algunos tratamientos bajo condiciones de riego, lo cual concuerda con lo demostrado en maíz por Gutiérrez y Luna (2002), donde el nivel de humedad tuvo un efecto importante en la eficacia de la fertilización, sobre todo química. Entre tratamientos hubo diferencias en el peso específico de grano ($p \leq 0.01$) y rendimiento ($p \leq 0.05$), mientras que para la interacción humedad por tratamiento se manifestaron diferencias ($p \leq 0.05$) únicamente en los días a madurez fisiológica. Por otro lado, las diferentes combinaciones de los factores humedad por tratamiento (COVA), también mostraron diferencias estadísticas ($p \leq 0.01$) en todas las variables.

Cuadro 1. Cuadrados medios y su significancia para siete tratamientos de fertilización orgánica y química, dos condiciones de humedad y su interacción, en el cultivo de cártamo, var. Guayalejo, en el Sur de Tamaulipas.

FACTORES	GL	DAF	DMF	ALT	PESP	REND
Humedad (H)	1	279.02 **	297.16 **	579.21 **	3877.78 **	1140173.0 **
Fertilizantes (T)	6	1.68 <i>ns</i>	1.20 <i>ns</i>	44.52 <i>ns</i>	586.40 **	89824.84 *
H*T	6	0.52 <i>ns</i>	2.78 *	16.95 <i>ns</i>	246.12 <i>ns</i>	60890.13 <i>ns</i>
COVA	13	22.48 **	24.70 **	72.93 **	682.53 **	165088.5 **
C.V.	-	1.31	0.77	4.06	2.33	8.7
R²	-	0.83	0.89	0.58	0.59	0.61

GL=Grados de libertad; DAF=Días a floración; DMF=Días a madurez fisiológica; ALT=Altura de planta; PESP=Peso específico; REND=Rendimiento al 12% de humedad; COVA=Combinaciones humedad por tratamiento.

** Diferencias altamente significativas; * Diferencias significativas; *ns* Diferencias no significativas.

La comparación de medias entre las dos condiciones de humedad (cuadro 2), indica que las plantas fueron más precoces en temporal, ya que su ciclo se alargó, tanto para días a floración y días a madurez fisiológica, en aproximadamente 4 días en el lote de riego. En cuanto a altura de planta y rendimiento, los resultados fueron más altos en riego que en temporal, con promedios de 111.5 cm y 2343.2 kg ha⁻¹ respectivamente. Por el contrario, en la misma condición de humedad el peso específico de grano fue menor.

Cuadro 2. Efecto de dos condiciones de humedad en el cultivo de cártamo, var. Guayalejo, sobre algunas características relacionadas con el crecimiento y producción de grano, en el Sur de Tamaulipas.

CONDICIÓN DE HUMEDAD	DAF	DMF	ALT (cm)	PESP (gr lt ⁻¹)	REND (kg ha ⁻¹)
Riego (H1)	98.5 a	132.6 a	111.7 a	546.2 b	2343.2 a
Temporal (H2)	94.00 a	128.0 b	105.3 b	562.9 a	2057.8 b

DAF=Días a floración; DMF=Días a madurez fisiológica; ALT=Altura de planta; PESP=Peso específico de grano; REND=Rendimiento al 12% de humedad.

Datos con la misma letra no presentan diferencias estadísticas entre ellos (Tukey).

El análisis conjunto de las dos condiciones de humedad no detectó diferencias estadísticas entre tratamientos en la mayoría de las variables, incluso aunque la prueba de varianza mostró significancia en cuanto al rendimiento, la comparación de medias de Tukey no reportó ninguna diferencia. Sólo en el caso del peso específico de grano sobresalieron estadísticamente los tratamientos composta (2 ton ha⁻¹) y biofertilizante al suelo (300 lt ha⁻¹) con 562.5 gr lt⁻¹ y 561.5 gr lt⁻¹ en promedio.

Los resultados correspondientes a las combinaciones posibles de los factores humedad (H) y tratamiento de fertilización (T), remarcaron la diferencia que existe entre las dos condiciones de humedad con respecto a la fenología de la planta. Por otro lado, la combinación biofertilizante líquido foliar en riego (H1T5) fue la que promovió el mayor crecimiento de las plantas (116.6 cm), mientras que las combinaciones testigo en temporal (H2T1) y fertilizante químico en temporal (H2T2) fueron las que registraron los valores más bajos de altura. Para peso específico, destacó la tendencia que presentaron la mayoría de los tratamientos de fertilización en temporal, los cuales se ubicaron por encima de los tratamientos en riego, así la combinación biofertilizante aplicado al suelo en temporal (H2T4), alcanzó el mayor peso específico con 568 gr lt⁻¹ (cuadro 3).

Cuadro 3. Combinaciones posibles entre los factores condición de humedad (H) y tratamiento de fertilización (T) en el cultivo de cártamo, var. Guayalejo, y su efecto sobre algunas características relacionadas con el crecimiento y producción de grano, en el Sur de Tamaulipas.

COMBINACIÓN (COVA)	DAF	DMF	ALT (cm)	PESP (gr lt ⁻¹)	REND (kg ha ⁻¹)
H1T1	98.0 a	133.0 a	108.2 abc	551.0 abc	2144.3 bc
H1T2	98.2 a	132.5 a	110.8 abc	551.0 abc	2218.7 abc
H1T3	99.7 a	133.7 a	113.6 ab	529.0 bc	2633.0 a
H1T4	98.5 a	132.5 a	109.3 abc	555.0 abc	2371.7 abc
H1T5	98.5 a	131.2 ab	116.6 a	553.5 abc	2480.0 ab
H1T6	98.0 a	133.0 a	112.5 abc	525.0 c	2146.9 bc
H1T7	98.2 a	132.5 a	110.8 abc	559.0 ab	2407.8 abc
H2T1	94.2 b	127.5 c	101.7 c	566.0 a	1971.6 c
H2T2	94.0 b	128.2 c	102.3 c	559.0 ab	2024.5 bc
H2T3	94.5 b	128.2 c	105.2 bc	565.0 a	2039.1 c
H2T4	93.7 b	128.0 c	106.2 abc	568.0 a	2113.5 bc
H2T5	94.5 b	129.0 bc	106.1 abc	563.0 a	2155.9 abc
H2T6	93.5 b	128.0 c	109.8 abc	553.0 abc	2089.1 bc
H2T7	93.5 b	127.0 c	105.4 bc	566.0 a	2010.8 bc

DAF=Días a floración; DMF=Días a madurez fisiológica; ALT=Altura de planta; PESP=Peso específico; REND=Rendimiento al 12% de humedad; H1= Riego; H2=Temporal; T1=Testigo sin fertilizante; T2=Fertilizante químico; T3=Inoculación con micorriza; T4=Biofertilizante al suelo; T5=Biofertilizante foliar; T6=Composta 1 ton; T7=Composta 2 ton.

Datos con la misma letra no presentan diferencias estadísticas entre ellos (Tukey).

De acuerdo con el cuadro 3, la mayoría de los tratamientos de fertilización registraron mayor producción de grano ha⁻¹ por encima del testigo de cada condición de humedad, incluso superaron los 1,546 kg ha⁻¹ que Cervantes (2008), reportó para Guayalejo en evaluaciones experimentales. Sin embargo, la mejor combinación fue la aplicación de micorriza a la semilla en riego (H1T3), la cual incrementó significativamente el rendimiento, obtuvo una media fue de 2,633.0 kg ha⁻¹, alrededor del 23% sobre el testigo en riego (H1T1) y 19% sobre la aplicación de fertilizante químico en riego. Lo cual concuerda con Díaz *et al.* (2006), quienes detectaron un incremento en el rendimiento de cártamo bajo condiciones de riego restringido, asociado a la colonización micorrízica de *Glomus intraradices* L. En maíz, Robles y Barea (2003), reportaron respuesta en el crecimiento y la producción de biomasa vegetal como resultado de la inoculación de la semilla con dicho hongo. Cabe señalar que de un segundo grupo de significancia, sobresalió la aplicación de biofertilizante foliar en riego (H1T5) con una media de 2480 kg ha⁻¹, incrementando en un 16% y 12% el rendimiento con respecto al testigo de riego (H1T1) y a la aplicación de fertilizante químico en riego (H1T2). La combinación biofertilizante foliar en temporal (H2T5) fue la mejor en rendimiento con 2155.9 kg ha⁻¹, representando una diferencia de 9% y 6% sobre el testigo (H2T1) y la aplicación de fertilizante químico (H2T2) bajo la misma condición de humedad. Estudios realizados con abonos orgánicos en otras especies, han revelado que existen efectos positivos en altura, producción de biomasa y otras características de la planta (Abou El-Magd, 2008). La aplicación de fertilizante químico en riego (H1T2), de acuerdo con la fórmula recomendada para la región, incrementó un 3.5% la producción de grano con respecto al testigo de riego (H1T1), mientras que en la combinación fertilizante químico en temporal (H2T2), el rendimiento fue 2.7% mayor que el testigo en la misma condición de humedad (H2T1).

Los resultados anteriores indicaron que en el Sur de Tamaulipas, es posible incrementar el rendimiento del cártamo con la aplicación de fertilizantes orgánicos bajo condiciones de riego, donde destacó la inoculación de la semilla con micorriza. En temporal, el cultivo respondió mejor a la aplicación foliar de biofertilizantes líquidos fermentados.

LITERATURA CITADA

- Abou El-Magd M. M., M. F. Zaki and S.D. Abou-Hussein. 2008. Effect of organic manure and different levels of saline irrigation water on growth, green yield and chemical content of sweet fennel. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2(1): 90-98.
- Aktas T., I. Celen and R. Durgut. 2006. Some physical and mechanical properties of safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agronomy*. 5(4):613-616.
- Cervantes M. J. E., G. García R., C. I. Martínez S., A. A. Tovar E., C. Ramírez, H. Mata V. y M. A. García D. 2008. Evaluación de variedades de cártamo y control químico de enfermedades y plagas. Portal electrónico de Tu revista Digi.UAT, consultado el 1 de septiembre de 2009 [<http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%203%20numero%202/PRIMER%20FORO%20UNIVERSITARIO/CA-3.swf>].
- Cosge B., B. Gurbuz and M. Kiralan. 2007. Oil content and fatty acid composition of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties Sown in spring and winter. 1(3):11-15.
- Díaz F. A., A. S. Ortegón M. e I. Garza C. 2006. Biofertilización de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en condiciones restringidas de humedad en el suelo. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29(2):175-180.
- Díaz F. A. e I. Garza C. 2007. Crecimiento de genotipos de sorgo y cártamo asociados a la colonización micorrízica arbuscular en suelo con baja fertilidad. *Universidad y Ciencia*. 23(1):15-20.
- Cervantes M. J. E. 2008. Guayalejo, variedad de cártamo para el Noreste de México. En: Elizondo B. J. y Maldonado M. N. (eds). *Tecnologías generadas, validadas, transferidas o adoptadas en el estado de Tamaulipas en el periodo 2003-2007*. Folleto Técnico No. 40. INIFAP-CIRNE. México, 273 pp.
- Gutiérrez S. J., M. Luna F. 2002. Riego, densidad de plantas y fertilización nitrogenada en producción de maíz híbrido en Zacatecas. *Agric. Téc. Méx.* 28:95-103.
- Lamas N. M. A., O. Neri F. y G. Sánchez R., 2003. Agricultura orgánica, una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. *Boletín informativo* No. 32, Vol. 35. FIRA. México, 124 pp.
- Lope M. C., C. M. Armenta C., J. A. Ramírez A., R. Valenzuela B., I. Armenta C., F. Cabrera C., M. de J. Beltrán F., R. A. Lagarda G., A. Borbón G. y X. M. Ochoa E. 2008. Guía para producir cártamo en Sonora. Folleto para productores No. 38. INIFAP-CIRNO. México, 26 pp.
- Restrepo R. J. 2006. Manual práctico "El A,B,C de la agricultura orgánica y la harina de rocas". Fundación PRODUCE Jalisco A.C. México, 259 pp.
- Robles C. y J. M. Barea. 2003. Respuesta de la planta y del suelo a inoculación con *Glomus intraradices* y rizobacterias en maíz en cultivo intensivo. *Terra Latinoamericana*. 22:59-69.
- SIAP. 2009. Portal electrónico del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la SAGARPA, consultada el 15 de agosto de 2009 [<http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1089&tipo=1>].
- Valadez G. J. y J. C. García R. 2009. Retos y amenazas que enfrenta la producción de cártamo en la región de Las Huastecas. En: Sandoval R. G., I. Ridaura S., M. E. E. Hoz Z., H. R. Sánchez N. y R. Oloarte P. (eds). *21° Encuentro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México (Libro de Resúmenes)*. ATICTAC. Cd. Victoria, Tamaulipas, 103 pp.

EVALUACIÓN DE LA REACCIÓN AL CARBÓN PARCIAL, DE LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO DURO PURIFICADAS MEDIANTE ESPIGA INDIVIDUAL

Guillermo Fuentes-Dávila¹, Miguel Alfonso Camacho-Casas¹, Pedro Figueroa-López¹, Víctor Valenzuela-Herrera¹, Gabriela Chávez-Villalba¹, José Luis Félix-Fuentes¹ y José Alberto Mendoza-Lugo¹, ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui, km 12 Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000. fuentes.guillermo@inifap.gob.mx

Palabras clave: *Triticum turgidum*, trigo cristalino, *Tilletia indica*, karnal bunt.

RESUMEN

Ciento cincuenta y dos progenies purificadas, derivadas mediante selección de espiga individual de 8 genotipos avanzados de trigo duro, se evaluaron para resistencia a carbón parcial bajo inoculación artificial, durante el ciclo agrícola 2004-2005. Las inoculaciones se hicieron inyectando 1 mL de una suspensión de esporidios alantoides (10,000/mL) durante el embuche en 5 espigas de cada una de las progenies. La cosecha se llevó a cabo manualmente, y el porcentaje de infección se calculó mediante el conteo de granos sanos e infectados. El rango del porcentaje de infección en las progenies de los 8 genotipos fue de 0 a 5.6%, con un promedio de 0.43%. El rango de la media de las progenies fue de 0.05 a 1.13%. El 93.42% de las progenies presentaron niveles de infección entre 0-2.5%, el 5.26% entre 2.6-5.0% y el 1.32% entre 5.1-10%. Las progenies que presentaron los niveles más altos de infección se derivaron de los genotipos (7) GODRIN/GUTROS//DUKEM /3/THKNEE_11, (5) GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11 y CNDO/ PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SN_TURK_MI83-84_375/NIGRIS _5/TANTLO_1, con 5.60, 5.37 y 4.94%, respectivamente.

ABSTRACT

One hundred and fifty two purified progenies derived from individual spikes from eight durum wheat advanced genotypes, were evaluated for resistance to karnal bunt under artificial field inoculation during the crop season 2004-2005. Inoculations were carried out by injecting 1 mL of an allantoid sporidial suspension (10,000/mL) during the boot stage in five spikes from each progeny. Harvest was done manually and the percentage of infection was calculated by counting the number of healthy and infected grains. The range of percentage of infection in progenies from the eight genotypes was 0 to 5.6%, with an average of 0.43%. The range of infection of the mean of progenies was 0.05 to 1.13%. The percentage of progenies that showed infection levels within the category 0-2.5% was 93.42%, 5.26% were within the 2.6-5.0% infection category, and 1.32% within 5.1-10%. Progenies that showed the highest levels of karnal bunt infection were derived from genotypes (7) GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11, (5) GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11, and CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SN_TURK_MI83-84_375/NIGRIS_5//TANTLO_1, with 5.60, 5.37, and 4.94%, respectively.

INTRODUCCIÓN

El carbón parcial causado por el hongo *Tilletia indica* (sin. *Neovossia indica*) ocurre en forma natural en trigo harinero (*Triticum aestivum*; Mitra 1931), trigo duro (*T. turgidum*), y triticale (X *Triticosecale*; Agarwal *et al.*, 1977). Los granos infectados generalmente se afectan parcialmente, y no es muy común encontrar granos completamente afectados (Mitra, 1935; Bedi *et al.*, 1949; Chona *et al.*, 1961). Esta enfermedad se reportó por primera vez en la India (Mitra, 1931); después se reportó en México (Duran, 1972), Pakistan (Munjil, 1975), Nepal (Singh *et al.*, 1989), Los Estados Unidos (APHIS, 1996) y Africa del Sur (Crous *et al.*, 2001). El control de este organismo es difícil debido a que las teliosporas son resistentes a factores físicos y químicos (Smilanick *et al.*, 1985; 1988). El control químico se puede llevar a cabo mediante aplicación de fungicidas durante el período de floración (Salazar-Huerta *et al.*, 1997); sin embargo, cuando las regulaciones

cuarentenarias estipulan que no hay nivel de tolerancia para la producción de semilla (SARH, 1987), esta medida no es económicamente redituable para aplicación comercial. El uso de variedades de trigo resistentes a la enfermedad es la medida de control más adecuada; además, el uso de tales variedades reduciría las posibilidades de introducir la enfermedad a áreas libres. Desde 1940's varias especies de *Triticum* han sido evaluadas para resistencia al carbón parcial (Anónimo, 1943; Bedi *et al.*, 1949; Singh *et al.*, 1986; 1988).

Con anterioridad se ha reportado sobre la resistencia que las variedades y líneas avanzadas experimentales de trigo duro han mostrado en inoculaciones artificiales (Bedi *et al.*, 1949; Fuentes-Davila *et al.*, 1992; 1993). Ya que actualmente el trigo duro es el cultivo más importante en el Sur de Sonora durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno, es importante continuar la evaluación de las nuevas líneas avanzadas y variedades, siempre y cuando se encuentren en un nivel avanzado de homocigosis, como una medida para evitar problemas económicos para los agricultores, los cuales podrían resultar de la liberación de alguna variedad susceptible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Progenies purificadas mediante selección de espiga individual, derivadas de 8 genotipos elite avanzados de trigo duro producidos en el programa colaborativo CIMMYT-INIFAP (Cuadro 1), se evaluaron para resistencia a carbón parcial en el Campo Experimental Valle del Yaqui durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2004-2005. La fecha de siembra fue Diciembre 10, 2004, usando una densidad de 50 kg/ha de semilla para dos camas de 5 m de largo con dos surcos. Las inoculaciones se hicieron inyectando 1 mL de una suspensión de esporidios alantoides (10,000/mL) durante el embuche en 5 espigas de cada una de las progenies. La cosecha se llevó a cabo manualmente, el porcentaje de infección se calculó mediante el conteo de granos sanos e infectados, y la evaluación se realizó mediante inspección visual.

Cuadro 1. Genotipos de trigo duro (*Triticum turgidum*) purificados mediante selección de espiga individual y evaluados en campo bajo inoculación artificial con carbón parcial (*Tilletia indica*) en una fecha de siembra, durante el ciclo de cultivo otoño-invierno 2004-2005, en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

Genotipo No.	Pedigrí
1	CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SN_TURK_MI83-84_375/NIGRIS_5//TANTLO_1
	CDSS96Y01373T-0TOPM-2Y-0M-0Y-2B-0Y-0B-0B-0BLR-1Y
2	CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SN_TURK_MI83-84_375/NIGRIS_5//TANTLO_1
	CDSS96Y01373T-0TOPM-2Y-0M-0Y-2B-0Y-0B-0B-0BLR-1Y
3	CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SN_TURK_MI83-84_375/NIGRIS_5//TANTLO_1
	CDSS96Y01373T-0TOPM-2Y-0M-0Y-2B-0Y-0B-0B-0BLR-1Y
4	GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11
	CDSS97Y00446S-8Y-0M-0Y-0B-0B-4Y-0BLR-2Y
5	GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11
	CDSS97Y00446S-8Y-0M-0Y-0B-0B-4Y-0BLR-2Y
6	GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11
	CDSS97Y00446S-8Y-0M-0Y-0B-0B-4Y-0BLR-2Y
7	GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11
	CDSS97Y00446S-8Y-0M-0Y-0B-0B-4Y-0BLR-2Y
8	GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11
	CDSS97Y00446S-8Y-0M-0Y-0B-0B-4Y-0BLR-2Y

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rango del porcentaje de infección en las progenies de los 8 genotipos fue de 0 a 5.6%, con un promedio de 0.43%. El rango de la media de las progenies fue de 0.05 a 1.13% (Fig. 1). El 93.42% de las progenies presentaron niveles de infección entre 0-2.5%, el 5.26% entre 2.6-5.0% y el 1.32% entre 5.1-10% (Fig. 2). Las líneas que presentan menos de 5% de infección se consideran como resistentes (Fuentes-Dávila y Rajaram, 1994). Las progenies que presentaron los niveles más altos de infección se derivaron de los genotipos (7) GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11, (5) GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11 y CNDO/PRIMADUR//HAL-OU_17/3/SN_TURK_MI83-84_375/NIGRIS_5//TANTLO_1, con 5.60, 5.37 y 4.94%, respectivamente.

Estos resultados indican que los nuevos genotipos elite de trigo duro generados en el programa colaborativo CIMMYT-INIFAP y evaluados en el ciclo 2004-2005, presentan un nivel aceptable de resistencia al carbón parcial, y que de presentar los requisitos de resistencia a roya de la hoja, rendimiento y calidad que los productores e industriales requieren, podrían considerarse para su liberación comercial para el noroeste de México. Es importante que los esfuerzos conjuntos entre el INIFAP y CIMMYT continúen para asegurar niveles aceptables de resistencia al carbón parcial en los nuevos materiales promisorios de trigo duro, para producir un cultivo que sea comercialmente viable para los productores del Estado de Sonora.

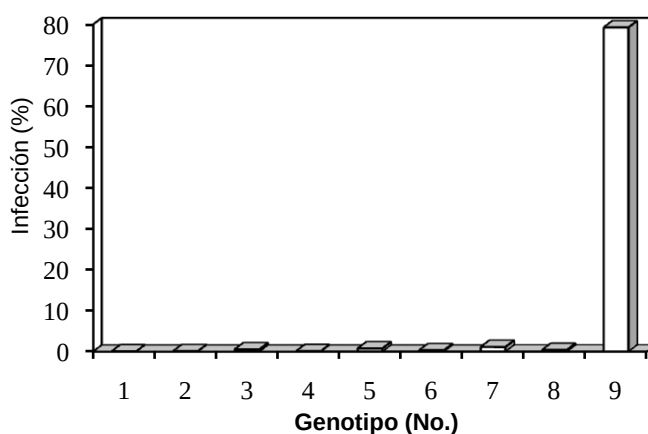


Fig. 1. Medias del porcentaje de infección con carbón parcial (*Tilletia indica*) en progenies purificadas mediante selección de espiga individual de 8 genotipos elite de trigo duro (*Triticum turgidum*), después de ser inoculadas artificialmente en campo en una fecha de siembra, durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2004-2005, en el Valle del Yaqui, Sonora, México. Genotipo 9 = WL711, testigo susceptible.

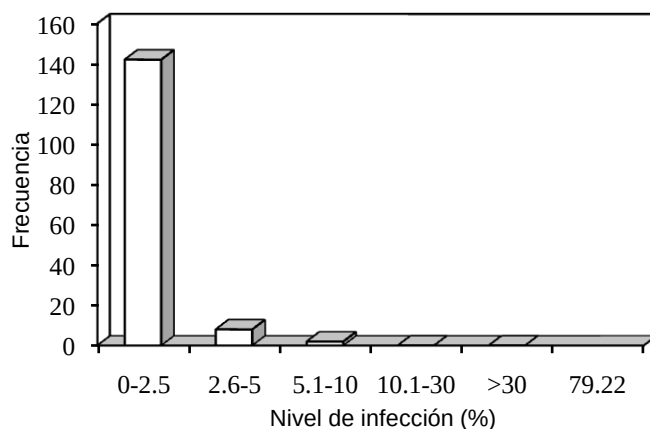


Fig. 2. Resultados de inoculaciones artificiales en campo con carbón parcial (*Tilletia indica*) en 152 progenies derivadas de selección de espiga individual de 8 genotipos elite de trigo duro (*Triticum turgidum*) en el Valle del Yaqui, Sonora, México, durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2004-2005. El nivel de infección del testigo WL711 (79,22) es la media de los tres porcentajes más altos.

CONCLUSIONES

La inoculación artificial en campo es una herramienta útil en la detección de germoplasma experimental y líneas avanzadas de trigo susceptibles al carbón parcial.

En general, el rango del porcentaje de infección en las progenies de los 8 genotipos de trigo duro evaluadas fue bajo con un promedio de 0.43%. Sin embargo, las progenies que presentaron los niveles más altos de infección, los cuales no se consideran dentro de la categoría resistente, se derivaron de los genotipos (7) GODRIN/GUTROS//DUKEM /3/THKNEE_11, (5) GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11 y CNDO/ PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SN_TURK_MI83-84_375/NIGRIS_5//TANTLO_1 (3), con 5.60 y 5.37%, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Agarwal, V.K., Verma, H.S., and Khetarpal, R.K. 1977. Occurrence of partial bunt on triticales. Plant Prot. Bull. 25:210-211.
- Anonymous. 1943. Annual Report, pp. 1-15, Wheat Sub-Station, Gurdaspur, India.
- APHIS. 1996. Karnal bunt: situation report update (March 29). USDA-APHIS, Plant Protection and Quarantine (<http://www.aphis.usda.gov/oa/bunt>).
- Bedi, S.K.S., Sikka, M.R., and Mundkur, B.B. 1949. Transmission of wheat bunt due to *Neovossia indica* (Mitra) Mundkur. Indian Phytopathol. 2:20-26.
- Chona, B.L., Munjal, R.L., and Adlakha, K.L. 1961. A method for screening wheat plants for resistance to *Neovossia indica*. Indian Phytopathol. 14:99-101.
- Crous, P.W., Van Jaarsveld, A.B., Castlebury, L.A., Carris, L.M., Frederick, R.D., and Pretorius, Z.A. 2001. Karnal bunt of wheat newly reported from the African continent. Plant Disease 85:561.
- Durán, R. 1972. Further aspects of teliospore germination in North American smut fungi. II. Can. J. Bot. 50:2569-2573.

- Fuentes-Davila, G., and Rajaram, S. 1994. Sources of resistance to *Tilletia indica* in wheat. Crop Prot. 13(1):20-24.
- Fuentes-Davila, G., Rajaram, S., Pfeiffer, W.H., and Abdalla, O. 1992. Results of artificial inoculation of the 4th Karnal Bunt Screening Nursery (KBSN). Annu. Wheat Newsl. 38:157-162.
- Fuentes-Davila, G., Rajaram, S., Pfeiffer, W.H., Abdalla, O., Van-Ginkel, M., Mujeeb-Kazi, A., y Rodríguez-Ramos, R. 1993. Resultados de inoculaciones artificiales del 5o. vivero de selección para resistencia a *Tilletia indica* Mitra. Revista Mexicana de Micología 9:57-65.
- Mitra, M. 1931. A new bunt of wheat in India. Ann. Appl. Biol. 18:178-179.
- Mitra, M. 1935. Stinking smut (bunt) of wheat with a special reference to *Tilletia indica* Mitra. Indian J. Agric. Sci. 5:1-24.
- Munjal, R.L. 1975. Status of Karnal bunt (*Neovossia indica*) of wheat in Northern India during 1968-1969 and 1969-1970. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology 5(2):185-187.
- Salazar-Huerta, F.J., Figueroa-Lopez, P., Smilanick, J.L. and Fuentes-Davila, G. 1997. Evaluation of foliar fungicides for control of Karnal bunt of wheat during 1986-1989 in northwestern Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología 15:73-80.
- SARH. 1987. Cuarentena interior No. 16 contra el Carbón Parcial del trigo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Diario Oficial, (jueves) 12 de Marzo de 1987, México.
- Singh, D.V., Agarwal, R., Shrestha, K.J., Thapa, R.B., and Dubin, H.J. 1989. First report of *Tilletia indica* on wheat in Nepal. Plant Disease 73:273.
- Singh, D.V., Joshi, L.M., and Srivastava, K.D. 1986. Varietal susceptibility and spread of Karnal Bunt of wheat in India. Rachis 5:40-42.
- Singh, A., Singh, K.P., and Tewari, A.N. 1988. Salient findings of Karnal bunt research at Pantnagar. Department of Plant Pathology, G.B. Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar-263 145.
- Smilanick, J.L., Hoffmann, J.A., and Royer, M.H. 1985. Effect of temperature, pH, light, and desiccation on teliospore germination of *Tilletia indica*. Phytopathology 75:1428-1431.
- Smilanick, J.L., Hoffmann, J.A., Secrest, L.R., and Wiese, K. 1988. Evaluation of chemical and physical treatment to prevent germination of *Tilletia indica* teliospores. Plant Disease 72:46-51.

EVALUACIÓN DE DOS DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS* L.)

Jesús López-Elías¹, Marco A. Huez López¹, José Jiménez León¹, Julio C. Rodríguez¹, Fco. A. Preciado Flores¹, Alfonso Alvarez Avilés¹ y Patricio Valenzuela Cornejo¹

¹Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora, 83000 Hermosillo, Sonora, México. lopez_eliasj@guayacan.uson.mx

Palabras clave: Calidad, cultivares, espaciamiento, rendimiento.

RESUMEN

Siendo la densidad de plantación un factor determinante en el grado de competencia entre plantas, en donde el rendimiento por planta se ve afectado a medida que la densidad por unidad de superficie incrementa, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de dos densidades de plantación, en hileras a dos metros de separación con plantas espaciadas 0.25 y 0.50 m, sobre la producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) durante el período comprendido de agosto a diciembre de 2008. El diseño del experimento fue de parcelas divididas con siete repeticiones. La parcela principal fue dos cultivares de pepino 'Cortéz' y 'Criollo'. Los parámetros evaluados fueron: número de frutos por planta, peso del fruto, rendimiento comercial, longitud del fruto y firmeza del fruto. Los resultados indican que la densidad de plantación influye significativamente en la producción de pepino. La disminución en la densidad de plantación (mayor espaciamiento) permitió un incremento en el número de frutos por planta; sin embargo, el rendimiento por hectárea fue mayor al incrementar la densidad de plantación (menor espaciamiento). El mayor rendimiento se obtuvo con plantas espaciadas 0.25 m (65 t ha⁻¹), sin diferencias entre cultivares. Para el peso del fruto, este no se vio influenciado por la densidad de plantación. Asimismo, la densidad de plantación no influyó sobre la calidad del fruto; sin embargo, el cultivar 'Cortéz' presentó una mayor longitud que 'Criollo'.

ABSTRACT

Plant density has been recognized as a major factor determining the degree of competition between plants, where yield per plant is affected as the density per unit area increases, for this reason the objective of this study was to evaluate the effects of two plant densities, in rows two meters apart at plant spacing 0.25, and 0.50 m on the marketable yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) during the period from August to December 2008. The design of the experiment was a split plots with seven replications. The main plot was two cucumber cultivars 'Cortez', and 'Criollo'. The parameters evaluated were: fruit number per plant, fruit weight, marketable yield, fruit length and fruit firmness. The results indicated that plant density significantly influences on the cucumber production. Decreasing plant density (spaced was increased) increased fruit number per plant; however, more yield was obtained per hectare as planting density was increased (spaced was decreased). The higher yield was obtained with the 0.25 m plant spacing (65 t ha⁻¹), without differences between cultivars. Average fruit weight was not influenced with plant spacing. Also, the plant density used in this experiment did not influence fruit quality; however, 'Cortez' had higher fruit length than 'Criollo'.

INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es un cultivo cuyo fruto tiene bastante aceptación entre la población. En Sonora se siembran alrededor de 496 ha, con un rendimiento promedio de 27.3 toneladas por hectárea, ocupando el décimo lugar a nivel nacional en superficie sembrada con dicho cultivo (SIAP, 2009).

La búsqueda de técnicas que permitan mejorar la producción e incrementar las ganancias es la demanda actual de los productores; siendo un aspecto importante la evaluación de variedades de pepino con mayor potencial productivo, tolerantes a enfermedades.

Trabajos realizados con pepino en campo abierto indican que una disminución en el espaciamiento entre plantas tiene como resultado un incremento en el rendimiento por unidad de superficie; sin embargo, el incremento en la densidad de plantación trae consigo un menor crecimiento de la planta, con la consecuente disminución en el número de frutos por planta y peso de los mismos (Etman, 1995).

Se han realizado diversos estudios evaluando el efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento y la calidad de pepino (Staub *et al.* 1992; Nerson, 1998; Schultheis *et al.* 1998). Los resultados obtenidos sugieren que la densidad de plantación óptima varía significativamente entre cultivares y el ambiente en el que se desarrolla el cultivo (Ngouajio *et al.*, 2006).

La densidad óptima de plantación es un factor importante para maximizar la producción en muchos de los cultivos. En la actualidad, el espaciamiento comúnmente usado en pepino es de 1.5-2.0 metros entre hileras y 0.2-0.3 metros entre plantas. Pocos estudios se han realizado evaluando los efectos de la densidad de plantación de nuevas variedades, siendo necesario optimizar la densidad de plantación en la producción de pepino, especialmente en aquellas variedades con costos de semilla elevados.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de dos densidades de plantación sobre la producción y calidad de dos cultivares de pepino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, localizado en el km 21 de la carretera a Bahía de Kino, en Hermosillo, Sonora, México, que se ubica a una latitud de 29°00'52" N, longitud de 111°07'56" W y una altura de 149 msnm. El experimento se llevó a cabo en el ciclo otoño-invierno de 2008.

Plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivares 'Cortéz' y 'Criollo' fueron evaluadas en condiciones de campo abierto.

La preparación del terreno consistió en un paso doble de rastra, dejando el suelo libre de terrones. Posteriormente se utilizó una acamadora, la cual simultáneamente iba instalando la cinta de riego por goteo.

El transplante se realizó con plántulas de 15 cm de altura y 4 hojas verdaderas el día 29 de agosto de 2008. El suelo del sitio experimental es de textura franco arenosa. El agua y los fertilizantes se suministraron mediante cinta de riego, con goteros a 30 cm de separación y un gasto de 1 lph. Los riegos se aplicaron de acuerdo a las lecturas de evapotranspiración obtenidas de la estación automática Perico 2 Mca. ADCON, del Sistema de Información Agroclimática PRODUCE-PIEAES (2009), apoyado con lecturas de tensiómetros colocados a 30 cm de profundidad ubicados en cada uno de los tratamientos. Se dio un riego de presembrado de 8 cm, seguido por una lámina de 37 cm distribuida a lo largo del ciclo del cultivo. La fertilización total utilizada en todos los tratamientos fue de 200 kg N ha⁻¹, 60 kg P ha⁻¹, 80 kg K ha⁻¹ y 50 kg Ca ha⁻¹.

El manejo del cultivo fue de acuerdo a las prácticas habituales del productor de la región, llevándose a cabo aplicaciones preventivas y de control químico de insectos y enfermedades.

Se evaluaron dos densidades de plantación, quedando estas de la siguiente manera: a). 2 m x 0.25 m (2 m² planta⁻¹) y b). 2 m x 0.50 m (1 m² planta⁻¹).

El diseño estadístico fue de parcelas divididas, con siete repeticiones, con una superficie de 10 m² por repetición. El área experimental fue de 792 m². La parcela principal fueron los cultivares de pepino.

Se efectuaron 16 cortes, a razón de dos por semana. Las variables que se evaluaron fueron frutos planta⁻¹, peso del fruto (g) y rendimiento (t ha⁻¹). Asimismo, se evaluó la calidad del fruto a partir de la longitud (cm) y la firmeza del fruto (kg cm⁻²), ésta última utilizando un penetrómetro modelo FT327 con punta de acero.

Para el análisis de los datos obtenidos en el experimento se utilizó el paquete estadístico SAS 6.12 (SAS Institute Inc., 1996). Se realizó el análisis de varianza de los datos, obteniéndose también la Diferencia Mínima Significativa (DMS) con nivel de probabilidad del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de días transcurridos desde el transplante al primer corte fue de 44 días y el período de cosecha comprendió del 12 de octubre al 3 de diciembre, efectuándose un total de 16 cortes. Como se observa en los cuadros del 1 al 3, el número de frutos por planta varió según el tratamiento, presentando el cultivar Criollo, a mayor espaciamiento (2 x 0.50 m), un promedio de 15.5 frutos por planta, lo cual representa un incremento del 59.8% con respecto al mismo cultivar a menor espaciamiento; seguido por el cultivar Cortéz, a mayor espaciamiento (2 x 0.50 m), con un promedio de 13.5 frutos por planta, que representa un incremento del 29.8% con respecto al mismo cultivar a menor espaciamiento. Mientras que entre cultivares no se obtuvieron diferencias significativas, a mayor espaciamiento se tuvo un incremento en el número de frutos por planta del 45%. Estos resultados coinciden con Etman (1995) y Ngouajio *et al.* (2006), quienes observaron que a mayor densidad de plantación en pepino, se tiene una disminución en el número de frutos por planta.

En los cuadros del 1 al 3 se muestran también los resultados obtenidos con respecto al peso del fruto, en donde se observa para los dos espaciamientos evaluados que el peso del fruto fue muy similar en ambos cultivares, promediando 325 g fruto⁻¹, sin diferencias significativas entre tratamientos.

Los mayores rendimientos se alcanzaron durante el período del 26 de octubre al 1 de noviembre (datos no presentados). Para la variable rendimiento, como se observa en los cuadros del 1 al 3, este fue mayor en ambos cultivares a menor espaciamiento (2 x 0.25 m), siendo de 68.3 t ha⁻¹ en el cultivar Cortéz, seguido por el cultivar Criollo con 61.8 t ha⁻¹. Aunque sin diferencias significativas entre cultivares, a menor espaciamiento se observó un incremento en el rendimiento del 38.3%. Estos resultados coinciden con Etman (1995) y Ngouajio *et al.* (2006), quienes observaron que a mayor densidad de plantación, aunque con una disminución en el rendimiento por planta, se tiene un incremento en el rendimiento por hectárea.

En lo referente a la calidad del fruto (cuadros del 4 al 6), el cultivar Cortéz presentó una mayor longitud del fruto, con un promedio de 21.0 cm, seguido por el cultivar Criollo, con 20.4 cm. En cuanto al espaciamiento, este no influyó sobre la longitud del fruto en ambos cultivares evaluados. Para la firmeza del fruto, como se observa en los cuadros del 4 al 6, esta promedió 4.0 kg cm⁻², siendo similar en ambos cultivares para los dos espaciamientos evaluados, sin diferencias significativas entre tratamientos.

CONCLUSIONES

En ambos cultivares de pepino (Cortéz y Criollo), aunque con una disminución en el número de frutos por planta, a menor espaciamiento se obtuvo un incremento en el rendimiento, sin que se viera afectado el peso del fruto.

El espaciamiento entre plantas no mejoró la calidad del fruto, en cuanto a la longitud y firmeza del mismo; sin embargo, la longitud del fruto fue ligeramente mayor en el cultivar Cortéz.

LITERATURA CITADA

- Etman, A.A. 1995. Response of cucumber to plant density. *Agric. Sci.* 7:199-208.
- Nerson, H. 1998. Responses of "little leaf" vs. normal cucumber to planting density and chlorflurenol. *HortScience* 33:816-818.
- Ngouajio, M.; G. Wang y M.K. Hausbeck. 2006. Changes in Pickling cucumber yield and economic value in response to planting density. *Crop Sci.* 46:1570-1575.
- PRODUCE-PIEAES. 2009. Sistema de Información Agroclimática. Fundación Produce Sonora A.C. <http://www.agroson.org.mx>
- Schultheis, J.R., T.C. Wehner y S.A. Walters. 1998. Optimum planting density and harvest stage for little-leaf and normal-leaf cucumbers for once-over harvest. *Can. J. Plant Sci.* 78:333-340.
- Staub, J.E., L.D. Knerr y H.J. Hopen. 1992. Plant density and herbicides affect cucumber productivity. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117:48-53.
- SAS Institute Inc. 1996. The SAS System for Windows Release 6.12. Cary, N. C. USA.

SIAP. 2009. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México. <http://www.siap.gob.mx>

Cuadro 1. Efecto del cultivar en la producción comercial en pepino (*Cucumis sativus* L.).

Cultivar	Frutos planta ⁻¹	Peso del fruto (g)	t ha ⁻¹
Cortéz	12.0	326	56.1
Criollo	12.6	323	56.0
DMS (5%)	ns	ns	ns
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. DMS = Diferencia Mínima Significativa.			

Cuadro 2. Efecto del espaciamiento en la producción comercial en pepino (*Cucumis sativus* L.).

Espaciamiento (m)	Frutos planta ⁻¹	Peso del fruto (g)	t ha ⁻¹
0.25	10.0b	325	65a
0.50	14.5a	325	47b
DMS (5%)	1.6	ns	7.1
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. DMS = Diferencia Mínima Significativa.			

Cuadro 3. Producción comercial en pepino (*Cucumis sativus* L.) a diferentes densidades de plantación.

Cultivar	Espaciamiento (m)	Frutos planta ⁻¹	Peso del fruto (g)	t ha ⁻¹
Cortéz	0.25	10.4b	329	68.3a
Cortéz	0.50	13.5a	324	43.8b
Criollo	0.25	9.7b	321	61.8a
Criollo	0.50	15.5a	326	50.3b
DMS (5%)		2.3	ns	9.7
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. DMS = Diferencia Mínima Significativa.				

Cuadro 4. Efecto del cultivar en la calidad del fruto en pepino (*Cucumis sativus* L.).

Cultivar	Longitud (cm)	Firmeza del fruto (kg cm ⁻²)
Cortéz	21.0a	3.9
Criollo	20.4b	4.1
DMS (5%)	0.4	ns

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 5. Efecto del espaciamiento en la calidad del fruto en pepino (*Cucumis sativus* L.).

Espaciamiento (m)	Longitud (cm)	Firmeza del fruto (kg cm ⁻²)
0.25	20.8	4.0
0.50	20.7	4.1
DMS (5%)	ns	ns

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 6. Parámetros de calidad en pepino (*Cucumis sativus* L.) a diferentes densidades de plantación.

Cultivar	Espaciamiento (m)	Longitud (cm)	Firmeza del fruto (kg cm ⁻²)
Cortéz	0.25	21.2a	3.8
Cortéz	0.50	20.9ab	4.1
Criollo	0.25	20.4b	4.2
Criollo	0.50	20.4b	4.1
DMS (5%)		0.7	ns

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
DMS = Diferencia Mínima Significativa.

INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE TUBÉRCULOS DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*) INFECTADAS POR FITOPLASMA POR EFECTO DE H_2O_2 EN CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO.

Martínez-Gutiérrez Ricardo¹, Mora-Herrera Martha Elena², Trejo-López Carlos³ y López-Delgado Humberto A¹.

¹Programa Nacional de Papa, INIFAP, Conjunto Sedagro, Metepec México, 52140. ²Universidad Autónoma del Estado de México, Universitario Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México. Carr. Tenancingo-Villa Guerrero Km 1.5 Edo. de México C.P. 52400 México. ³Colegio de Postgraduados, Botánica.Km. 36.5 Carretera México-Texcoco Montecillo Edo. de México C.P. 56230. humlopde@prodigy.net.mx

Palabras clave: almidón, estrés oxidativo, punta morada, productividad

RESUMEN

El síndrome de punta morada en papa, es una enfermedad que en México genera pérdidas en la producción y calidad de los tubérculos. La producción biológica del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en las plantas, está relacionada intrínsecamente a promover o inducir mecanismos de tolerancia y respuestas de aclimatación a estrés biótico y abiótico. En este trabajo, se evaluó el contenido de H_2O_2 , productividad y contenido de almidón en plantas de papa positivas y negativas a fitoplasma tratadas con H_2O_2 en condiciones de estrés hídrico. Se encontró que plantas en condiciones de estrés hídrico incrementaron significativamente el contenido de H_2O_2 en presencia y ausencia de fitoplasma. La aspersión de H_2O_2 en plantas positivas indujo significativamente la acumulación de almidón en contraste a las plantas negativas que fue menor. El número de tubérculos producidos en condiciones de estrés hídrico se redujo significativamente en plantas negativas en contraste con plantas positivas; aunque los tubérculos de las plantas positivas tuvieron menor peso. El peso de los tubérculos se incrementó significativamente en plantas positivas asperjadas con H_2O_2 las cuales incrementaron la producción de tubérculos, similar a plantas negativas y regadas. Tubérculos producidos por plantas positivas asperjadas con H_2O_2 y en estrés hídrico, incrementaron significativamente el contenido de almidón con respecto a las plantas negativas. La aplicación de H_2O_2 reduce el contenido de H_2O_2 en las plantas negativas, pero lo incrementa en las plantas positivas e incrementa significativamente el contenido de almidón. Se cree que el alto contenido de H_2O_2 promueve la tolerancia al estrés hídrico.

ABSTRACT

Potato purple top syndrome is a devastating disease that occurs in Mexico causing loss in yield quality and productivity on tubers. The biological production of hydrogen peroxide (H_2O_2) in plants is intrinsically related to promotion or induction of protective mechanism and acclimation responses against abiotic and biotic stress. In this work were evaluated H_2O_2 content, productivity and starch content in tubers plants testing positive and negative to phytoplasma and under drought condition and sprayed with H_2O_2 . In this research we found that plants under drought conditions and spraying H_2O_2 enhanced the H_2O_2 content significantly in either presence or absence of phytoplasm. Spraying H_2O_2 between positive plants induced significant more starch amount in the beared tubers than the positive control plants. The number of tubers produced under drought conditions was reduced in the negative plants in contrast to the positive plants which increasing the number of tubers but they had less weight. The weight in tubers produced by positive plants and sprayed with H_2O_2 which increasing the production of tubers similar to negative plants and watered. Tubers produced by positive plants under drought conditions and sprayed with H_2O_2 showed significant more starch amount than the negative plants. Application of H_2O_2 reduced the H_2O_2 content in negative plants but significantly enhanced it in the positive plants. H_2O_2 increased productivity in phytoplasma +/- plants inducing starch accumulation and promotes tolerance to drought stress by high internal levels of H_2O_2 .

INTRODUCCIÓN

Uno de los retos globales más importantes es incrementar la producción de alimentos inocuos de alta calidad, así como el menor uso de fertilizantes, plaguicidas y pesticidas entre otros. Los problemas ambientales como la contaminación y calentamiento global son factores que afectan la producción de alimentos, debido a los cambios drásticos en los patrones de lluvia que se han manifestado en inundaciones o sequías que generan pérdidas económicas a nivel mundial. En México, el uso excesivo de pesticidas contra enfermedades como tizón tardío y punta morada entre otras que aparecen durante la producción de papa contribuyen radicalmente con el problema de contaminación ambiental. La punta morada de la papa asociada a fitoplasma es un problema común que aun no ha sido erradicado, sus principales síntomas son el enrollamiento de las hojas, tallos cortos, tuberización aérea y pardeamiento de la pulpa en tubérculo así como el brote anormal o nulo en tubérculo. Este síndrome es de gran importancia, debido a que existen grandes pérdidas económicas en México y otros países, como consecuencia de la baja calidad y producción de papa (Cadena, 2000). En la planta, debido al enrollamiento y erección de los puntos de crecimiento apical que se tornan de color morada-rojiza por efecto de la infección por fitoplasma, ésta disminuye la formación y crecimiento del tubérculo (Cadena, 1993). El fitoplasma es un organismo procarionte que habita en el floema y se encuentra en muchos cultivos en todo del mundo, pertenecen a la clase *Mollicutes* y se caracteriza taxonómicamente por sus características moleculares especialmente en sus genes 16S ribosomales que pueden ser identificados a través de PCR (Lee et al. 2000); Este parasito es transmitido por diferentes vectores como psilidos (*Bactericera cockerelli*) y cicadelidos (*Empoasca* sp) (Lee et al. 2000). Durante el desarrollo fenológico de la planta de papa pasa por diferentes tipos de estrés ambiental, uno de ellos y quizás uno de los más importantes es el hídrico, en campo se ha observado que cuando disminuye la precipitación pluvial, la planta asintomática, pronto muestra los síntomas de punta morada. *Solanum tuberosum* es susceptible en dos periodos de su estadio de crecimiento a déficit de agua, antes de la tuberización y después de la formación de los tubérculos (Coleman, 2008) como consecuencias del estrés por déficit de agua en las plantas se promueve un incremento en la concentración de especies reactivas de oxígeno (ERO) como el oxígeno en estado singulete (O_2), hidroxilo ($OH^\cdot$) las cuales subsecuentemente se convierten a H_2O_2 que tiene una función importante en los procesos fisiológicos, promoviendo resistencia a diferentes tipos de estrés; sin embargo el H_2O_2 en altas concentraciones fisiológicas podría dañar o matar a la planta (Quan et al. 2008). El H_2O_2 tiene una función fundamental en la patogénesis mediante diferentes mecanismos fisiológicos como el estallido oxidativo como una respuesta hipersensitiva que restringe la invasión del patógeno (Low y Merida, 1996). También se ha reportado que el H_2O_2 promueve efectos fisiológicos en papa relacionados con el sistema de producción de semilla “*in vitro*-invernadero-campo” (López et al. 1985).

OBJETIVOS

Estudiar el efecto del H_2O_2 en la tolerancia a estrés hídrico en plantas de papa infectadas por fitoplasma.

Evaluar el efecto de H_2O_2 en plantas infectadas con fitoplasma en condiciones de estrés hídrico; sobre la productividad, contenido de almidón en tubérculo y contenido de H_2O_2 .

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron microplantas de *Solanum tuberosum* variedad Alpha de 28 días, detectadas positivas y negativas a fitoplasma, por amplificación mediante la técnica de PCR anidado usando los iniciadores universales P3/P7 y R16F2n/R16R2 (Smart et al. 1996). Posteriormente, las microplantas se sembraron en condiciones de invernadero en macetas con una mezcla de peat moss y agrolita 2:1 v/v. Las plantas se dejaron crecer por un periodo de 120 días, en un diseño de bloques completamente al azar. Los tratamientos fueron los siguientes: plantas negativas y positivas a fitoplasma se asperjaron con H_2O_2 en condiciones de riego con sus respectivos controles (sin aspersión de H_2O_2); otro grupo de plantas positivas y negativas a fitoplasma y

asperjadas con H_2O_2 fueron sometidas a estrés hídrico con sus respectivos controles asperjados con la misma solución pero sin H_2O_2 . Cada tratamiento tuvo 10 plantas y se realizaron tres experimentos. Las plantas fueron asperjadas dos veces por semana con una solución de H_2O_2 1mM durante un periodo de 45 días.

El estrés hídrico fue aplicado de manera gradual a los 75 días después del trasplante y posteriormente se recuperaron cuando alcanzaron un potencial hídrico de -0.8 Mpa. Se midió el contenido total de H_2O_2 en extractos usando el método del quimioluminiscencia de Warm and Laties (1982). El potencial hídrico fue determinado a través del punto de rocío con un psicrómetro (HR33T, WESCOR). Las determinaciones del potencial hídrico y H_2O_2 fueron hechas en el segundo foliolo de la sexta hoja completamente expandida tomada a partir del ápice al inicio y al final del estrés hídrico. Después del periodo de sequía; las plantas fueron recuperadas a capacidad de campo y cosechadas a los 120 días. Se determino peso fresco y número de tubérculos. El contenido de almidón fue determinado por el método espectrofotométrico de antrona (Sigma Chemical Co.) en el cual fue usado 1gr de tejido fresco similar al método establecido por Peña-Valdivia y Ortega-Delgado (1991). Los datos fueron analizados estadísticamente en STATGRAPHICS Plus 4.0 software (Statistical Graphics Corporation). Se hicieron pruebas de Duncan (Duncan 1955) con una significancia de $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de H_2O_2 en plantas infectadas con fitoplasma en condiciones óptimas sin estrés hídrico, no genero cambios significativos en el contenido de H_2O_2 (Figura 1), sin embargo, en plantas sometidas a déficit hídrico el contenido de H_2O_2 se incrementó drásticamente comparado con su control (Figura 1). Durante estrés hídrico las plantas positivas y negativas asperjadas incrementaron significativamente el contenido de H_2O_2 con respecto al control; el contenido de H_2O_2 en las plantas asperjadas fue similar aun en presencia de fitoplasma. Las plantas sometidas a estrés hídrico redujeron significativamente el contenido de almidón en los cuatro tratamientos; las plantas asperjadas positivas y negativas mantuvieron niveles significativamente mas altos de almidón que sus respectivos controles y similar al control negativo y regado normalmente (Figura 2). El contenido de almidón en plantas positivas y negativas bajo riego no presentaron diferencias significativas; en contraste, el contenido de almidón se incremento significativamente en plantas positivas y asperjadas con H_2O_2 (Figura 2).

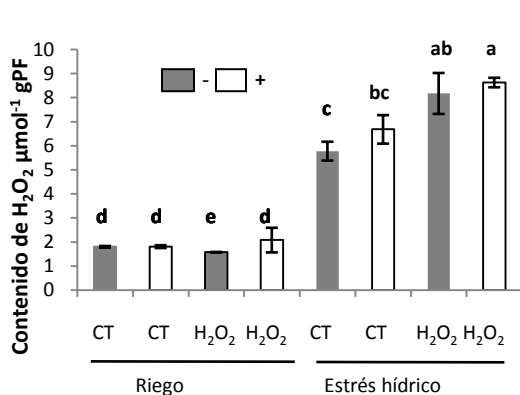


Figura 1. Contenido de H_2O_2 en plantas positivas y negativas a fitoplasma y asperjadas con 1mM de H_2O_2 en condiciones de riego y deficit hídrico. Promedio de tres experimentos $\pm$ ES (n = 9)

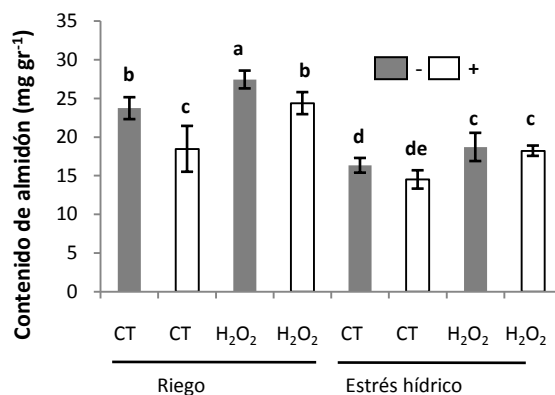


Figura 2. Contenido de almidón en plantas positivas y negativas a fitoplasma y asperjadas con 1mM de H_2O_2 en condiciones de riego y deficit hídrico. Promedio de tres experimentos $\pm$ ES (n = 9)

En condiciones de riego, las plantas positivas no asperjadas con H_2O_2 produjeron significativamente un mayor número de tubérculos con respecto a las plantas negativas y tratadas, plantas positivas y asperjadas produjeron un número similar de tubérculos con respecto al negativo

(Figura 3). En condiciones de estrés hídrico las plantas positivas a fitoplasma tienden a producir un mayor número de tubérculos de manera significativa con respecto a todos los tratamientos, en contraste plantas asperjadas con H_2O_2 positivas y bajo estrés hídrico producen un número mayor de tubérculos similar a su control negativo y en condiciones de déficit hídrico. El mayor efecto del H_2O_2 lo encontramos cuando comparamos la producción de tubérculos de plantas negativas y regadas con las positivas bajo estrés hídrico encontrando que presentan valores similares y no significativos. En condiciones de riego, a pesar de que las plantas positivas a fitoplasma presentaron un mayor número de tubérculos, estos fueron de menor tamaño, por lo tanto el peso fresco de los tubérculos fue significativamente menor con respecto a las plantas negativas; en contraste con las plantas asperjadas con H_2O_2 que incrementaron su peso significativamente inclusive mayor que el control negativo. En condiciones de déficit hídrico, plantas negativas y positivas redujeron significativamente el peso del tubérculo inclusive en el tratamiento con H_2O_2 , sin embargo las plantas positivas asperjadas incrementaron el peso de los tubérculos significativamente con respecto a los otros tres tratamientos (Figura 4).

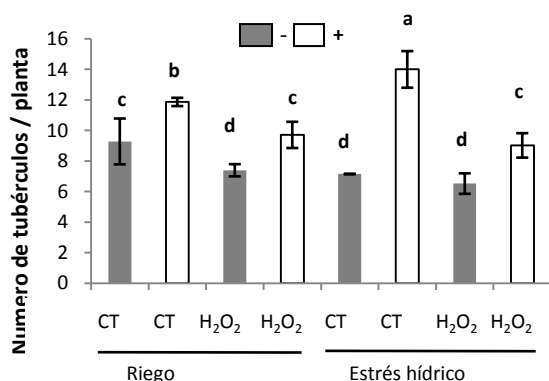


Figura 3. Número de tubérculos de plantas positivas y negativas a fitoplasma y asperjadas con 1mM de H_2O_2 en condiciones de riego y déficit hídrico. Promedio de tres experimentos $\pm$ ES (n = 9)

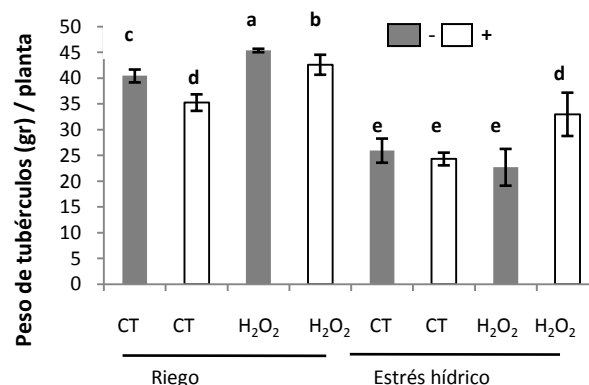


Figura 4. Peso de tubérculos de plantas positivas y negativas a fitoplasma y asperjadas con 1mM de H_2O_2 en condiciones de riego y déficit hídrico. Promedio de tres experimentos $\pm$ ES (n = 9)

Diferentes tipos de estrés biótico y abiótico producen pérdidas significativas en la productividad y calidad del tubérculo en papa; entre ellas las infecciones por fitoplasmas y el déficit hídrico. En las respuestas de estrés, las ERO deben ser eliminadas para evitar la muerte celular, sin embargo fluctuaciones espaciales y temporales en los niveles de ERO son necesarias como señales requeridas para funciones fisiológicas tales como: crecimiento, desarrollo, tolerancia a factores abióticos, respuestas al ataque de patógenos y muerte celular programada, entre otras (Torres et al. 2005). Por lo que en este estudio, se cree que el incremento de H_2O_2 en plantas asperjadas incrementa la tolerancia a los daños producidos por el fitoplasma y al déficit hídrico como se observa en la Figura 1. Hasta el momento no se ha reportado el efecto del fitoplasma en plantas de papa en condiciones de estrés hídrico; sin embargo H_2O_2 asperjado podría tener un efecto similar al reportado por López-Delgado y colaboradores (1998), quienes encontraron que el tratamiento de H_2O_2 sobre microesquejes de papa incrementa la termotolerancia, efecto que se mantuvo inclusive un mes después del tratamiento. También se ha reportado que en microplantas provenientes de microesquejes preincubados en H_2O_2 , se induce la tolerancia a la exposición a baja temperatura en una variedad de papa sensible al frío (Mora-Herrera et al. 2005), y estas respuestas dependieron de la variedad, de la concentración y tiempo de exposición al frío (Mora-Herrera y López-Delgado, 2007).

El contenido de almidón también se incremento por efecto del H_2O_2 en plantas positivas a fitoplasma en condiciones de riego y estrés hídrico, resultados similares ya se habían reportado en plantas de papa pero en condiciones de campo, donde se obtuvo mayor contenido de almidón y mayor lignificación y engrosamiento de tallos por efecto del H_2O_2 (López-Delgado et al. 2005). Hasta ahora existe poca información sobre como el fitoplasma afecta el metabolismo de los azúcares disminuyendo la síntesis de almidón en tubérculos (Romero-Romero y López-Delgado, 2009), sin embargo en este trabajo el tratamiento de H_2O_2 incremento el contenido de almidón inclusive en plantas positivas. La producción de tubérculos disminuye significativamente por efecto del estrés hídrico (Figura 3), sin embargo el H_2O_2 asperjado a plantas positivas a fitoplasma mantuvo valores similares con los del control negativo y en condiciones normales de humedad. En este estudio se obtuvieron resultados similares a los de Romero-Romero y López-Delgado, (2009), quienes encontraron que la aplicación de H_2O_2 , ácido ascórbico y dehidroascorbato en plantas infectadas con fitoplasma incrementan la producción de tubérculos así como su peso. En este trabajo se demostró que plantas de papa asperjadas con H_2O_2 incrementaron la producción de tubérculos y contenido de almidón aun cuando son sometidas a dos tipos de estrés, biótico (fitoplasma) y abiótico (déficit hídrico), con lo cual el H_2O_2 podría tener un uso potencial como una sustancia inocua capaz de ser utilizada en el combate de diferentes patógenos en papa, y quizás también en otras especies de importancia económica, además de que el H_2O_2 es una sustancia amigable con el medio ambiente, debido a que es muy volátil, no se acumula y su uso es en pequeñas concentraciones disminuyendo el riesgo de contaminación a la cadena trófica.

LITERATURA CITADA

- Cadena Hinojosa MA. 1993. La punta morada de la papa en México: Incidencia, búsqueda y resistencia. *Agrociencia* 4: 247-256.
- Cadena-Hinojosa MA. 2000. Potato purple top in México: III. Effects of plant spacing and insecticide application. *Revista Mexicana de Fitopatología* 17: 91-96.
- Coleman WK. 2008. Evaluation of wild *Solanum* species for drought resistance 1. *Solanum gandarillasii*. *Environmental and Experimental Botany* 62: 221-230.
- Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11: 1-42.
- Lee IM, Davis RE, Gundersen-Rindal DE. 2000. Phytoplasma: Phytopathogenic mollicutes. *Annual Review Microbiology* 54: 221-255.
- López DH, Zavala QT, Cadena HM. 1985. Obtención y conservación de genotipos de papa libres de virus. SARH Folleto Misceláneo Núm. 3.
- López-Delgado H, Dat JF, Foyer CH, Scott IM. 1998. Induction of thermotolerance in potato microplants by acetylsalicylic acid and H_2O_2 . *Journal of Experimental Botany*. 49: 713-720.
- López-Delgado H, Zavaleta-Mancera HA, Mora-Herrera ME, Vázquez-Rivera M, Flores-Gutiérrez FX, Scott IM. 2005. Hydrogen peroxide increases potato tuber and stem starch content, stem diameter and stem lignin content. *American Journal of Potato Research* 82: 279-285.
- Low PS, Merida JR. 1996. The oxidative burst in plant defense: Function and signal transduction. *Physiologia Plantarum* 96: 533-542.
- Mora-Herrera ME, López-Delgado HA. 2007. Freezing Tolerance and Antioxidant Activity in Potato Microplants Induced by Abscissic Acid Treatment. *American Journal of Potato Research* 84: 487-495.
- Mora-Herrera ME, López-Delgado H, Castillo-Morales A, Foyer CH. 2005. Salicylic acid and H_2O_2 function by independent pathways in the induction of freezing tolerance in potato. *Physiologia Plantarum* 125: 430-440.
- Peña-Valdivia CB, Ortega-Delgado ML. 1991. Non-structural carbohydrate partitioning in *Phaseolus vulgaris* after vegetative growth. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 55: 563-577.
- Quan LJ, Zhang B, Shi WW, Li HY. 2008. Hydrogen Peroxide in plants: a versatile molecule of the reactive oxygen species network. *Journal of Integrative Plant Biology* 50: 2-18.
- Romero-Romero MT, López-Delgado HA. 2009. Ameliorative effects of hydrogen peroxide, ascorbate and dehydroascorbate in *Solanum tuberosum* infected by phytoplasma. *American Journal of Potato Research* 86: 218-226.

- Smart CD, Schneider B, CL Blomquist, Guerra LJ, Harrison NA, Ahrens U, Lorenz KH, Seemüller E, Kirkpatrick BC. 1996. Phytoplasma-specific PCR primers based on sequences of the 16S-23S rRNA spacer region. *Applied and Environmental Microbiology* 62: 2988-2993.
- Torres MA, Jones JDG, Dangl JL. 2005. Pathogen-induced, NADPH oxidase-derived reactive oxygen intermediates suppress spread of cell death in *Arabidopsis thaliana*. *Nature Genetic* 37: 1130-1134.
- Warm E, Laties GG. 1982. Quantification of hydrogen peroxide in plant extracts by the chemiluminescence reaction with luminol. *Phytochemistry*. 21:827-831.

EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE TOMATE EN INVERNADERO EN EL VALLE DE CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO.

J. Martín Parra Delgado¹; Jorge I. Bernal Sánchez²; Juan Fco. España²; Blas Galván Piña¹; Tomás Díaz Valdés¹; Marino Valenzuela López¹; Ramón Lizárraga Jiménez¹; Julio Arciniega Ramos¹; Felipe Ayala Tafoya¹; Leopoldo Partida Ruvalcaba¹; J. Manuel Aguilar Patiño; Dolores Muy-Rangel³; Raymundo S. García Estrada³; Laura Contreras Angulo³; Rogelio Sosa Pérez⁴; Ismael Bello Vera⁵; Luz Ma. Hernández Beltrán⁶. ¹Facultad de Agronomía-UAS. ²Estudiantes Facultad de Agronomía-UAS. ³Centro de Investigación Alimentación y Desarrollo, AC. Unidad Culiacán. ⁴Centro de Ciencias de Sinaloa. ⁵Director General Agrobelt Internacional. ⁶Director General Super cosecha. ¹Maxipista Culiacán-Eldorado Km. 17.5. Culiacán, Sin. ³Carretera Culiacán-Eldorado km 5.5, Campo el Diez, Culiacán, Sin. c.p 80110. ⁴Av. de las Américas 2771 Nte. Culiacán, Sin. c.p. 80010. ⁵Calzada Insurgentes 234 sur. Col Centro. Culiacán, Sin. ⁶Isla de Cozumel 1699. Culiacán, Sin. C.P. 80010. martinparra2004@yahoo.es

Palabras clave: Agricultura orgánica, Poscosecha, Microorganismos, Fertilidad.

RESUMEN

La intensa actividad agrícola que se practica a nivel nacional y principalmente en Sinaloa, trae consigo un deterioro en la fertilidad del suelo, cuerpos de agua y ambiente por el uso indiscriminado de fertilizantes químicos. Por ello, con el propósito de reducir el grado de afectación agrícola, se evaluó el efecto de fertilizantes orgánicos en la producción y calidad de tomate en invernadero. Los tratamientos empleados fueron: químico o mineral=T1, triple 20=T2, supermagro=T3 y supermagro y polisulfuro de Ca=T4, sobre el rendimiento, calidad y variables físicas y químicas del tomate saladette. El rendimiento obtenido de tomate con supermagro fue ligeramente superior al tratamiento químico en la producción de exportación y nacional. La calidad poscosecha de los tomates bajo tratamientos orgánicos almacenado por 12 días a 20°C fue excelente, además, los frutos desarrollaron un color rojo más intenso que los frutos tratados químicamente. Los frutos del décimo corte desarrollaron durante el almacenamiento mejores características de calidad en relación a la firmeza, color y sólidos solubles.

ABSTRACT

The intense agricultural activity carries out damage in soil fertility, water bodies and environment due to excessive use of chemicals fertilizer. In order to decrease the agricultural damage grade, the organics fertilized effect on yield and quality of greenhouse tomato was evaluated. The treatments used were: chemical or mineral=T1, triple 20= T2, supermagro= T3, and supermagro and calcium polysulphure= T4 over yield, quality as well as physicals and chemicals variables on tomato cv. Saladette. There was found than yield showed in tomato with supermagro was lightly higher than chemical treatment on exportation and national yield. The postharvest quality of the tomatoes under organics treatments stored by 12 days to 20°C was excellent, moreover, the fruits developed a color red more intense than the fruits treated chemically. The harvest tenth fruits developed during storage better quality features in relation to firmness, color and soluble solid.

INTRODUCCIÓN

La superficie agrícola sembrada promedio de tomate en el estado de Sinaloa durante 2002-2006 fue de 23 000 hectáreas con una producción total de 782,909.50 t (SIAP, 2008). El rendimiento de la producción de tomate en casa sombra e invernadero oscila de 12-15 y 14 a 17 y kg m⁻², respectivamente (FIRA, 2007). El manejo intensivo de esta hortaliza conjuntamente con el empleo de nuevas y variadas tecnologías de producción han contribuido a mejorar la productividad del tomate, sin embargo, esto ha influido en los costos de producción y la consecuente reducción de

utilidades. Las tasas de nutrición empleadas para tomate son altas y variadas, por ejemplo, Páez (2007), señala que el promedio de nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K) para tomate a nivel nacional es 275, 210 y 340 kg ha⁻¹, respectivamente. En cambio Venegas (1996) indica que en Sinaloa se aplican 340, 275 y 500 kg ha⁻¹ para estos mismos elementos donde se evidencia la contaminación por N y P y el impacto ambiental que provoca esta actividad. Páez (2007) afirma que el río Culiacán aporta 32,988 t año⁻¹ de N y P. El uso masivo de fertilizantes a partir de la revolución verde provocó un desconocimiento de las implicaciones del uso excesivo de los derivados del petróleo, se estudió poco el efecto sobre la microflora del suelo y los procesos biológicos que condicionan la fertilidad de los mismos (Trasar, 2000). El efecto final fue una destrucción sustancial de las asociaciones microbianas y su actividad funcional o bioquímica del suelo. Por ello, la producción de biofertilizantes es necesaria y se debe enfocar a la creación y apoyo de los sistemas de producción sustentables. Este fenómeno es debido a la preocupación del mundo sobre los productos agrícolas contaminados que afectan la salud humana actuando como tóxicos y agentes carcinógenos (Alarcón, *et al.* 2000). La agricultura intensiva debe reducir el uso de fertilizantes químicos y complementar la nutrición de la plantas mediante biofertilizantes y abonos orgánicos, que ofrecen ventajas para mejorar la fertilidad del suelo y disminuir el riesgo de contaminación ambiental (Novella, *et al.* 2001). Una fertilización equilibrada consiste en aplicar de forma racional fertilizantes químicos, orgánicos y biofertilizantes, que permita regenerar la microflora del suelo, mantener los ciclos biogeoquímicos de los elementos nutritivos y la fertilidad de los suelos. El manejo de una agricultura más sustentable que permita disminuir los efectos nocivos de los excesos de nutrientes utilizados en la producción de tomate, mediante el uso fertilizantes orgánicos o biofertilizantes, que mejoren las condiciones de fertilidad del suelo es la finalidad de este estudio. Por ello, el objetivo fue evaluar el efecto de fertilizantes orgánicos en la producción y la calidad poscosecha de tomate Saladette en condiciones de invernadero.

OBJETIVO

Evaluar tres fertilizantes orgánicos en el rendimiento y calidad de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa y se empleó la variedad de tomate saladette "Anibal" de crecimiento indeterminado cultivado en un suelo vertisol a una densidad de población de 3.12 plantas m². Se emplearon cuatro tratamientos: T1= químico o mineral (testigo) T2= triple 20, T3= supermagro y T4= Supermagro y polisulfuro de Ca. La unidad experimental se constituyó por un surco de 2.75 m de largo y 1.6 m de ancho (4.4 m²); se utilizó el diseño completamente al azar con ocho repeticiones. Las variables de estudio fueron: a) rendimiento, el cual se clasificó en frutos con calidad de exportación y nacional. Los frutos se clasificaron en extra grande, grande, mediano y chico, según su peso en gramos >150, 125-150, 100-125 y 75-100, respectivamente; b) calidad poscosecha, mediante parámetros físicos (pérdida de peso, firmeza y color) y químicos (acidez titulable y sólidos solubles totales) del primer y décimo corte realizados los días 18 de febrero y 14 de abril de 2009. Los frutos se lavaron con agua clorada a 250 ppm y se almacenaron por 12 días a 20°C y se hicieron las evaluaciones correspondientes. La pérdida de peso se determinó según Díaz-Pérez (1998), reportándose en porcentaje. La firmeza se evaluó como la fuerza necesaria (Newton) para romper el tejido del fruto con un punzón de 10 mm de diámetro, mediante un penetrómetro digital (Bourne, 1980). El cambio de color expresado en ángulo de matiz (°Hue) y cromaticidad se determinó en dos puntos ecuatoriales del fruto, utilizando un espectrofotómetro Minolta (MINOLTA, 1993). La acidez titulable y sólidos solubles totales fueron cuantificadas utilizando la técnica descrita por AOAC (1998). El análisis estadístico de las variables de respuesta se realizó con el programa SAS versión 9 (2002) y consistió en una análisis de varianza y la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) en las comparaciones múltiples de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se resume el análisis estadístico de la variable rendimiento de tomate para exportación; en tamaño extragrande, grande y mediano no mostró diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Aunque fue notable que la aplicación de Supermagro favoreció el rendimiento de los frutos de tamaño mediano y chico. La producción total de los frutos fue estadísticamente igual en los tratamientos evaluados.

Cuadro 1. Efecto de tratamientos orgánicos vs. químico en el rendimiento (t ha^{-1}) y calidad del tomate tipo saladette para exportación Valle de Culiacán, Sinaloa. Ciclo agrícola 2008/2009.

Tratamientos	Extragrandes	Grandes	Medianos	Chicos	Total Exportación
1. Químico	8.25 ¹ a ²	22.81 a	37.302 a	33.53 b	101.89 a
2. Triple 20	6.666 a	23.21 a	39.425 a	38.7 ab	108.00 a
3. Supermagro	9.995 a	26.81 a	42.255 a	40.64 a	119.70 a
4. Supermagro + polisulfuro de Ca	10.39 a	21.89 a	36.366 a	34.0 ab	102.646 a
Valor Tukey	2.4929	3.6719	4.5218	2.9593	10.008
CM_{Trat}	4.545 <i>ns</i>	7.199 <i>ns</i>	10.557 <i>ns</i>	19.040 **	104.62 <i>ns</i>
CM_{Error}	3.334	7.235	10.971	4.699	53.74
$GL_{Trat} = 3;$ $GL_{Error} = 28$					

¹ Media de ocho repeticiones.

² Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey ($\alpha = 0.05$).

ns = Efecto no significativo de los tratamientos.

** = Efecto altamente significativo de los tratamientos.

De acuerdo a lo reportado por FIRA (2007), los rendimientos de tomate pueden variar desde 40 a 140 t ha^{-1} a campo abierto y en invernadero, además que, en cada localidad de Sinaloa se produce con una alta variabilidad que va de 58.15 a 185.675 t ha^{-1} , aun cuando se empleen las mismas tecnologías existen altos diferenciales de producción (SIAP-SAGARPA, 2007). Los datos anteriores concuerdan con los resultados de rendimiento de la presente investigación, ya que la producción de tomate máxima registrada fue de 119.700 t ha^{-1} y el menor produjo 101.89 t ha^{-1} no existiendo diferencias estadísticas entre ambos valores. Según FIRA (2007) se puede obtener de 12-15 y 14-17 kg m^{-2} de rendimiento. Sánchez *et al.* (2007) al hacer un manejo de poda a uno y dos tallos obtuvo rendimientos de tomate bola en casa sombra de 17.5 y 16.3 kg m^{-2} , respectivamente. Cano *et al.* (2003) al emplear vermicomposta y composta como sustrato en la producción de tomate obtuvo rendimientos de 65.6 y 63.5 t ha^{-1} . Para Castellanos (2003) los nutrimentos contenidos en las compostas más los que contiene el agua contribuyen a la nutrición del tomate. Por su parte, Terri *et al.* (2005) al emplear *Azospirillum* sp favoreció el crecimiento y estado nutricional de la planta y obtuvo un 11% de rendimiento del fruto en comparación con el testigo. En el presente trabajo se obtuvieron en promedio de 10.80 kg m^{-2} lo que refleja que existe potencial para igualar los valores indicados anteriormente y que los fertilizantes orgánicos empleados en esta investigación impactaron en la nutrición y rendimiento de tomate.

En relación al cuadro de comparación de medias que se muestra en el Cuadro 2 indica que los los tratamientos no afectaron la calidad del tomate durante el almacenamiento. Esto señala que todos los frutos de los tratamientos orgánicos mostraron similares valores de pérdida de peso, firmeza, °Hue, acidez y °Brix que los tomates producidos bajo tratamientos químicos. No así para la cromaticidad, donde los frutos bajo tratamientos orgánicos alcanzaron estadísticamente mayores valores de croma (saturación) lo que se relaciona con un color rojo más intenso que los frutos tratados químicamente. Un comportamiento similar en la calidad de los tomates se observó en los frutos de la décima cosecha, sin embargo, estos frutos presentaron una mayor pérdida de peso, pero mejores resultados de firmeza y °Brix en comparación con los de la primera cosecha. En ambas cosechas los tomates lograron desarrollar el color rojo característico de los frutos de buena calidad.

Cuadro 2. Efecto de tratamientos orgánicos vs químicos en las variables físicas y químicas de calidad en frutos de tomate saladette al primer y décimo corte almacenados por 12 días a 20°C.

Tratamientos	Pérdida de Peso (%)	Firmeza (N)	Croma	° Hue	Ac. Titulable % a. cítrico	Sólidos Solubles Totales (°Brix)
Corte uno						
1. Químico	6.6 ¹ a ²	7.3 a	26.4 b	41.4 a	0.3217 a	4.5 a
2. Triple 20	6.0 a	8.2 a	29.1 a	43.1 a	0.3132 a	3.9 a
3. Supermagro	5.8 a	9.0 a	29.3 a	42.0 a	0.3445 a	4.5 a
4. Supermagro + polisulfuro de Ca	5.9 a	9.3 a	28.5 a	42.9 a	0.3726 a	3.9 a
Corte diez						
1. Químico	12.3 ¹ a ²	11.3 a	33.3 a	39.9 a	0.2581 a	4.8 b
2. Triple 20	14.3 a	8.9 b	32.3 a	39.9 a	0.2250 a	4.2 b
3. Supermagro	10.4 a	11.3 a	29.3 a	38.6 a	0.2616 a	4.2 b
4. Supermagro + polisulfuro de Ca	11.9 a	11.4 a	27.9 a	41.2 a	0.2722 a	5.4 a

¹Media de 4 repeticiones

²Medias con la misma letra por columna y tiempo de almacenamiento son estadísticamente iguales. Tukey ($\alpha = 0.05$).

Para que los frutos de tomate sean considerado con calidad comercial, deberán presentar valores de firmeza arriba de 8 y 5 N, según Siller *et al.* (1998) y Ojeda *et al.* (1999), respectivamente. En relación al color, los tomates se caracterizan por su intenso color rojo con valores de °Hue <45 (Báez *et al.*, 2001). Con esta información los tomates de este estudio desarrollaron características de buena calidad para comercializarse. Pino (2003) al aplicar biofertilizantes a base de compostas y/o extractos de algas en el cultivo de tomate cv. BHNc7120 a nivel de invernadero, no afectó la calidad del fruto expresada en peso, diámetro, sólidos solubles y firmeza entre los tratamientos.

CONCLUSIONES

No hubo diferencias estadísticas en producción total entre los tratamientos orgánicos y el inorgánico.

No se presentaron diferencias estadísticas en la calidad de frutos en ambos cortes durante el almacenamiento, reflejando una buena calidad de producción de tomate.

LITERATURA CITADA

ALARCÓN A. Y FERRERA R, 2000. Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular editorial Mundi-prensa S , A, de C ,V México p. 5

- BAEZ-SAÑUDO, M, J SILLER, D MUY, E ARAIZA, L CONTRERAS Y A SAÑUDO. 2001. SmartFresh™: Una novedosa tecnología para extender la vida de anaquel en tomate. Tecnología de Alimentos. Nov.Dic. Pp. 7-12.
- CAADES. Informe Final. 2008. Validación de híbridos de tomate en condiciones de casa sombra en el Valle de Culiacán. Campo Experimental del Valle de Culiacán. Junio de 2008.
- CANO R. P. et al. 2003. Producción orgánica de tomate bajo invernadero. Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), Torreón, Coah., México.
- CASTELLANOS J.Z. 2003. Manejo de la fertirrigación en suelo. p.109-129. En: J.J.Muñoz-Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INACAPA.
- DIBUT, AB. 2005. Biofertilizantes como insumos en Agricultura Sostenible. INIFAT-HUMIWORM. Impreso en México. p. 88.
- FIRA, 2007. Rentabilidad y costos de cultivo de Tomate en Sinaloa Ciclo OI 2007/2008. México.
- NOVELLA, LR Y MEDINA BN. 2001. Participación de las micorrizas arbusculares y la fertilización nitrogenada en el crecimiento, la nutrición y la producción de tomate en un suelo Ferralsol desaturado. Tesis de Maestría en Ciencias en Nutrición de Plantas y Biofertilizantes. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba.
- OJEDA, J, SILVEIRA GM, BAEZ SR, TRONCOSO RR, MERCADO RJ Y BRINGAS TE. 1999. Predicción de la vida de anaquel del tomate usando características de calidad. Horticultura Mexicana 4(2):73-75.
- PAEZ, O.F. 2007. La contaminación por nitrógeno y fósforo en Sinaloa: flujos, fuentes, efectos y opciones de manejo. Serie Lagunas Costeras de Sinaloa. Méx.
- PINO, S.J. 2003. Empleo de biofertilizantes en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), bajo manejo orgánico en invernadero. Universidad de Talca. Escuela de Agronomía. Memoria de Pregrado Agronomía. Chile. P.61.
- SÁNCHEZ, B.B. 2007. Poda de tallos y su efecto en el desarrollo y rendimiento de tomate bola bajo casa sombra y en sistema hidropónico. Tesis de Licenciatura en Ciencias Agropecuarias. Opción Suelos y Agua. Facultad de Agronomía-UAS.
- SAS Institute Inc. 2002. SAS versión 9 para Windows. Cary, NC, USA.
- SIAP. 2009. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. México.
- SIAP-SAGARPA. 2007. Producción agrícola. Ciclo: Cíclicos y Perennes 2008. Modalidad: Riego + Temporal. Resumen Cultivos. Sinaloa.
- SILLER J, MUY D, BÁEZ MA Y ALCANTARA M. 1998 características de calidad y vida de anaquel de frutos de tomate cv. FT-4413 cosechados en dos temporadas de producción. Informe Técnico. CIAD,A: Unidad Culiacán. Pp. 3-5.
- TERRY, AE, LEYVA A, HERNANDEZ A. 2005. Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Revista Colombiana de Biotecnología. 8(2):47-54.
- TRASAR, MC, LEIRÓS, MC Y GIL, F. 2000. Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European temperate-humid zone (Galicia, NW Spain): specific parameters. Soil Biology & Biochemistry 32: 747-755.
- VENEGAS VC. 1996. Fundamentos básicos de nutrición vegetal aplicados a la producción de tomate y otras hortalizas. En Seminario: Tecnologías para producir altos rendimientos y buena calidad en tomate y hortalizas. Mazatlán, Sin. Mex.

ESPECIES DE TISANÓPTEROS PRESENTES EN FLORES DE FRESA EN BACHIGUALATO, SINALOA.

Jesús Ramón Quintero-Arce¹, José Luis Corrales-Madrid¹, Pedro Sánchez-Peña¹, Sergio Hernández-Verdugo¹, Rey David Núñez-Cebreros¹, Saúl Parra-Terrazas¹, Manuel Villarreal-Romero, Roberto Johansen-Naime² y Aurea Mojica-Guzmán². ¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Carretera Culiacán-Eldorado km 17.5 Culiacán, Sinaloa. ²Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México. ramoncitoqa@hotmail.com

Palabras clave: *Fragaria x ananassa*, trips, taxonomía.

RESUMEN

La fresa en el Estado de Sinaloa no figura como un cultivo de importancia económica. Los agricultores de Bachigualato que la cultivan obtienen utilidades que les permite seguir sembrando y apoyando a personas que dependen de ellos para subsistir; además, hace falta más información sobre las plagas que afectan el desarrollo de la fresa en ese lugar. Los agricultores mencionan a la araña roja y a los trips como las plagas más importantes de la fresa. Recientemente se logró Información sobre la araña roja, y ahora fue necesario obtenerla también sobre los trips. A falta de bibliografía que ayude a entender la biología, hábitos y daños de los trips, se realizó este trabajo con el objetivo preliminar de identificar las especies de trips que dañan a la fresa en el Ejido Bachigualato, Sinaloa, México. El resultado fue que se identificó y confirmó la presencia de las siguientes especies de trips en flores de fresa: *Caliothrips phaseoli* (Hood), *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *F. salviae* (Moulton) y *F. spinosa* (Moulton).

ABSTRACT

The strawberry in Sinaloa State not appears as a crop of economic importance. The Farmers of Bachigualato that cultivate strawberry obtain utilities that allow them to continue sowing and supporting persons who depend on them to survive; in addition, it's necessary more information about the plagues that affect the strawberry development in that place. The farmers mention to the red spider mite and the trips as the most important plagues of the strawberry. Recently, information on the red spider mite was obtained, and now was necessary also to get it about the trips. For lack of bibliography that help to understand the biology, habits and damages of the trips, this work was made with the preliminary objective of identify the species of trips that damage to the strawberry in ejido Bachigualato, Sinaloa, México. The result was that recognized and confirmed the presence of the following species of trips in flowers of strawberry: *Caliothrips phaseoli* (Hood), *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *F. salviae* (Moulton) and *F. spinosa* (Moulton).

INTRODUCCIÓN

La fresa es de la familia Rosácea, subfamilia Rosídeas, tribu Potentillea, género *Fragaria* (Porter, 1961; Anónimo, 2007). Las variedades de fresa cultivadas comercialmente son por lo general híbridos, en especial *Fragaria x ananassa*, que ha reemplazado casi universalmente a la especie silvestre, por el tamaño superior de sus frutos. En los Estados Unidos de América la fresa se produce comercialmente en más de una docena de estados, ya que, California y Florida son responsables de la mayoría de las fresas producidas en ese país (Rao *et al.*, 2002). De acuerdo con el Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el principal estado productor de fresa en México es Michoacán, seguido de Baja California y Guanajuato. La producción de fresa en el país tuvo un incremento de cerca de 400 por ciento al registrar 2,402 toneladas en el ciclo otoño-invierno 2005-2006, avance significativo de 532 toneladas en comparación con lo cultivado en el periodo 2004-2005. Los productores de fresa del país sembraron en el ciclo Otoño-Invierno 2005-2006, alrededor de 3,346 hectáreas, lo que representó una variación superior de 24 por ciento con respecto a lo que se cultivó en el 2004-2005 (Anónimo, 2006). En el Bajío Guanajuatense se cultivan alrededor de dos mil hectáreas de fresa, con un

rendimiento promedio de 21 t ha⁻¹. En su mayor parte la producción se destina al mercado nacional (Salas *et al.*, 2006).

En Sinaloa se cultiva fresa en el ejido Bachigualato. La superficie sembrada no coincide con la registrada en los módulos de riego, debido a que son pequeñas superficies, pero no demerita los beneficios que este cultivo trae, al ocupar mucha mano de obra y recursos económicos desde el trasplante hasta su venta.

Maas (1998) indica que uno de los factores que limitan la producción de fresa es el ataque de plagas y, que entre las más comunes se encuentran: mosquita blanca (*Bemisia* spp.), chinche lygus (*Lygus lineolaris* Palisot de Beauvois, *Lygus hesperus* Knight y *Lygus elisus* Van Duzee), pulgones (*Aphis* spp. y *Chaetosiphon* sp.), trips (*Frankliniella* spp.), picudos (*Anthonomus signatus* Say), Chicharrita (*Empoasca fabae* Harris), gallina ciega (*Phyllophaga* spp., *Cyclocephala* spp., *Popillia* sp. y *Polyphylla* sp.), esqueletonizador (*Colapsis brunnea* Fabricius), araña ciclamina (*Phytonemus pallidus* Banks) y araña roja (*Tetranychus urticae* Koch).

Una de las plagas que limita la producción de fresas es *Frankliniella occidentalis* Pergande (Salas *et al.*, 2006; Maas, 1998). Maas (1998) menciona que el trips de las flores *Frankliniella tritici* (Fich), tiene forma de cigarro, es de color amarillo y mide 1.3 mm y, que en 1994 en el Norte de Florida alcanzaron niveles devastadores y redujeron campos de fresa significativamente. Muchos de los daños en fresa son causados por la alimentación de los trips en las flores, causan distorsión y dificultad en el crecimiento de la fruta y semillas; además, la fruta se torna de color bronceado. En Florida la especie principal de trips que causa daño a las fresas es *Frankliniella bispinosa* (Morgan). El trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) prevalece en los Estados Unidos de América, es generalmente más oscuro que *F. bispinosa*, pero raramente causa daños. Los Tisanópteros pertenecen al suborden Terebrantia, porque el último segmento abdominal raramente es tubular, la hembra siempre presenta un ovipositor en forma de sierra y las sedas del tergito X en el abdomen son subapicales y nunca se encuentran sobre una placa. La familia Thripidae tiene en los segmentos antenales III y IV, sensorias localizadas preapicalmente y pueden ser simples o bifurcadas (Stannard, 1968; Borror, 1989).

La familia Thripidae se divide en dos subfamilias que son Thripinae (Karny) y Heliiothripinae (Karny). La subfamilia Thripinae se caracteriza por que las venas anteriores del ala anterior no están fusionadas a la costa o presenta alas pequeñas, los segmentos antenales intermedios no son esclerosados y de forma vasiforme. En la subfamilia Heliiothripinae, la vena anterior del ala anterior, se fusiona a la costa en su tercio apical, los segmentos antenales III y IV son fuertemente vasiformes y el segmento terminal del estilo, extremadamente largo. El género *Caliothrips* se ubica dentro de la subfamilia Heliiothripinae y se caracteriza por que sus tarsos tienen un solo segmento. La subfamilia Thripinae se divide en tres tribus que son Dendrothripini, Sericothripini y Thripini. Dendrothripini tiene la metafurca grandemente alargada, sus tarsos tienen un segmento y las franjas de flecos del ala anterior casi siempre rectas. Sericothripini posee en el abdomen numerosas sedas y las sedas mediales abdominales estrechas y sus antenas de nueve segmentos. Thripini presenta en su abdomen numerosas microsedas extremadamente cortas, difíciles de ver y el juego de sedas mediales dorsales abdominales, estrechas o separadas, en esta tribu se ubica al género *Frankliniella*, que tiene en el protorax en la región anteromarginal y epimeral sedas largas y los tarsos tienen dos segmentos (Stannard, 1968).

Frankliniella occidentalis (Pergande) es una especie ampliamente distribuida en América del Norte (incluyendo Hawai y México). Otro factor importante, es que es una especie complejo con tres formas de coloración (como en el caso de *F. aurea* y *F. dubia*) lo que probablemente le permite mayor adaptabilidad en sus micro hábitats florales. La especie *F. occidentalis* (Pergande) es muy polífaga en su ecosistema natural y ha sido colectada en muchos cultivos de importancia agrícola como *Allium cepa* (cebolla), *Chrysanthemum morifolium* (crisantemo), *Dendranthemata grandiflora* cv. *Polaris* (crisantemo), *Cucurbita pepo* (calabaza), *Fragaria mexicana* (fresa), *Gossypium irsutum* (algodonero), *Helianthus annuus* (girasol), *Medicago sativa* (alfalfa), *Pyrus communis* (peral), *Pyrus malus* (manzana), *Rosa centifolia* (rosal) y *Zea mays* (maíz). (Johansen *et al.*, 1999).

Las características que presenta *Frankliniella occidentalis* (Pergande) son: tiene un peine posteromarginal completo e irregular en el tergito VIII, el diente medio raramente es más largo que la seda media discal, en el tergito VI presenta un par de sedas postoculares largas, tan gruesas como las sedas interoculares, sedas anteromarginal y anteroangular en el pronoto similarmente largas y segmentos antenales IV y V amarillos en la parte distal (Stannard, 1968).

Al igual que en muchas partes del mundo, en Sinaloa la fresa cultivada en el ejido Bachigualato y en el municipio de Ahome, es afectada en su desarrollo por plagas, mermando su producción. Las plagas que han observado los agricultores son: gallina ciega, mosquita blanca, gusanos, trips y ácaros. La plaga más importante del cultivo en estos lugares es la araña roja *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (Quintero *et al*, 2008), aunque los ejidatarios de Bachigualato también indican que tienen pérdidas por trips, los cuales ocasionan detrimento en el crecimiento de las plantas y malformaciones en los frutos.

OBJETIVO

Identificar y caracterizar las especies de tisanópteros que dañan a la fresa cultivada en el Ejido Bachigualato, Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch. cv Camarosa) del ejido Bachigualato, Sinaloa, el cual se localiza geográficamente entre 24°00' y 25°10' de latitud norte y desde 106°56" hasta 107°43" de longitud Oeste, a una altura de 60 m.s.n.m. (INEGI, 1997). El clima predominante es el seco caliente con lluvias en verano. La temperatura media anual oscila entre 21 y 24 °C; La región en estudio presenta un suelo que en base a la clasificación de la FAO/UNESCO es un entisol, y presenta las siguientes características químicas y físicas generales: pH neutro, textura franca, contenido de materia orgánica medianamente pobre, sin problema de sales, 1% de contenido de carbonato de calcio y capacidad de intercambio catiónico de rango medio. Según Google Harth, 2009, el Ejido Bachigualato se encuentra al Norte 24° 146' 49" y al Oeste 107° 28' 14".

Los muestreos se hicieron cada 15 días para evitar daños a los productores, los cuales iniciaron el 15 de marzo y concluyeron el 15 de mayo de 2005, que es cuando el cultivo de fresa termina su ciclo productivo. Se eligieron cinco lotes donde se aplicó el método de muestreo cinco de oros. En cada uno de los lotes y por cada punto de muestreo, se tomaron al azar seis flores en una longitud del surco de dos metros. Las flores se introdujeron en bolsitas de polietileno y se llevaron al laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa para ser procesadas.

Las flores colectadas se pasaron a una caja de Pétri que contenía alcohol al 70% y se buscaron los trips, se contaron y se depositaron en un frasco vial con alcohol al 70%. Para la identificación se hicieron montajes permanentes, que consistieron en sumergir los trips en alcohol a concentraciones de 70, 85 y 100%, durante 15 minutos en cada concentración. Posteriormente, en un portaobjetos se colocó una gota de bálsamo de Canadá sobre la cual se depositó un trips y con una aguja de disección se colocó ventralmente para extenderle patas y antenas y, enseguida se volteó en posición dorsal y se le extendieron las alas, para después colocar el cubreobjetos. Los montajes se dejaron secar durante dos semanas y después se etiquetaron y se identificaron con el uso de claves dicotómicas (Standard, 1968 y Moulton, 1948). Para corroborar las identificaciones, los montajes fueron enviados al Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con el Dr. Roberto Johansen Naime y la MC. Aurea Mojica Guzmán.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificó y confirmó la presencia de las siguientes especies de trips en flores de fresa: *Caliothrips phaseoli* (Hood), *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *F. salviae* (Moulton) y *F. spinosa* (Moulton).

Todos los tisanópteros encontrados son del suborden Terebrantia, por que el último segmento abdominal no es tubular, el ovipositor de las hembras siempre fue en forma de sierra y las sedas

del tergito X en el abdomen están localizadas preapicalmente. Además, son de la familia thripidae por que en los segmentos antenales III y IV tienen unas sensorias localizadas preapicalmente, las cuales son bifurcadas (Stannard, 1968; Borror, 1989).

Stannard (1968) indica que la familia Thripidae se divide en dos subfamilias: Thripinae (Karny) y Heliiothripinae (Karny). Los trips *Caliothrips phaseoli* (Hood) que se encontraron en el presente estudio se ubican dentro de la subfamilia Heliiothripinae, porque la vena anterior del ala anterior se fusiona a la costa en su tercio apical, los segmentos antenales III y IV son fuertemente vasiformes y el segmento terminal del estilo es largo y, pertenecen al género *Caliotrips* porque sus tarsos son unisegmentados. Las características morfológicas de *C. phaseoli* (Hood), según Stannard (1968), son las que se indican a continuación y las cuales coincidieron con las observadas. La cabeza es de color café amarillento en la base y anteriormente volviéndose amarillenta. Las patas son de color castaño excepto cada uno de los fémures en ambas extremidades y todos los tarsos, los cuales son de color amarillo. El primer segmento de la antena es pálido en la base y castaño apicalmente; segundo, sexto, séptimo y octavo, castaños; tercero, cuarto y quinto, amarillo pálido en su base y castaños apicalmente. Las alas anteriores son claras, con bandas de color castaño; una en el extremo basal, otra notablemente más ancha en la mitad y una más en el ápice, las sedas son oscuras en la región de las bandas de color castaño y en las áreas claras las sedas son de color blanco amarillento. Todas las sedas del cuerpo son de color amarillo claro. La cabeza es más ancha que larga, el contorno de las genas tiene una ligera depresión, la superficie dorsal cuenta con reticulaciones hexagonales alargadas y subdivididas por finas líneas, excepto en la parte ventral que es más o menos lisa. El Triangulo ocelar esta ubicado entre la mitad anterior y el margen posterior de los ojos. Las sedas interocelar y postocular están bien desarrolladas, aunque difíciles de ver por su color pálido. El cono bucal es casi tan largo como la longitud dorsal de la cabeza, y bruscamente redondeado. Los palpos maxilares tienen dos segmentos y los labiales sólo un segmento. El primer segmento de la antena es cuadrado, el segundo ovoide y ampliamente pedicelado, el tercero y el cuarto basiformes, cada uno con un cono sensorial bifurcado; el quinto clavado, el sexto en forma de vasija, el séptimo tubular, y el octavo largo y delgado. El protórax es casi tan largo como la cabeza, la superficie dorsal tiene reticulaciones trasversales que están subdivididas por líneas finas, excepto por pocas reticulaciones claras en los lados, con algunas sedas esparcidas y poco desarrolladas. El pterotórax, parte del cuerpo más ancha, es ovoide. El metascuto es hexagonalmente reticulado, con las reticulaciones de la región media subdivididas por finas líneas. Alas anteriores sin ninguna seda agrandada, especialmente en la vena. La patas son moderadamente delgadas, con tarsos unisegmentados. El abdomen tiene terguitos que llevan líneas trasversales en los lados, pero no hexagonalmente reticulados. Solamente la porción del extremo lateral del octavo segmento abdominal tiene proyecciones dentadas y, el décimo terguito abdominal esta dividido débilmente cerca del extremo del ápice.

Los trips *Frankliniella* spp., que también fueron encontrados en el presente estudio, coinciden con las características de la subfamilia Thripinae ya que la vena anterior del ala anterior no está fusionada a la costa, los segmentos antenales intermedios no son esclerosados ni de forma vasiforme. En las claves de Stannard (1968) se cita que la subfamilia Thripinae se divide en tres tribus, donde la tribu Thripini se caracteriza por presentar numerosas microsedas extremadamente cortas en el abdomen, difíciles de ver y, el juego de sedas mediales dorsales abdominales, son estrechas o separadas. Dichas características corresponden al género *Frankliniella*. Además, pertenecen a este género porque también tienen sedas largas en las regiones anteromarginal y epimeral del protorax y sus tarsos tienen dos segmentos.

Entre las especies de trips se distinguió a *Frankliniella occidentalis* (Pergande), porque tiene la cabeza aplanada en su parte frontal y débilmente angular entre las bases de las antenas; las genas son ligeramente arqueadas pero no son estrechas en su parte posterior. Dichas características, según Moulton (1948), pertenecen al grupo Intonsa, serie Intonsa. Además, se observó que el terguito VIII tenía un peine posteromarginal completo e irregular y el diente medio era más corto que la seda media discal. El terguito VI presentó un par de sedas postoculares largas, tan gruesas como las sedas interocelares, mientras que las sedas anteromarginal y anteroangular en el pronoto son similarmente largas. Estas son características similares a las

indicadas por Stannard (1968), pero también similares a las descritas por Moulton (1948), que indican que la distancia entre los ocelos posteriores es dos veces el diámetro del tercer segmento antenal, 48/50; VII 10; VIII 13 micrones; el octavo tergito abdominal no tiene peine o éste es extremadamente débil y sólo visible de lado. Los estados inmaduros son de color amarillento claro. El tórax es ligeramente anaranjado, cada tergito cuenta con líneas negras alargadas en el margen anterior o pueden tener bandas de color gris intenso en la parte media; patas coloreadas como la cabeza, segmento antenal I de igual color al de la cabeza, el segmento antenal II café amarillento, mientras que del III al V son amarillos, mostrando un café sombreado en las porciones apicales o sólo el extremo apical del V segmento antenal y del VI al VIII de color café grisáceo. Los segmentos de 1 a 2 mm de longitud.

También se encontró a *Frankliniella spinosa* (Moulton). Estos trips igualmente pertenecen al grupo Intonsa, serie Intonsa. En esta especie el macho es coloreado como la hembra, pero con porciones de la antena oscurecidas ligeramente; el terguito VIII tiene peine como en la hembra; el terguito IX posee el par de sedas mediales cortas y el par de sedas mediales laterales largas y, todas las sedas son de color amarillo claro (Moulton, 1948). El mismo autor indica que dicha especie usualmente es encontrada en maíz y en hojas de caña de azúcar, lo cual podría explicar por qué se le encontró en las flores de fresa, ya que en la zona de estudio se cultiva mucho maíz y caña de azúcar.

Otro trips identificado dentro del mismo género fue la nueva especie *Frankliniella salviae* (Moulton). Este trips tiene el segundo segmento antenal grueso en el lado dorsal hasta la punta y está proyectado sobre la base del tercero, además tiene dos sedas apicales claras y por ello pertenece al grupo Tritici-cephalica, serie Cephalica. Otras características observadas en la cabeza y tórax es el color café dorado brillante, pterotórax con un sombreado anaranjado, abdomen de color café, patas de color amarillo con los márgenes de los fémures sombreados longitudinalmente, las alas anteriores uniformemente de color café, las antenas con sólo el segmento III de color café oscuro y la parte basal del IV segmento antenal de color amarillo claro y el extremo basal del V, amarillo brillante. La longitud de *F. salviae* n. sp. Moulton es de 1.47 mm. Asimismo, la longitud de los segmentos antenales III: 50 μ , IV: 50 μ , V: 33 μ , VI: 46 μ , VII: 10 μ y VIII: 13 μ . Con un intervalo entre las dos sedas interocelares de 23 μ . La longitud de las sedas mayores en la cabeza: interocelares, 50 μ y postoculares, 40 μ ; en el protórax: anteromarginales, 60 μ , anteroangulares, 60 μ , angulares posteriores internas, 70 μ , externas, 73 μ ; y en el tergito IX: medial 123 μ y media lateral, 116 μ . Seda anterior marginal del protórax con dos sedas menores entre las sedas anteromarginales. Tergito VIII con peine. Con respecto a las sedas del ala anterior, la vena anterior tiene 18 sedas y la vena posterior con 14 sedas (Moulton, 1948).

Finalmente, entre los trips occidentales de las flores, probablemente se encuentren *Frankliniella occidentalis* f. *bicolor* (Pergande) y *Frankliniella occidentalis* f. *maculata* (Pergande); aunque estas subespecies todavía se están caracterizando.

CONCLUSIÓN

Entre los trips colectados de flores de fresa en cultivos comerciales del ejido Bachigualato, Sinaloa, se identificaron las siguientes especies: *Caliothrips phaseoli* (Hood), *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Frankliniella spinosa* (Moulton) y *Frankliniella salviae* n. sp. Moulton.

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 2006. Crece la producción de fresa en un 400 por ciento en Michoacán. (En línea). Disponible en <http://www.mimorelia.com/vernota.php?id=17265>. (Revisado el 1 de junio de 2007).
- Anónimo. 2007. Cultivo de la frutilla o fresa. (En línea). Disponible en <http://www.proexant.org.ec/Manual-frutilla.html>. (Revisado el 1 de junio de 2007).
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn and N. F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insect. Sixth Ed. Universidad de Ohio. USA. 875 p.
- Bryan, D. E. and R. F. Smith. 1956. The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California

- Google Earth, 2009. INEGI. NASA. Europa Technologies, Digital Globe (En línea). Disponible en <http://maps.google.es/maps?ll=24.781355,-107.47407&z=16&t=h&hl=es> (Revisado el 13 de septiembre del 2009).
- (Thysanóptera: Thripidae). University of California. Press Berkeley and the Angeles. USA.
- INEGI. 1997. Cuaderno Estadístico Municipal de Culiacán, Sinaloa. INEGI. México.
- Johansen-Naime, R., A. Mojica-Guzmán y G. Ascensión-Betanzos. 1999. Introducción al conocimiento de los insectos Tisanópteros mexicanos en el aguacatero (*Persea americana* Miller). Instituto de Biología, UNAM. (En línea) Disponible en <http://www.abocadosource.com/WAC4/WAC4-p279.HTM>. (Revisado el 9 de septiembre de 2009).
- Moulton, D. 1948. The genus *Frankliniella* Karny with keys for the determination of species (Thysanoptera). Revista de Entomología, 19 (1-2): 35-114.
- Maas, J. L. 1998. Compendium of strawberry diseases. The American Phytopathological Society. St. Paul Minnesota, USA. 98 p.
- Porter, C. L. 1961. Taxonomy of flowering plants. University of Wyoming. W. H. Freeman and Company. San Francisco. USA. Second Edition. Pp 280-286.
- Quintero-Arce, J. R., J. L. Corrales-Madrid, P. Sánchez-Peña, S. Hernández-Verdugo, F. Ayala-Tafoya, S. Parra-Terrazas y M. Villarreal-Romero. 2008. Identificación, distribución y abundancia de ácaros que dañan fresa en el ejido Bachigualato, Sinaloa. Entomología Mexicana, 7: 38-43.
- Rao, S. y C. Welter. 2002. Manejo de insectos plaga en fresas. (En línea). Disponible en <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/RaoSp.htm> (Revisado el 31 de octubre de 2002).
- Salas-Araiza, M. D., E. Salazar-Solís, A. Arévalo-Centeno, M. E. Mendoza-Ramírez, O. Martínez-Jaime y G. Montesinos-Silvas. 2006. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. Congreso Nacional de Entomología. p. 741.
- Stannard, L. J. 1968. The Thrips, or Thysanoptera, of Illinois. Illinois Natural History Survey Bulletin 29 (4): 215-552.

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA CHALCONA ISOMERASA, ASCORBATO PEROXIDASA, SUPERÓXIDO DISMUTASA Y PROTEASA EN NOCHEBUENA (*EUPHORBIA PULCHERRIMA* WILLD.) EXPUESTA A BAJA TEMPERATURA

Alejandro M. García-López¹, Ma. Teresa Colinas-León², Irán Alia-Tejaca³, Manuel Cruz-Villegas¹, Jesús Santillano-Cázares¹, Juan F. Ponce-Medina¹, Edwin G. Caballero-Montes⁴. ¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, C.P. 21705, B. C. ²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. Mex- Texcoco km 38.5 Chapingo, Edo. Mex. C.P. 56230. ³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, C.P. 62209, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. ⁴Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, Carr. Culiacán-Eldorado km 17.5 C.P. 80000, Culiacán, Sinaloa. amgarcial@yahoo.com.mx.

Palabras clave: Nochebuena, daño por frío, actividad enzimática.

RESUMEN

Se evaluaron tres cultivares de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd), Red Elf, Cinnamon Star y Da Vinci fueron expuestos a 0, 2, 7 °C (96% HR) y ambiente (23 °C; 50% HR) por 72 horas con el objetivo de evaluar los cambios en la actividad enzimática de la chalcona isomerasa (E.C. 5.5.1.6), ascorbato peroxidasa (E.C. 1.11.1.11), superóxido dismutasa (E.C. 1.15.1.1) y actividad enzimática de la proteasa (E.C. 3.4.21.19) y después bajo condiciones de invernadero. La actividad enzimática de la chalcona isomerasa fue mayormente afectada a 0 y 2 °C. La ascorbato peroxidasa y superóxido dismutasa disminuyeron su actividad como resultado de las bajas temperaturas. El bajo nivel de estrés oxidativo como respuesta a las bajas temperaturas sugiere mayor tolerancia oxidativa de los cultivares. La actividad de la proteasa fue afectada principalmente a 0 °C. Los cultivares Cinnamon Star y Da Vinci fueron los más susceptibles a daño por frío.

ABSTRACT

Three cultivars of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd), Red Elf, Cinnamon Star and Da Vinci were exposed to 0, 2, 7 °C (96% RH) and environment control (23 °C; 50% RH) for 72 hours with the objective of evaluate changes in chalcone isomerase (E.C. 5.5.1.6), ascorbate peroxidase (E.C. 1.11.1.11), superoxide dismutase (E.C. 1.15.1.1) and protease (E.C. 3.4.21.19) enzymatic activities and then under greenhouse conditions and management. Chalcone isomerase enzymatic activity was higher at 0 and 2 °C. Ascorbate peroxidase and superoxide dismutase enzymatic activities decrease as result to low temperature. Low level of oxidative stress as response to low temperature suggests an oxidative tolerance of the cultivars. Protease activity was mainly affected to 0 °C. Poinsettia cultivars Cinnamon Star and Da Vinci were the most susceptible to chilling injury.

INTRODUCCIÓN

La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) es una especie sensible a bajas temperaturas, los brotes son los más susceptibles. La temperatura mínima para el desarrollo de sus funciones es de 16 °C, aunque a 13 °C se inicia una clorosis (Ecke *et al.*, 2004). En general las bajas temperaturas retrasan el crecimiento de las plantas, alteran la programación del cultivo y disminuye su calidad. Cuando se inicia el daño por frío se presenta la respuesta primaria inducida por temperaturas críticas de daño por frío, donde a nivel de la membrana celular se presenta una fase física de transición de cristal-líquido flexible a una estructura de gel sólido (Wang, 1982). La inducción por frío en la ruta de los flavonoides es interesante dado su posible papel en la protección contra el estrés por frío. Una baja temperatura puede incrementar el nivel de las especies reactivas de oxígeno (EROs) (Prasad, 1996) a partir de sub-productos de la fotosíntesis y el proceso de respiración (Apel y Hirt, 2004). Los niveles de especies reactivas de oxígeno resultantes de la baja temperatura o de otros tipos de estrés abiótico son tóxicos y llevan a la muerte celular. Se ha propuesto que los flavonoides inducidos por una baja temperatura sirven como antioxidantes contra las EROs (Prasad, 1996). Además el contenido de flavonoides se ha correlacionado con la

resistencia al escarchamiento en hojas de *Rhododendron* (Swiderski *et al.*, 2004). Genes de inducción por frío que codifican para enzimas de los flavonoides se han correlacionado con la tolerancia al congelamiento en *Arabidopsis* (Hannah *et al.*, 2006). Algunas investigaciones han propuesto la posibilidad de que el daño por frío en plantas puede estar asociado a la muerte celular programada (Yung *et al.*, 1996; Wu *et al.*, 1997). Esta maquinaria depende de la familia de proteasas que tienen cisteína en su sitio receptor y une sus proteínas blanco en ácidos aspárticos específicos, por lo tanto son llamadas *caspasas*. Las caspasas son sintetizadas en las células como precursores inactivos o procaspasas, dando como resultado una amplificación de la cascada proteolítica. Por ejemplo, algunas caspasas se unen a láminas nucleares y causan daño irreversible, otras se unen a proteínas que normalmente degradan enzimas de ADN en una forma activa, liberando la ADNasa que corta el ADN, por lo tanto, la célula se auto destruye rápidamente (Palavan-Unsal *et al.*, 2005).

OBJETIVO

El objetivo de esta investigación fue evaluar los cambios en la actividad enzimática de la chalcona isomerasa como indicador de daño por frío, así como la de la ascorbato peroxidasa y superóxido dismutasa y actividad de la proteasa en tres cultivares de nochebuena bajo diferentes temperaturas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron esquejes de tres cultivares de nochebuena: Red Elf, Cinnamon Star y Da Vinci, adquiridos en la empresa PLANTEC, en Puente de Ixtla, Morelos. Los esquejes se transportaron a invernaderos del Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia en la Universidad Autónoma Chapingo (14.6°C, 61.6% HR y 19° 31' LN y 19° 53' LO; 2310 msnm). El 24 de julio del 2007 se trasplantaron en macetas de 15.2 cm de diámetro, con un sustrato compuesto por una mezcla de polvo de coco/tepojal (piedra pómez)/composta en proporciones de 40:40:20; adicionalmente, se agregaron 3 kg de Osmocote® (14-14-14) por cada metro cúbico de sustrato. El día de trasplante se aplicó un riego a saturación del suelo. Un día después del trasplante se eliminó el ápice de la planta y se dejaron, entre 5 y 7 yemas por planta.

El manejo del cultivo se realizó de acuerdo con Martínez (1995), y al inicio del experimento se utilizó el fertilizante soluble Peters Professional Poinsettia Peat-Lite Special® (15 N-05 P-25K) a dosis de 2 g L⁻¹, dos veces por semana; esta aplicación se alternó con otra de 2 g L⁻¹ de nitrato de calcio aplicada en el riego. Las plantas fueron cubiertas con un plástico negro de las 18:00 a las 8:00 horas, a partir del 19 de septiembre del 2007 y hasta el 7 de noviembre del 2007, para inducir la floración y la pigmentación de las brácteas (Ecke *et al.*, 2004).

El 18 de septiembre del 2007 se tomaron plantas de los cultivares sin inducción floral en maceta y se almacenaron a 0, 2 y 7 °C (96% HR) y 25 °C (laboratorio, 50%HR; como testigo), con tiempo de exposición de 72 horas (tres días) para las temperaturas de almacenamiento en cámara fría. Antes de exponer las plantas a cualquier temperatura se realizó un muestreo inicial (17 de septiembre del 2007) a los cultivares para realizar las diferentes determinaciones y así contar con un punto de referencia para poder determinar el efecto del tratamiento a baja temperatura en los cultivares después de la exposición. Se utilizaron seis plantas de cada cultivar, en donde una planta completa se consideró como unidad experimental. Una vez que se realizó el tratamiento respectivo a los diversos cultivares nuevamente se hizo un muestreo al día siguiente (21 de septiembre del 2007) y 52 días después (12 de noviembre del 2007) considerada la fecha comercial se realizó el muestreo final con cuatro repeticiones de los cultivares. Las plantas bajo condiciones y manejo de invernadero fueron llevadas inmediatamente que salieron de su temperatura de exposición al Laboratorio de Usos Múltiples del Departamento de Fitotecnia donde se realizaron las determinaciones que se señalan a continuación.

Actividad enzimática de la chalcona isomerasa (E.C. 5.5.1.6)

Se determinó usando 0.05 g de polvo de acetona mezclado en un homogenizador de tejidos con 2 mL de amortiguador fosfato 100 mM (pH 7.5) frío y 1.4 mM de 2-mercaptoetanol (Sigma). La mezcla se centrifugó a 25 000 x g por 20 min a 4 °C, utilizando el sobrenadante para el ensayo enzimático. Para el ensayo se tomaron primero 500 µL de amortiguador fosfato 100 mM (pH 7.5) conteniendo 10 mM de KCN (J.T. Baker) y 10 mM de etilenglicol monometil eter (Sigma), se

agregaron 10 μL del sobrenadante y 200 μL de 4,2',4'-trihidroxi chalcona 18 μM como sustrato (nombre comercial: Isoliquiritigenin, Indofine Chemicals). La reacción se comenzó a medir con la adición del sustrato, donde disminuyó el cambio de absorbancia a 390 nm a los 20 s. La actividad se determinó dividiendo el cambio de la absorbancia (ΔAbs_{390}) entre su coeficiente de extinción ($\epsilon_{390} = 29\,400\text{ M}^{-1}\text{ cm}^{-1}$). Una unidad de actividad enzimática (U g^{-1} peso fresco) se define como la ciclización intramolecular de 4,2',4'-trihidroxi chalcona (1 μM) en 7,4'-dihidroxi flavanona en un min bajo condiciones de ensayo (23 °C). Para lo anterior se usó la metodología de Dong *et al.* (1998), con algunas modificaciones.

Actividad enzimática de la proteasa (E.C. 3.4.21.19)

La enzima se extrajo según Parida *et al.* (2004). Se tomó 0.05 g de polvo de acetona y se mezcló con tres mL de amortiguador Tris·Cl (100 mM, pH 8.0) conteniendo 10 mM de cloruro de calcio 2-hidrato (J.T. Baker) en un homogenizador de tejidos. Posteriormente se centrifugó a 20 000 $\times g$ a 4 °C durante 20 min y el sobrenadante se utilizó para el ensayo enzimático. La mezcla de reacción para el ensayo consistió en la siguiente mezcla: 950 μL de amortiguador Tris·Cl 100 mM (pH 8.0) conteniendo 10 mM de cloruro de calcio 2-hidrato más 40 μL de solución con sustrato (*N*-Succinyl-Ala-Ala-Pro-Phe-*p*-nitroanilida; Sigma), 5 mM (esta solución debe mantenerse en hielo para evitar autólisis) y 10 μL adicionales de sobrenadante. Inmediatamente se registró el incremento en la absorbancia a 410 nm por 1 min. La actividad se determinó dividiendo el cambio de la absorbancia (ΔAbs_{410}) a 410 nm entre su coeficiente de extinción ($\epsilon_{410} = 8480\text{ M}^{-1}\text{ cm}^{-1}$). Una unidad (U g^{-1} peso fresco) de actividad enzimática se define como 1 μM de *N*-Succinyl-Ala-Ala-Pro-Phe-*p*-nitroanilida hidrolizada en un min bajo condiciones de ensayo (23 °C). Para lo anterior se usó la metodología de Kristjansson (2005).

Actividad enzimática de la ascorbato peroxidasa (E.C. 1.11.1.11)

La enzima se extrajo con el método descrito por Kuk *et al.* (2003) que consistió en mezclar 0.05 g de polvo de acetona con 5 mL de amortiguador fosfato de potasio 100 mM (pH 7.5) frío, conteniendo 2 mM de EDTA (Sigma), 5 mM de ascorbato de sodio (Sigma), 1% (p/v) de polivinil pirrolidona (Sigma) y 1 mM de PMSF (fenilmetilsulfonil fluoride) (Sigma), se mezcló en un homogenizador de tejidos durante 50 s. Posteriormente se centrifugó a 15 000 $\times g$ por 20 min a 4 °C. El sobrenadante se utilizó para el ensayo enzimático. El ensayo se realizó siguiendo la metodología utilizada por Mandelman *et al.* (1998), con algunas modificaciones; la mezcla de reacción para el ensayo consistió en 1.9 mL de amortiguador fosfato de potasio (50 mM, pH 7.0), 10 μL de sobrenadante, 10 μL de ascorbato de sodio 1 mM (Sigma) y 10 μL de H_2O_2 9 mM (Sigma). La oxidación del ascorbato fue monitoreada al agregarse el H_2O_2 con una disminución de la lectura de absorbancia a 290 nm en luz UV. La actividad se determinó dividiendo el cambio de la absorbancia (ΔAbs_{290}) entre su coeficiente de extinción ($\epsilon_{290} = 2.8\text{ mM}^{-1}\text{ cm}^{-1}$). Una unidad de actividad enzimática (U g^{-1} peso fresco) es definida como 1 μM de ascorbato oxidado en un min bajo condiciones de ensayo (23 °C).

Actividad enzimática de la superóxido dismutasa (E.C. 1.15.1.1)

Se extrajo con el método descrito por Bonnet *et al.* (2000), el cual consistió en que a partir de 0.05 g de polvo de acetona se mezcló con 5 mL de amortiguador fosfato de potasio 100 mM (pH 7.8) en un homogenizador de tejidos durante 50 segundos. Posteriormente se centrifugó a 17 000 $\times g$ por 20 min a 4 °C. El sobrenadante se utilizó para el ensayo enzimático. Se siguió la metodología utilizada por Beyer y Fridovich (1987), en donde se propone la siguiente mezcla de reacción: 27 mL de amortiguador fosfato 50 mM (pH 7.8), conteniendo 0.1 mM de EDTA, 1.5 mL de L-metionina (Sigma), 1 mL de nitro blue tetrazolium (Sigma) y 0.75 mL de triton X-100 al 1% (Sigma). A tres mL de esta mezcla de reacción se le adicionó 0.03 mL de riboflavina (Sigma) y 0.5 mL del sobrenadante. La mezcla se iluminó por 7 min con lámparas de luz fluorescente de 20 W GroLux, y después de transcurrido el tiempo se determinó la absorbancia a 560 nm. La formación de nitro blue tetrazolium formazan debida al incremento en la absorbancia fue la velocidad de reacción; la absorbancia en ausencia de SOD y en presencia de varias cantidades de SOD fue utilizada para determinar el número de unidades mL^{-1} de SOD en la solución. Unidad (U g^{-1} peso fresco) de SOD es igual a la cantidad de sobrenadante que fotoinhibe el 50% de la formación de nitro blue

tetrazolium formazan. Todo esto se realizó bajo condiciones de temperatura ambiente y en oscuridad.

Diseño experimental

El diseño fue completamente al azar con arreglo de tratamientos factorial, donde los factores fueron: Temperaturas de exposición (cuatro niveles: 25 °, 7, 2 y 0 °C) y cultivares (tres niveles: Red Elf, Cinammon Star y Da Vinci). Los datos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Se utilizó el paquete estadístico SAS versión 8.0 (SAS, Institute Inc., 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad enzimática de la chalcona isomerasa (CHI) y proteasa.

La actividad de esta enzima fue afectada significativamente por la temperatura de exposición (T) después del tratamiento ($p \leq 0.05$), de igual manera que el factor cultivar (C); además la interacción T x C no fue significativa en ninguna fecha de muestreo (Cuadro 1). De manera general, la tendencia en todas las temperaturas de exposición a frío después del tratamiento fue similar, incrementándose gradualmente según a la temperatura que se colocaron los cultivares. A menor temperatura de exposición a frío se observó una mayor actividad enzimática, mostrando diferencia significativa entre las mismas ($p \leq 0.05$) después del tratamiento de exposición a frío y en la fecha comercial (muestreo final). Las hojas de las plantas expuestas a 0 °C mostraron una actividad casi 15 veces mayor que bajo condiciones de ambiente. Numerosos genes agrupados bajo procesos de biosíntesis de los fenilpropanoides/flavonoides son inducidos por tratamiento de frío. Siete genes inducidos por frío codifican para enzimas clave en los pasos principales en la ruta biosintética de los flavonoides, dentro de ellas se encuentra la CHI (Mehrtens *et al.*, 2005). Un aumento, al final del estudio no significa que la actividad enzimática sea representativa de daño por frío, sino que la CHI es parte esencial de la biosíntesis de la flavanona (precursor de los pigmentos florales) y enzima clave en la formación de antocianinas (Jez y Noel, 2002). Por su parte, los cultivares con colores veteados, bronce o bicolor contienen mayor cantidad de flavonoles, pero esto no significa que la actividad enzimática no regule o actúe en la biosíntesis de éstos (Li *et al.*, 2002).

La actividad de la proteasa fue afectada significativamente por la temperatura de exposición (T) después del tratamiento ($p \leq 0.05$), de igual manera que el factor cultivar (C); además la interacción T x C fue significativa al final del estudio (Cuadro 1). De manera general, la tendencia en todas las temperaturas de exposición a frío después del tratamiento fue similar, incrementándose gradualmente según la temperatura que se colocaron los cultivares. A menor temperatura de exposición a frío se observó una mayor actividad enzimática, mostrando diferencia significativa entre las mismas ($p \leq 0.05$). Ya en la fecha comercial (muestreo final) los cultivares bajo 2 °C disminuyeron su actividad enzimática. El cv. Da Vinci presentó una mayor actividad que el resto de los cvs. después del tratamiento de frío respectivo. La interacción T x C se presentó en el muestreo final, ya que las plantas fueron sometidas a baja temperatura y regresadas a condiciones y manejo de invernadero, esto indica que la actividad enzimática fue afectada por estos factores. Las proteasas hidrolizan proteínas por medio de la adición de agua entre los enlaces peptídicos, además catalizan la síntesis de péptidos en solventes orgánicos y en solventes con bajo contenido hídrico (Beg *et al.*, 2003). La sensibilidad al daño por frío de una planta puede deberse a la habilidad de algunas especies a aclimatarse al daño, influenciada por el tiempo y aparición del daño ultraestructural y dando como resultado, bajo, moderado o severo (Kratsch y Wise, 2000).

Actividad enzimática de la ascorbato peroxidasa (APX) y superóxido dismutasa (SOD).

La actividad enzimática fue afectada significativamente por la temperatura de exposición (T) después del tratamiento y al final del estudio ($p \leq 0.05$), de igual manera que para el factor cultivar (C); además la interacción T x C fue significativa en dichas fechas de muestreo (Cuadro 2). De manera general, la tendencia en todas las temperaturas de exposición a frío después del tratamiento fue similar, incrementándose solamente a 7 °C. A menor temperatura de exposición a frío se observó una menor actividad enzimática, mostrando diferencia significativa entre las mismas

($p \leq 0.05$) después del tratamiento de exposición a frío y en la fecha comercial (muestreo final). La actividad enzimática de la APX disminuyó, mostrando diferencia significativa ($p \leq 0.05$) siendo el cv. Cinnamon Star el que tuvo el valor mayor actividad que el resto de los cvs. En la fecha comercial (muestreo final), los cvs Da Vinci y Cinnamon Star tuvieron una ligera disminución con respecto a las otras fechas de muestreo, por el contrario Red Elf aumentó ligeramente la actividad enzimática de la APX. La interacción T x C se presentó una vez que las plantas salieron de la exposición a baja temperatura y en el muestreo final, esto indica que la actividad enzimática de la APX fue afectada por la temperatura del invernadero y/o por el manejo del cultivo al que fueron sometidos los cvs. Una baja actividad de la APX y catalasa en varias especies expuestas a estrés por frío muestran una tolerancia oxidativa o aclimatación en las mismas (Kuk *et al.*, 2003).

La actividad enzimática de la SOD fue afectada significativamente por la temperatura de exposición (T) al final del estudio ($p \leq 0.05$), de igual manera que para el factor cultivar (C) en todas las fecha de muestreo; por otro lado la interacción T x C no fue significativa (Cuadro 2). De manera general, la tendencia en todas las temperaturas de exposición a frío después del tratamiento fue similar. De la misma manera que para la APX, la exposición a una baja temperatura se observó una menor actividad enzimática de la SOD, mostrando diferencia significativa entre las mismas ($p \leq 0.05$) al final del estudio (muestreo final). Después de la exposición a bajas temperaturas las plantas de los cultivares, la actividad enzimática disminuyó, mostrando diferencia significativa ($p \leq 0.05$) siendo el cv. Cinnamon Star el que tuvo el valor mayor actividad que el resto de los cvs. En la fecha comercial (muestreo final), los cvs tuvieron una ligera disminución con respecto a las otras fechas de muestreo. De la misma manera que la APX, la SOD está asociada con la tolerancia al estrés porque neutraliza la reactividad del O_2^- el cual es sobre producido bajo dicha circunstancia (Bowler *et al.*, 1994). En un estudio realizado con plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de daño por frío se encontró que una baja actividad de enzimas oxidativas muestran una tolerancia oxidativa, además de ofrecer una protección para aclimatarse a la exposición de baja temperatura (Kuk *et al.*, 2003).

CONCLUSIONES

Los cultivares de nochebuena evaluados son tolerantes y pueden aclimatarse a las bajas temperaturas. El bajo nivel oxidativo que presentan los cultivares ofrece una protección en esas condiciones. La exposición de las plantas a bajas temperaturas incrementa la actividad de la chalcona isomerasa y proteasa.

LITERATURA CITADA

- Apel K., and H. Hirt. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative-stress and signaling transduction. *Annual Review of Plant Biology* 55:373-399.
- Beg Q., V. Sahai, and R. Gupta. 2003. Statistical media optimization and alkaline protease production from *Bacillus mojavensis* in bioreactor. *Process Biochemistry* 39.
- Bonnet M., O. Camares, and P. Veisseire. 2000. Effects of zinc and influence of *Acremonium lolii* on growth parameters, chlorophyll a fluorescence and antioxidant enzyme activities of ryegrass (*Lolium perenne* L. cv Apollo). *Journal of Experimental Botany* 346:945-953.
- Bowler C., W. Van Camp, M. Van Montagu, and D. Inzé. 1994. Superoxide dismutases in plants. *Critical Reviews in Plant Science* 13:199-218.
- Dong Yi-Hu, L. Beuning, K. Davies, D. Mitra, B. Morris, and A. Kootstra. 1998. Expression of pigmentation genes and photo-regulation of anthocyanin biosynthesis in developing Royal Gala apple flowers. *Australian Journal of Plant Physiology* 25:245-252.
- Ecke P., J. Faust, A. Higgins, and J. Williams. 2004. The Ecke Poinsettia Manual. Ball Publishing. Batavia, Illinois. USA. 287 p.
- Hannah M. A., D. Wiese, S. Freund, O. Fiehn, A. Heyer, and D. Hinch. 2006. Natural genetic variation of freezing tolerance in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 142:98-112.
- Jez J. M., and J. Noel. 2002. Reaction mechanism of chalcone isomerase. *Journal of Biological Chemistry* 277:1361-1369.

- Kratsch H. A., and R. R. Wise. 2000. The ultrastructure of chilling stress. *Plant, Cell and Environment* 23:337-350.
- Kristjansson M. 2005. Proteolytic Enzymes: Activity Measurements of Proteinases Using Synthetic Substrates. In: Handbook of Food Analytical Chemistry: Water, Proteins, Enzymes, Lipids and Carbohydrates. Wrolstad R., T. Acree, E. Decker, M. Penner, D. Reid, S. Schwartz, E. Shoemaker, D. Smith and P. Sporns (eds.). Wiley & Sons. USA. pp. 349-357.
- Kuk Y., J. Shin, N. Burgos, T. Hwang, O. Han, H. Cho, S. Jung, and J. Guh. 2003. Antioxidative enzymes offer protection from chilling damage in rice plants. *Crop Science* 43:2109-2117.
- Li Z., H. Gemma, and S. Iwahori. 2002. Stimulation of 'Fuji' apple skin color by ethephon and phosphorus-calcium mixed compounds in relation to flavonoid synthesis. *Scientia Horticulturae* 94:193-199.
- Mandelman D., F. Schwarz, H. Li, and T. Poulos. 1998. The role of quaternary interactions of stability and activity of ascorbate peroxidase. *Protein Science* 7:2089-2098.
- Martínez M. 1995. Manual Práctico de Producción de Nochebuena. Consultoría OASIS. Morelos, México. 87 p.
- Mehrtens F., H. Kranz, P. Bednarek, and B. Weisshaar. 2005. The *Arabidopsis* transcription factor MYB12 as a flavonol-specific regulator of phenylpropanoid biosynthesis. *Plant Physiology* 138:1083-1096.
- Palavan-Unsal N., B. Elif-Damla, and A. T. Mehmet. 2005. Programmed cell death in plants. *Journal of Cell and Molecular Biology* 4:9-23.
- Parida K. A., A. Das, B. Mitra, and P. Mohanty. 2004. Salt-stress induced alterations in protein profile and protease activity in Mangrove *Bruguiera parviflora*. *Zeitschrift für Naturforschung* 59:408-414.
- Prasad T.K. 1996. Mechanisms of chilling-induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings: changes in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids, and protease activities. *Plant Journal* 10:1017-1026.
- SAS. 2002. SAS Procedures Guide Version 9.0. SAS Institute. Cary, North Carolina, USA.
- Swiderski A., P. Muras, and H. Kolozek. 2004. Flavonoid composition in frost-resistant *Rhododendron* cultivars grown in Poland. *Scientia Horticulturae* 100:139-151.
- Vranová E., D. Inzé, and F. Van Breusegem. 2002. Signal transduction during oxidative stress. *Journal of Experimental Botany* 53:1227-1236.
- Wang C. Y. 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. In: Chilling injury of horticultural crops: an overview. Morris L. L. (ed.). *HortScience* 17:162-186.
- Wu J., J. Lightner, N. Warwick, and J. Browse. 1997. Low-temperature damage and subsequent recovery of *fab1* mutant *Arabidopsis* exposed to 2°C. *Plant Physiology* 113:347-356.
- Yung J. G., T. Hayashi, S. Yazawa, T. Katoh, and Y. Yasuda. 1996. Acute morphological changes of palisade cells of *Saintpaulia* leaves induced by rapid temperature drop. *Journal of Plant Research* 109:339-342.

Cuadro 1. Comportamiento de la actividad enzimática de la chalcona isomerasa y proteasa en plantas de tres cultivares de nochebuena expuestos a diferentes temperaturas.

Factor	Actividad enzimática CHI (Unidades g ⁻¹ peso fresco)			Actividad enzimática Proteasa (Unidades g ⁻¹ peso fresco)		
	Antes de Tratamiento	Después de Tratamiento	Fecha Comercial	Antes de Tratamiento	Después de Tratamiento	Fecha Comercial
Temperaturas (T)						
Ambiente	3.86 a ^z	3.92 c	42.29 c	4.49 a ^z	4.62 c	5.53 a
7°C	3.86 a	5.68 c	44.77 b	4.49 a	5.19 c	5.16 a
2°C	3.86 a	28.73 b	47.99 a	4.49 a	8.34 b	4.71 a
0°C	3.86 a	45.11 a	---	4.49 a	12.78 a	---
DMSH	1.30	2.65	2.79	0.81	2.82	0.84
Cultivar (C)						
Red Elf	3.40 a	20.24 a	44.93 a	4.17 a	6.18 b	5.07 a
Cinnamon Star	4.33 a	21.33 a	44.91 a	4.11 a	7.89 ab	5.16 a
Da Vinci	3.85 a	21.01 a	45.20 a	4.19 a	9.12 a	5.18 a
DMSH	1.02	2.08	2.13	0.73	3.22	0.76
T x C	ns	ns	ns	ns	ns	*

^z: Medias dentro de cada factor en el sentido de las columnas por fecha de muestreo indican similitud estadística (Tukey; 0.05).

Cuadro 2. Comportamiento de la actividad enzimática de la ascorbato peroxidasa y superóxido dismutasa en plantas de tres cultivares de nochebuena expuestos a diferentes temperaturas.

Factor	Actividad enzimática APX (Unidades g ⁻¹ peso fresco)			Actividad enzimática SOD (Unidades g ⁻¹ peso fresco)		
	Antes de Tratamiento	Después de Tratamiento	Fecha Comercial	Antes de Tratamiento	Después de Tratamiento	Fecha Comercial
Temperaturas (T)						
Ambiente	256.25 a ^z	214.67 b	213.96 a	2.34 a ^z	1.87 a	0.56 b
7°C	256.25 a	289.24 a	185.48 b	2.34 a	1.77 a	0.59 ab
2°C	256.25 a	186.27 bc	182.02 b	2.34 a	1.64 a	0.90 a
0°C	256.25 a	172.23 c	---	2.34 a	2.04 a	---
DSH	52.77	37.24	23.87	0.52	0.64	0.31
Cultivar (C)						
Red Elf	279.57 a	208.70 b	255.01 a	1.77 b	1.57 b	0.26 c
Cinnamon Star	249.59 a	242.38 a	169.35 b	2.63 a	2.21 a	0.68 b
Da Vinci	239.60 a	195.74 b	157.10 b	2.62 a	1.72 ab	1.12 a
DSH	41.56	13.27	61.08	0.41	0.50	0.30
T x C	ns	*	**	ns	ns	ns

^z: Medias dentro de cada factor en el sentido de las columnas por fecha de muestreo indican similitud estadística (Tukey; 0.05).

NECESIDADES AGROCLIMÁTICAS DE TRES CULTIVARES DE IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES.

Pedro Félix-Valencia¹, Pedro Dávalos-Granados¹, Xochilt Ochoa-Alaniz¹ y Antonio Armenta-Cejudo¹. ¹Campo Experimental Valle del Yaqui. Norman E. Borlaug Km 12, A. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora. Tel. (644)414553. felix.pedro@inifap.gob.mx

Palabras clave: Remolacha, Jatropha, Higuierilla, Índices Bioclimáticos.

RESUMEN

La remolacha azucarera, la higuierilla y la jatropha, son cultivos atractivos para ampliar las opciones de producción en el valle del Yaqui, Sonora, México. La remolacha expresó mayor potencial de rendimiento y grados brix en la fecha de siembra del 24 de marzo, soportando temperaturas mínimas de 4 a 6°C en la etapa de emergencia durante tres días consecutivos. 32 a 33°C en la etapa de elongación de hojas. En la etapa temprana a intermedia del desarrollo del tubérculo soporta temperaturas máximas de 39 a 40°C por cuatro días consecutivos repetidos en cuatro episodios. La higuierilla en fecha de siembra del 16 de diciembre y cosechada el 28 de mayo, soportó temperaturas mínimas por mas de tres días continuos en las etapas de emergencia a formación de hojas de 3 a 4°C, en floración 6 a 7°C y en fructificación 7 a 8°C. La temperatura máxima que resistió en estas mismas etapas del crecimiento fue de 27 a 34°C, por más de tres días continuos. La jatropha en fecha posterior a la poda del 17 de abril hasta antes de la inflorescencia, tolera temperaturas mínimas de 9 a 10°C por cuatro días continuos y temperaturas máximas de 38 a 40°C por dos días continuos. Durante la formación de la inflorescencia puede soportar temperaturas mínimas de 10 a 12°C por más de tres días continuos y temperaturas máximas de 38 a 39°C por cinco días continuos ó 40°C durante dos días continuos.

ABSTRACT

Sugarbeet, castor-oil-plant, and jatropha are attractive crops to widen the options for agricultural production in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico. Sugarbeet showed the greatest yield potential and brix grades when planted on March 24, it withstood minimum temperatures from 4 to 6°C for three consecutive days during seedling emergence, and temperatures from 32 to 33°C during leaf elongation. This crop withstood maximum temperatures between 39 to 40°C for four consecutive days, in four occasions, during early to middle stages of tuber growth. Castor-oil-plant withstood minimum temperatures from 3 to 4°C for more than three continuous days during seedling emergence to leaf formation when sown on December 16 and harvested on May 28, and temperatures from 6 to 7°C and from 7 to 8°C during flowering and fruit formation, respectively. The maximum temperatures that this plant withstood during the same growth stages for more than three days, ranged from 27 to 34°C. Jatropha tolerates minimum temperatures from 9 to 10°C for four continuous days after pruning of April 17 up to inflorescence formation, and maximum temperatures from 38 to 40°C for two continuous days. This species can tolerate minimum temperatures from 10 to 12°C for more than three continuous days during inflorescence formation, and maximum temperatures from 38 to 39°C for five continuous days or 40°C for two continuous days.

INTRODUCCIÓN

La higuierilla (*Ricinus communis* L.), la jatropha (*Jatropha curcas*) y la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*), son especies cuyo potencial puede ser aprovechado como cultivos extensivos para la elaboración de biocombustibles, siendo cultivos potencialmente atractivos para ampliar las opciones de producción en el valle del Yaqui, Sonora, México. Su factibilidad económica, que es básicamente la parte importante para el productor, esta en estudio regional. Estas especies muestran ventajas comparativas respecto a cultivos oleaginosas como canola, girasol y cártamo, tienen la ventaja que pueden cultivarse en suelos con mayor índice de salinidad, menor uso de agua y soportar climas mas extremos. Al igual que otras entidades, en el sur de Sonora se están buscando nuevas opciones de producción para ampliar el espectro de cultivos que puedan ser

económicamente importantes al productor. Por lo tanto el objetivo de este estudio fue obtener información climatológica asociada al óptimo de producción de Higuierilla, *Jatropha* y remolacha azucarera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en terrenos del Block-910 del Campo Experimental Valle del Yaqui, Sonora, a partir de marzo 2007 hasta abril 2009. Se evaluaron dos variedades de higuierilla, una de *jatropha* y cuatro de remolacha. Se manejó una sola fecha de siembra en higuierilla, una en *jatropha* y siete en remolacha. El riego fue por gravedad. La fertilización en higuierilla fue de 300-100-0 de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) y 225-75-0 de NPK en remolacha, aplicando en presiembra el 70% de nitrógeno y el 100% de fósforo, al momento de aplicar el primer riego de auxilio se aplicó el 30% de N restante. En *jatropha* fue aplicada una dosis total de 200 unidades de nitrógeno y 100 de fósforo después de la poda.

En cada cultivo se inició un seguimiento al desarrollo foliar y radicular para precisar las etapas de crecimiento. Además se midió la altura de planta, cobertura, peso de frutos y temperatura ambiente. Para el caso de remolacha fue evaluado el contenido de azúcar, medido en grados Brix y el efecto de la variedad en fechas de siembra. En remolacha se realizó un análisis de correlación con la finalidad de seleccionar aquellas variables climáticas con mayor índice de asociación respecto a la producción de azúcar y tubérculos para integrar al modelo final. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar considerando la fecha de siembra como bloque utilizando el procedimiento GLM (SAS, 2004). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1981). Para transformar Grados Brix en contenido de azúcar se utilizó la metodología propuesta por Betancourt 2005. La información climática se tomó de la estación más cercana al sitio experimental que se localiza en el Block-910 del Valle del Yaqui, bajo las coordenadas 27.221 grados de latitud norte y 109.554 grados de longitud oeste, con una altitud de 37 m sobre el nivel del mar. Con la información extraída de la estación se realizaron los cálculos de horas frío y horas calor para determinar los límites climatológicos de la planta de estos tres cultivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Higuierilla. La variedad con mejor rendimiento fue la línea 18 con 808 k/ha la cual soportó temperaturas mínimas de 3 a 6°C por más de tres días continuos en las etapas de emergencia a formación de hojas, de 6 a 7°C en floración por cuatro días continuos y en fructificación soportó de 7 a 8°C. La temperatura máxima que soportó en estas mismas etapas del crecimiento es de 25 a 26°C en emergencia por tres días continuos. Durante el desarrollo de hojas tolera temperaturas máximas de 27 a 34°C por más de cuatro días continuos. En la etapa de floración soportó temperaturas máximas de 29 a 30°C durante cinco días continuos. Y finalmente durante la etapa de formación de la semilla soportó temperaturas que oscilaron entre los 31 a los 36°C, (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temperatura del aire máxima y mínima, horas frío acumuladas (HFA) y horas calor acumuladas (HCA) durante el desarrollo de higuierilla.

Siembra: 16-dic-08	Temperatura del aire	HFA	HCA
Cosecha: 28-may-08	Máxima	18	73
Emergencia	25-26 (3)	27	109
5 Hoja	27-28 (4)	132	164
8 Hoja	31-34 (7)	342	520
Inicio de floración	29-30 (5)	409	658
Fructificación	31-36 (13)	458	965
Durante secado planta	35-37 (8)	458	1187

Nota: El número en paréntesis indica los días con presencia continua de ese nivel de temperatura.

Un estudio realizado por Beltrao y Silva, (1999), encontraron que las temperaturas superiores a 40 °C provocan aborto de flores, reversión sexual de flores femeninas a masculinas y reducción del rendimiento, con una disminución en la producción de aceite y que a una temperatura menor a 10 °C produce menor cantidad de semillas debido a la pérdida de viabilidad del polen. Precisan los mismos autores antes señalados que las heladas de baja intensidad y duración corta son toleradas aunque pueden disminuir su rendimiento. Otro estudio realizado por Falasca y Ulberich 2007, muestra que este cultivo soporta largos períodos de sequía, incluso en la fase de maduración de frutos, aunque produce semillas más livianas con menor porcentaje de aceite.

El análisis de la temperatura del aire que se muestra en la Figura 1, señala los límites térmicos tolerantes del cultivo de la higuera, información que puede ser utilizada para decidir oportunamente la fecha de siembra de este cultivo. Dado que este cultivo es de reciente introducción para su evaluación en esta localidad, el rendimiento obtenido fue de 739 kilos por hectárea, al cual faltaría realizar el análisis económico para medir su factibilidad dada la buena adaptación climática que muestra en este estudio.

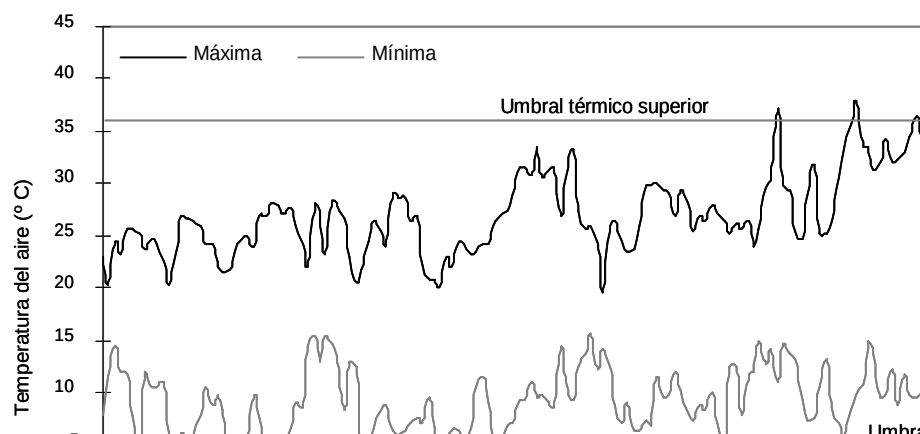


Figura1. Umbrales térmicos para siembra de Higuera en el sur de Sonora.

Jatropha. En fecha posterior a la poda del 17 de abril hasta antes de la inflorescencia, toleró temperaturas mínimas de 9 a 10°C por dos días continuos repetido este nivel en tres ocasiones y toleró temperaturas máximas de 38 a 40°C por dos días continuos repetido en cuatro ocasiones. Durante la formación de la inflorescencia puede soportar temperaturas mínimas de 20 a 21°C por cuatro días continuos y máximas de 38 a 39°C. Durante la formación del fruto toleró mínimas de 10 a 12 °C por tres días continuos y repetido este nivel en tres ocasiones durante esta etapa y toleró temperaturas máximas de 38 a 39°C por cinco días continuos repetido este evento dos veces en esta etapa del cultivo, (Cuadro 2).

Cuadro 2. Temperatura del aire máxima y mínima y horas frío acumuladas (HFA) y horas calor acumuladas (HCA) durante el desarrollo de jatropha.

Etapa fenológica	Fecha	Temperatura del aire (°C)		HFA	HCA
		Máxima	Mínima		
Poda	17/04/2008				
Retoño de hojas	24/04/2008	38-40 (2)(4)	9-10 (2)(3)	20	81.9
Inflorescencia	01/09/2008	38-39 (3)(2)	20-21 (4)	21	2296.8
Fructificación	01/10/2008	38-39 (5)(2)	10-12 (3)(3)	21	2872.3
Inicio de cosecha	01/12/2008	28	11	22	3583.7

Nota: El número del primer paréntesis indica el número de días repetidos con ese nivel de temperatura y el segundo paréntesis indica que se repite tantas veces dicho nivel de temperatura.

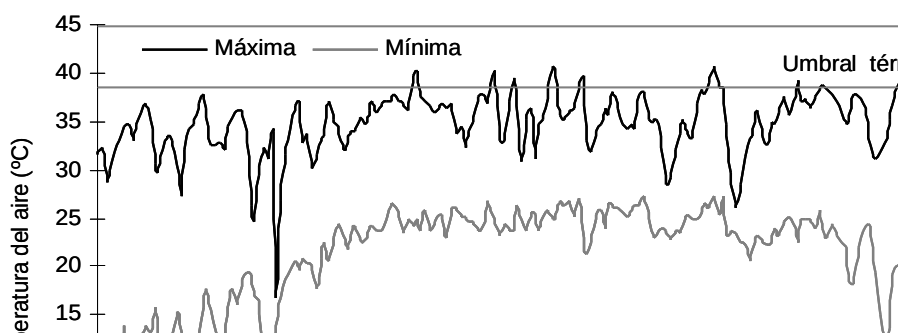


Figura 2. Umbrales térmicos del cultivo de Jatropha en el sur de Sonora.

La jatropha es una planta perene que mostró en la primera cosecha un rendimiento medio de 4.429 toneladas por hectárea, dada la adaptación a calor que muestra esta especie (Figura 2), puede ser utilizada en el ciclo de verano. Según información determinada por Félix 2008, en tres sistemas de riego, y cuatro variedades de jatropha, obtuvo rendimientos similares de 4,136 a 4,081 kilos por hectárea con las variedades BIO1, BIO2, BIO3 y BIO4.

Remolacha azucarera. La remolacha azucarera es uno de los cultivos más eficientes para la producción de etanol. Según un estudio realizado por Bekers, 2007. Una tonelada de remolacha produce 100 litros de etanol en un período de seis meses mientras que una tonelada de caña de azúcar produce 80 litros de etanol en un período de 12 a 14 meses. Con rendimientos de 80 a 120 toneladas por hectárea de remolacha, se obtienen de 8 a 10 mil litros de etanol por hectárea, en un ciclo de producción de 5 a 6 meses.

La remolacha muestra dos fechas de siembra importante para la producción, que es la siembra de marzo y de octubre (Figura 3 y 4). Respectivamente ambas fechas mostraron un contenido de grados Brix de 17.2 a 17.9 lo cual transformado a toneladas de azúcar se obtienen 172 a 179 kilos de azúcar por tonelada de tubérculos cosechados. Así, la siembra de marzo y la de octubre serían las fechas potenciales para obtener mayor volumen de azúcar por hectárea (Figura 3), que es la materia prima para la elaboración de etanol.

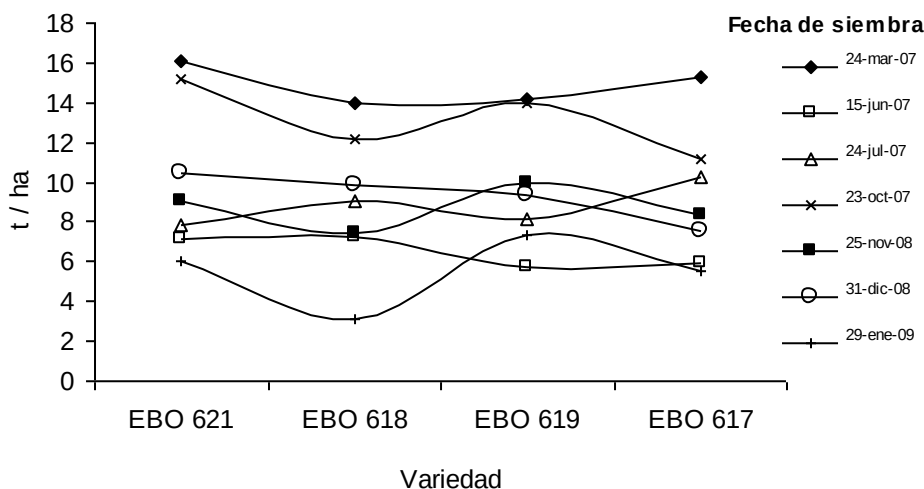


Figura 3. Producción de azúcar de cuatro variedades de remolacha azucarera en siete fechas de siembra, ciclos 2007 a 2009.

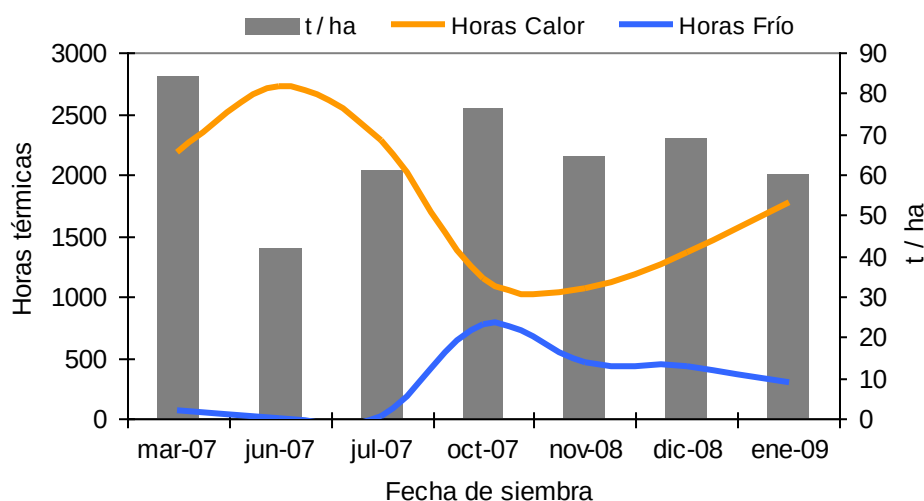


Figura 4. Producción de tubérculo de cuatro variedades de remolacha azucarera en relación a horas térmicas acumuladas de siembra a cosecha.

La relación encontrada del rendimiento con la acumulación de horas térmicas en este primer estudio indicó una asociación no significativa con horas frío y con horas calor, la Figura 4 muestra contraste en este sentido. El análisis de la temperatura del aire por etapa fenológica Figura 5, muestra mas clara la relación que existe de la temperatura máxima y mínima con los límites térmicos del desarrollo de la fecha con mas potencial de rendimiento para la siembra de marzo. La correlación mayor se tuvo entre la producción de azúcar y la fecha de siembra con las HCA y HFA. Mostrando que existe interacción importante que deberá tomarse en cuenta a la hora de elegir la mejor variedad para una época de siembra específica.

Los límites térmicos donde se expresó mayor potencial de rendimiento y grados Brix, fue la fecha de siembra del 24 de marzo (Cuadro 3), donde se señala que el cultivo soporta temperaturas máximas de 39 a 40 °C por cuatro días consecutivos repetidos en cuatro episodios durante la etapa temprana a intermedia del desarrollo de la raíz. De la misma manera se presentaron

temperatura mínima entre 4 a 6 °C durante tres días consecutivos en la etapa de emergencia en la fecha de marzo. Mientras que en la fecha de octubre soporto temperaturas de 1 a 3 °C por tres días consecutivos durante el desarrollo de hojas.

El rendimiento mostrado en octubre preliminarmente señala que la remolacha puede tolerar durante su crecimiento temperaturas más cálidas que frescas, siendo una opción importante para siembras de primavera-verano, en el sur de Sonora. Según Guerrero, 1999, la temperatura óptimo se halla sobre los 22°C. Especifica que a temperatura media de 25°C la asimilación de la planta descende y puede cesar sobre los 35 °C.

Cuadro 3. Temperatura del aire umbral máxima y mínima de desarrollo del cultivo de remolacha.

Fecha de siembra	24 de marzo		23 de octubre	
Temperatura del aire (°C)	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Germinación	32-33 (3)	4-6 (3)	36-37 (3)	12-13 (3)
Desarrollo foliar	30-33 (6)	7-10 (3)	30-32 (3)	1-3 (5)
Elongación de raíz	39-40 (4)	11 (3)	36-37 (3)	11-12 (3)
Fecha de cosecha	09 de agosto		02 de abril	

Nota: El número en paréntesis indica los días con presencia continua de este nivel de temperatura.

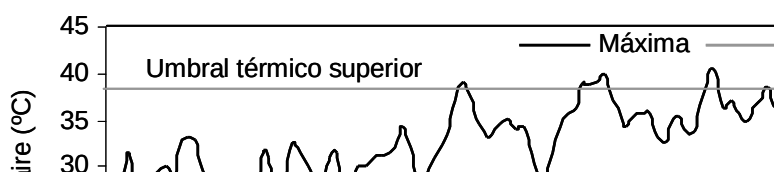


Figura 5. Umbrales térmicos del cultivo de remolacha azucarera en el sur de Sonora.

CONCLUSIONES

En relación con los requerimientos de temperatura, la jatropha y la remolacha azucarera son especies altamente factibles para ser considerados en el rol de cultivos alternativos para siembras de primavera y en verano. Mientras que la higuera puede cultivarse durante el invierno y la primavera. La mayor factibilidad la muestra la remolacha por su alto volumen de producción de azúcar por hectárea, incrementando la factibilidad como una opción importante para la producción de etanol.

LITERATURA CITADA

- Bekers, R. 2007. Head Global Business Development Sugar Beet. Syngenta, Octubre de 2007.
- Beltrão, N. y Silva L, 1999. Os multiplos usos do oleo da mamaoneira (*Ricinus communis* L.) e a importancia de seu cultivo no Brasil. Fibras e Oleos. Campina Grande, Nº 31
- Betancourt, R. 2005. Guía de laboratorio de operaciones unitarias III, capítulo II fermentación. Universidad Nacional de Colombia. ISBN: 958-9322-68-9
- Falasca, S. y Ulberich A. 2007. Potencial de argentina para la producción de tártago (*Ricinus communis* var *communis*). Universidad Nacional del Centro. UNICEN.
- Félix, J. 2008. Validación del potencial productivo de cuatro genotipos de jatropha (*Jatropha curcas* L.) bajo diferentes sistemas de producción: en riego goteo, riego rodado y temporal, en el norte de Sinaloa. Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A. C. Publicado el 12 de octubre del 2009 por Fundación Produce Sinaloa, A.C.
- Guerrero, A. 1999. Cultivos herbáceos extensivos. Publicado por Mundi-Prensa Libros, Edition 6.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1981. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd ed. Singapore: McGraw-Hill.
- Vivanco, J. 2008. Higuierilla (*Ricinus comunis* L.). Tomado del libro: Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE ALGODÓN (*GOSSYPIMUM HIRSUTUM* L) CON CUATRO NIVELES DE HUMEDAD APROVECHABLE EN SUELO FRANCO EN EL VALLE DE MEXICALI.

Luis Fernando Escoboza-García¹, Alexis Niebla-Aguilar, Roberto Soto-Ortíz¹, Oscar A Viramontes-Olivas², Jesús A. Román-Calleros¹, Daniel Araiza-Zúñiga¹, Silvia Mónica Avilés-Marín¹, Ángel López-López¹, Víctor Alberto Cárdenas-Salazar¹, María Isabel Escoboza-García¹, Cristina Ruiz-Alvarado¹, Raúl De La Cerda-López¹, Rubén Encinas-Fregoso¹. ¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, C.P. 21705, B. C. ²Maestro investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada Km 1.

Palabras clave: riego, regresión, humedad, rendimiento y algodón.

RESUMEN

En el Valle de Mexicali, Baja California durante el subciclo primavera-verano 2005, se sembraron 30 mil ha de algodón, dándose riego superficial en surcos con número indistinto de aplicaciones determinadas empíricamente por el agricultor, obteniéndose rendimientos variables por falta de conocimiento en aplicación del riego para suministrar humedad y obtener máximos rendimientos. El objetivo del presente estudio, fue evaluar cuatro niveles de humedad aprovechable en el suelo antes del riego (20, 40, 60 y 80 %) sobre rendimiento del algodón. Se construyó una función de respuesta que permite predecir la ganancia de algodón en hueso. Se evaluó la variedad precoz Delta Pine 565 en dos etapas fenológicas (X_1 y X_2), donde X_1 , comprende desde la germinación hasta el inicio de la floración y X_2 del inicio de la floración (50 % de plantas con flores) hasta la formación de capullos. Para cuantificar el balance hídrico, se midió humedad en suelo con una sonda de neutrones en capas de 15 cm hasta una profundidad de 105 cm. Se utilizó un arreglo factorial (4^2) y el análisis estadístico de la información se realizó por un modelo de regresión múltiple y análisis de varianza. El mejor ajuste ($R^2=0.72$) se obtuvo con la función $Y=0.6705553+0.15830168X_2-0.0014X_2^2$. El ANOVA mostró diferencias significativas ($P < .05$) entre tratamientos. Los valores X_1 y X_2 más favorables de humedad aprovechable fueron 35 % y 57 % respectivamente. Los resultados indican que la humedad aprovechable en la segunda etapa presentó mayor efecto sobre el rendimiento de algodón en hueso.

ABSTRACT

During the 2005 spring-summer period, at the Mexicali, Baja California, valley, 30,000 ha of cotton crop were sowed, using furrow surface irrigation. The number of irrigations was variable, and its calculation was empirical by farmers. As a result of this method, results of yields were also variable. Due to the lack of knowledge about the right moment to apply the plant water needs, in order to obtain the maximum yield, an experimental plot was designed. The main goal of this study was to evaluate four levels of soil moisture content (20, 40, 60 y 80 %), before irrigation, under the cotton crop yield. Therefore, it is necessary to establish techniques to get the highest yield for both bone and fiber cotton crop. A precocious seed were used for evaluation, Delta Pine 565, in two phenological stages (X_1 y X_2), where X_1 goes from germination all the way through the early stage of flowering, and X_2 is from start of flowering (50 % of flowered plants) until the cotton fiber formation. In order to calculate the hydrological balance the soil moisture content was measured with a neutron probe in 15 cm. layers until 105 cm. depth was reached. A factorial array was used. (4^2) and the data statistical analysis was made through a multiple regression model, and a variance analysis also was utilized. The best array ($R^2=0.72$) was obtained with the $Y=0.6705553+0.15820168 X_2 - 0.0014X_2^2$ function. The ANOVA showed significant differences ($P<0.05$) among treatments. The most favourable X_1 and X_2 values of available soil moisture content were 35% and 57% respectively. The results show that the available soil moisture content on the second stage had a higher effect on the bone and cotton yield.

INTRODUCCIÓN

El algodón es un cultivo de impacto socioeconómico en el Valle de Mexicali, Baja California, debido a la magnitud de la superficie que se siembra y la generación de divisas para los agricultores (Machain *et al.*, 2000). En el subciclo primavera-verano 2005, se sembraron 30 mil ha de este cultivo, utilizándose riego superficial en surcos con un número indistinto de aplicaciones determinadas en forma empírica por el agricultor, obteniéndose rendimientos variables. Es necesario determinar la humedad aprovechable necesaria para cubrir la demanda evapotranspirativa del cultivo a fin de planificar la calendarización de los riegos que permitan optimizar el recurso agua.

En condiciones de baja disponibilidad y alta competencia por el agua, se requiere estrategias integrales para su manejo que mejore la productividad sin llegar a mermar rendimientos normales del cultivo en cuestión (Wanjura y Upchurch, 2000). Ojeda-Bustamante *et al.* (2006) mencionan, que los requerimientos de riego en cultivos, varían temporal y espacialmente en función del clima, manejo, fase de crecimiento y la variedad sembrada, por lo que su cálculo debe ser hecho de manera local.

La implantación de programas de uso eficiente de riego para el algodón, requiere certidumbre para el cálculo de los requerimientos de humedad por parcela (Doorenbos y Pruitt, 2000). El uso del riego ha incrementado la producción algodонера, permitiendo que el cultivo se desarrolle en regiones áridas donde, de otra forma, sería imposible cultivarlo o tener rendimientos importantes. Finalmente, el riego por goteo, hace más fácil mantener el contenido de humedad edáfica dentro de límites más angostos de disponibilidad causados por la salinidad (Gillham *et al.*, 2001).

El cultivo del algodón, tiene una nascencia débil por lo que necesita de cuidados para su desarrollo, siendo el agua el recurso más importante (Aujla y Buttar, 2005). La falta de humedad durante el crecimiento inicial, puede ocasionar una disminución en el rendimiento del cultivo debido a la formación inadecuada de estructuras (tallos, hojas, ramas, bellotas y capullos), traduciéndose en bajo crecimiento y poco desarrollo de la planta (Méndez-Natera *et al.*, 2007). Es importante que exista buen crecimiento en las etapas iniciales en algodoneiros, de manera que provean una estructura suficiente del vegetal para el éxito de la fructificación en presencia de humedad en el suelo que debe ser apoyada de cualquier práctica antes de la primera floración beneficiosa para el desarrollo vegetativo (Viramontes *et al.*, 2008). En contraste, en el Valle de Mexicali, una práctica agrícola común, es someter al cultivo a estrés hídrico en la etapa inicial de desarrollo, a fin de propiciar que el sistema radicular explore mayor profundidad como una medida para que la planta disponga de importantes niveles de humedad en la etapa de mayor demanda, concordando con los resultados obtenidos en este estudio por Longenecker y Erie, 2000.

El suministro de agua, está directamente vinculada con la formación de la estructura anatómica de la planta, crecimiento, desarrollo, procesos fisiológicos, bioquímicos y con los rendimientos del algodón en rama (Wallace, 2000). La mayoría de los estadios de fructificación deben ser cuidados antes de que abran las primeras flores, así, los riegos post-emergencia deberán ser planificados para que ocurra el mínimo estrés hídrico en plantas hasta la floración (Aujla y Buttar, 2005).

La introducción de variedades precoces a provocado un cambio de tecnología en la producción de algodón en el Valle de Mexicali, donde surge la necesidad de evaluar nuevas cultivares que sean tolerantes a diferentes niveles de humedad residual en el suelo (Clark y Carpenter, 1995). Méndez-Natera *et al.* (2007) sugieren que la programación del riego en grandes áreas de algodón, demandan el uso de nuevas metodologías de fácil codificación en sistemas más tecnificados. La incorporación del concepto de días grado-crecimiento para describir los parámetros asociados a la calendarización del riego, es una alternativa factible en parcelas algodoneiras y su aplicación a grandes distritos que facilitará la programación computarizada del riego parcelario para un mejor análisis y aplicación de políticas para la asignación y uso eficiente del agua (Barboza *et al.*, 2007).

Objetivo.

En base a lo anterior, se planteó en la presente investigación, el siguiente objetivo: desarrollar una ecuación de función de respuesta en ganancia de hueso del algodoneiro precoz, variedad Delta

Pine 565 (Y) usando cuatro niveles de humedad (H) aprovechable antes del riego (20, 40, 60, y 80 %) en dos etapas fenológicas (X_1 y X_2) durante el ciclo 2005.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio, fue realizado en el ejido Guerrero que se ubica en el Distrito de Desarrollo Rural 002, Valle de Mexicali, Baja California (Figura 1) cuyas coordenadas son $32^{\circ} 03'$ latitud norte y $115^{\circ} 01'$ longitud oeste, con una altitud de 12 m s n m (CNA, 2007). Durante la etapa experimental del 14 de abril al 10 de septiembre de 2005, no se registraron precipitaciones. Las temperaturas oscilaron entre 5°C la mínima y 47°C la máxima. El tipo de suelo en la zona es Cambisol crómico con capacidad de campo de 17.4 y 38 % en base a la masa de suelo seco (pF 2.5); en tanto que la humedad de punto de marchitamiento permanente fue de 9.6 y 20.1 % en base a la masa de suelo seco (pF 4.2) según la capa edáfica explorada con una densidad aparente de 1.15 y 1.30 g cm^{-3} .

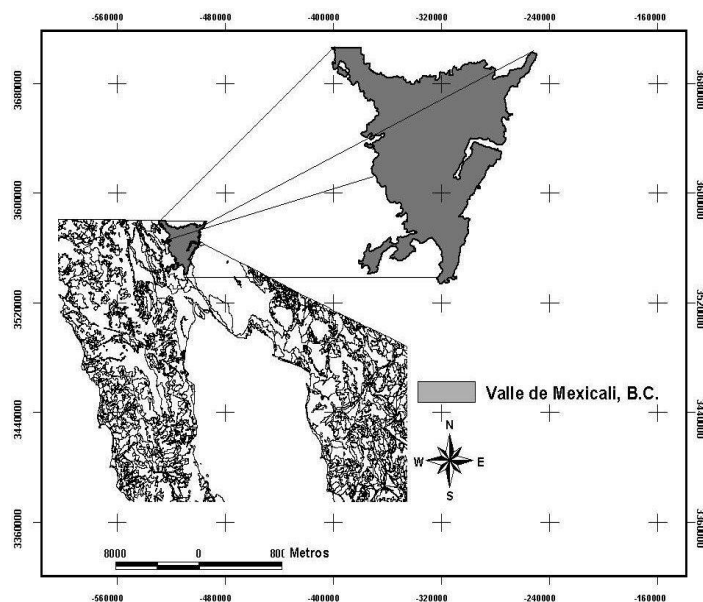


Figura 1. Localización del área de estudio en el Valle de Mexicali.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos de humedad
Aprovechable por etapa fenológica en
algodonero.

Tratamientos	% Humedad Aprovechable	% Etapa Fenológica
1	80	20
2	80	40
3	80	60
4	80	80
5	60	20
6	60	40
7	60	60
8	60	80
9	40	20
10	40	40
11	40	60
12	40	80
13	20	20
14	20	40
15	20	60
16	20	80

Se evaluaron cuatro niveles de humedad aprovechable (Cuadro 1) 20, 40, 60 y 80 % en dos etapas fenológicas (X_1 y X_2), donde X_1 , comprende desde la germinación hasta el inicio de la floración y X_2 , desde el inicio de la floración (50 % de plantas con flores) hasta la formación de capullos durante el ciclo 2005.

Se utilizó un arreglo factorial (4^2) y cuatro repeticiones, estableciéndose 16 unidades experimentales con cinco surcos (5 m x 20 m) con una superficie de 100 m² cada una, utilizando el surco central como área útil. El análisis estadístico de la información se realizó por medio de un modelo de regresión múltiple ($Y = \beta_0 + \beta_1(X_1) + \beta_2(X_2) + \beta_3(X_1^2) + \beta_4(X_2^2) + \beta_5(X_1X_2) + e$) con efectos lineales y cuadráticos con un análisis de varianza ($Y = b_0 + b_{1X_1} + b_{2X_2} + b_{3X_1^2} + b_{4X_2^2} + b_{5X_1X_2} + e$).

Los tratamientos se seleccionaron teniendo como factores los períodos fenológicos de la planta, determinados por las siguientes momentos:

establecimiento de la primera etapa de plantación (10 d después de la germinación) al inicio de la floración (50 % de plantas con al menos una flor abierta) y la segunda, la productiva (floración), hasta tener 30 % de bellotas maduras (Figura 2). Se evaluó la variedad precoz Delta Pine 565, por su ciclo corto y alto rendimiento, con una densidad de siembra de cinco plantas por m². La fertilización fue nitrogenada y fosfórica en concentraciones de 100 y 30 kg ha⁻¹, respectivamente. Como fuente de nitrógeno se utilizó urea y UAN-32 y de fósforo el 11-52-00. Para medir la humedad del suelo se implementó una sonda de neutrones en capas de 15 cm hasta la profundidad de 105 cm, la cual, se calibró previamente con el método Gravimétrico. Estas mediciones, permitieron establecer el balance de humedad y con ello la lámina de riego, la percolación, la evapotranspiración total por capas y la definición del momento de riego. En base a lo anterior, se construyó una función de respuesta que permite predecir la ganancia de algodón en hueso con el método descrito por Escoboza (1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se indican los tratamientos correspondientes a los niveles de humedad que se midieron en campo y los rendimientos obtenidos. Los tratamientos 5 y 6 con rendimiento de 5.5 y 4.9 ton ha⁻¹ respectivamente, fueron superiores en comparación al resto, en tanto que los rendimientos más bajos se registraron en el 8 y 12, con 1.5 y 1.6 ton ha⁻¹.

En los tratamientos 5 y 6, la humedad en etapa vegetativa osciló de 30.4 % a 45.7 % y en la etapa productiva de 37.3 % a 62.5 %, mientras que en el 8 y 12 la humedad aprovechable en etapa vegetativa fue de 9.5 % a 26.4 % y finalmente en la etapa productiva de 13.5 % a 14.4 %. Los bajos



Figura 2. Establecimiento de tratamientos de cultivo de algodón en diferentes

rendimientos, se deben a que la planta estuvo sometida al estrés hídrico durante todo el ciclo. Por otro lado, el manejo de los niveles de humedad en etapa vegetativa y moderada en etapa productiva, se reflejaron en mejores rendimientos siendo similares a los reportados por Adkinson *et al.* (2000).

El rendimiento del cultivo en pluma, fue equivalente a 37 % del algodón en hueso, sin presentar grado de asociación con los niveles de humedad. Esto coincide con los resultados reportados por Godoy *et al.* (2001) al encontrar semejanzas en parcelas del citado cultivo en similares regímenes de humedad.

Se obtuvo que los valores en el día 75 y 138, correspondieron a los periodos vegetativo y productivo, respectivamente. El desarrollo fenológico (f) no presentó relación alguna ($r_{fh}=0$) con los niveles de humedad (h); sólo en la apertura de bellotas se vio afectada adelantándose hasta 15 d los tratamientos con menor humedad respecto aquellos de mayor humedad aprovechable. Estos resultados coinciden con reportes de Palomo y Godoy (2001); Adkinson *et al.* (2000) y Godoy *et al.* (2001) que encontraron resultados similares al establecer parcelas regadas en zonas semi-áridas del estado de Nuevo León y Arizona.

Cuadro 2. Comparación de medias de rendimiento (ton ha⁻¹) de algodón en hueso debidas a la humedad aprovechable en las etapas fenológicas de desarrollo vegetativo y productivo. Las medias de tratamientos con letras iguales indica diferencias no significativas entre ellas, Tukey (p=0.05).

Tratamiento	Humedad en etapa vegetativa (% agua útil)	Humedad en etapa productiva (% agua útil)	Rendimiento (ton ha ⁻¹)	(1)
1	49.1	30.1	4.424	cdef
2	44.1	24.3	4.483	cdef
3	50.8	51.2	4.709	cd
4	39.6	53.8	4.899	abc
5	45.7	62.1	5.463	a
6	30.4	37.3	4.956	ab
7	39.8	43.0	4.243	defa
8	26.4	14.4	1.511	i
9	18.7	50.7	4.468	cdefg
10	17.1	44.4	4.566	cde
11	20.0	13.0	2.941	h
12	9.5	13.5	1.601	i
13	11.5	47.7	4.888	bc
14	13.9	29.6	4.100	efg
15	12.3	28.0	3.957	fg
16	11.1	14.9	3.731	g

Se observó una relación directa positiva entre la humedad en la etapa productiva y rendimiento ($r_{xy}=0.59$) ($P<0.05$). Esta relación es válida para las condiciones de este experimento en la unidad de superficie del cultivo que fue de 20 m².

Con los resultados obtenidos, se consideraron como variables independientes las humedades X_1 y X_2 y la variable dependiente, el rendimiento de hueso (Y) y pluma (Z) para la selección de modelos de predicción, de la serie de Taylor de segundo grado:

$$Y = 0.670 + 0.15830168(X_2) - 0.0014(X_2)^2$$

El coeficiente de determinación ($R^2 = 72\%$), resultó altamente significativo ($P < .05$), excepto el término X_1 que no lo fue ($P > .05$). Éste se incluyó, con el fin de tener elementos de decisión en el manejo de la primera etapa. El coeficiente de correlación de Pearson's entre la humedad en etapa vegetativa y rendimiento fue ($r_{xy} = 0.88$), detectándose significancia estadística ($P < .05$). Este valor sugiere un grado de asociación razonablemente alto entre la humedad residual vegetativa y rendimiento.

$$Z = 0.5483 + 0.0507(X_2) - 44E^{-4} (X_2)^2$$

La magnitud del coeficiente de determinación ($R^2 = 77.2\%$) bajo el modelo, permitió explicar una parte importante de la variable de respuesta (rendimiento por unidad de superficie); no obstante, el grado de correlación de Pearson's entre la humedad en etapa de producción con el rendimiento, resultó razonablemente alto ($r_{xy} = 0.88$). Los términos X_1 , no contribuyeron estadísticamente a la construcción del modelo.

La magnitud de ambos coeficientes de determinación ($R^2 = .78$ y $R^2 = .77$) de los dos modelos utilizados, muestran una capacidad predictora razonablemente alta del rendimiento del algodón en función de la humedad.

Los componentes cuadráticos, muestran baja significancia estadística ($P > .05$), lo que sugiere que el cultivo no muestra una tendencia hacia la ley de rendimientos decrecientes en la región explorada; las variables del primer periodo, mostraron menor significancia con respecto a la variable de rendimiento, lo cual explica una mayor respuesta al riego durante la segunda etapa. Estos resultados coinciden con los encontrados por Uner, 1995 y Godoy *et al.*, 2001 los cuales aplicaron el mismo criterio en el manejo del algodón en condiciones similares (Israel). Los valores de humedad residual que permitieron los máximos rendimientos en hueso fueron (35 % a 57 %) del agua disponible para los periodos vegetativo y productivo, respectivamente. Los valores representan tensiones de humedad de ($pF = 3.57$ y $pF = 3.21$), según la curva de tensión para el suelo en el área experimental; además, están dentro de los rangos propuestos para este propósito por Uner (1995) quien sugiere aplicar riegos con bajas tensiones de suelo entre 2.2 y 2.5 bars.

CONCLUSIONES

La variedad Delta Pine 565, mostró una respuesta razonablemente alta en rendimiento a los niveles de humedad del suelo; el manejo del cultivo desde la floración hasta la apertura de las bellotas es fundamental; los valores de humedad residual del suelo para máximos rendimientos, varía de ($pF = 3.57$ a $pF = 3.21$) para las etapas separadas por el inicio de la floración, siendo la segunda etapa determinante en los rendimientos del cultivo.

LITERATURA CITADA

- ADKINSON, P., G. Niles, J. Walter, L. Bird, and H. Scott. 2000. Controlling cotton insect pest: A new system. USA Science, 10: 216-220.
- AUJULA, M. S. and G. S. Buttar. 2005. Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting. Agriculture Water Manage, 71: 167-179.
- BARBOZA, D. S., J. A. Ferreira, T. V. Rammana and V. P. Rodríguez. 2007. Crop water stress index and water-use efficiency for melon (*Cucumis melo* L.) on different irrigation regimes. Agricultural Journal, 2 (1): 31-37.
- CLARK, L. J. and E. W. Carpenter. 1995. Cotton irrigation scheduling trial on Pima and upland cotton using Azsched. Safford Agricultural Center. Reporte de investigaciones de la Universidad del Estado de Arizona. USA, 88-92.
- CNA. 2007. Organismo de cuenca Península de Baja California. Gerencia de Aguas Superficiales, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. México, D.F. 18-20 p.
- DOORENBOS, J. and W. O. Pruitt. 2000. Crop water requirements. FAO paper 24. Roma, Italia. 144-146 p.

- ESCOBOZA, L. F. 1983. Construcción y uso de una función de reserva de algodón en base a las variaciones de humedad del suelo. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 47-55 p.
- GILLHAM, F. E. M., T. M. Bell, T. ARIN, G. A. Matthews, C. Le Rumeur and B. Hear. 2001. Cotton production prospects for the next decade. World Bank Technical, Paper Number 287. The World Bank, Washington D.C. U. S. A., 277-278.
- GODOY, S. C., E. A. García, A. Palomo. 2001. Comportamiento de la variedad de algodnero CIAN Precoz a diferentes inicios e intervalos de riegos. Ciencia Agropecuaria Uni. Auto. Nvo. León. México., 2 (7): 211-214.
- LONGENECKER, D. E. and L. J. Erie. 2000. Irrigation water management. In Advances in Production and Utilization of Quality. Cotton: Principles and Practices. The Iowa State University Press. Iowa. U. S. A., 321-345 p.
- MACHAIN, L. M., F. D. Legaspi y J .M. Sánchez. 2000. Determinación del momento oportuno para desfoliar al algodnero en el Valle de Mexicali, B.C. Reporte técnico del Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, 15-16 p.
- MÉNDEZ-NATERA, J. R., L. Lara, J. A. Gil-Marín. 2007. Efecto del riego por goteo en el crecimiento inicial de tres cultivares de algodón *Gossypium hirsutum* L. DESIA (Chile) 25: 7-15.
- OJEDA-BUSTAMANTE, W., E. Sifuentes-Ibarra y H. Unland-Weiss. 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. Agrociencia 40: 13-25.
- PALOMO, A. S. y L. S. Godoy. 2001. Efecto del número de riegos en el rendimiento y calidad de la fibra de 16 genotipos de algodón. Ciencia Agropecuaria FAUANL, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. (7): 222-223.
- UNER N. 1995. Conferencia riego del algodnero en Israel auspiciada por Netafim. Mexicali, Baja California, México, 19-22 p.
- VIRAMONTES-OLIVAS, O. A., V. M. Reyes-Gómez y D. Viramontes-Pereida. 2008 Papel hidrológico ambiental de las propiedades hidráulicas del suelo superficial de la cuenca del río Conchos. Ingeniería Hidráulica en México Vol XXII (4) 33-46.
- WALLACE, J. S. 2000. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. Agriculture Ecosystem Environmental 82: 105-119.
- WANJURA, D. F. and D. R. Upchurch. 2000. Canopy temperature characterizations of corn and cotton water status. Trans. of the ASAE 43: 867-875.

EFFECTO DE LA PODA LATERAL Y DESCOPADO EN EL RENDIMIENTO, CALIDAD, TAMAÑO DE FRUTA Y ESTADO NUTRIMENTAL DE ÁRBOLES DE NARANJA VALENCIA EN EL VALLE DEL YAQUI, SON.

Juan Manuel Ramírez Díaz¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Dr. Norman E. Borlaug Km. 12, Valle del Yaqui. Cd. Obregón Son., México. ramirez.juan@inifap.gob.mx

Palabras clave: cítricos, poda de mantenimiento, poda mecánica, control tamaño de árbol.

RESUMEN

Los rendimientos en 2008 y 2009 fueron 114.8 y 142.7 kg/árbol esta diferencia es significativa, no se encontró diferencia entre frutos por árbol (618.4 y 620.4 respectivamente), el peso de fruto en 2008 de 118.7g/fruto fue estadísticamente menor que los 232.2 obtenidos el 2009. El rendimiento en 2008 de árboles podados el 2007 aumentaron su rendimiento en 21% en relación con los no podados el 2007. Los árboles sin poda el 2008 se podaron el 2007, su rendimiento de 156.3 kg/árbol del 2009 después de una recuperación de dos años es un 20.6% mayor que el de árboles podados en año anterior. En cuanto a frutos/árbol, los árboles podados en 2007 produjeron 657.2 frutos en 2008, un 13.4% más comparados con los no podados que produjeron 579.7, mientras que los árboles podados el 2008 produjeron 581.2 frutos el 2009, 13.6% menos que los 660.4 de árboles no podados. Por su parte, el peso de fruto fue estadísticamente mayor en la cosecha del 2009 que en la del 2008, esto por el fuerte efecto del año. Sin embargo, el análisis conjunto de años indica que no hay diferencias dentro de patrones y/o poda, o sea, que esta práctica realizada de fines de enero a mediados de febrero aunque causa diferencias entre años, al segundo año los rendimientos se igualan, lo que era nuestro propósito. Se presentan los resultados por años de calidad interna, variación estacional de la calidad, tamaños comerciales de la fruta y estado nutricional de los árboles.

ABSTRACT

Yields in 2008 and 2009 were significantly different with 114.8 and 142.7 kg/tree respectively, no statistical difference was found in fruit/tree in both years, weight/fruit in 2009 was 232.2 grams, statistically higher than 118.7grams the previous year. Yield in 2008 of trees pruned in 2007 was 21% higher than unpruned trees. Yield in 2009 of trees pruned in 2007 was 156.3 kg/tree, 20.6% more than trees pruned the previous year. Trees pruned in 2007 yielded 657.2 fruits in 2008, 13.4% more fruit than those unpruned, whereas trees pruned in 2008 yielded 581.2 fruits in 2009, 13.6% less than unpruned trees. Weight per fruit was statistically heavier in the 2009 season than in the 2008 season and shows a strong year effect. However, serial analysis of both years shows no differences within rootstocks or the effect of pruning which means that differences among years were even in the second fruit harvest which was the purpose of this study. Results on fruit quality at harvest and seasonal variation, fruit sizes and nutritional status of the trees are shown.

INTRODUCCIÓN

Si en una huerta el riego y la fertilización son adecuados, la interceptación de la luz solar es el factor más importante que contribuye al rendimiento. El buen diseño y manejo de la huerta proporcionan una estructura de la copa en que una gran parte de ella recibe intensidad óptima de luz. Los factores que afectan la interceptación de luz en una huerta adulta son: ancho de la calle, ángulo de poda lateral, altura del árbol y orientación de las hileras, si llega luz insuficiente a la parte baja de la copa se pierde follaje y se reduce el rendimiento. El volumen efectivo de copa es el volumen de los 3 pies (91.4 cm) exteriores de la copa y se estima que ahí se intercepta el 90% de la radiación fotosintéticamente activa. La luz solar no solo incrementa la floración y el amarre de fruto sino también la calidad y el color del fruto.

En cítricos, los carbohidratos se almacenan en hojas, ramillas, ramas y una pequeña parte se va a las raíces. Los carbohidratos almacenados alcanzan su máximo en primavera antes del inicio de la brotación y floración. El follaje actúa como un área importante de almacenamiento de

carbohidratos, de tal manera que el rendimiento se reduce en función de la cantidad de follaje eliminado y una poda severa estimula el crecimiento vegetativo a expensas de la producción de fruta.

El balance entre el crecimiento y fructificación depende en cierta medida de la relación de los carbohidratos y los compuestos nitrogenados. Cuando ambos están adecuados se presenta crecimiento moderado y alta producción, cuando están bajos el árbol crece y fructifica mal, si los carbohidratos están bajos y alto el Nitrógeno se produce follaje vigoroso y se reduce la producción de fruta. Después de una poda severa, aplicaciones altas de Nitrógeno producen fruta floja con cáscara gruesa. Las aplicaciones de Nitrógeno deben reducirse después de la poda severa para evitar este problema. En huertas con alternancia de producción, la poda en el año de alta producción estimula el crecimiento vegetativo al año siguiente y reduce la calidad de fruta. Poda después de un año de baja producción tiende a reducir la alternancia de producción.

La poda lateral y descope es una poda de mantenimiento para controlar el tamaño del árbol de manera que se faciliten las operaciones normales de la huerta, en particular el control de plagas y enfermedades, facilitar la cosecha y mantener una óptima productividad. El dejar crecer la copa y exceso de ramas causan baja penetración de luz, pérdida de las hojas bajas y ramillas productivas, la fruta se reubica en la parte superior de la copa, se reducen el rendimiento, tamaño y calidad externa de la fruta. El control del tamaño del árbol debe comenzarse cuando se llena el espacio dentro de la hilera y el ancho de calle es de 2.1 a 2.4 m y ya se dificulta el paso de maquinaria, así mismo cuando la altura ya dificulta la cosecha.

La poda lateral debe iniciarse antes de que se requiera cortar madera gruesa y no cortar mas allá de 30 cm de la punta de las ramas, debe evitar crecimiento vegetativo excesivo, mantener buena producción de fruta y simplificar el retiro del follaje podado. Normalmente se realiza en un ángulo de 10 a 15° con la vertical de la falda del árbol. La mejor época para podar es durante los meses fríos después de la cosecha pero antes de la floración, esto se ajusta muy bien a las naranjas tempranas, intermedias y Navel, Valencia y toronjas para fruta fresca que puedan cosecharse antes de la floración se pueden podar ya sea toda o parte de la huerta y el resto no cosechado hasta después de abril, en ambos casos el productor se enfrenta a una decisión difícil: sacrificar parte de la cosecha madura si no hay planes de vender la fruta antes de floración o esperar a abril sacrificando algo de la cosecha siguiente, desde el punto de vista económico es preferible retrasar a abril la poda porque afectar la fruta madura ya tiene costos mientras que la nueva apenas inicia. En el caso de naranjas Valencia para jugo que vendan en base a Sólidos Solubles Totales es preferible adelantar la cosecha a mayo y realizar la poda a fines de mayo o junio sacrificando un poco de la cosecha siguiente, la clave está en eliminar madera delgada, menos de 30 cm.

El descopado puede realizarse horizontal o en dos aguas, este último se hace con un ángulo de 15 a 30° con la horizontal y facilita quitar la basura de copa del árbol, la altura del hombro debe ser de 3 a 3.6 m., la altura del centro de la copa no debe ser mayor que 3.9 a 4.5 m.

Huertas que están en sistema rectangular y en seto pueden estar en programas de poda de 1, 2, 3 y 4 años: poda lateral de todas las calles cada año, poda lateral en calles alternas (dos años), poda lateral en calles alternas por dos años y el tercero descopado, poda lateral en calles alternas cada dos años (4 años) o podar todas las calles cada 4 años, cada productor decidirá su programa en función de sus necesidades (Parsons y Wheaton 2006, Sauls 2002, Tucker, Wheaton y Muraro 1994).

OBJETIVOS

Demostrar que mediante un programa de poda a dos años se puede controlar el tamaño del árbol de manera que se faciliten las operaciones normales de la huerta, en particular el control de plagas y enfermedades, facilitar la cosecha y mantener la productividad.

Evaluar los efectos de esta práctica en rendimiento, calidad, tamaño de fruto y estado nutrimental del árbol.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Bloque 625 la huerta tiene una edad de 17 años, plantada a 8 X 4 m., los patrones utilizados fueron Naranja agrio y Citrange Carrizo, se riega por gravedad con agua de la presa. El 2007 se podó la huerta en franjas de dos hileras alternas, las hileras que se podaron se cosecharon a fines

de enero y de inmediato se podaron y descoparon. El 2008 se podaron las dos hileras contiguas que no se podaron el 2007, la cosecha fue el 6 y 7 de febrero, la poda el 20 y 21 del mismo mes. La cosecha el 2009 fue el 20 y 21 de julio.

Los tratamientos fueron:

- 1) Naranja agrio con poda el 2007 y sin poda el 2008.
- 2) Naranja agrio sin poda el 2007 y con poda el 2008.
- 3) Carrizo con poda el 2007 y sin poda el 2008.
- 4) Carrizo sin poda el 2007 y con poda el 2008.

Se usaron 10 repeticiones de Carrizo y 11 de Naranja agrio por cada combinación en un diseño completamente al azar con tratamientos en arreglo factorial para los análisis anual y global, también se analizó el rendimiento acumulado los dos años comparando los cuatro tratamientos. La poda consistió en descopar a 4m y eliminar madera lateral de hasta 50 cm. en un ángulo de 10° aprox. con la vertical. A la cosecha se pesó y contó la fruta por árbol, se tomó una muestra de 20 frutos tamaño 88 por árbol para análisis de calidad (Wardowski) y se hizo un muestreo aleatorio de alrededor de 300 frutos por tratamiento para estimar el porcentaje de tamaños comerciales de la fruta utilizando anillos estándar que usa la industria. Se obtuvieron las dimensiones de los árboles. A mediados de septiembre del 2008 se tomaron muestras de análisis foliar por tratamiento (California)

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Rendimiento.

En el año 2008 se obtuvo un rendimiento de 114.8 kg/árbol (35.8 ton/ha., 312 árboles/ha). Solo el factor poda fue significativo, los árboles podados el 2007 rindieron 125.7 kg comparados con 103.9 kg de los no podados, no hubo diferencia significativa entre patrones ni en la interacción patrón por poda. En frutos por árbol no hubo diferencia significativa entre tratamientos. El peso de fruto fue estadísticamente mayor en los árboles podados en 2007 (197.1 g) que en los no podados (180.3 g), entonces, la diferencia en rendimiento se debe que el fruto tuvo mas peso en lugar de mas frutos por árbol (Cuadro 1).

En el año 2009 el rendimiento fue de 142.7 kg/árbol (44.5 ton/ha). Otra vez, solo el factor poda fue significativo para las tres variables. Los árboles sin poda el 2008 rindieron 156 kg., produjeron 660.4 frutos/árbol y tuvieron un peso promedio de fruto de 237.7 g/fruto, los cuales fueron estadísticamente superiores a los obtenidos por los árboles con poda el 2008, esto se explica porque los primeros traen una recuperación de dos años y los otros solo uno; no hubo diferencia significativa entre patrones ni en la interacción patrón por poda (Cuadro 1).

Se analizó la suma de los rendimientos de los dos años (Cuadro 2) y se encontró diferencia significativa en rendimiento pero no en frutos y promedio de fruto por árbol. Los árboles sin poda del 2008 rindieron estadísticamente mas que los no podados ese año, independientemente del tratamiento de poda del 2007. El factor año tuvo una gran influencia en la producción de los árboles. Sin embargo, frutos y peso promedio de fruto no tuvieron diferencia significativa.

El análisis conjunto de años, patrones y tratamientos de poda indica que solo años e interacción de poda por años fueron significativos (Cuadro 3). El factor año fue muy fuerte y atrajo al factor poda. El que no haya habido diferencias significativas en el factor poda en promedio de los dos años (indica que aunque hay diferencias de rendimiento entre años, estas se igualan a los dos años por la recuperación de los árboles. También se observa que no hay diferencia en rendimiento entre naranja agrio y Citrange carrizo, esto es porque en el área de estudio el 2008 se estableció un sistema de drenaje parcelario y no hay problema evidente de sales, en esas condiciones ambos patrones son buenos.

En 2009 se produjeron 142.7 kg/árbol y en 2008 solo 114.8, esta diferencia es significativa, no se encontró diferencia entre frutos por árbol y el peso de fruto (232.2 g) fue significativamente mayor que el obtenido el 2008 de 188.7g (Cuadro 3).

La interacción de podas por años indica que al comparar el rendimiento de árboles podados y no podados el 2007, el 2008 los árboles podados mejoran su rendimiento en 21% en relación con los no podados. Los árboles sin poda el 2008 se podaron el 2007, por lo que el rendimiento de 156.3 kg/árbol del 2009 es después de una recuperación de dos años comparado con 129.3 kg con poda el año anterior (aumento de 20.6%). En cuanto a frutos/árbol, los árboles podados en 2007 produjeron 657.2 frutos el 2008, comparados con los no podados que produjeron 579.7 (un aumento del 13.4%), mientras que los árboles podados el 2008 produjeron 581.2 frutos el 2009, estadísticamente menor que los 660.4 obtenidos en árboles no podados (una reducción de 13.6%). Por su parte, el peso de fruto fue estadísticamente mayor en 2009 que en 2008, esto por efecto del año (Cuadro 3).

Cuadro 1. Efecto de la poda lateral y descopado en naranja Valencia. Análisis de las producciones anuales. Bloque 625. Valle del Yaqui, Sonora. 2007-2009.

FACTORES	AÑO 2008*			AÑO 2009*		
	KG / ÁRBOL	FRT/ÁRBOL	PESO FRT	KG / ÁRBOL	FRT/ÁRBOL	PESO FRT
PATRONES						
AGRIO	115.8NS	615.4NS	230.2NS	144.2NS	627.1NS	230.2NS
CARRIZO	113.7	621.8	234.4	141.0	614.0	234.4
PODA						
CON PODA	125.7A	657.2NS	197.1A	129.3B	581.2B	226.7B
SIN PODA	103.9B	579.7	180.3B	156.0A	660.4A	237.7A
PAT X PODA						
CARR C/P	128.6NS	690.7NS	185.9NS	126.1NS	576.7NS	227.4NS
CARR S/P	98.8	552.9	178.4	155.9	651.2	241.3
AGRIO C/P	123.1	626.7	207.3	132.3	585.4	226.1
AGRIO S/P	108.5	604.0	181.9	156.1	668.8	233.8
MEDIA GRAL.	114.8	618.4	188.7	142.7	620.8	232.2
C. VAR. (%)	25.5	31.1	11.4	22.3	22.8	13.2

*NS: no hay diferencia significativa entre medias dentro de cada factor. Donde hay letras hay diferencia significativa al 95% de probabilidad.

Cuadro 2. Efecto de la poda lateral y descopado en naranja Valencia. Análisis de la producción acumulada por tratamiento. Bloque 625. Valle del Yaqui, Sonora. 2007-2009.

TRATAM.	DESCRIPCIÓN*	RENDIMIENTO 2008 + 2009*		
		KG/ÁRBOL	FRT/ÁRBOL	PESO FRT.
1	AGRIO + C / P '07 + S / P '08	279.1A	1295.5NS	218.8NS
2	AGRIO + S / P '07 + C / P '08	240.8B	1189.4	204.0
3	CARRIZO + C / P '07 + S / P '08	284.5A	1341.9	212.1
4	CARRIZO + S / P '07 + C / P '08	224.9B	1129.6	199.8
	MEDIA	257.4	1239.3	208.8
	C.VAR. (%)	20.1	22.0	8.8

*C / P: con poda, S / P: sin poda.

**NS: no hay diferencia significativa entre medias dentro de cada variable. Donde hay letras hay diferencia significativa al 95% de probabilidad.

Cuadro 3. Efecto de la poda lateral y descopado en naranja Valencia. Análisis factorial conjunto de la producción. Bloque 625. Valle del Yaqui, Sonora. 2007-2009.

FACTORES		KG / ÁRBOL	FRT/ÁRBOL	PESO FRT
PATRONES	AGRIO	130.0A	621.2A	212.4A
	CARRIZO	127.3A	617.9A	208.3A
PODA	CON PODA	127.5A	619.2A	211.9A
	SIN PODA	129.9A	620.0A	208.9A
AÑOS	2009	142.7A	620.8A	232.2A
	2008	114.8B	618.4A	188.7B
PATR X PODA	CARR C/P	127.3A	633.7A	206.7A
	CARR S/P	127.4A	602.1B	209.9A
	AGRIO C/P	127.7A	606.0B	216.7A
	AGRIO S/P	132.3A	636.4A	208.1A
PATR X AÑO	CARR 2009	141.0A	614.0A	234.4A
	CARR 2008	113.7A	621.8A	182.A
	AGRIO 2009	144.2A	627.1A	230.2A
	AGRIO 2008	115.8A	615.4A	194.6A
PODA X AÑO	C/P 2007	125.7B	657.2A	197.1B
	S/P 2007	103.9C	579.7B	180.2C
	C/P 2008	129.3B	581.2B	226.7A
	S/P 2008	156.0A	660.4A	237.7A
INTERACCIÓN				
P x P x Año	NO HAY DIFERENCIA ESTADÍSTICA SIGNIFICATIVA			
MEDIA		128.7	619.6	210.4
COEF. VAR. (%)		23.8	26.6	12.6

*NS: no hay diferencia significativa entre medias dentro de cada factor. Donde hay letras hay diferencia significativa al 95% de probabilidad.

Análisis de calidad.

Resultados 2008.

La comparación entre patrones indica que el peso de fruto de Carrizo superó al de naranjo agrio, no hubo diferencia en porcentaje y volumen de jugo por fruto ni en grados Brix (Sólidos solubles totales), en cambio, en acidez titulable del jugo el naranjo agrio superó al Carrizo y en Relación Sólidos / acidez Carrizo superó al agrio.

Los árboles podados el 2007 tuvieron mas peso de fruto que los no podados, el volumen de jugo fue similar para ambos tratamientos, no hubo diferencia en grados Brix pero la poda redujo la acidez y en consecuencia la Relación Sólidos / acidez fue mayor que en los árboles sin poda.

En la interacción de Patrones por Poda hubo variaciones en las características del fruto pero no hubo diferencia en grados Brix, acidez titulable y Relación Sólidos / acidez (Cuadro 4).

Resultados 2009.

Los tres factores no presentaron diferencia estadística en peso de fruto y porcentaje de jugo aunque hubo cierta variación en volumen de jugo. En grados Brix, el patrón agrio superó al Carrizo y árboles sin poda superaron a los podados. En la interacción, Carrizo sin poda superó a las demás. En acidez titulable no hubo diferencia significativa entre patrones y entre tratamiento de poda. En la interacción el agrio con o sin poda tendió a superar a Carrizo. En la Relación Sólidos /

acidez no hubo diferencia entre patrones y poda, pero en la interacción agrio sin poda tuvo la Relación mas baja de todas (Cuadro 5).

Resultados de variación estacional de la calidad por patrones, poda e interacción 2008-09.

Para el análisis se tomaron 20 frutos de tamaño 88 a traves de la temporada, en las Gráficas del 1 al 9 se presenta la información de peso de fruto, contenido de Sólidos Solubles Totales y Relación Sólidos / áidez, la información completa se puede consultar con el autor.

Peso de fruto.

Carrizo Tendió a producir frutos de mayor peso que naranja agrio en la temporada. Ambos estuvieron de 207 a 213 gramos/fruto hasta mediados de marzo, de ahí aumentó hasta 222 – 225 a mediados de julio. El tratamiento de poda no tuvo mucha diferencia. La interacción de patrones por poda no tuvo una tendencia definida (Gráficas 1, 2, 3).

Sólidos Solubles Totales.

Las curvas obtenidas por los patrones y el tratamiento de poda fueron muy similares, sin embargo, el agrio cayó mas que Carrizo de mayo a julio. A mediados de enero se alcanzó la relación de 9 que es un índice de madurez aceptable para iniciar la cosecha, en agrio se mantuvo un poco mas baja que Carrizo los primeros 150 días pero en julio de igualaron. La interacción de patrones / poda son muy similares (Gráficas 4, 5 y 6).

Relación Sólidos / acidez.

Los primeros 150 días el agrio tiene un a Relación mas baja que Carrizo, a partir de ahí se igualan en julio. Los tratamientos de poda son muy similares los primeros 120 días, luego sin poda aumenta un poco en relación con el tratamiento de poda. La interacción patrones/poda fue similar en las cuatro combinaciones (Gráficas 7,8 y 9).

La tendencia general de la variación estacional es muy similar a la reportada (Ramírez Díaz 2007).

Cuadro 4. Efecto de la poda lateral y descopado en la calidad interna de la fruta de naranja Valencia. Bloque 625. Valle del Yaqui, Sonora. Cosecha febrero 6 y 7 del 2008.

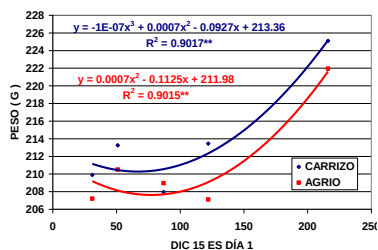
FACTORES	Peso*	Jugo		Brix	Acidez Tit.	Relación
	Fruto (g)	(%)	ml / fruto	(%)	(%)	S / A
PATRONES						
Agrio	152.1 B	49.4 A	72.4 A	11.8 A	1.12 A	10.6 B
Carrizo	163.6 A	46.6 A	73.1 A	11.8 A	1.01 B	11.7 A
PODA						
Con Poda	164.4 A	47.2 B	74.6 A	11.8 A	1.04 B	11.4 A
Sin Poda	151.0 B	48.8 A	71.0 A	11.8 A	1.09 A	10.9 B
PAT X PODA						
Carr C/P	174.6 A	45.2 B	75.4 A	11.7 A	0.98 A	12.0 A
Carr S/P	152.6 B	48.1 A	70.8 B	11.7 A	1.04 A	11.3 A
Agrio C/P	154.1 B	49.3 A	73.6 AB	11.7 A	1.10 A	10.8 A
Agrio S/P	149.3 B	49.6 A	71.3 B	11.8 A	1.14 A	10.4 A

* Medias dentro de cada factor seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente. Medias con letras diferentes difieren al 5% de probabilidad. Muestra: 20 frutos tamaño 113.

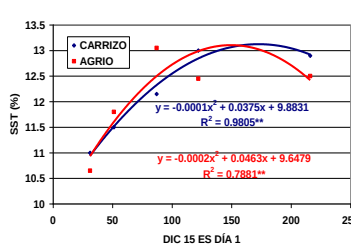
Cuadro 5. Efecto de la poda lateral y descopado en la calidad interna de la fruta de naranja Valencia. Bloque 625. Valle del Yaqui, Sonora. Fecha de muestreo febrero 4 del 2009.

FACTORES	Peso Fruto	Jugo		Brix	Acidez Tit.	Relación
	(g)	(%)	ml / fruto	(%)	(%)	S / A
PATRONES						
AGRIO	210.5 A	46.7 A	94.6 A	11.8 A	1.24 A	9.0 A
CARRIZO	213.3 A	44.6 A	91.4 B	11.5 B	1.21 A	9.3 A
PODA						
CON PODA	210.9 A	46.0 A	93.3 A	11.6 B	1.24 A	9.3 A
SIN PODA	212.9 A	45.4 A	92.8 A	11.8 A	1.28 A	9.2 A
PAT X PODA						
CARR C/P	211.8 A	45.3 A	92.3 AB	11.3 B	1.20 B	9.4 A
CARR S/P	214.7 A	44.0 A	90.5 B	11.7 A	1.22 B	9.6 A
AGRIO C/P	210.0 A	46.8 A	94.3 A	11.8 A	1.28 AB	9.3 A
AGRIO S/P	211.0 A	46.7 A	95.0 A	11.8 A	1.34 A	8.8 B

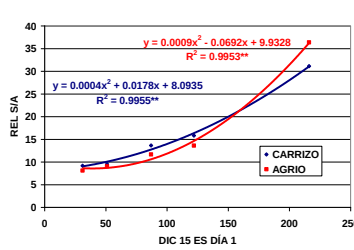
Medias dentro de cada factor seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente. Medias con letras diferentes difieren al 5% de probabilidad. Muestra 20 frutos tamaño 88.



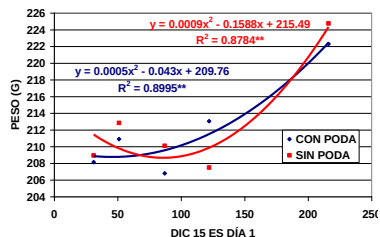
Gráf. 1. Patrones. Peso de fruto.



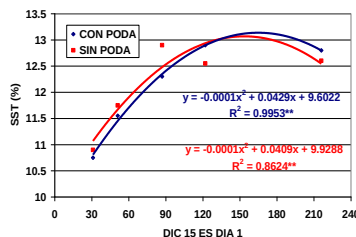
Gráf. 2. Patrones. Sólidos ST.



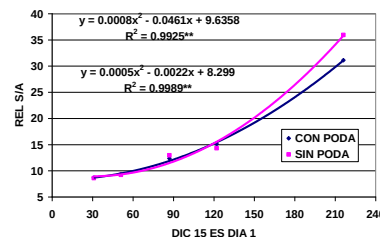
Gráf. 3. Patrones. Rel. S/A.



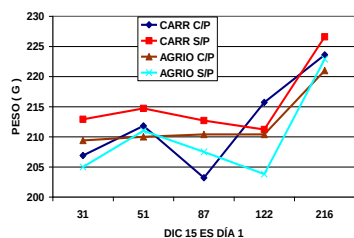
Gráf. 4. Poda. Peso de fruto.



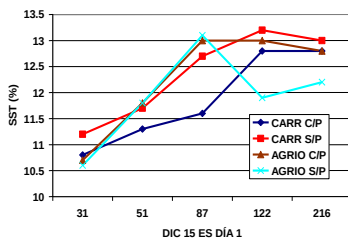
Gráf. 5. Poda. Sólidos ST.



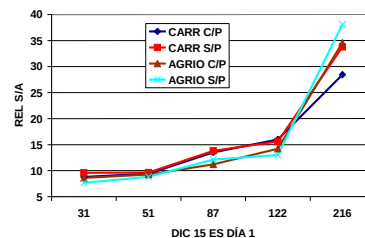
Gráf. 6. Poda. Relación S/A.



Gráf. 7. PatrXPod. Peso fruto.



Gráf. 8. PatrXPod. Sólidos ST.



Gráf. 9. PatrXPod. Rel. S/A.

Porcentaje de tamaños comerciales.

Resultados 2008.

La información solo marca tendencias porque no se hizo análisis estadístico, sin embargo, en cada factor se anota la media por tamaños para comparar los datos.

Carrizo tiende a producir fruta de tamaños 88 y 72 y menos de los tamaños 113 y 138, esto concuerda con lo observado en la práctica.

En cuanto a poda, los datos se ven muy similares. En la interacción, agrio sin poda se va a tamaños menores de 88 (113, 138 y 163) que los demás tratamientos (Cuadro 6).

Resultados 2009.

Este año se cosechó hasta julio, la fruta ya tiene tamaño uniforme a estas fechas, por lo que no se detecta mucha diferencia entre tratamientos (Cuadro 7).

Cuadro 6. Efecto de la poda lateral y descopado en el porcentaje de tamaños comerciales a la cosecha de naranja Valencia. Bloque 625. Valle del yaqui, Sonora. Febrero 6 y 7 del 2008.

FACTORES	TAMAÑOS COMERCIALES (%)						
	163	138	113	88	72	56	48
PATRONES							
Agrio	8	21.4	41.4	24.6	4.4	0.2	0
Carrizo	3.2	18.2	36.5	31.1	9.8	1	0.2
MEDIA	5.6	19.8	39.0	27.9	7.1	0.6	0.1
PODA							
Con Poda	4.8	19.2	38.2	30.2	7.2	0.4	0
Sin Poda	6.5	20.4	39.7	25.5	7	0.8	0.1
MEDIA	5.6	19.8	39.0	27.9	7.1	0.6	0.1
PAT X POD							
Carr C/P	3.2	18.4	39.2	30	8.8	0.4	0
Carr S/P	3.3	17.9	33.8	32.1	10.8	1.7	0.4
Agrio C/P	6.4	20	37.2	30.4	5.6	0.4	0
Agrio S/P	9.6	22.8	45.6	18.8	3.2	0	0
MEDIA	5.6	19.8	39.0	27.9	7.1	0.6	0.1

Cuadro 7. Efecto de la poda lateral y descopado en el porcentaje de tamaños comerciales a la cosecha de naranja Valencia. Bloque 625. Valle del yaqui, Sonora. Julio 20 y 21 del 2009.

FACTORES	TAMAÑOS COMERCIALES (%)						
	163	138	113	88	72	56	48
PATRONES							
Agrio	0.7	4.2	15.1	42.1	25.8	10.5	1.7
Carrizo	0.0	4.3	16.3	40.7	25.3	12.4	1.1
MEDIA	0.35	4.25	15.7	41.4	25.6	11.5	1.4
PODA							
Con Poda	0.7	4.1	16.4	39.7	25.1	12.4	1.7
Sin Poda	0.0	4.4	14.9	43.1	26.0	10.5	1.1
MEDIA	0.35	4.25	15.7	41.4	25.6	11.5	1.4
PAT X POD							
Carr C/P	0.0	3.7	12.7	40.8	28.1	13.9	0.7
Carr S/P	0.0	4.7	19.7	40.5	22.6	11.0	1.5
Agrio C/P	1.5	3.4	13.1	38.8	27.6	13.8	1.9
Agrio S/P	0.0	5.1	17.0	45.3	23.9	7.3	1.5
MEDIA	0.35	4.25	15.7	41.4	25.6	11.5	1.4

Estado nutrimental de los árboles.

En Septiembre del 2008 se tomaron muestras para análisis foliar de los cuatro tratamientos.

Se encontró que en casi todos los factores el Nitrógeno, Calcio, Magnesio y Cobre están en niveles de Suficiencia, el Sodio está en Exceso, el Hierro está alto y el Manganeso y Zinc están Bajos o Deficientes. Esta situación refleja lo que ocurre en general en las huertas de naranja Valencia en el Valle del Yaqui (Ramírez Díaz 2007 y 2008).

En los patrones, el agrio salió Bajo y Suficiente en Fósforo y Potasio, el Carrizo salió Suficiente en Fósforo y Bajo en Potasio.

Los tratamientos con poda anduvieron Bajo el Fósforo y Potasio, mientras que los sin poda mostraron Suficiencia en los dos elementos.

En la interacción, Carrizo con y sin poda salieron Suficiente en Fósforo y Bajo en Potasio, agrio con poda nivel Bajo en los dos elementos mientras que agrio sin poda mostró nivel Suficiente en los dos elementos.

Cuadro 7. Efecto de la poda lateral y descopado en el contenido foliar de macro y micronutrientos en naranja Valencia. Bloque 625. Valle del Yaqui, Sonora. 2007 a 2009.

FACTORES	N * (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
PATRONES										
Agrio	2.4 S	0.11 B	0.75 S	4.4 S	0.32 S	0.41 E	248 A	19 B	14 B	7 S
Carrizo	2.6 S	0.12 S	0.63 B	4.7 S	0.65 S	0.38 E	237 A	13 D	12 D	11 S
PODA										
Con Poda	2.5 S	0.11 B	0.6 B	4.7 S	0.42 S	0.37 E	221 A	16 B	11 D	8 S
Sin Poda	2.5 S	0.12 S	0.78 S	4.4 S	0.55 S	0.42 E	264 A	16 B	15 D	10 S
PATR X PODA										
Carr C/P	2.5 S	0.12 S	0.6 B	4.3 S	0.5 S	0.34 E	218 A	12 D	10 D	10 S
Carr S/P	2.6 S	0.12 S	0.65 B	5 S	0.8 A	0.42 E	256 E	14 D	14 D	11 S
Agrio C/P	2.4 S	0.10 B	0.6 B	5 S	0.34 S	0.4 E	223 A	20 B	12 D	5 S
Agrio S/P	2.4 S	0.12 S	0.9 S	3.7 S	0.3 S	0.42 E	272 A	18 B	16 B	9 S

* Niveles nutrimentales. D: deficiente, B: bajo, S: suficiente, A: alto, E: exceso.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que realizó este estudio se puede concluir que:

El programa propuesto de poda a dos años de la huerta, aunque hubo diferencias dentro de años, el promedio de los dos años mostró que no se afecta el rendimiento por efecto de los patrones o el programa de poda, los factores mas importantes son la variación entre años y la interacción de años con la poda anual.

Aunque hay variación entre años, no se afectan la calidad interna a la cosecha ni su variación estacional ni el porcentaje de tamaños comerciales de la fruta.

La poda en invierno (fines de enero a mediados de febrero) es adecuada siempre y cuando no llegue a floración.

El estado nutrimental de los árboles refleja la problemática general de las huertas de naranja Valencia del Valle del Yaqui.

La poda lateral y descope es una poda de mantenimiento que controla el tamaño del árbol para facilitar las operaciones normales de la huerta, el control de plagas y enfermedades, facilita la cosecha y mantiene una óptima productividad.

LITERATURA CITADA

- Parsons L. R. and T.A.Wheaton. 2006. Tree Density, Hedging, and Topping. HS 1026. Hort. Sci. Dept. Coop. Ext. Serv., IFAS, Univ. of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Ramírez Díaz, J. M. 2008. Análisis foliar para el manejo nutrimental de huertas de naranja Valencia en el Valle del Yaqui, Sonora. XI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Univ. Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B. C. octubre 23 y 24.
- Ramírez Díaz, J. M. 2007. Variación estacional de la calidad de naranja Valencia. Valle del Yaqui, Sonora. XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, A.C. Zacs. Zacs., agosto 14 al 17.
- Ramírez Díaz, J.M. 2007. Diagnóstico de agua, suelo y foliar para el manejo nutrimental de huertas de naranja Valencia, Valle del Yaqui, Sonora. XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. León Gto., México. Septiembre 17 – 21.
- Sauls, J.W. 2002. Citrus pruning. Texas Citrus and Subtropical Fruits. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/citriculture.htm>
- Tucker, D.P.H., T.A. Wheaton and R.P.Muraro. 1994. Citrus Tree Pruning and Practices. Fact Sheet 144. Hort. Sci. Dept. Coop. Ext. Serv., IFAS, Univ. of Florida. 9 p.
- Wardowski, W., Soule, J., Grierson W. and Westbrook, G. 1979. Florida citrus quality tests. Fla. Coop. Ext. Serv., Inst. of Food and Agric. Sciences. Univ. of Fla. Gainesville. Bull. 188. 30 p.

EFFECTIVIDAD DEL USO DE *AZOSPIRILLUM BRASILENSIS* Y *GLOMUS INTRARADICES*, COMO BIOFERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE TRIGO DEL VALLE DE MEXICALI. 2008-2009.

J. Jesús Medina Esparza¹, J. Iván Alvarado Padilla² y Mario Camarillo Pulido². ¹Academia Estatal Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, ²Investigadores del INIFAP. Campo Experimental Valle de Mexicali. Km. 7.5 Carretera Mexicali – San Felipe. Mexicali B. C. ingjesus@yahoo.com

Palabras clave: Trigo, Biofertilizantes, Nitrógeno, Azospirillum, Glomus.

RESUMEN

En trigo Baviácora M92, sembrado el 28 de diciembre de 2008 en un suelo arcilloso, se evaluaron biofertilizantes (*Azoosporillum brasiliensis*, *Glomus intraradices*, la mezcla de ambos y el testigo sin biofertilizante), en cada uno de los cuatro tratamientos se aplicaron dosis de nitrógeno (0, 120 y 240 kg por hectárea). Los tratamientos se distribuyeron de acuerdo a un arreglo en parcelas divididas en un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones. Los biofertilizantes fueron adheridos a la semilla y el total del fertilizante nitrogenado se dividió en tres aplicaciones. Aun cuando los promedios de los tratamientos de biofertilizantes para el caso de número y peso de espigas, producción de grano fue mayor a donde no se aplicó y menores en el peso volumétrico y de 1000 granos, el análisis de varianza no detectó efecto significativo. Las dosis de nitrógeno afectaron significativamente el número y peso de espigas, el peso volumétrico y el peso de 1000 granos. No fue significativa la interacción de biofertilizantes con los niveles de Nitrógeno. El hecho de que el mejor tratamiento fue la aplicación de 102 kg/ha de Nitrógeno y que el promedio general del rendimiento de grano fuese de 780.3 gramos/m² indica la buena fertilidad del suelo y explica la respuesta no significativa de los biofertilizantes.

ABSTRACT

In Baviácora wheat M92, sown on December 28, 2008. In a clay soil were evaluated biofertilizers (*Azoosporillum brasiliensis*, *Glomus intraradices*, the mixture of both and the control without biofertilizer) in each of the four treatments were applied nitrogen doses (0, 120 and 240 kg per hectare). The distribution of treatments in the field corresponded to a split plot arrangement in a randomized block design with five replications. The biofertilizers were attached to the seed and the total nitrogen fertilizer was split into three applications. We quantified the yield and quality such as; weight, volume, weight of 1000 seeds. Even though the average biofertilizers treatments for the case number and weight of grain, grain production was increased to where it was applied and reduced volume and weight of 1000 grains, analysis of variance detected no significant effect. Nitrogen doses significantly affected the number and weight of spikes, weight, volume and weight of 1000 grains. There was significant interaction of bio-fertilizers with nitrogen levels. The fact that the best treatment was the application of 102 kg / ha of nitrogen and that the overall average grain yield was of 780.3 g/m² indicates the fertility of the soil and explains the no significant response of biofertilizers.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales (suelo y clima), el manejo (fertilización, etc) y las características de los microorganismos nativos e introducidos son factores determinantes para la sobrevivencia y actividad en la rizosfera. Las raíces de las plantas, interaccionan con los organismos que conviven en su medio. En su interacción positiva, si es con hongos, la unión se le llama micorriza, y si es con bacterias se le llama rizobacterias, estableciéndose una asociación mutuamente ventajosa. Entre otras ventajas se indica que al aumentar el tamaño de la raíz por efecto de la asociación, el contacto con las partículas del suelo es mayor, y en consecuencia la posibilidad de que ocurra mayor absorción de nutrimentos y agua. Además dicha simbiosis puede resultar en protección a la raíz del ataque de algunos microorganismos nocivos del suelo. Para que ocurra la colonización (asociaciones con la raíz), tiene que sobrevivir el hongo o la bacteria desde que es inoculada en la semilla hasta que se logre la invasión a las raíces. En suelos con bajos niveles de nutrimentos es más eficiente el efecto de las asociaciones radiculares positivas (Faggioli *et al*, 2002). Actualmente

la sugerencia para la fertilización del trigo es de aplicar 35 kg de nitrógeno y 10 kg de fósforo por cada tonelada a producir (Martínez *et al*, 2006), con el uso de biofertilizantes se espera que la cantidad de fertilizante que se aplica actualmente al trigo, pueda reducirse por al menos un ciclo.

OBJETIVO

Evaluar el rendimiento y calidad del grano en trigo inoculado con *Azospirillum brasilensis* y *Glomus intraradices*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El cultivo de trigo variedad Baviácora M92, se estableció el 28 de diciembre de 2008, en la Colorado 2, lote 24, del INIFAP, en un suelo arcilloso de la serie imperial, del Valle de Mexicali. El tratamiento a la semilla consistió en ponerla en contacto con un adherente y posteriormente aplicarle el polvo que contenía los microorganismos. La dosis de semilla fue de 140 kg/ha, fue distribuida al boleto. Las dosis/ha de nitrógeno fueron 0 - 102 y 204 y la de fósforo fue de 75 kg/ha, éste donde se aplicó el nitrógeno. La distribución de 12 tratamientos se hizo al azar en cada una de las cinco repeticiones, los biofertilizantes se agruparon como parcela grande y como parcelas chicas, las dosis de Nitrógeno (Cuadro M1).

Cuadro M1. Tratamientos Evaluados en Trigo Baviácora M92.

----- TRATAMIENTOS -----			N	P
Pg.	Pch	Biofertilizantes	kg /ha	
1	1	Azospirillum brasilensis	0	0
1	2	Azospirillum brasilensis	102	75
1	3	Azospirillum brasilensis	204	75
2	1	Glomus intraradices	0	0
2	2	Glomus intraradices	102	75
2	3	Glomus intraradices	204	75
3	1	Azospirillum + Glomus	16	0
3	2	Azospirillum + Glomus	102	75
3	3	Azospirillum + Glomus	204	75
4	1	Sin	0	0
4	2	Sin	102	75
4	3	Sin	204	75

La unidad experimental fue de tres por tres metros y la parcela útil fue el metro cuadrado del centro. El muestreo del rendimiento de grano terminó en mayo 22 de 2009, en cada muestra se cuantificó número de espigas, peso de espigas, peso de grano, peso de un litro de grano y peso de 1000 granos. El análisis de los datos se realizó mediante el análisis de varianza y en su caso de la comparación de los promedios y análisis de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de suelo realizado previo a la siembra se muestra enseguida:

Profundidad Cm	N total %	Fósforo Olsen Ppm	Potasio Peech ppm
0-30	0.38	10.26	118.8
30-60	0.2	3.5	139.5

Hidroanálisis de Mexicali

Los valores encontrados nos infieren que es un suelo, medio a alto en nitrógeno, medio pobre en fósforo y rico en potasio (Castellanos *et al*, 2005). A excepción del potasio los valores fueron mas bajos en la profundidad 30 – 60.

El número de espigas

La cantidad promedio de espigas/m² (cuadro R1), vario de 397 a 496, y el tratamiento sin biofertilizante tuvo los valores promedio más bajos, sin embargo, el análisis de varianza (coeficiente de variación de 9.2) no detecto efecto significativo de los biofertilizantes sobre el número de espigas por unidad de superficie. Las dosis de nitrógeno, como es de esperarse, si tuvieron efecto significativo en el número de espigas, donde de acuerdo a la prueba de comparación de promedios, la dosis de 102 kg de Nitrógeno por hectárea fue el mejor tratamiento. No se detecto efecto de interacción entre biofertilizantes y dosis de nitrógeno.

Cuadro R1. Espigas/m² en Trigo Baviácora M92, Abonado con Fertilizantes Sintéticos y Biofertilizantes, en un Suelo Arcilloso. Valle de Mexicali. 2009

Biofertilizantes	kg de nitrógeno /hectárea			Promedio
	0	102	204	Gramos
1. Azoosporilum brasilensis	442.8	491.8	465.4	466.7 a*
2. Glomus intraradices	451.0	496.4	485.2	477.5 a
3. Azoosporilum + Glomus	449.4	478.2	476.2	467.9 a
4. Sin	397.0	456.0	430.4	427.8 a
Promedio (gramos)	435.1 b*	480.6 a	464.3 ab	

*Promedios con igual letra en la misma fila o columna no son diferentes estadísticamente (Tukey 0.05)

El peso de espigas

El peso promedio de espigas/m² (cuadro R2), fluctuó entre 987 y 1124. Los tratamientos con biofertilizante tuvieron valores promedio más altos que donde no se aplicaron, pero el análisis de varianza (coeficiente de variación de 8.5) no detecto efecto significativo de los biofertilizantes sobre el peso de espigas por unidad de superficie. Las dosis de nitrógeno, tuvieron efecto significativo en el peso de espigas, obsérvese que la dosis de 102 kg de Nitrógeno por hectárea fue el mejor tratamiento.

Cuadro R2. Peso de Espigas/m² en Trigo Baviácora M92, Abonado con Fertilizantes Sintéticos y Biofertilizantes, en un Suelo Arcilloso. Valle de Mexicali. 2009

Biofertilizantes	kg de nitrógeno /hectárea			Promedio
	0	102	204	Gramos
1. Azoosporilum brasilensis	1019.0	1124.6	1056.6	1066.7 a*
2. Glomus intraradices	1000.0	1071.4	1075.2	1048.9 a
3. Azoosporilum + Glomus	1070.2	1116.2	1087.6	1091.3 a
4. Sin	987.6	1068.4	1013.6	1023.2 a
Promedio (gramos)	1019.2 b*	1095.2 a	1058.3 ab	

*Promedios con la misma letra en la misma fila o columna no son diferentes estadísticamente (Tukey 0.05)

El peso del grano

El peso promedio del grano/m² (cuadro R3), tuvo una amplitud de variación que fue de 726 a 836. Al igual que en el peso y numero de espigas, los tratamientos con los valores promedio más bajos

correspondieron a donde no se aplicó ni biofertilizante ni el nitrógeno. En tanto que los más altos ocurrieron donde se aplicó la mezcla de biofertilizante y los 102 kg/ha de nitrógeno. El análisis de varianza (coeficiente de variación de 9.3) no detectó efecto de los tratamientos con biofertilizante ni de las dosis de nitrógeno sobre la producción del grano por unidad de superficie. El tratamiento sin aplicación de nitrógeno y fósforo tuvo rendimientos más allá de los esperados, esta respuesta nos indica que el nivel de fertilidad del suelo fue aceptable.

Cuadro R3. Peso del Grano/m² en Trigo Baviácora M92, Abonado con Fertilizantes Sintéticos y Biofertilizantes, en un Suelo Arcilloso. Valle de Mexicali. 2009.

Biofertilizantes	kg de nitrógeno /hectárea			Promedio
	0	102	204	Gramos
1. Azoosporium brasilensis	761.2	832.0	762.4	785.2 a*
2. Glomus intraradices	737.2	796.0	799.8	777.7 a
3. Azoosporium + Glomus	805.0	826.6	793.6	808.4 a
4. Sin	726.0	786.6	736.4	749.7 a
Promedio (gramos)	757.4 a*	810.3 a	773.1 a	

*Promedios con la misma letra en la misma fila o columna no son diferentes estadísticamente (Tukey 0.05)

El peso volumétrico del grano

El peso de un litro de grano (cuadro R4), tuvo una amplitud de variación que fue de 799 a 821 gramos. El análisis de varianza (coeficiente de variación de 1.3) no detectó efecto de los biofertilizantes sobre el peso volumétrico del grano, pero sí las dosis de nitrógeno. El peso volumétrico mayor se obtuvo cuando se aplicó menos nitrógeno, al respecto, dicha relación inversa resultó significativa (cuadro 6).

Cuadro R4. Peso de un litro de grano en Trigo Baviácora M92, Abonado con Fertilizantes Sintéticos y Biofertilizantes, en un Suelo Arcilloso. Valle de Mexicali 2009.

Biofertilizantes	kg de nitrógeno /hectárea			Promedio
	0	102	204	Gramos
1. Azoosporium brasilensis	813.0	813.0	807.6	811.2 a*
2. Glomus intraradices	814.0	818.3	799.5	810.6 ^a
3. Azoosporium + Glomus	817.6	806.7	807.3	810.5 ^a
4. Sin	821.3	812.6	812.2	815.4 ^a
Promedio (gramos)	816.5 a*	812.7 ab	806.6 b	

*Promedios con la misma letra en la misma fila o columna no son diferentes estadísticamente (Tukey 0.05)

El peso de 1000 granos

La amplitud de variación del peso promedio por tratamiento de 1000 granos, fue de 36.9 a 42.3 gramos. Estos valores son bajos pero acordes con la fecha de siembra tardía. El análisis de varianza (coeficiente de variación de 4.7) no detectó efecto de los biofertilizantes sobre el peso de 1000 granos, pero sí lo afectaron significativamente las dosis de nitrógeno. Obsérvese (cuadro 5), que donde no se aplicó nitrógeno el promedio fue significativamente más alto. La relación inversa entre las dosis aplicadas y el peso de 100 granos resultó significativa (cuadro 6).

Cuadro R5. Peso de 1000 granos en Trigo Baviácora M92, Abonado con Fertilizantes Sintéticos y Biofertilizantes, en un Suelo Arcilloso. Valle de Mexicali. 2009

Biofertilizantes	Kg de nitrógeno /hectárea			Promedio
	0	102	204	Gramos
1. Azoospirillum brasilensis	42.34	38.48	38.34	39.7 a*
2. Glomus intraradices	40.72	38.36	38.30	39.1 a
3. Azoospirillum + Glomus	41.42	40.78	36.94	39.7 a
4. Sin	43.18	40.08	39.84	41.0 a
Promedio (gramos)	41.915 a*	39.425 b	38.355 b	

*Promedios con la misma letra en la misma fila o columna no son diferentes estadísticamente (Tukey 0.05)

Cuadro R6. Correlación entre las dosis de nitrógeno y algunos parámetros del grano. Valle de Mexicali. 2009

Estadísticos	Parámetros			
	Espigas m2	Peso de grano/m2	Peso Volumétrico	Peso 1000 granos
T Student	1.842	0.869	2.466	6.223
Probabilidad	0.071	0.388	0.017	0.000
Coef Correlación	0.235	0.113	-0.308	-0.568

El hecho de que la producción de grano obtenida en el tratamiento donde no se aplicó ningún tipo de fertilizante, promedio 749 gramos/m², sugiere que la aportación de la reserva nutricional del suelo fue alta (Medina y Valenzuela, 2007), y esto en principio explicaría la falta de efecto significativo de los biofertilizantes sobre los parámetros de la planta y el grano evaluados.

CONCLUSIONES

No se detectó efecto significativo de los biofertilizantes sobre los parámetros del trigo evaluados. Hubo efecto significativo de las dosis de Nitrógeno aplicado sobre número y pesos de espigas, peso volumétrico y peso de 1000 granos. No hubo efecto de interacción entre los biofertilizantes y las dosis de N. La falta de efecto significativo de los biofertilizantes, en principio se debe a que el cultivo de trigo tuvo en el suelo una buena reserva de nutrimentos.

LITERATURA CITADA

Castellanos R. J. Z., J. A. Cueto W., J. R. Salinas G., L. M. Tapia V., J. M. Cortés J., I. J. González A., H. Mata V., M. Mora G., A. Vásquez H., C. Valenzuela S. y S. A. Enríquez R. 2005. La fertilización de los Cultivos de Maíz, Sorgo y Trigo en México. SAGARPA-INIFAP. Celaya, Gto. México. 43 p.

Faggioli V., G. Freytes y C. Galarza. 2002. Las micorrizas en trigo y su relación con la absorción de fósforo del suelo. Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. INTA. Arg. 7 p.

http://www.google.com.mx/search?hl=es&source=hp&q=Interpretacion+del+Nitrogeno+en+el+suelo&meta=&rlz=1W1GPEA_es&aq=f&oq=

Martínez B. A., F. López L., J. J. Medina E., J. A. Valenzuela P. 2006. Guía para Producir Trigo en Plano en el DDR 002, Río Colorado. Folleto para Productores # 49 SAGARPA-INIFAP CIRNO-CEMEXI. Mexicali B. C.

Medina E. J. J. y C. Valenzuela S. 2007. Respuesta a N, P, K del Cultivo de Trigo en un Suelo Migajón Limoso del Valle de Mexicali. En Memorias del X Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. ICA-UABC. p. 467-473.

BENEFICIO COSTO DEL SORGO DULCE Y REMOLACHA AZUCARERA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN EL VALLE DEL YAQUI

Armenta Cejudo Antonio¹, Fernando Vieira de Figueiredo², Xochitl M. Ochoa Espinoza¹, Dena Camarena Gómez ², Pedro Félix Valencia¹, Lope Montoya Coronado¹. ¹Investigador INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Valle del Yaqui. Norman E. Borlaug Km. 12, Valle del Yaqui. CP.85000. Cd. Obregón, Son. ²Investigador INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Carretera a Bahía de Kino Km. 12.6, C.P. 83000. Hermosillo, Son. vieira.fernando@infiap.gob.mx

Palabras clave: Rentabilidad, Tecnología, Producción, Valle del Yaqui.

RESUMEN

La Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos es el instrumento rector para que en el corto plazo se cuente con la materia prima para la elaboración de biodiesel y bioetanol, y pueda transportarse de forma segura y eficiente para su comercialización en México. La Secretaría de Energía, en conjunto con otras secretarías, elaboró el Programa Gradual de Producción de Etanol, donde se propone iniciar en Guadalajara a partir del año 2010 la introducción en las gasolinas como oxigenante, y se requerirán en esta primera etapa 3400 barriles diarios de bioetanol. Ante este escenario, el INIFAP en el Campo experimental Valle del Yaqui ha venido evaluando variedades de sorgo dulce y remolacha azucarera con rendimientos de hasta 140 y 100 t ha⁻¹, donde el productor puede obtener ganancias aceptables.

ABSTRACT

The law of promotion and development of bioenergetics is the main tool to have in a short term the raw material for the elaboration of biodiesel and bio-ethanol, and that it could be transported in a safe and efficient way for its commercialization in México. The Energy Secretary together with other secretaries developed the gradual program of ethanol production, and proposed to begin in Guadalajara in the year 2010 the introduction of *bioethanol* in the gasoline's as oxygenating and it is required 3400 barrels daily of bio-ethanol in the first stage. At this stage, INIFAP in the experimental field of Valle del Yaqui has been evaluating varieties of sweet sorghum and sugar beet with yields of 140 and 100 t ha⁻¹, where the producer can obtain acceptable earnings.

INTRODUCCIÓN

Actualmente ha surgido un gran interés por los biocombustibles, debido a que los gobiernos buscan disminuir la dependencia hacia los combustibles fósiles y lograr la seguridad energética nacional a partir de insumos agropecuarios, aunado a que contribuyen a la protección del medio ambiente. Se puede considerar que las emisiones de carbono provocadas por la quema de biocombustibles tienen un balance neto cercano al cero, una vez que el carbono emitido fue antes capturado por las plantas que lo originaron. Así, las emisiones de biocombustibles no contribuyen o contribuyen mucho menos al aumento del CO₂ en la atmosfera.

La estrategia global ante la escasez del petróleo y sus altos precios, son los biocombustibles, en el presente trabajo se hace un análisis de las líneas de acción de nuestro país para impulsar la producción de cultivos energéticos y la cadena productiva. En base a las evaluaciones de variedades realizadas en el Campo Experimental Valle del Yaqui, se cuantifica la relación beneficio costo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para los fines de este trabajo se realizó una revisión documental del contexto nacional para el impulso y desarrollo de la cadena productiva de Biocombustibles. En el análisis beneficio costo se dio seguimiento a las labores de campo e insumos utilizados en las evaluaciones experimentales de variedades de sorgo y remolacha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

México se encuentra en una fase de diseño y búsqueda de capacidades para crear certidumbre en la producción, transporte y comercialización de biocombustibles que compensen la caída de sus reservas de petróleo. Asimismo, reúne las condiciones de biodiversidad para encontrar las mejores especies y variedades de cultivos que permitan a los productores obtener buenos rendimientos por hectárea, y que los industriales cuenten con insumos en cantidad y calidad para la producción de biodiesel y bioetanol.

El primero de febrero del 2008 fue publicada la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos, y su contenido trata dos aspectos principales: producción de insumos y materia prima; y producción, transporte y comercialización de biodiesel y bioetanol (SENER 2008). La Ley contempla instrumentos regulatorios, de coordinación y programáticos para impulsar el desarrollo de los biocombustibles. Los instrumentos regulatorios contienen un reglamento que especifica los criterios y lineamientos para el otorgamiento de los permisos.

La coordinación está dirigida por la Comisión Intersecretarial para el Desarrollo de los Bioenergéticos, órgano integrado por las Secretarías de Energía; de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Medio Ambiente y Recursos Naturales; de Economía y de Hacienda y Crédito Público. Los instrumentos programáticos están formados por: la Estrategia Intersecretarial de los Bioenergéticos; el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico (SAGARPA); y por el Programa de Introducción de Bioenergéticos (SENER).

El Programa de Introducción de Bioenergéticos, elaborado por la Secretaría de Energía en abril del 2009, plantea las siguientes acciones:

- 1.-Fomentar la información de biocombustibles y su estudio.
- 2.-Fomentar la investigación por medio de pruebas piloto.
- 3.-Fomentar las asociaciones para el desarrollo de los biocombustibles a través de comités, talleres y seminarios.
- 4.-Generar certidumbre de mercado mediante apoyos gubernamentales, sistema de negocio autosustentable y programa de sellos voluntarios.
- 5.-Impulsar la implementación y aumento de capacidades.

Uno de los experimentos lanzados por este programa es el “Programa Gradual de Producción de Etanol” que consiste en sustituir MTBE (Metil Terbutil Éter) por bioetanol, como componente oxigenante en las gasolinas en las principales zonas metropolitanas del país.

La Norma Oficial Mexicana-086, especifica el uso de oxigenantes en gasolinas, y el contenido de oxígeno en peso es de 2% en gasolinas comerciales del Valle de México, Guadalajara y Monterrey. (SEMARNAT 2005). Su uso obedece principalmente a la reducción de emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos al eficientar la combustión.

El Programa Gradual de Producción de Etanol, se propone iniciar en Guadalajara a partir del año 2010 con la producción, distribución y comercialización de gasolinas con un contenido del 2% en su peso de oxígeno que serán aportados por 3,400 barriles (1 barril 159 litros) diarios de bioetanol para cubrir la demanda, de la misma forma en los próximos años se requerirán para Monterrey 2,585 barriles día⁻¹ y para el Valle de México 9,130 barriles día⁻¹ (SENER 2009, SAGARPA 2009). Actualmente, se suministra gasolina oxigenada con MTBE para Guadalajara, Monterrey y Valle de México, que representan 26% de la demanda nacional de gasolinas; es decir, 198 mil barriles diarios, y se estima un crecimiento de 4.1% anual para los próximos años (PEMEX, 2009).

En ese sentido, tomando en cuenta las ventas actuales de gasolinas en las tres regiones mencionadas (Cuadro 1), en conjunto representan una demanda potencial anual de 5.5 millones de barriles de bioetanol (SAGARPA, 2009), y si toda la gasolina comercializada en México se utiliza como oxigenante el bioetanol, en total se requerirán alrededor de 20 millones de barriles. Por otra parte para su producción el sector agrícola habrá de producir alrededor de 50 millones de toneladas de biomasa, y pueden ser de caña de azúcar, sorgo dulce o remolacha, entre otros.

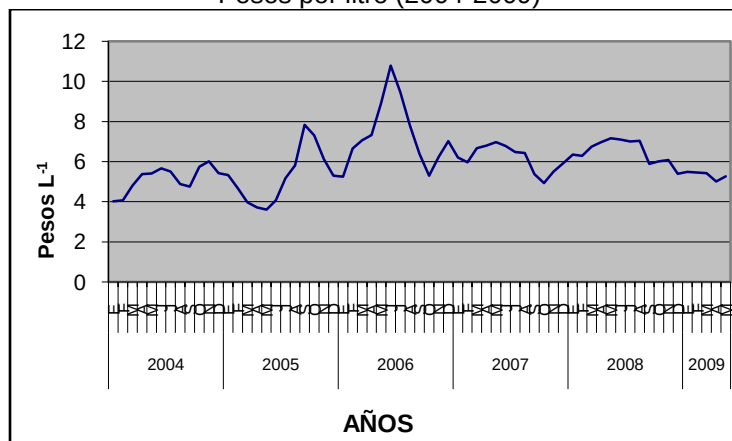
Cuadro 1. Ventas de gasolina en las principales ciudades de México
(Miles de barriles día⁻¹)

	Guadalajara	Monterrey	Valle de México	Resto del país	Total país/día
Miles de barriles de gasolina día ⁻¹	46.4	30.5	121.5	473.2	671.6

Fuente: Elaborado con datos de SENER, PEMEX 2009.

Lo referente a comercialización del bioetanol aún no está definido, como se establecerá el precio del bioetanol para abastecer a PEMEX o aquellas industrias que demanden el producto. Un referente para tal definición serán los precios del etanol en Estados Unidos, la Gráfica 1 muestra la evolución de los precios desde 2004 a la fecha, como puede observarse los precios medios rondan los 4 a 6 pesos L⁻¹.

Gráfica 1. Precio del etanol en Estados Unidos.
Pesos por litro (2004-2009)



Fuente: Calculado con datos de <http://www.agmrc.org>

Como se menciona en líneas atrás, la Estrategia Intersecretarial de los Bioenergéticos contempla dos programas, hasta aquí hemos visto el que se refiere a la parte industrial que es el Programa de Introducción de Bioenergéticos (SENER). Por otra parte, el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico (SAGARPA) tiene por objetivo primordial *diseñar la estrategia en el sector agrícola y agropecuario que permitan la participación de diversos cultivos y fuentes de biomasa, como insumo para la producción de bioenergéticos en función de los ciclos de producción agrícola, en apego de criterios de sustentabilidad que sean económicamente viables.* (SAGARPA 2009).

En este sentido el INIFAP, en el Campo Experimental Valle del Yaqui, realiza investigación para validar y transferir tecnologías en biocombustibles. A continuación se presenta el análisis beneficio costo en sorgo dulce y remolacha con los rendimientos obtenidos en el ciclo agrícola 2008-2009.

Beneficio costo de sorgo dulce

Los costos de producción fueron estimados considerando que el productor no tiene maquinaria y maquila todas las labores de campo y transporte. Las labores de campo e insumos utilizados se refieren a los aplicados en las evaluaciones.

Para el análisis beneficio costo, se realizaron tres escenarios de rendimientos: bajos, medios y de máximo potencial, este último se refiere a la producción obtenida en dos cortes por las mejores variedades evaluadas, y fueron: sorgo dulce cv Sabrosa con un rendimiento de 141 t ha⁻¹ y el cv Beef builder con 137 t ha⁻¹. Los °Brix obtenidos fueron de 13 y 15 para la primera variedad y de 14 y 19 para la segunda. La fecha de siembra fue del 5 de junio (Valenzuela *et al.*, 2008).

Cuadro 2. Estimación de beneficio-costo en sorgo dulce.
Valle del Yaqui. 2009

Costo de labores por hectárea	Escenarios		
	Bajo	Medio	Máximo
Rendimientos	90	110	140
Preparación de suelo	1,180	1,180	1,180
Siembra y plantación	1,225	1,225	1,225
Fertilización	3,637	3,637	3,637
Labores culturales	400	400	400
Riego	1,615	1,615	1,615
Control de plagas y enfermedades	1,550	1,550	1,550
Cosecha y transporte	10,000	12,000	15,000
Seguro, intereses y administración	1,340	1,340	1,340
Costo total	20,947	22,947	25,947
Precio	250	250	250
Ingreso	22,500	27,500	35,000
Ganancia	1,553	4,553	9,053
Relación beneficio-costo	1.07	1.20	1.35

Como puede observarse, el cultivo del sorgo dulce con un precio de 250 pesos t⁻¹ es rentable, siempre y cuando el rendimiento supere las 90 t ha⁻¹, para que el productor del Valle del Yaqui recupere los costos de producción.

Se puede lograr una mayor ganancia económica si el productor es dueño de la maquinaria, o si logra mejorar el paquete tecnológico hacia una labranza menor, pero principalmente si logra hacer más eficiente la cosecha y el transporte que representan alrededor del 50% de los costos.

Beneficio costo de remolacha

Se realizaron tres escenarios de rendimientos: bajos, medios y de máximo potencial (Cuadro 3), este último se refiere a la producción obtenida por las mejores variedades evaluadas y fueron: P.S con un rendimiento de 99.4 t ha⁻¹, EBO 621 con 98.1, S.H con 96.9, EBO 623 con 94.2, EBO 622 con 93.7, y H.B con 90.3; y los °Brix obtenidos fluctuaron entre los 14 y 17. La fecha de siembra fue del 24 de marzo (Valenzuela *et al.*, 2008).

Cuadro 3. Estimación de beneficio-costo de remolacha.
Valle del Yaqui, 2009

Costo de labores por hectárea	Escenarios		
	Bajo	Medio	Máximo
Rendimientos	75	90	100
Preparación de suelo	1,180	1,180	1,180
Siembra y plantación	2,185	2,185	2,185
Fertilización	3,637	3,637	3,637
Labores culturales	400	400	400
Riego	1,765	1,765	1,765
Control de plagas y enfermedades	1,350	1,350	1,350
Cosecha y flete	8,350	9,850	10,850
Seguro, intereses y administración	3,148	3,148	3,148
Costo total	22,015	23,515	24,515
Precio	300	300	300
Ingreso	22,500	27,000	30,000
Ganancia	485	3,485	5,485
Relación beneficio-costo	1.02	1.15	1.22

Como puede observarse, el cultivo de remolacha con un precio de 300 pesos t^{-1} es rentable, siempre y cuando el rendimiento supere las 75 $t\ ha^{-1}$, para que el productor del Valle del Yaqui recupere los costos de producción.

Se puede lograr una mayor ganancia económica si el productor es dueño de la maquinaria. Además, si logra hacer más eficiente la cosecha y el transporte, que representan alrededor del 40% de los costos. Finalmente, ante cualquier alza en el precio de la remolacha, se vuelve más competitivo el cultivo para el productor.

CONCLUSIONES

En el mediano plazo los productores agrícolas deberán abastecer la materia prima para una industria que demandará más de 50 millones de toneladas de biomasa.

En el Noroeste de México el sorgo dulce y remolacha son especies que se adaptan a las condiciones agroclimáticas y se obtienen altos rendimientos para la producción de materia prima para bioetanol.

El productor puede obtener ganancias aceptables en sorgo dulce y remolacha. Aun con precios bajos, y si éste mejora, la industria se vería afectada, en ese sentido debe existir antes un acuerdo de ganar-ganar en la producción de biocombustibles.

Para lograr mejores resultados, es importante que el productor implemente una menor labranza, con esto se buscaría una agricultura más sustentable al reducir la energía requerida en su producción y contribuir a mejorar el balance energético.

LITERATURA CITADA

SENER (2008), Secretaría de Energía. Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.
http://www.sener.gob.mx/webSener/res/Acerca_de/SENER01022008.pdf

SENER, (2009). Programa de Introducción de Bioenergéticos.
http://www.sagarpa.gob.mx/infohome/bioenergeticos/pdf/sener_baja.pdf

SAGARPA, (2009). Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico
http://www.sagarpa.gob.mx/infohome/bioenergeticos/pdf/sagarpa_baja.pdf

PEMEX (2009). Petróleos Mexicanos. <http://www.pemex.com/files/content/etanol.pdf>

SEMARNAT (2005). Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental. http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/sedesol_nom_086_ecol_1994.pdf

IMP (2009). Instituto Mexicano del Petróleo. www.imp.mx

Historic Average Monthly North Dakota Ethanol Prices (\$/Gallon)
<http://www.communityservices.nd.gov/uploads/resources/267/ethanolhistoricprices.pdf>

Valenzuela B. J. R, Montoya C. L.Ochoa E. X.M. y Alberto B. G.A. (2008) Remolacha y Sorgo dulce opciones para la producción de bioetanol. Memoria Primer simposio internacional de Biocombustibles. 27 y 28 de noviembre. Guanajuato, México.

ÁCIDOS CARBOXILICOS, BACILLUS Y PSEUDOMONAS PARA CONTROL DE *FUSARIUM OXYSPORUM* EN TOMATE

José Luis Félix-Fuentes¹, Guillermo Fuentes-Dávila¹ y Pedro Figueroa-López¹, Víctor Valenzuela-Herrera¹ y Manuel Madrid-cruz. ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui, km 12 Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000. felix.joseluis@inifap.gob.mx

Palabras clave: Enfermedad, Tomate, Incidencia, Severidad

RESUMEN

En este trabajo se evaluó el efecto de un biopreparados a base de ácidos carboxílicos, Pseudomonas y Bacillus, como alternativa al control de *fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate Híbrido PS151052, utilizando Hymexasol 2 mL/L (50 mL/maceta a los 2, 30 y 60 días después del trasplante, Pseudomonas 0.4 mL/L + Bacillus 0.1 mL/L (500 mL por maceta cada semana desde el trasplante, hasta completar 8 aplicaciones) y una combinación de ambos, bajo un diseño experimental de bloques al azar. En condiciones de invernadero, Los productos evaluados redujeron en un 50% la incidencia y severidad de la enfermedad en comparación con el testigo, a partir de la primera semana del trasplante., manifestándose una reducción en los tratamientos a base de los biopreparados, con base a un testigo absoluto situación que se observo en todas las variables evaluadas, a excepción del área foliar donde el daño que ocasionó oxysporum se hizo evidente.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of a biopharmaceutical preparations based on carboxylic acids, Pseudomonas and Bacillus, as an alternative to control *Fusarium oxysporum* in tomato crop Hybrid PS151052 using Hymexasol 2 mL / L (50 mL / pot at 2, 30 and 60 days after transplanting, Pseudomonas 0.4 mL / L + Bacillus 0.1 mL / L (500 mL per pot every week since the transplant, to complete 8 applications) and a combination of both, under an experimental design of randomized blocks. Under greenhouse conditions, evaluated products reduced by 50% the incidence and severity of disease compared with the control, from the first week of transplantation., demonstrating a reduction in treatments based on the biopharmaceutical preparations, based an absolute witness situation was observed in all variables except leaf area where the damage caused oxysporum was evident.

INTRODUCCIÓN

La producción hortícolas se ve seriamente afectada por microorganismos patógenos con origen en el suelo, los cuales disminuyen significativamente el rendimiento y calidad de los cultivos, siendo la estrategia utilizada por años el uso de agroquímicos, los cuales además de no ofrecer un excelente control, son productos altamente contaminantes del suelo y ambiente. El uso de microorganismos Bacillus y Pseudomonas en la producción intensiva de cultivos hortícolas ha tenido un repunte durante los últimos años, ello debido en principio por el impacto positivo que tienen en el ambiente, sumado a la excelente respuesta de las plantas al aplicárseles dichos productos. su función es la estimulación del crecimiento (Loredo *et al.*, 2004), otros orientados al biocontrol de enfermedades inducidas por *Fusarium spp* o *Phytophthora spp*, en el caso de las especies de *Fusarium* causantes de marchitez siguen un patrón similar de infección; penetran por la raíz y colonizan en el tallo de las plantas el sistema vascular (Turlier *et al.* 1994). Sin embargo, la colonización, se restringe tanto en cultivares resistentes como susceptibles a la región de entrada inicial del patógeno, debido a la oclusión de los vasos. No obstante, a que la generación de cultivares resistentes constituye el avance mas importante en el control de esta enfermedad, especialmente contra las razas 1 y 2 del hongo, se continúan presentando focos de infección en los cultivos. La búsqueda de nuevas alternativas de control que complementen la resistencia genética constituye una de las prioridades actuales en el manejo de la enfermedad. En ese

sentido, el uso de productos naturales es una de las medidas en las que se está haciendo énfasis porque permite un control de la enfermedad con daños mínimos al ambiente.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de Ácidos carboxílicos, *Bacillus* y *Pseudomonas* sobre la incidencia de *Fusarium oxysporum* en tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el tramo a hornos km 7 en el municipio de Cajeme. Se utilizó el Híbrido PS151052, con hábito de crecimiento indeterminado. El trasplante se realizó a los 20 días de emergida la planta en bolsas de plástico negro de 4 L de capacidad, con una mezcla 1:1 de peat moss con carlita humedecida. En invernadero de plástico semicircular con paredes húmedas y extractores; las temperaturas extremas medias en su interior fueron de 14 y 37°C. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: 1.- Testigo sin inocular, 2.- Testigo inoculado con *Fusarium oxysporum*, 3.- Hymexasol (sustrato inoculado con el hongo), 4.- Ácidos carboxílicos + *Pseudomonas* y *Bacillus* (sustrato inoculado con el hongo), 5.- Hymexasol + Ácidos carboxílicos + *Pseudomonas* y *Bacillus* (en sustrato inoculado con el hongo). El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cada repetición constó de 5 plantas, con un total de 20 plantas por tratamiento y 100 unidades experimentales. La aplicación se realizó de la siguiente forma: Hymexasol 2 mL/L (50 mL/maceta a 2, 30 y 60 días después del trasplante), Ácidos carboxílicos 0.4 mL / L + *Pseudomonas* y *Bacillus* 0.1 mL/L (500 mL por maceta cada semana desde el trasplante, hasta completar 8 aplicaciones), suspensión de *Fusarium oxysporum* 1×10^5 100 mL/maceta al trasplante.

Preparación del inóculo de *Fusarium oxysporum*. El hongo se sembró en cajas Petri con medio PDA (papa dextrosa agar) para posteriormente licuar las colonias en agua destilada estéril, por un lapso no mayor a 8 segundos, para enseguida filtrar el líquido con la ayuda de una manta y de esta manera obtener una solución con la cual se inocularon las plántulas. La fertilización se distribuyó de la siguiente manera: 1er. mes, 0.5 g/L de 15-30-15 + 0.01 g/L de micro nutrientes; 2do. mes, 0.3 g/L de 18-18-18 + 0.3 g/L de 12-0-45 + 0.02 g/L de micro nutrientes + 0.2 g/L de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 3er. mes en adelante, 0.5 g/L de 18-18-18 + 0.8 g/L de 12-0-45 + 0.03 g/L de micro nutrientes + 0.3 g/L de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. El riego se aplicó de la siguiente forma: 1er. mes, 0.5 L/maceta cada tercer día; 2do. mes, 1 L/maceta cada tercer día; 3er. mes en adelante, 1.5 L/maceta diario.

Las variables evaluadas fueron las siguientes: a) Número y peso de frutos. La cosecha de frutos se llevó a cabo en 5 cortes, se tomaron los frutos que presentaban más del 50% de coloración rosada y se registró el número y peso en g de los frutos, empleando una balanza electrónica semianalítica OHAUS. b) Área foliar, se midió (mm^2) con el integrador de área foliar (CID, Inc., modelo CL-202). c) Tasa relativa de crecimiento (TRC), se midió el aumento en altura de tallo por unidad de tiempo (cada 5 días) hasta llegar a la fase de crecimiento lineal. d) Altura. Se realizaron mediciones cada tres días para evaluar el crecimiento de la planta. e) Diámetro de tallo, se midió el grosor de tallo cada 5 días. f) Clorofila. Se evaluó el contenido de clorofila en hoja con el SPAD (Soil Plant Analysis Development) 502 de Minolta. Las lecturas se realizaron una semana antes de comenzar con la tercera etapa de fertilización durante 7 días consecutivos. Incidencia y severidad de la enfermedad: A partir de que se identificaron las primeras plantas con síntomas confirmados de daño por *Fusarium*, con evaluaciones cada semana, en base a una escala arbitraria 0 – 5, donde 0 = planta sana y 5 = planta completamente seca.

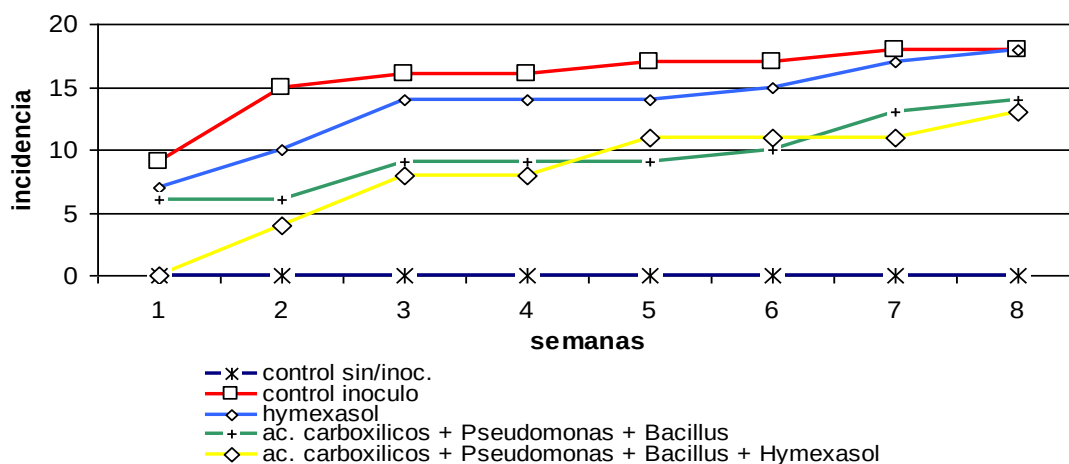
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las gráficas 1 y 2 se observa como con la aplicación semanal de los distintos productos, se muestra una reducción en la incidencia de plantas con sintomatología a *Fusarium* hasta del 100% en la primera semana respecto al testigo en al menos un tratamiento inoculado; sin embargo, a la semana dos los síntomas comienzan hacerse evidentes principalmente con el tratamiento de hymexasol solo, llegando hasta 14 plantas afectadas a la semana tres, para así mantenerse

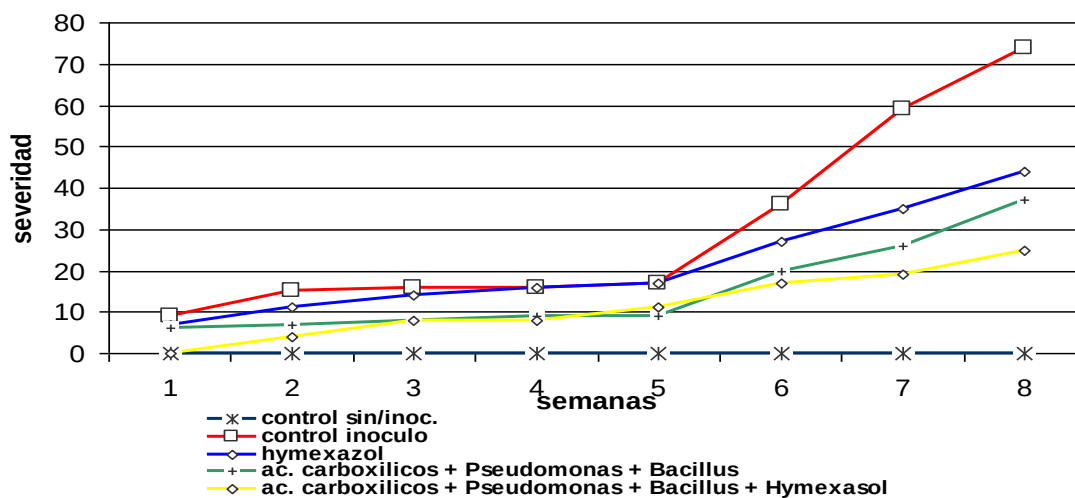
durante un mes, ese mismo comportamiento se observó con los ácidos carboxílicos y los microorganismos pero con un menor número de plantas afectadas al final de la evaluación. De igual forma Rodríguez y Montilla (2002), reportaron una reducción de hasta el 80% en la marchitez de la planta de tomate (inducida por *Fusarium sp*) con extracto de semilla de Citrus paradise (citrex) mediante aplicaciones semanales, además de que observaron un retardo en la aparición de los síntomas.

En la grafica 2, se muestra como los tratamientos que mostraron mejores resultados son los tratamientos que contienen el biopreparado, lo cual sugiere una interacción entre *Bacillus*, *Pseudomonas* y los ácidos carboxílicos, estos últimos están relacionados con el metabolismo del nitrógeno. Estos ácidos contribuyen en la formación de casi todos los tejidos, así como los componentes esenciales en muchas sustancias vegetales de trascendencia; en la molécula de los ácidos nucleicos y en los alcaloides. Aun más importante el nitrógeno vegetal que forma parte de las moléculas proteínicas, las cuales intervienen en el mecanismo enzimático que hace posible la realización del metabolismo celular (Salisbury y Ross, 1994). Y por consiguiente en la regeneración.

Grafica 1. Incidencia de *Fusarium oxysporum* en cultivo de tomate en invernadero,



Grafica 2. Severidad de *Fusarium oxysporum* en cultivo de tomate en invernadero.



Cuadro 1. Respuesta de las variables evaluadas en cultivo de tomate inoculado con *Fusarium oxysporum* en invernadero.

Tratamientos	No. frutos (piezas)	Peso frutos (Kg)	Altura (cm)	Diámetro tallo (mm)	Área foliar (cm ²)	Clorofila (u.c)
T1	27.75	4264.65 a	107.7 ab	11.1	347.7 a	45.06 a
T2	26.5	2815.06 b	104.55 bc	11.6	345.5 a	41.96 c
T3	26	3447.83 ab	102.25 c	11.25	317.83 b	43.76 ab
T4	30	4364.89 a	109.9 a	10.9	305 b	42.85 bc
T5	28.75	4189.93 a	109.5 a	11.35	240.44 c	44.4 a
Media	27.8	3816.472	106.78	11.24	311.288	43.6
CV(%)	15.42	18.06	2.78	8.74	4.46	3.34

T1. Testigo sin inocular; T2. Testigo inoculado con *Fusarium oxysporum*; T3 Hymexasol en sustrato inoculado; T4. Ácidos carboxílicos + *Pseudomonas* y *Bacillus* en sustrato inoculado; T5. Ácidos carboxílicos + *Pseudomonas* y *Bacillus* + Hymexasol en sustrato inoculado.

CV = coeficiente de variación. En las columnas medias con la misma letra son estadísticamente iguales

En la variable de número de frutos no se obtuvo diferencia estadística significativa entre los distintos tratamientos evaluados, sin embargo en la variable de peso de fruto los tratamientos 4 y 5 que son los que contienen el biopreparados a base de ácidos carboxílicos, *Pseudomonas* y *Bacillus* estadísticamente fueron los mejores, superando con más del 20% al tratamiento con hymexasol, estos resultados coinciden con lo que reporta Figueroa (1996), en donde la aplicación de ácidos carboxílicos en etapas de amarre y llenado del fruto, aporta gran cantidad de nutrimentos, entre los cuales se encuentra el calcio, el cual ayuda a un crecimiento adecuado del fruto. También, Roman y Gutiérrez (1998), mencionan que el uso de los ácidos carboxílicos aumenta el número de frutos y el rendimiento. En relación a la altura de planta se obtuvo diferencias significativas, en donde sobresalieron los tratamientos con productos biológicos, por ello la producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal se ve influenciado por el estado fisiológico del microorganismo y por la edad del cultivo. González y Lluch (1992) han observado exudados radicales de algunos cereales colonizados por *Pseudomonas* y *Bacillus*, donde estos determinan aumentos significativos en la producción de auxinas y giberelinas, siendo este efecto mas evidente en plantas de mas de treinta días de crecimiento.

En cuanto al área foliar se observó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, sin embargo entre los mejores no se encontraron aquellos que llevaron aplicación para control de *Fusarium*. Lo cual contrasta en cierta forma con lo que menciona Martínez *et al.*, (1996) quienes al inocular tomate con *Pseudomonas* y *Bacillus* obtuvo un aumento del 20 % en el número de hojas debido a una secreción de aminoácidos y grupo de fitohormonas producidas por los microorganismos. Tal vez en este trabajo se pudo deber a que la secreción de estos exudados estuvo enfocada a contrarrestar el daño causado por *F. oxysporum*. De igual forma el contenido de clorofila fue significativamente mayor en el testigo sin inocular en comparación con el uso de los productos biológicos, excepto en el tratamiento que se combinaron los tres diferentes productos (ácidos carboxílicos, *Pseudomonas* y *Bacillus*, y Hymexasol), Bolhar, 1998 comenta que la clorofila en parte es responsable del proceso fotosintético y no muy fácilmente puede ser afectado por inducciones microbiológicas, ya que genéticamente ya que cada planta o grupo de ellas dentro de la misma familia, tiene un rango de concentración en el cual se detectan sus valores.

CONCLUSIONES

Los productos evaluados contribuyen a proteger o disminuir la incidencia de *Fusarium oxysporum* en tomate. El producto a base de ácidos carboxílicos, Bacillus y Pseudomonas redujeron en un 40 % la enfermedad, situación que se manifiesta de la misma forma al utilizar hymexasol como complemento, por lo cual consideramos para su tratamiento solo la parte biológica y el añadir un producto químico como complemento nos eleva el costo, sin ningún beneficio extra para la planta.

LITERATURA CITADA

- Figueroa, L.F. 1994. Evaluación de compuestos a base de calcio y ácidos carboxílicos para incrementar vida de anaquel, cantidad y calidad en frutos de sandía (*Citrullus vulgaris* Sch.) var. Calsweet, en el Valle del Yaqui, Son. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora. Pags. 146
- Gatelum M. L., K. G. Rodríguez y M.A.G. Coronado. 2006. Efecto de un biopreparado de bacterias pseudomonas y bacillus en parámetros fisiológicos de planta de chile (*Capsicum annuum*) y tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en invernadero. VI Congreso Nacional de la Asociación Nacional de Biotecnología Agropecuaria y Forestal (ANABAF). Pág. 125
- González, J. y C. Lluch. 1992. Biología del nitrógeno, interacción planta microorganismo. Editorial rueda España. Págs. 141-161
- Loredo, O.C., L. López y D. Espinoza. 2004. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas. Revista Terra 22(2):225-239.
- Rodríguez D.A y J. O. Montilla. 2002. Disminución de la marchitez causada por *Fusarium* en tomate con extracto de Citrus paradisi Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 63 p. 46-50.
- Román L. F. M. y M. A. C. Gutiérrez, 1998. Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipos de melón. Revista Terra Latinoamericana, (16)1. p 49-54
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana, S.A. de C.V. México D. F. págs 759
- Turlier, M.F., A. Epavier, y C. Alabouvette. 1994. Early dynamic interactions between *Fusarium oxysporum* f. sp. lini and the roots of *Linus usitatissimum* as revealed by transgenic GUS-marked hyphae. Can. J.Bot.72:1605-1612.

CIRNO C2008: TRIGO CRISTALINO CON RESISTENCIA A ROYA DE LA HOJA A CARBÓN PARCIAL Y ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO

José Luis Félix-Fuentes¹ Pedro Figueroa-López¹, Víctor Valenzuela-Herrera¹, Guillermo Fuentes-Dávila¹, Gabriela Chávez-Villalba¹, y José Alberto Mendoza-Lugo¹, ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui, km 12 Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000. felix.joseluis@inifap.gob.mx

Palabras clave: *Triticum durum*, *Puccinia triticina*, *Tilletia indica*.

RESUMEN

El Estado de Sonora es principal productor de trigo a nivel nacional, en el ciclo 2007-08 la superficie sembrada fue de 271,221 ha, de las cuales el 24.07% se sembró en el Valle del yaqui, seguido de Navojoa con 14.95% y Etchojoa con 14.57%. El 80% correspondió a trigo duro y el restante a trigo harinero. Para el ciclo 2008-09, la superficie de siembra se incrementó en más de 17000 ha solamente en el sur de sonora, respecto al año anterior, siendo las variedades más sembradas Júpare C2001 (42%), Atil C2000 (19%) y Samayoa C2004 (10%). Derivado de las evaluaciones llevadas a cabo a partir del ciclo 2006-07 en el Campo Experimental Valle del Yaqui, se propuso la liberación de la línea experimental de trigo duro SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYO con el nombre de CIRNO C2008, la cual presenta resistencia a la roya de la hoja y a punta negra. En los ensayos de rendimiento mostró ser mejor que el testigo Júpare en las 4 distintas fechas de siembra con dos y tres riegos de auxilio. Aunque al igual que el testigo presenta una pigmentación de grano baja, así como bajo porcentaje de proteína, esta variedad garantiza rentabilidad económica por su alto potencial de rendimiento y resistencia a la roya de la hoja.

ABSTRACT

Sonora is the main wheat-producing state in Mexico. During the crop season 2007-08, the area sown with wheat was 271,221 ha, 24.07% was cultivated in the Yaqui Valley, followed by Navojoa with 14.95% and Etchojoa with 14.57%. The percentage of the area grown with durum wheat was 80% and the rest with bread wheat. The area grown with wheat increased by more than 17,000 ha in the Sonora south during crop season 2008-09; the most popular cultivars were Júpare (occupying 42% of the area), Atil C2000 (19%), and Samayoa C2004 (10%). After the evaluations carried out at the Yaqui Valley Experimental Station since 2006-07, the experimental durum line SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYO was proposed for commercial release under the name CIRNO C2008. This cultivar has resistance to leaf rust and black point, its grain yield is greater than the check cultivar Júpare when subjected to four different planting dates with two or three complementary irrigations. Even though, CIRNO C2008 has shown low pigment content and low protein, just as Júpare, it warrants economic profitability due to its high yield potential and resistance to leaf rust.

INTRODUCCIÓN

El trigo es el primer grano en producción mundial (Slafer y Satorro, 1999), el cual se utiliza principalmente en la alimentación humana. En México, el trigo es la tercera fuente de nutrientes de bajo costo en la dieta. A pesar de su baja rentabilidad económica, el trigo sigue siendo el cultivo mas sembrado en el estado de Sonora con un promedio de 273,244 ha durante los tres últimos ciclos, y con un rendimiento promedio de 6.16 ton/ha (SIAP, 2009). Sin embargo, uno de los problemas principales que afecta la producción de trigo en el sur de Sonora lo constituyen las enfermedades foliares roya de la hoja y la roya lineal o amarilla, causas por los hongos *Puccinia triticina* y *Puccinia striiformis*, respectivamente. La región está ubicada geográficamente cerca de la costa, lo que favorece las condiciones de alta humedad relativa para el desarrollo de estos patógenos, principalmente la roya de la hoja. Desde el ciclo 2007-2008, la variedad Júpare C2001 la cual ha sido la más sembrada en los últimos tres ciclos agrícolas, mostró ser susceptible a una nueva población de la roya de la hoja (Figueroa-López *et al.*, 2009), llegando a ser necesaria la

aplicación de fungicidas para controlar la enfermedad, por lo que Júpare a perdido preferencia entre los productores del sur de Sonora, lo cual ha generado un incremento en la preferencia por la variedad Atil C2000, que aunque es susceptible a la roya de la hoja, tiene un alto potencial de rendimiento. Debido a esta problemática, la liberación de la nueva variedad CIRNO C2008 representa un gran avance, en cuanto al establecimiento de un mosaico de variedades con diferentes fuentes de resistencia a la roya de la hoja, además de poseer un alto potencial de rendimiento, y de no implicar cambios significativos en el manejo agronómico del cultivo.

OBJETIVO

Mejorar la rentabilidad del cultivo de trigo duro o cristalino, en el noroeste de México mediante la liberación de la variedad CIRNO C2008.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó dentro del Campo Experimental Valle del Yaqui del Centro Regional de Investigación del Noroeste, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (CEVY-CIRNO-INIFAP), ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui (27°22' latitud norte, 109°55' longitud oeste, a 38 metros sobre el nivel del mar), con tipo de suelo barrial profundo. El ensayo se estableció durante los ciclos 2006-2007, 2007-2008, y 2008-2009, en el que se evaluaron las variedades de trigo duro CIRNO C2008 y como testigo regional Júpare C2001, en cuatro fechas de siembra (15 de noviembre, 1 y 15 de diciembre, y 01 de enero), con 2 y 3 riegos de auxilio.

Las variables evaluadas fueron: a) Rendimiento, peso total de grano cosechado y dividido entre el área cosechada; b) días a floración, se expresa como número de días requeridos para que la parcela llegue a la floración partiendo del día de emergencia (50%). Se determinó mediante visitas frecuentes a la población observando en el día en el que el 50% de las espigas de la parcela experimental, expulsaban sus anteras presentando una coloración amarilla intensa; c) días a madurez, se registró como el número de días transcurridos hasta llegar a la madurez fisiológica, partiendo del día de emergencia, esto es, cuando el 50% del total de espigas de la parcela adquieren un color beige dorado. Al igual que la floración se determinó realizando visitas frecuentes al campo mediante observación; d) altura de planta, se registra en la madurez; e) peso hectolítrico, se expresa por el peso de grano por unidad de volumen; f) proteína en grano se midió mediante la determinación de contenido de nitrógeno por el método clásico Kjeldal; g) color del grano se midió mediante el método Minolta; h) resistencia a roya de la hoja registrando el daño en área foliar; i) y resistencia al carbón parcial se evaluó en 10 espigas inoculadas contando el número de semillas infectadas y sanas en proporción al total.

Se sembraron parcelas de 5 m de largo a doble hilera con densidad de 100 kg/ha, bajo un diseño factorial de bloques al azar con parcelas subdivididas con tres repeticiones donde las fechas fueron los bloques, y subdividida en número de riego y variedad. El manejo agronómico se realizó en base a la guía metodológica que establece INIFAP para el cultivo. El análisis de varianza se realizó con el programa Statgraphic V.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento del grano es el principal parámetro para decidir que variedad hay que sembrar. En este aspecto y como resultado de las evaluaciones experimentales a lo largo de tres ciclos, se observó que la variedad CIRNO C2008 mostró un rendimiento más alto que el testigo Júpare C2001, con un promedio de 6.0 ton/ha en el Campo Experimental Valle del Yaqui, marcando una diferencia de media tonelada respecto al testigo (Cuadro 1). Este mismo comportamiento se manifestó en las distintas fechas de siembra. En base al análisis estadístico, se observó que las mejores fechas para sembrar estas variedades fue entre el 15 de noviembre y el 01 de diciembre; el resultado del análisis indicó que no hubo diferencia entre las dos primeras fechas, pero sí con las dos tardías del 15 de diciembre y el 01 de enero (Cuadro 2).

La presencia de calor en las fechas consideradas tardías después de la floración, puede disminuir la tasa de llenado del grano. (Gibson y Paulsen, 1999) mencionan que cuando el estrés se presenta en etapas tempranas, como en los ensayos de finales de diciembre a principios de enero, considerados tardíos, la disminución en rendimiento se asocia a un menor número de granos, lo cual podría deberse a un alto número de grano abortado o a una estrategia de la planta para sobrevivir bajo alta temperatura ambiental. Las plantas continuamente se encuentran expuestas a estímulos ambientales que afectan su desarrollo y productividad. Para algunas especies, pequeños cambios en los niveles de estos estímulos pueden convertirse en factores de estrés. El estrés ambiental puede presentarse de diferentes maneras, pero la mayoría tienen en común su efecto sobre el estatus hídrico de la planta (Bohnert *et al.*, 1995). La manera en que una planta responda ante tales condiciones dependerá de la especie en cuestión, ya que los mecanismos para conferir tolerancia al estrés muchas veces han evolucionado específicamente para determinados grupos. Así también, la respuesta al estrés estará en función de la etapa de desarrollo en la que la planta haya experimentado condiciones desfavorables (Bohnert y Jensen, 1996). Fokar *et al.* (1998) y Savin *et al.* (1997) han encontrado variaciones significativas en la reducción número y peso de grano por espiga bajo condiciones de calor. Por otra parte CIRNO C2008 con dos y tres riegos de auxilio mostró altos rendimientos respecto a Júpare C2001, siendo las fechas del 15 de noviembre y 01 de diciembre, las que registraron el mayor rendimiento, en todos los casos con tres riegos de auxilio (Cuadro 3) con 7.1 ton/ha lo que equivale a 10.14% más que la variedad Júpare C2001.

Cuadro 1. Rendimiento experimental (ton/ha) de CIRNO C2008 y del testigo Júpare C2001. Promedio de tres ciclos evaluados en el Campo Experimental del Valle del Yaqui.

Ciclo agrícola	Variedad	
	CIRNO C2008	Júpare C2001
2006-07 [†]	5.9	5.6
2007-08 [†]	5.7	5.7
2008-09 [†]	6.3	5.3
Promedio	6.0	5.5

[†] Promedio de ensayos experimentales con tratamientos de riego (dos y tres auxilios en distintas fechas de siembra).

Cuadro 2. Rendimiento experimental (ton/ha) de CIRNO C2008 y del testigo Júpare C2001, en diferentes fechas de siembra, en el Campo Experimental del Valle del Yaqui, durante los ciclos agrícolas 2006-07 al 2008-09.

Fecha de siembra	Variedad	
	CIRNO C2008	Júpare C2001
15 Nov [†]	6.7 a	6.2 a
01 Dic [†]	6.4 a	5.9 a
15 Dic [†]	5.4 b	5.0 b
01 Ene [†]	5.4 b	4.8 b
Promedio	6.0	5.5

[†] Promedio de ensayos experimentales con tratamientos de riego (dos y tres auxilios anidados en fechas de siembra). Columna de medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.01).

Cuadro 3. Rendimiento experimental (ton/ha) de CIRNO C2008 y del testigo Júpare C2001, en cuatro fechas de siembra y dos condiciones de riego, en el Campo Experimental del Valle del Yaqui, durante los ciclos agrícolas 2006-07 al 2008-09.

Riego/fecha	Variedad	
	CIRNO C2008	Júpare C2001
Dos riegos de auxilio		
15 Nov	6.3 a	6.0 a
01 Dic	5.8 ab	5.5 b
15 Dic	5.4 bc	5.0 c
01 Ene	5.0 c	4.5 c
Promedio	5.6	5.3
Tres riegos de auxilio		
15 Nov	7.1 a	6.4 a
01 Dic	7.1 a	6.4 a
15 Dic	5.5 b	5.1 b
01 Ene	5.5 b	5.1 b
Promedio	6.3	5.8

Columna de medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.01).

La nueva variedad CIRNO C2008 y el testigo Júpare C2001 son parecidas en su ciclo biológico, con una madurez fisiológica promedio de 119 días, sin embargo, el ciclo se acorta al retrasar la fecha de siembra llegando a promediar hasta 110 días para la cuarta fecha de siembra, debido principalmente a la falta de horas frío; algo muy común por las plantas, es acortar su ciclo de desarrollo en busca de su sobrevivencia, situación que se manifiesta en las fechas de siembra tardías.

CIRNO C2008 produce un grano con un peso específico muy similar al testigo Júpare C2001, donde el valor mínimo fue de 72 kg/hl y 74 para Júpare, mientras que el valor máximo fue de 86 en ambos casos. Los principales factores que afectan al peso hectolítrico son la forma y el tamaño del grano (fuertemente dependiente de la variedad), el re-humedecimiento del grano (i.e. por lluvia luego de la madurez fisiológica, Peña *et al.*, 1998) y el grado de limitación por fuente de nutrientes (Abbate *et al.*, 2001). Otros factores como la humedad del grano y la nutrición nitrogenada, también pueden afectarlo pero en menor medida. En la variable de proteína, CIRNO C2008 fue ligeramente mayor con 0.5% obteniendo un promedio de 15% durante los tres ciclos; en color sucedió algo similar, CIRNO C2008 superó con tan sólo 1 unidad de Minolta al testigo, por lo que en calidad, aún cuando los valores son pequeños hay una diferencia de menos de una unidad para las variables evaluadas.

Las evaluaciones realizadas de CIRNO C2008 y Júpare C2001, durante los tres últimos ciclos, han demostrado que estas variedades presentan primordialmente una diferencia muy importante en cuanto a su resistencia a la roya de la hoja, característica que tiene implicaciones sobre el costo/beneficio en la producción de este cultivo, así como en el propiciar un medio ambiente menos contaminado por el uso de agroquímicos sintéticos, práctica obligatoria cuando se presenta una epifitía de esta enfermedad.

Ya que el testigo Júpare C2001 ha mostrado susceptibilidad a la roya, principalmente durante el ciclo pasado (2008-09), la liberación de CIRNO C2008 se presenta muy oportunamente.

En cuanto a carbón parcial, la variedad CIRNO C2008 ha presentado un nivel < 1% de grano infectado, lo que le confiere el grado de resistente.

CONCLUSIONES

CIRNO C2008 representa una nueva opción dentro de los trigos cristalinos para los agricultores del noroeste de México. Por la resistencia de CIRNO C2008 a la roya de la hoja, se evitará el uso de agroquímicos en alrededor de 120,000 ha, representando un ahorro de aproximadamente 84 millones de pesos anuales. Ya que CIRNO C2008 tiene un alto potencial de rendimiento, esta variedad podrá competir en el mercado con las variedades más sembradas en la región.

LITERATURACITADA

- Abbate, P.E., Lázaro, L., Montenegro, A.A., Gutheim, F., Demotes-Mainard, S., de Pablo, M.C. y Bariffi, J.H. 2001. Potencial productivo de cultivares nacionales y extranjeros. En: 18° Jornada de actualización profesional en el cultivo de trigo. INTA - EEA Balcarce, FCA - UNMdP, CIAM. Mar del Plata, Argentina. pp. 13-20.
- Bohnert, H.J., Nelson, D., and Jensen, R. 1995. Adaptation to environmental stresses. *The Plant Cell* 17:1009-1111.
- Bohnert, H.J., and Jensen, R.G. 1996. Strategies for engineering water-stress tolerante plants. *Trends in Biotechnology* 14:89-97.
- Figueroa-López, P., Fuentes-Dávila, G., Valenzuela-Herrera, V. y Huerta-Espino, J. 2009. CIRNO C2008, nueva variedad de trigo cristalino para el Sur de Sonora. pp. 13-15. Memoria Día del Agricultor 2009. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Valle del Yaqui. Publicación Especial No. 16. 71 p.
- Fokar, M., Blum, A., and Nguyen, H. 1998. Heat tolerance in spring wheat. II. Grain filling. *Euphytica* 104:9-15
- Gibson, L.R., and Paulsen, G.M. 1999. Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth. *Crop Science* 39:1841-1846.
- Peña, R.J., Ortiz-Monasterio, J.I. y Sayre, K.D. 1998. Estrategias para mejorar (o mantener) la calidad panadera en trigo de alto potencial de rendimiento. En: Explorando altos rendimientos de trigo. M.M. Kohli y D.L. Martino, La Estanzuela, Colonia, Uruguay. pp. 289-306.
- SIAP. 2009. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Sonora, México. <http://www.siap.gob.mx>
- Savin, R., Stone, P.J., Nicolasy, M.E., and Wardlaw, I.F. 1997. Grain growth and malting quality of barley. 1. Effects of heat stress and moderately high temperature. *Australian Journal of Agricultural Research* 48:615-624.
- Slafer, G.A., and Satorro, E.H. 1999. An introduction to the physiological-ecological analysis of wheat yield. En: E.H. Satorro and G.A. Slafer (eds.) *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination*. Food Products Press. Binghampton, NY, USA. pp. 3-12.

PATRONATO ORO C2008: NUEVA VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO CON ALTO CONTENIDO DE PIGMENTO Y RESISTENCIA A ROYA DE LA HOJA

Gabriela Chávez-Villalba¹, Pedro Figueroa-López¹, José Luis Félix-Fuentes¹, Guillermo Fuentes-Dávila¹, Víctor Valenzuela-Herrera¹ y José Alberto Mendoza-Lugo¹, ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui, km 12 Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000. chavez.gabriela@inifap.gob.mx

Palabras clave: Rendimiento, *Triticum durum*, *Puccinia triticina*.

RESUMEN

La calidad industrial del grano de trigo cristalino ha sido uno de los factores limitantes para la comercialización de este cereal en el Sur de Sonora y en el mercado de exportación, ya que no satisface plenamente las necesidades de la industria molinera productora de semolina para la elaboración de pastas. En el 2008, el Campo Experimental del Valle del Yaqui, el Centro de Investigación Regional del Noroeste e INIFAP, registraron nuevas variedades de trigo cristalino para el Noroeste de México, de las cuales Patronato Oro C2008 destaca por su calidad industrial, principalmente su alto contenido de pigmento en la semolina y proteína en grano, parámetros muy importantes para la industria de las pastas alimenticias, garantizando así cubrir la demanda del mercado internacional. Además, Patronato Oro C2008 posee resistencia a la roya de la hoja.

ABSTRACT

The industrial quality of durum wheat has been one of the limiting factors for marketing this cereal in southern Sonora and into the export market, since it does not fully meet the needs of the milling industry which produces semolina for pasta-making. In 2008, the Yaqui Valley Experimental Station, the Regional Research Center, and INIFAP, registered new wheat cultivars for northwest Mexico. Patronato Oro C2008 stands out for its industrial quality, especially the high pigment content of semolina and the grain protein; these are highly important parameters for the pasta-making industry. Patronato Oro C2008 which also has resistance to leaf rust will ensure to cover the international market demands.

INTRODUCCIÓN

Antes de la década de los 90's el trigo harinero o panadero se caracterizaba por ser la clase dominante de este cultivo en el noroeste de México y el estado de Sonora. Sin embargo, la menor resistencia al carbón parcial, la inestabilidad del rendimiento y la producción de proteína en grano de estas variedades, aunado a la exportación de trigos duros cuyas variedades eran más rendidoras, menos susceptibles al carbón parcial, y prácticamente inmunes a la roya de la hoja, tuvo una marcada influencia en la preferencia por la siembra de esta última clase de trigo por parte de los productores del estado. Entre los ciclos 1983-84 y 1993-94, los trigos harineros ocupaban más del 50% del área dedicada al cultivo de trigo en el estado de Sonora. A partir del ciclo 1994-95 los trigos duros se consolidaron como la clase de trigo más ampliamente cultivada en la entidad y especialmente en la zona sur, donde en los últimos ciclos agrícolas la siembra de trigo cristalino ha ocupado más del 80% de la superficie destinada para el cultivo del trigo. En el ciclo agrícola 2007-08, la variedad Júpare C2001 se sembró en 86,958.15 hectáreas que equivalieron al 55.32% de la superficie total sembrada con trigo (SIAP, 2009). La producción de trigo cristalino supera la capacidad de consumo de la industria nacional, por lo que gran parte de su producción se destina al mercado de la exportación. Sin embargo, las variedades más sembradas en el noroeste de México, hasta ese ciclo, como Júpare C2001, Samayoa C2004 y Banámichi C2004 carecen de pigmento amarillo en el grano, además de que Júpare y Banámichi manifestaron la pérdida de la resistencia a la roya de la hoja (*Puccinia triticina*) (Figueroa-López *et al.*, 2009). La presión de selección en los patógenos comunes del trigo en el sur de Sonora, se agudiza conforme se incrementa la superficie sembrada con una especie de planta, como es el caso del trigo duro. Ya que actualmente el trigo duro es el cultivo más importante en el sur de Sonora durante el ciclo

agrícola Otoño-Invierno, es importante continuar la generación y evaluación de nuevas líneas avanzadas como una medida para evitar problemas económicos para los agricultores, los cuales podrían resultar de la liberación de alguna variedad susceptible, principalmente a la roya de la hoja.

OBJETIVO

Desarrollar variedades competitivas para mejorar los niveles de exportación de trigo duro del sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó dentro del Campo Experimental Valle del Yaqui del Centro Regional de Investigación del Noroeste, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (CEVY-CIRNO-INIFAP), ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui (27°22' latitud norte, 109°55' longitud oeste, a 38 metros sobre el nivel del mar), con tipo de suelo barrial profundo. El INIFAP en colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) identificaron a SULA/AAZ_5/CHEN/ALTAR84/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1 como una línea resistente a la nueva raza de *Puccinia triticina* que se presentó a finales del ciclo 2007-08; además presenta alto contenido de pigmento y proteína en grano, así como otros parámetros de calidad como peso hectolítrico y bajo porcentaje de punta negra que superan a las variedades testigo. De lo anterior, se propuso nombrarla Patronato Oro C2008 y someterla a ensayos de rendimiento, pruebas físico-químicas y de resistencia a enfermedades. Los ensayos se establecieron durante los ciclos 2006-2007, 2007-2008, y 2008-2009, en el que se evaluaron las variedades de trigo duro Patronato Oro C2008 y como testigo regional Júpate C2001, en cuatro fechas de siembra (15 de noviembre, 1 y 15 de diciembre, y 01 de enero), con 2 y 3 riegos de auxilio. Las variables evaluadas fueron: a) Rendimiento, peso total de grano cosechado y dividido entre el área cosechada; b) días a floración, expresado como el número de días requeridos para que la parcela llegue a la floración partiendo del día de emergencia (50%). Se determinó mediante visitas frecuentes a la población observando el día en el que el 50% de las espigas de la parcela experimental, expulsaban sus anteras presentando una coloración amarilla intensa; c) días a madurez, se registró como el número de días transcurridos hasta llegar a la madurez fisiológica, partiendo del día de emergencia, esto es, cuando el 50% del total de espigas de la parcela adquirieron un color beige dorado. Al igual que la floración, se determinó realizando visitas frecuentes al campo mediante observación; d) altura de planta, se registró en la madurez; e) peso hectolítrico, expresado por el peso de grano por unidad de volumen; f) proteína en grano, se midió mediante un analizador NIR-Perten 9100; g) color de semolina, se midió mediante el método colorimétrico Minolta CR-300 (mide color por reflexión de superficie). Se sembraron parcelas de 5 m de largo a doble hilera con densidad de 100 kg/ha, bajo un diseño factorial de bloques al azar con tres repeticiones. El manejo agronómico se realizó en base a la guía metodológica que establece INIFAP para el cultivo (Camacho-Casas *et al.*, 2004). El análisis de varianza se realizó con el programa Statgraphic V.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos de rendimiento (Figura 1A) durante los tres años de evaluación, se observó que durante el segundo año se presentó una baja en el rendimiento de aproximadamente un 10%, lo que se puede atribuir a las altas temperaturas registradas en la región durante ese año. Esto se debió a que la planta se encontró en etapa vegetativa produciendo un estrés manifestado en un menor número de granos como estrategia de la planta para sobrevivir bajo alta temperatura ambiental. Fokar *et al.* (1998) y Savin *et al.* (1997) han encontrado variaciones significativas en la reducción del número y peso de grano por espiga bajo condiciones de calor. En la Figura 1B se aprecia una disminución en los rendimientos a partir de la tercera fecha de siembra, esto es debido a lo que mencionan Mohr y Schopfer (1995) que durante las fechas consideradas tardías, los distintos genotipos experimentan días más largos, además de que existen factores ambientales que afectan los requerimientos de fotoperíodo en la planta como lo es

la temperatura; por ello, en las primeras fechas se obtiene un mayor rendimiento al experimentar mejores condiciones y mayor número de horas frío durante la etapa más crítica de la planta. En las Figuras 1C y D se observa como en fechas tardías consideradas después de la primera semana de diciembre, se obtienen rendimientos muy similares tanto con dos como con tres riegos de auxilio, perdiendo hasta 1.3 ton/ha en Patronato Oro en dos riegos y 1.5 ton/ha en Júpare; en tres riegos, la pérdida en rendimiento es de aproximadamente 1.9 ton/ha, 0.6 ton/ha por arriba del testigo Júpare. El déficit de agua durante el llenado de grano induce la removilización de carbohidratos del tallo a las espigas, pero este proceso dependerá no solamente de las condiciones de estrés que hayan favorecido la acumulación, sino también de la duración de la etapa de llenado de grano (Bluem, 2006).

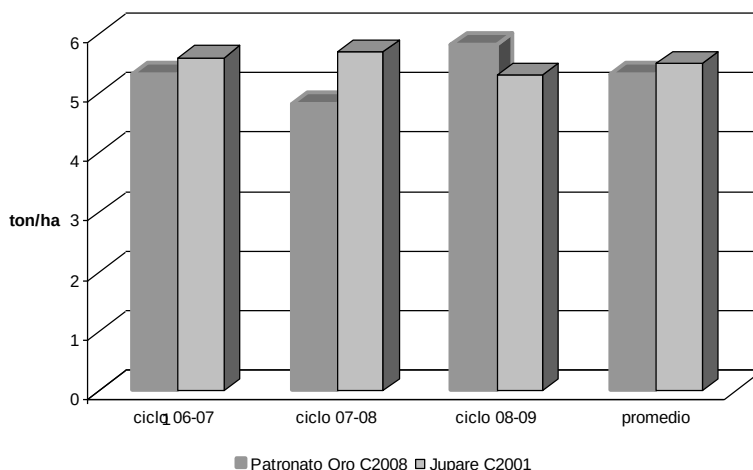


Figura 1. Rendimiento experimental (ton/ha) de Patronato Oro C2008 y del testigo Júpare C2001, durante los ciclos agrícolas 2006-07 al 2008-09, en el Campo Experimental del Valle del Yaqui. Promedio de ensayos experimentales con tratamientos de riego (dos y tres auxilios en distintas fechas de siembra).

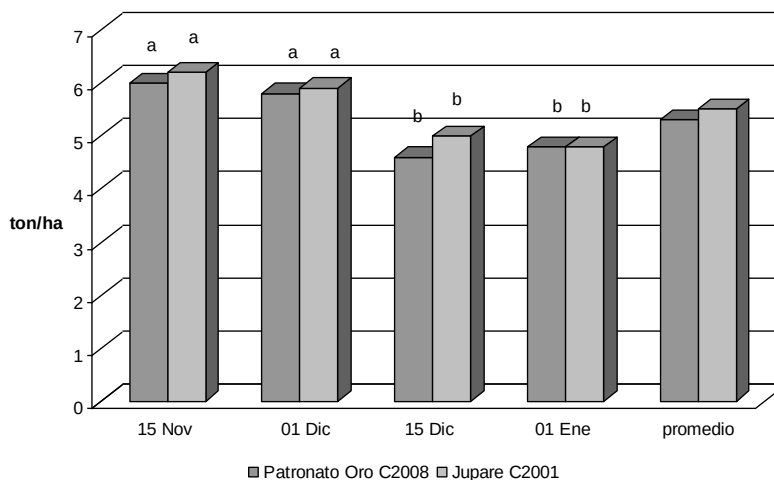


Figura 2. Rendimiento experimental (ton/ha) de Patronato Oro C2008 y del testigo Júpare C2001, en diferentes fechas de siembra, en el Campo Experimental del Valle del Yaqui, durante los ciclos agrícolas 2006-07 al 2008-09. Promedio de ensayos experimentales con tratamientos de riego

(dos y tres auxilios en distintas fechas de siembra). Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.01).

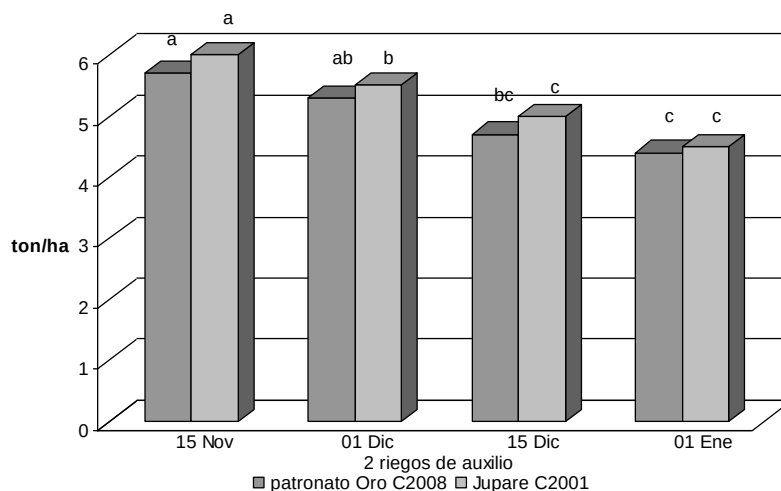


Figura 3. Rendimiento experimental (ton/ha) de Patronato Oro C2008 y del testigo Júpate C2001, en diferentes fechas de siembra, con dos riegos de auxilio, en el Campo Experimental Valle del Yaqui, durante los ciclos agrícolas 2006-07 al 2008-09. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.01).

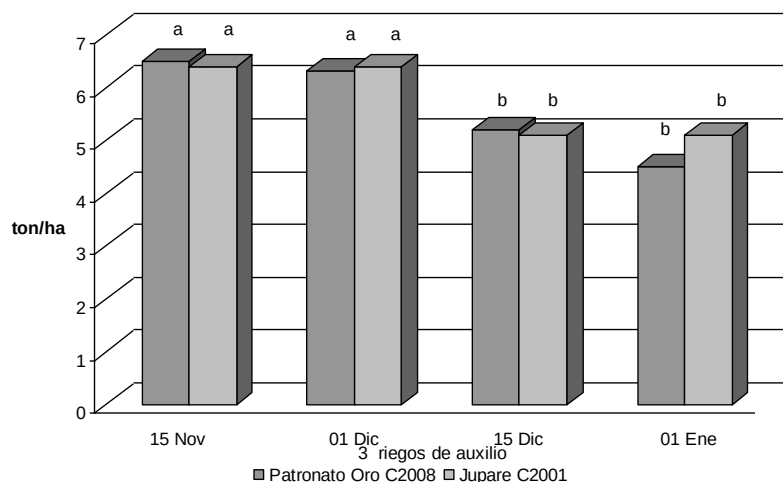


Figura 4. Rendimiento experimental (ton/ha) de Patronato Oro C2008 y del testigo Júpate C2001, en diferentes fechas de siembra, con tres riegos de auxilio, en el Campo Experimental Valle del Yaqui, durante los ciclos agrícolas 2006-07 al 2008-09. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.01).

Patronato Oro ha mostrado una mejora significativa en dos parámetros de calidad que la harán preferente en el mercado de pasta nacional e internacional: El porcentaje de proteína con valores que van desde los 14.83% con dos riegos de auxilio hasta los 14.21% con tres, contra un 13.4% de la variedad testigo Júpate, lo que indica que a menor número de riegos el porcentaje de proteína se ve favorecido. La cantidad como la calidad de proteína se considera un factor primordial en el potencial de una harina en relación a su uso. Sharma *et al.* (1983) mencionan que en condiciones

ambientales de alto rendimiento y baja disponibilidad de nitrógeno, se producen en el grano espacios ocupados por el almidón en lugar de proteína, lo cual hace presente la panza blanca en el grano. En cuanto a la pigmentación de la semolina, se obtuvo un valor "b" de Minolta de 28.1 en Patronato Oro, contra 20.4 en Júpare, lo que equivale a un incremento del 37.7%. Durante los años previos a su liberación, Patronato Oro registró valores de peso específico de 83 kg/Hl al igual que Júpare. En la variable floración, los valores de Patronato Oro varían en tan solo un día respecto a dos o tres riegos de auxilio, entre 79 y 80 días, y de Júpare C2001 con 80 días. Olivares *et al.* (2007), Encontraron también en sus trabajos que la duración del ciclo fenológico resultó ser más corto cuando hay sequía y calor, y que la altura disminuye entre un 10 y 50% dependiendo de las condiciones ambientales, situación que se manifiesta durante los años de evaluación registrando 85 cm de altura en promedio para la primera fecha de siembra y 75 cm en la cuarta fecha, con una reducción de 10 cm, lo que equivale a una disminución del 11.76%. La nueva variedad Patronato Oro C2008 y Júpare C2001 son parecidas en su ciclo biológico, con una madurez fisiológica de 119 y 121 días con dos y tres riegos, respectivamente; sin embargo, el ciclo se acorta al retrasar la fecha de siembra llegando a promediar de 109 hasta 113 días para la cuarta fecha de siembra, debido principalmente a la falta de horas frío, por lo que las plantas acortan su ciclo biológico como respuesta al estrés generado.

CONCLUSIONES

La liberación de Patronato Oro C2008 y su incorporación dentro del mosaico genético para el sur de Sonora y Noroeste de México, permitirá disminuir el impacto negativo de una eventual epifitía de roya de la hoja sobre la productividad, contribuirá a extender la durabilidad de las variedades resistentes disponibles, y dará el tiempo necesario para que el programa de mejoramiento de trigo incremente tal diversidad dentro de las clases de trigo sembrados en la región. Además, la mejora de los parámetros de calidad de Patronato Oro C2008 permitirá ser más competitivos en el mercado de la exportación.

LITERATURA CITADA

- Blum, A. 2006. Drought adaptation in cereal crops. Ribaut, J. (Ed.). pp. 3-15. Iowa
- Figueroa-López, P., Fuentes-Dávila, G., Chávez-Villalba y Valenzuela-Herrera, V. 2009. Nuevas variedades de trigo duro con alta calidad industrial para el sur de sonora. pp. 11-12. Memoria Día del Agricultor 2009. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Valle del Yaqui. Publicación Especial No. 16. Cd. Obregón, Sonora, México. 71 p.
- Fokar, M., Blum, A., and Nguyen, H. 1998. Heat tolerance in spring wheat. II. Grain filling. *Euphytica* 104:9-15
- Camacho-Casas, M.A., Figueroa-López, P., Martínez-Carrillo, J.L., Cortés-Jiménez, J.M., Tamayo-Esquer, L.M., Félix-Valencia, P. y Ortiz-Enríquez, J.E. 2004. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Folleto para Productores No. 34. INIFAP, CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. 40 p.
- Mohr, H., and P. Schopfer. 1995. *Plant Physiology*. ed. Springer. Berlin p. 630.
- Olivares-Villegas, J.J., Reynolds, M.P., and McDonald, G.K. 2007. Drought adaptive Attributes in the Seri/Babax Hexaploid Wheat Population. *Functional Plant Biology* 34:189-203.
- Savin, R., Stone, P.J., Nicolasy, M.E., and Wardlaw, I.F. 1997. Grain growth and malting quality of barley. 1. Effects of heat stress and moderately high temperature. *Australian Journal of Agricultural Research* 48:615-624.
- Sharma, G.C., Paul, A.D., and Bietz, J.A. 1983. Nitrogen fertilization effects and anatomical, protein and amino acid characteristics of yellow berry in triticale. *Crop Science* 23:699-703.
- SIAP. 2009. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Sonora, México. <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el 2 de agosto 2009.

EFFECTO DEL NITRÓGENO SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Teresa De Jesús Ruiz Vega¹, Juan Manuel Cortés Jiménez¹, Alma Angélica Ortiz Avalos¹, Gerardo Zazueta Encinas¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias–Campo Experimental Valle del Yaqui. Dr. Norman E. Borlaug km. 12 A.P. 155, C.P. 85000 Cd. Obregón, Sonora. Teléfono (644) 414-57-00. te_re04@hotmail.com

Palabras claves: Nitrógeno, Rendimiento, Componentes de rendimiento

RESUMEN

Se han relacionado las etapas de crecimiento del cultivo de trigo con los cambios fisiológicos y morfológicos de las plantas que lo integran, mediante el concepto de componentes de rendimiento (Hewstone, 2003). El modelo implica que el mejoramiento de cualquier componente producirá un aumento del rendimiento si no se alteran los restantes. Se obtienen los elementos base que constituyen el rendimiento: $\text{Granos/m}^2 \times \text{Peso del grano} = \text{Rendimiento}$. En su máximo desarrollo, corresponde a: $\text{Granos/Espiguilla} \times \text{Espiguillas/Espiga} \times \text{Espigas/Planta} \times \text{Plantas/m}^2 \times \text{Peso del grano} = \text{Rendimiento}$. Por lo que el evaluar el efecto de la aplicación foliar de nitrógeno sobre los componentes de rendimiento del grano de trigo de la variedad Samayoa C2004, mediante diferentes dosificaciones de fertilización fueron el objetivo de esta investigación. Se aplicaron dos tratamientos con un testigo, los tratamientos constaron de 3 y 4 aplicaciones de urea correspondientes a 163.95 y 231.26 unidades de N, para las primeras tres aplicaciones la unidad experimental fue de 53.984 m² y para la cuarta fue de 26.99 m². Se encontró que la fertilización nitrogenada foliar incrementó los componentes de rendimiento granos y espigas por metro cuadrado. En lo que respecta a las variables de índice de cosecha, espigas por metro cuadrado y granos por espiga no se encontró diferencia significativa.

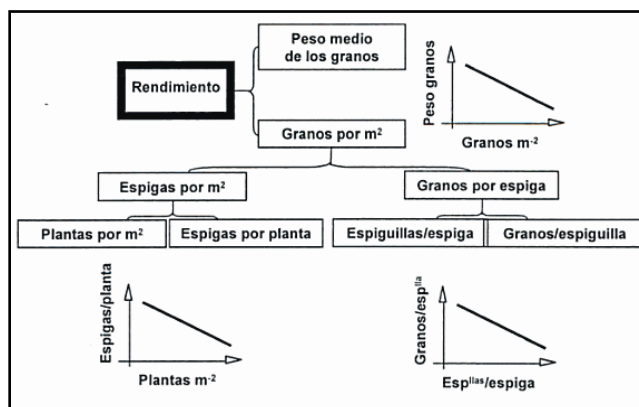
ABSTRACT

The growth stages it has linked of wheat crop physiological and morphological changes of the plants, through the concept of yield components (Hewstone, 2003). The model implies that the improvement of any component will produce an increase in performance if the others are unaffected. We were get the basic elements which constitute the performance: $\text{Grains/m}^2 \times \text{Weight of grain} = \text{Yield}$. At its peak, provides for: $\text{Grains/Spikelet} \times \text{Spikelets/Spike} \times \text{ears/plant} \times \text{plants/m}^2 \times \text{weight of grain} = \text{Yield}$. So the evaluate the effect of foliar application of nitrogen on grain yield components of wheat variety Samayoa C2004, using different dosages of fertilization was the target of this investigation. Two treatments were applied with a witness, the treatments consisted of 3 and 4 applications of urea corresponding to 163.95 and 231.26 units of N, for the first three applications of the experimental unit was 53,984 m² and the fourth was from 26.99 m². It was found that leaf nitrogen fertilization increases the yield components of wheat grains and spikes per square meter. With respect to the variables of harvest index, spikes per square meter and kernels per ear, no difference was significant.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento de un cultivo ha sido tradicionalmente analizado por un modelo simple a través del cual se “descompone” al mismo en componentes más simples a través de sucesivas aproximaciones (Figura 1). Se ha relacionado las etapas de crecimiento del cultivo de trigo con los cambios fisiológicos y morfológicos de las plantas que lo integran, mediante el concepto de componentes de rendimiento (Hewstone, 2003). Cada uno de estos componentes está asociado a una o más de las fases de desarrollo vegetativo, reproductivo o de llenado del grano de la planta (Safler *et al.*, 1996; citado por Hewstone, 2003). El modelo implica que el mejoramiento de cualquier componente producirá un aumento del rendimiento si no se alteran los restantes y los mejoradores de diferentes programas han puesto énfasis en algunos o varios de ellos en sus procesos de selección, logrando resultados efectivos. Sin embargo, si la fórmula se simplifica, se

Dicha ecuación, debido a la simplicidad de su determinación ha hecho que esta aproximación haya sido ampliamente abordada en muchos de los estudios de fisiología del rendimiento de cultivos de granos (Fischer, 1984; citado por Slafer, 2003). Esta aproximación de componentes numéricos del rendimiento es sin dudas muy adecuada en muchas ocasiones, cuando se hacen análisis retrospectivos de un cultivo (Slafer, 2003).



Un concepto adicional al de componentes de rendimiento se desarrolló al comparar la producción de materia seca y rendimiento entre variedades antiguas y modernas. La producción de materia seca total era similar entre ambos grupos, pero las modernas tenían mayor proporción de ella en el grano. Esto llevó a desarrollar el concepto de Índice de Cosecha, que permite evaluar estas proporciones, reconociendo al mismo tiempo acercarse a su límite la ganancia genética en producción de biomasa (Austin, *et al.* 1980 citado por Hewstone, 2003).

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de nitrógeno sobre los componentes de rendimiento del grano de trigo de la variedad Samayoa C2004.

El presente trabajo se realizó en el block 910 dentro del Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY) del INIFAP, durante el ciclo otoño-invierno 2008-2009. Donde el suelo contenía 0, 10 y 20 ton ha⁻¹ de gallinaza de aplicadas durante los ciclos 2001/2002 al 2003/2004. Se utilizó la variedad Samayoa C2004, la cual se sembró el 5 de Diciembre sobre humedad a 2 hileras de planta. Se realizó un diseño en bloques al azar de 3 tratamientos y 3 repeticiones, se utilizó el paquete estadístico MSTAT.

Se aplicaron dos tratamientos con un testigo (Tabla 1). Los tratamientos constaron de 3 y 4 aplicaciones de urea foliar. La primera aplicación fue de 78.54 kg de Urea por hectárea en 1178.12 L ha⁻¹ de una solución al 6.66% de Urea que corresponde a una dosis de 36.12 unidades de nitrógeno. Para la segunda aplicación se utilizaron 92.49 kg de Urea por hectárea en 1387.44 L ha⁻¹

¹ de una solución al 6.66% de Urea que corresponde a una dosis de 42.54 unidades de nitrógeno. La tercera aplicación fue de 185.42 kg de Urea por hectárea en 1854.25 L ha⁻¹ de una solución al 10% de Urea que corresponde a una dosis de 85.29 unidades de nitrógeno. Para la cuarta aplicación se utilizaron 146.33 kg de Urea por hectárea en 1463.39 L ha⁻¹ de una solución al 10% de Urea que corresponde a una dosis de 67.31 unidades de nitrógeno. La unidad experimental fue de 53.984 m² para las primeras tres aplicaciones y para la cuarta fue de 26.99 m².

Cuadro 1. Calendario de aplicaciones de tratamientos.

Aplicaciones Urea Foliar	Fecha
1	21 – Enero – 2009
2	13 – Febrero – 2009
3	4 – Marzo -2009
4	18 – Marzo – 2009

Para la cosecha, se realizó un corte de 4.8m² metros cuadrados en cada tratamiento (Parcela útil). Se tomaron 100 espigas, a las cuales se les registró el peso del manojito. Posteriormente se trillaron en una máquina estacionaria para plantas experimentales. Se registro el peso de los granos obtenidos de las 100 espigas para determinar los componentes de rendimiento.

Dentro de los cuales se determinó, Rendimiento del Grano de la parcela útil (RG), Índice de Cosecha (IC) mediante el peso del grano del manojito entre el peso de manojito. El Peso por espiga (P/E), que es igual a el peso de los granos provenientes de las 100 espigas muestreadas entre 100 (cantidad de espigas muestreadas). Peso de 250 granos de trigo. Se determinó además, los granos por espiga, que es 250 (resultado del conteo de 250) por el P/E entre el resultado del peso de los 250 granos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables; rendimiento, biomasa, granos por metro cuadrado y peso por espiga. Se observó que al realizar 3 o 4 aplicaciones de urea foliar el rendimiento de grano se incrementó significativamente (Cuadro 2). En promedio al comparar el tratamiento de 4 aplicaciones de urea foliar contra 3 aplicaciones de la misma, el rendimiento muestra una diferencia de 1.077 ton ha⁻¹, mientras que al comparar 3 aplicaciones contra el testigo se observó una diferencia de 1.431 ton ha⁻¹ a favor de la urea foliar (Cuadro 3).

La variable índice de cosecha no mostró diferencia significativa. Sin embargo, en promedio al comparar el tratamiento de 4 aplicaciones contra 3 aplicaciones de urea foliar, el IC muestra una diferencia de 0.019, y al comparar 3 aplicaciones contra el testigo se observa una diferencia de 0.029 a favor del tratamiento de urea foliar. Por otro lado, la variable de biomasa presentó diferencia significativa entre tratamientos teniendo una mayor cantidad de biomasa al realizar 4 aplicaciones de urea foliar (correspondientes a 231.26 unidades de nitrógeno) (Cuadro 4).

Se observó una correlación positiva entre el número de espigas por metro cuadrado y el número de aplicaciones de urea vía foliar (Figura 1). Por otro lado en la variable de granos/metro² se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 5) y se observó que el efecto residual de gallinaza de 20 ton ha⁻¹ influye en el incremento de las espigas en un metro cuadrado, así como los granos por metro cuadro presentaron este mismo comportamiento con una correlación promedio de 0.9923 (Figura 2).

Se observó una correlación positiva entre el número de espigas por metro cuadrado y el número de aplicaciones de urea vía foliar (Figura 1). Por otro lado en la variable de granos/metro² se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 5) y se observó que el efecto residual de

gallinaza de 20 ton ha⁻¹ influye en el incremento de las espigas en un metro cuadrado, así como los granos por metro cuadro presentaron este mismo comportamiento con una correlación promedio de 0.9923 (Figura 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza de rendimiento, Índice de cosecha, Biomasa, Espigas/m², Granos/m², Peso/Espiga, Granos/Espiga de trigo duro de la variedad samayoa.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Prob.
Rendimiento					
Repetición	2	4.62	2.310	7.05	0.0488
Tratamiento	2	9.50	4.748	14.49	0.0147
Error	4	1.31	0.328		
Total	8				
C.V. 1.05%					
Índice de Cosecha					
Repetición	2	0.00	0.000	0.58	0.5989
Tratamiento	2	0.00	0.001	3.71	0.1228
Error	4	0.00	0.000		
Total	8	0.00			
C.V. 3.05%					
Biomasa					
Repetición	2	20.38	10.191	7.66	0.0429
Tratamiento	2	42.48	21.242	15.97	0.0124
Error	4	5.32	1.330		
Total	8	68.19			
C.V. 14.78%					
Espigas/m²					
Repetición	2	4352.67	2176.333	5.40	0.0730
Tratamiento	2	5520.67	2760.333	6.86	0.0510
Error	4	1610.67	402.667		
Total	8	11484.00			
C.V. 13.84%					
Granos/m²					
Repetición	2	11346179.56	5673089.778	7.09	0.0485
Tratamiento	2	14792608.22	7396304.111	9.24	0.0317
Error	4	3202348.44	800587.111		
Total	8	29341136.22			
C.V. 14.13%					
Peso/Espiga					
Repetición	2	0.05	0.026	2.03	0.2465
Tratamiento	2	0.20	0.098	7.78	0.0419
Error	4	0.05	0.013		
Total	8	0.30			
C.V. 4.71%					
Granos/Espiga					
Repetición	2	16.89	8.444	1.60	0.3086
Tratamiento	2	27.56	13.778	2.61	0.1882
Error	4	21.11	5.278		
Total	8	65.56			
C.V. 5.38%					

Cuadro 3. Rendimiento de trigo duro con dos tratamientos de fertilización foliar en etapa de espigamiento.

SUELO GALLINAZA (ton ha ⁻¹)	UREA FOLIAR RENDIMIENTO (ton ha ⁻¹)			
	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media
0	2.472	4.481	4.845	3.932a
10	2.969	3.377	5.682	4.009a
20	4.052	5.928	6.489	5.489b
Media	3.164 ^a	4.595a	5.672b	

Tukey 0.05: 1.44

Se observó una correlación positiva entre el número de espigas por metro cuadrado y el número de aplicaciones de urea vía foliar (Figura 1). Por otro lado en la variable de granos/metro² se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 5) y se observó que el efecto residual de gallinaza de 20 ton ha⁻¹ influye en el incremento de las espigas en un metro cuadrado, así como los granos por metro cuadrado presentaron este mismo comportamiento con una correlación promedio de 0.9923 (Figura 2).

Por otro lado la variable de peso/espiga se incrementa en base al aumento de las dosis de fertilización foliar nitrogenada, mostrando correlaciones positivas de 0.9498, 0.9014 y 0.9984 (Figura 3). En lo que respecta a los granos/espiga los tratamientos no mostraron diferencia significativa, sin embargo; se observa una diferencia de 4 granos más por espiga al realizar la aplicación de los tratamientos (Cuadro 6), esta variable y el rendimiento de trigo correlacionaron positivamente en el testigo y 4 aplicaciones, solo el tratamiento de 3 aplicaciones presenta una correlación regular para esta variable (correlación de 0.7878) (Figura 4).

Cuadro 4. Urea Foliar y Componentes de rendimiento en trigo (Índice de cosecha y Biomasa)

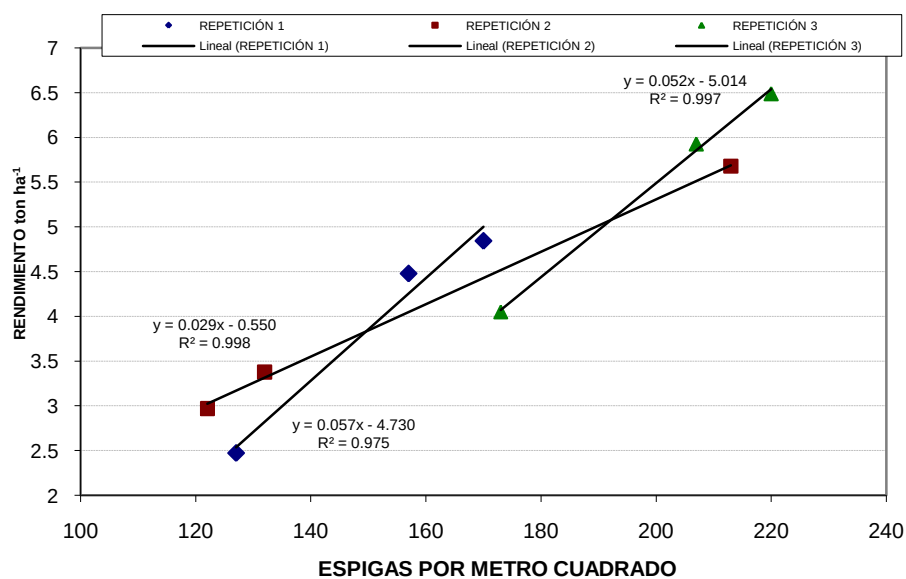
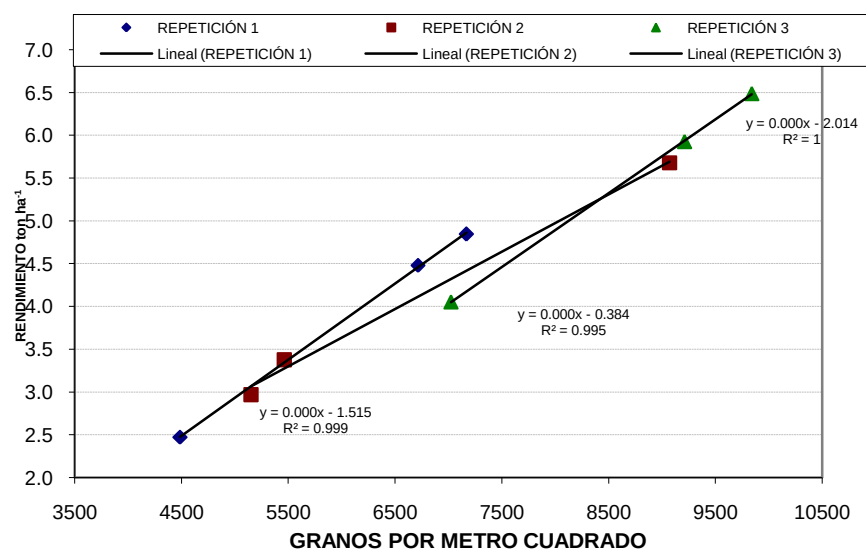
SUELO GALLINAZA ton ha ⁻¹	UREA FOLIAR							
	Índice de Cosecha (IC)				Biomasa (ton ha ⁻¹)			
	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media
0	0.410	0.451	0.431	0.430	6.001	9.885	11.195	9.027a
10	0.436	0.437	0.436	0.436	6.794	7.697	12.974	9.155a
20	0.415	0.461	0.451	0.442	9.731	12.791	14.322	12.281b
Media	0.420	0.449	0.439		7.508a	10.124a	12.830b	

Tukey 0.05: 2.906

Cuadro 5. Urea Foliar y componentes de rendimiento en trigo (Espigas/m² y Granos/m²)

SUELO GALLINAZA ton ha ⁻¹	UREA FOLIAR							
	Espigas/m ²				Granos/m ²			
	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media
0	127	157	170	151	4485	6714	7168	6122a
10	122	132	213	156	5150	5462	9071	6561a
20	173	207	220	200	7025	9212	9842	8693b
Media	141	165	201		5553a	7129a	8694b	

Tukey 0.05: 2255

Figura 1. Regresión entre espigas/m² y rendimiento de grano, ciclo otoño-invierno 2008-2009.Figura 2. Regresión entre granos/m² y rendimiento de grano, ciclo otoño- invierno 2008-2009.

Cuadro 6. Componentes de rendimiento de trigo (Peso/Espiga y Granos/Espiga)

SUELO		UREA FOLIAR						
GALLINAZA ton ha ⁻¹	Peso/Espiga				Granos/Espiga			
	Testig o	3	4	Medi a	Testig o	3	4	Medi a
		Aplicaciones				Aplicaciones		
0	1.96	2.5	2.4	2.28	35	43	42	40
10	2.32	2.42	2.5	2.41	42	41	43	42
20	2.26	2.54	2.6	2.46	41	44	45	43
Media	2.18a	2.48b	2.5c		39	43	43	

Tukey 0.05: 0.2873

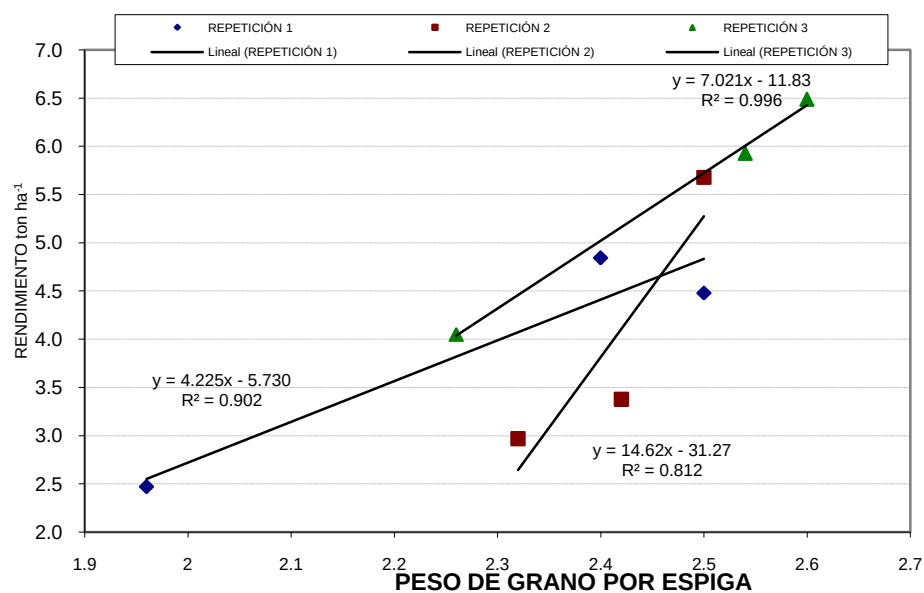


Figura 3. Regresión entre peso de grano/espiga y rendimiento de grano, ciclo otoño-invierno 2008-2009.

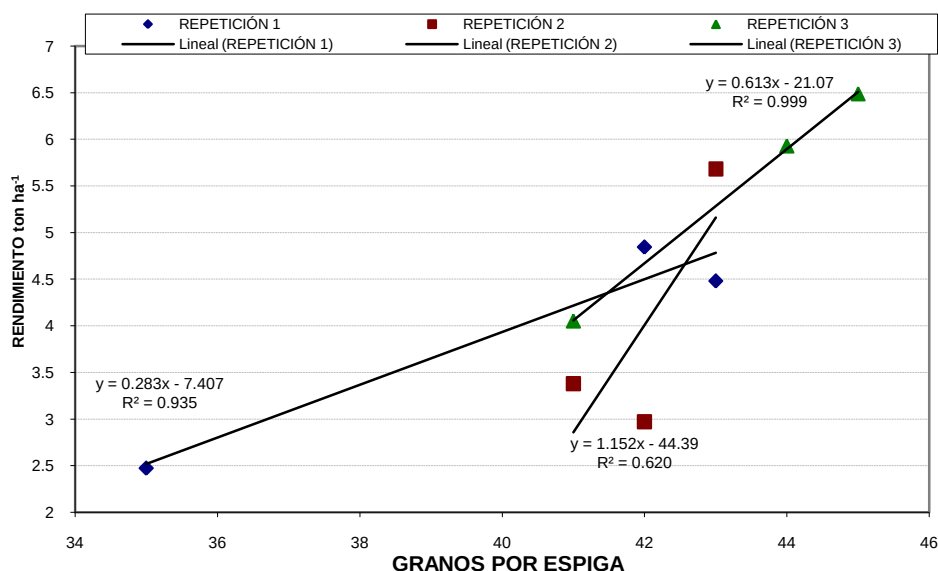


Figura 4. Regresión entre granos/espiga y rendimiento de grano, ciclo otoño-invierno 2008-2009.

CONCLUSIONES

- La fertilización nitrogenada foliar afecta los componentes de rendimiento de trigo.
- El componente que más correlaciona con el rendimiento es el número de granos por metro cuadrado.
- No se encontró diferencia significativa en las variables de índice de cosecha, espigas por metro cuadrado y granos por espiga.

LITERATURA CITADA

- Slafer, G. A. y Calderini, D. F. 2003. Herramientas fisiológicas para el mejoramiento del rendimiento de trigo. En: Seminario Internacional sobre Estrategias y Metodologías Utilizadas en el Mejoramiento de Trigo: un enfoque Multidisciplinario. M Mohan K, M Díaz A, M Castro (Eds.). CIMMYT-INIA. La Estanzuela, Uruguay. Pp. 16-18.
- Hewstone M. C. 2003. Rediseño de componentes de rendimiento y su interacción con el manejo. En: Seminario Internacional sobre Estrategias y Metodologías Utilizadas en el Mejoramiento de Trigo: un enfoque Multidisciplinario. M Mohan K, M Díaz A, M Castro (eds). CIMMYT-INIA. La Estanzuela, Uruguay. Pp. 25-26.
- Slafer, G.A.; Calderini, D.F.; Miralles, D.J. 1996. Yield components and compensation in wheat: opportunities for further increasing yield potential. In Reynolds, M.P.; Rajaram, S.; Mc Nab, A eds. Increasing yield potential in wheat: breaking the barriers. Mexico, D.F., CIMMYT. Pp. 101-133.
- Fischer, R.A. 1984. Wheat. In: Potencial Productivity of Field Crops under Different Environments (W.H. Smith y S.J. Banta Eds.) Los Baños, IRRI.
- Austin, R.B.; Bingham, J.; Blackwell, R. D.; Evans, L.T.; Ford, M.A.; Morgan, C.L.; Taylor, M. 1980. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. Journal of Agricultural Science Cambridge 94:675-689.

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UREA FOLIAR SOBRE LA CALIDAD DE TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Teresa De Jesús Ruiz Vega¹, Juan Manuel Cortés Jiménez¹, Alma Angélica Ortiz Avalos¹, Gerardo Zazueta Encinas¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias–Campo Experimental Valle del Yaqui. Dr. Norman E. Borlaug km. 12 A.P. 155, C.P. 85000. Cd. Obregón, Sonora. Teléfono (644) 414-57-00. te_re04@hotmail.com

Palabras claves: fertilización foliar, punta negra, panza blanca, humedad, peso hectolítrico.

RESUMEN

Datos preeliminares del SIAP y la SAGARPA, indican que la superficie sembrada para grano de trigo en el distrito de desarrollo rural 148 Cajeme, fue de 315,038.50 hectáreas y un rendimiento obtenido de 5.599 ton ha⁻¹ para el ciclo Otoño–Invierno 2009. Se determinaron parámetros de calidad del trigo, como; el peso hectolítrico, humedad, punta negra y panza blanca en granos de trigo de la variedad Samayoa procedentes de diferentes dosificaciones de fertilización foliar de nitrógeno (N). Se tomó como parcela útil un área de 4.8 m². Se realizaron 3 y 4 aplicaciones foliares de urea con dosis de 163.95 y 231.26 unidades de N, respectivamente. El suelo contenía N residual proveniente de aplicaciones de 0, 10 y 20 ton ha⁻¹ de gallinaza (ciclo 03/04). Se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de grano y en el porcentaje de granos con panza blanca. Los análisis de varianza para el peso hectolítrico, proteína, humedad y punta negra, indicaron que no existe diferencia significativa entre tratamientos. Se observó que al incrementar la dosis en la fertilización foliar nitrogenada el rendimiento del grano de trigo incrementa. No se encontró relación entre la fertilización foliar nitrogenada y la presencia de punta negra. La fertilización nitrogenada foliar tiene efecto positivo en la calidad del grano de trigo, ya que disminuye el porcentaje de granos con panza blanca e incrementa la proteína del grano a medida que se incrementan las dosis de nitrógeno.

ABSTRACT

Preliminary data of the SIAP and SAGARPA, indicate that the sown area to wheat grain in the rural development district Cajeme 148, was 315,038.50 hectares and yield obtained from 5599 ton ha⁻¹ in the cycle Autumn - Winter 2009. Quality parameters were determined for wheat, as, the test weight, moisture, blackpoint and yellow berry in grains of wheat variety Samayoa from different doses of foliar fertilization of nitrogen (N). The useful plot was taken an area of 4.8 m². There were 3 and 4 foliar applications of urea with doses of 163.95 and 231.26 units of N, respectively. The soil contained a N residual from applications of 0, 10 and 20 ton ha⁻¹ of chicken manure (cycle 03/04). There were significant differences in grain yield and the percentage of grains with yellow berry. The analysis of variance for test weight, protein, moisture and blackpoint, indicated that not exist significant difference between treatments. It was observed that increasing the doses in foliar nitrogen fertilization the wheat grain yield increases. Not found a relationship between the foliar nitrogen fertilization and the presence of blackpoint. Foliar nitrogen fertilization has positive effect on wheat grain quality, by decreasing the percentage of grain whit yellow berry but increasing grain protein as measure that increasing doses of nitrogen.

INTRODUCCIÓN

Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la producción total mexicana de trigo durante los últimos diez años (1991-2000) fue de 35.7 millones de toneladas, concentrándose cerca del 85% de la producción en los estados de Sonora (35%), Guanajuato (17.5%), Baja California (11.5%), Sinaloa (9.2%) Michoacán (6.4%) y Jalisco (4.4%). En el territorio nacional se distinguen las regiones Noroeste y Bajío por su preponderancia en la producción de trigo, siendo los principales estados productores Sonora, Sinaloa, Baja California, Guanajuato, Michoacán y Jalisco. La Región Noroeste aporta en promedio el 55% de la producción

nacional del cereal y el Bajío el 28%, lo que conjuntamente representa más de las tres cuartas partes del total nacional (OEIDRUS, 2009)

En el Valle de Mexicali, se cultiva el trigo de mas alto rendimiento comercial en el país, con una media de los últimos cinco años de 6.3 ton ha⁻¹. Si bien las condiciones climáticas durante este periodo han sido favorables para el cultivo en la región, el uso de variedades mejoradas de alto potencial productivo y la experiencia del productor en la aplicación de los paquetes tecnológicos para su manejo, han sido determinantes para lograr este nivel de producción (OEIDRUS, 2009)

En el estado de Sonora, el trigo constituye el principal cultivo con el 36% de la superficie agrícola total sembrada. El promedio de siembra en los últimos cinco años ha sido de 215,825 ha con un volumen de producción de 1 millón 242 mil 052 ton y un valor de 2 mil 32 millones 295 pesos. Además, el 26% de la producción es destinada para la exportación (CESAVESON). Según los datos de avances de siembra y cosechas del SIAP y la SAGARPA al mes de Julio, la superficie sembrada para grano de trigo este presente ciclo fue de 320,361.50 hectáreas, con una superficie cosechada de 320,355.50 hectáreas y una producción obtenida de 1,828,317.875 toneladas y un rendimiento de 5.707 ton ha⁻¹ del ciclo Otoño–Invierno 2009.

Como se puede observar, en la región se producen grandes cantidades de trigo, por lo cual es de suma importancia producir trigos de buena calidad industrial. El rendimiento de grano y la calidad del mismo son, sin dudas, los aspectos de mayor relevancia para la cadena agroindustrial del trigo y, por lo tanto, determinantes fundamentales del éxito de cualquier variedad. Para lograr mejor rentabilidad el productor necesita trigos de alta productividad y, a su vez, para satisfacer a sus respectivos clientes las industrias molinera y panadera necesitan trigos que alcancen los requisitos de calidad, evitando en lo posible el uso de aditivos, por razones de costos y seguridad alimentaria (Verges *et al.*; 2006).

En base a lo anterior centramos el presente estudio, evaluando algunos de los parámetros de calidad que se establecen para este cultivo. El peso hectolítrico (peso/volumen) indica la densidad y/o el llenado del grano. Este parámetro es definido principalmente por la morfología del grano de una variedad, la cual puede ser afectada negativamente por siembras tardías, deficiencia de nitrógeno, deficiencia en el abasto de agua y temperaturas muy altas en la etapa de llenado. Por lo general cuando el grano no está completamente lleno tiene bajo peso hectolítrico. El peso hectolítrico es un factor de comercialización importante ya que está asociado con la calidad molinera del trigo. Por eso, los lotes de trigo con peso hectolítrico bajo (menores a 76 kg/hl) suelen mostrar bajos rendimientos de sémola en trigo cristalino, y de harina en trigo harinero (Peña *et al.*, 2007)

La humedad del grano, nos indica la cantidad de agua presente en el grano; existen varios métodos para la determinación de la humedad en el grano. Algunos son muy rápidos, como son en los que se usan aparatos electrónicos (Soto, 2009)

El término “panza blanca” se utiliza para designar una condición del grano de trigo que presenta un aspecto moteado debido a manchas que varían de blanco a blanco amarillento de acuerdo con el color de las capas externas de la semilla. (Moya y Díaz de León, 2001). Esta anomalía fisiológica, es un indicador de bajo contenido de proteína en el grano, afortunadamente esta deficiencia es posible observarla a simple vista, lo que hace posible estimar aproximaciones sobre el contenido de proteína en base a la panza blanca (Medina y Valenzuela, 2004)

Granos con punta negra son los granos y partes de granos que presentan en la cutícula que cubre al embrión una coloración que puede variar del café oscuro al negro y que afecta al endospermo (NMX-FF-055-1984). Este problema es causado principalmente por tres especies diferentes de hongos; *Alternaria alternata*, *A. tritricina* y/o *Bipolaris sorokiniana* (*Cochliobolus sativus*) que

ennegrecen uno de los extremos del grano (Gilchrist *et al.*, 2005). Si bien, se asocia la punta negra a la presencia del organismo de naturaleza saprofita *Alternaria* sp., no todos los granos que muestran punta negra son atribuibles a este hongo. Por otra parte, es posible aislar frecuentemente el hongo de granos completamente sanos.

Ruvalcaba y colaboradores (2007) ponen de manifiesto que el nitrógeno tiene efecto para disminuir la panza blanca del grano, cuando dicho elemento se aplicó al suelo, y las plantas de trigo estuvieron en la etapa de formación de tallos (amacollamiento), después de encontrar que la panza blanca puede disminuir parcial o totalmente mediante adición del nitrógeno al suelo, por lo que esta enfermedad del grano tiene mayor asociación con las dosis de nitrógeno que con factores como variedad, fecha de siembra y número de riegos. Resultados de esta investigación indicaron que dosis de 110, 140 y 150 de N ha⁻¹, disminuyen en 41.7, 47.9 y 39.6%, respectivamente, y el rendimiento se incrementó en los respectivos 94.1, 123.4 y 99.8%, con relación al testigo.

En trigo, algunas especies de *Alternaria* tales como *A. tritricina* ocasionan tizones severos en las hojas, espigas y manchado del grano, siendo enfermedades cuarentenarias con pérdidas del rendimiento de hasta un 60 % bajo condiciones favorables a la infección y desarrollo de la enfermedad. (Perelló, 2007). Por otro lado, *Helminthosporium* Link ex Fries, es un hongo de campo que causa diferentes enfermedades a los cereales de grano pequeño en su desarrollo. En trigo causa la punta negra y la mancha amarilla de la hoja, entre otras enfermedades. Es raro que se aísle de granos de maíz. Las colonias son negras con conidios septados transversalmente, que nacen individualmente en los conidióforos. No se considera hongo toxígeno. Recientemente ha cambiado la clasificación de este género por lo que también se le conoce como *Bipolaris*, *Drechslera* y *Exerohilum*. (Moreno y Benavides, 1988). Valenzuela y colaboradores (2009), asientan que la infección de estos hongos ocurre durante el estado masoso del grano, principalmente cuando predomina el tiempo húmedo o lluvioso; de igual forma señalan que dependiendo del género del hongo y su penetración en la semilla, éste puede disminuir su viabilidad.

OBJETIVO

Determinar el efecto de la fertilización foliar con nitrógeno sobre el rendimiento de grano y algunos parámetros de calidad del trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY) del INIFAP, durante los meses del ciclo otoño-invierno 2008-2009. Las parcelas se ubicaron en el block 910 del Valle del Yaqui, se utilizó la variedad Samayoa C2004, la cual se sembró el día 5 de diciembre sobre humedad, en surcos con dos 2 hileras de plantas y 80 kg ha⁻¹ de semilla. Se aplicaron cuatro riegos de auxilio. Se realizaron dos deshierbes manuales para el control de maleza y una aplicación de Dimetoato para el control de pulgón del follaje. La unidad experimental fue de 53.984 m² para las primeras tres aplicaciones y para la cuarta fue de 26.99 m². Se cosechó como parcela útil un área de 4.8 m². Se evaluaron dos tratamientos de urea foliar; 3 aplicaciones para un total de 356.45 kg ha⁻¹ de este fertilizante, que corresponden a una dosis de 163.95 unidades de nitrógeno por ha y 4 aplicaciones con un total de 502.78 kg ha⁻¹ de este fertilizante, lo cual corresponde a una dosis de 231.26 unidades de nitrógeno (Cuadro 1), los cuales se compararon con un testigo sin aplicación. Las primeras dos aplicaciones de urea se llevaron a cabo con una concentración de 6.66% y la tercera y cuarta con soluciones al 10%, debido a que en ensayos previos el trigo mostró una mayor tolerancia después del espigamiento. El suelo experimental utilizado, tuvo aplicaciones de 0, 10 y 20 ton ha⁻¹ de gallinaza durante el ciclo 2003/2004, por lo cual, se asumió que aún después de cinco años pudiera haber algún efecto residual y se decidió bloquear este efecto y enviarlo como fuente de variación a las repeticiones, para lo cual se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Las aplicaciones se llevaron a cabo en la etapa de final de amacollamiento, inicio de embuche, antesis, e inicio de formación de grano. No se aplicó nitrógeno

ni fósforo y se asumió que el efecto residual de la gallinaza, generaría un gradiente de fertilidad para observar el efecto de la aplicación foliar de urea. Se tomaron muestras de suelo antes del establecimiento del experimento y después de la cosecha, las cuales se encuentran en proceso de análisis en el laboratorio.

Se determinó el peso hectolítrico en una muestra de 1000 gramos y la humedad del grano. Se cuantificó la presencia de panza blanca y punta negra a partir de una muestra de 250 granos de trigo, con la cual se determinó el porcentaje de granos con la presencia de este carácter en ambos casos. Se realizaron lecturas de proteína en el grano mediante un analizador de granos marca Tecator modelo INFRATEC 1275.

Cuadro 1. Tratamientos de nitrógeno aplicados, Valle del Yaqui, Sonora. Ciclo (2008/09)

Aplicaciones Urea Foliar	Fecha	Área (m ²)	Solución aplicada (L ha ⁻¹)	Concentración de la solución (%)	Urea (kg/ha ⁻¹)	Unidades de Nitrógeno
1	21 Ene 09	53.984	1178.12	6.66	78.54	36.12
2	13 Feb 09	53.984	1387.44	6.66	92.49	42.54
3	4 Mar 09	53.984	1854.25	10	185.42	85.29
4	18 Mar 09	26.992	1463.39	10	146.33	67.31

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de trigo y en la variable panza blanca. Los análisis de varianza para el peso hectolítrico, proteína, humedad y punta negra, indicaron que no existe diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 2). Para una mejor interpretación del efecto residual de la gallinaza, se debe entender este factor como efecto de repeticiones, ya que se bloqueó por dosis de gallinaza aplicada en el ciclo 2003-2004. De acuerdo a lo anterior, las diferencias significativas encontradas entre repeticiones, corresponden a las diferencias entre dosis de gallinaza, sin embargo no es posible realizar un análisis factorial para cuantificar las interacciones. Se observó que al realizar tres o cuatro aplicaciones de urea foliar el rendimiento de grano se incrementó significativamente. En promedio al comparar el tratamiento con 4 aplicaciones de urea foliar contra 3 aplicaciones de la misma, el rendimiento muestra una diferencia de 1.077 ton ha⁻¹, mientras que al comparar tres aplicaciones contra el testigo se observó una diferencia de 1.431 ton ha⁻¹ a favor de la urea foliar. Por otro lado, se observó un efecto residual significativo para la dosis de 20 ton ha⁻¹ de gallinaza (repetición tres), ya que en todos los casos los mayores incrementos se observaron al interactuar una mayor dosis de gallinaza y una mayor cantidad de aplicaciones de urea foliar. El mayor rendimiento que se presentó dentro de los tratamientos fue de 6.489 ton ha⁻¹ (Cuadro 3) proveniente de un suelo con una residualidad de 20 ton ha⁻¹ de gallinaza y una dosis de 231.26 unidades de nitrógeno foliar (4 aplicaciones).

De acuerdo con los parámetros establecidos por la Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo (CANIMOLT), el peso hectolítrico para trigo cristalino deberá permanecer dentro de un rango de 78 a 85.2 kg/hl. En el caso de los tratamientos aplicados, los resultados indicaron que el peso hectolítrico se ubicó en un rango de 78.4 a 81.2 kg/hl dentro de los parámetros establecidos. Los datos de peso hectolítrico y la humedad del grano se reportan en la Cuadro 4.

Cuadro 2. Análisis de varianza de Rendimiento, Peso Hectolítrico, Proteína, Humedad, Panza Blanca y Punta Negra de la variedad Samayoa con 3 y 4 aplicaciones de urea foliar.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Prob.
Rendimiento					
Repetición	2	4.62	2.310	7.05	0.04488
Tratamiento	2	9.50	4.748	14.49	0.0147
Error	4	1.31	0.328		
Total	8				
C.V. 1.05%					
Peso Hectolítrico					
Repetición	2	3.53	1.764	2.48	0.1992
Tratamiento	2	4.81	2.404	3.38	0.1381
Error	4	2.84	0.711		
Total	8	11.18			
C.V. 1.05%					
Proteína					
Repetición	2	2.64	1.322	0.89	0.4792
Tratamiento	2	8.64	4.319	2.91	0.1662
Error	4	5.95	1.486		
Total	8	17.23			
C.V. 6.68%					
Humedad					
Repetición	2	0.03	0.017	0.54	0.6223
Tratamiento	2	0.09	0.047	1.46	0.3332
Error	4	0.13	0.032		
Total	8	0.26			
C.V. 0.91%					
Panza Blanca					
Repetición	2	212.32	106.160	4.62	0.0913
Tratamiento	2	4948.21	2474.105	107.63	0.0003
Error	4	91.95	22.988		
Total	8	5252.48			
C.V. 13.60%					
Punta Negra					
Repetición	2	91.45	45.724	3.16	0.1501
Tratamiento	2	95.77	47.883	3.31	0.1417
Error	4	57.83	14.457		
Total	8	245.04			
C.V. 9.74%					

Cuadro 3. Rendimiento de trigo Samayoa con dos tratamientos de fertilización foliar en etapa de espigamiento.

SUELO GALLINAZA (ton ha ⁻¹)	UREA FOLIAR RENDIMIENTO (ton ha ⁻¹)			
	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media
0	2.472	4.481	4.845	3.932a
10	2.969	3.377	5.682	4.009a
20	4.052	5.928	6.489	5.489b
Media	3.164a	4.595b	5.672c	

Duncan 0.05: 1.14

Cuadro 4. Efecto de la fertilización foliar nitrogenada sobre el peso hectolítrico y humedad.

SUELO GALLINAZA ton ha ⁻¹	UREA FOLIAR							
	Peso Hectolítrico (kg hl ⁻¹)				Humedad (%)			
	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media
0	78.8	80.2	81.2	80.06	11.2	11.3	11.4	11.30
10	78.4	78.4	81.0	79.26	11.8	11.3	11.3	11.46
20	81.0	80.4	81.0	80.80	11.6	11.2	11.3	11.36
Media	79.4	79.66	81.06		11.53	11.26	11.33	

La variable punta negra no mostró diferencias significativas en los tratamientos, al igual que no se encontró diferencia significativa en la residualidad del nitrógeno del suelo. El número de granos con este problema superan el 35% de incidencia de esta enfermedad llegando a poco más del 47% de presencia de punta negra. No se encontró una relación entre la fertilización foliar nitrogenada y la presencia de punta negra (Cuadro 5).

Por el otro lado Madariaga y Latorre (2004) indican que un ambiente que resulta favorable para darle las condiciones a esta enfermedad es la fertilización nitrogenada excesiva en trigos de primavera establecidos en suelos regados. Especialmente, el exceso de agua durante la antesis predispone esta enfermedad. Sin embargo, los porcentajes de incidencia se mostraron más elevados en el tratamiento con tres aplicaciones de urea que en el tratamiento con mayor cantidad de nitrógeno (Cuadro 5).

En lo que respecta a la anomalía fisiológica panza blanca, ésta presentó diferencias significativas entre tratamientos. Se observó una tendencia a disminuir el porcentaje de panza blanca a medida que se incrementó la fertilización foliar nitrogenada (Cuadro 5). Los parámetros de calidad por parte de la CANIMOLT establecen que los rangos para proteína deberán ubicarse de 11.1 a 14.1%. El manejo de la aplicación foliar de urea, mostró un efecto positivo en la proteína del grano de trigo, incrementando el porcentaje de proteína en 2.26 y 3.02% con 3 y 4 aplicaciones respectivamente, en relación al testigo (Cuadro 6). Sin embargo, las medias de proteína de los tratamientos no superan el 12% de proteína.

Cuadro 5. Efecto de la fertilización foliar nitrogenada sobre el porcentaje de punta negra y panza blanca.

SUELO GALLINAZA ton ha ⁻¹	UREA FOLIAR							
	Punta Negra (%)				Panza Blanca (%)			
	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media
0	40.8	56.0	45.2	47.33	75.2	13.6	0.4	29.73
10	32.0	48.8	24.4	35.06	90.8	12.8	11.6	38.40
20	37.2	38.0	36.0	37.06	89.2	27.2	8.0	41.46
Media	36.66	47.6	35.2		85.06a	17.86b	6.66c	

Duncan 0.01: 16

Cuadro 6. Efecto de la fertilización foliar nitrogenada sobre la proteína ajustada al 12% de humedad

SUELO GALLINAZA (ton/ha)	UREA FOLIAR PROTEÍNA (%)			
	Testigo	3 Aplicaciones	4 Aplicaciones	Media
0	8.59	10.71	12.06	10.45
10	8.36	10.88	11.12	10.12
20	8.34	10.49	11.17	10.00
Media	8.43	10.69	11.45	

CONCLUSIONES

La fertilización nitrogenada foliar incrementa el rendimiento de grano de trigo.
 No se encontró una relación entre la fertilización nitrogenada foliar y la presencia de punta negra.
 La fertilización nitrogenada foliar disminuye el porcentaje de granos con panza blanca.
 La fertilización nitrogenada foliar incrementa la proteína del grano de trigo.
 El efecto de la aplicación foliar de urea, depende del nivel de fertilidad del suelo, lo cual se pudo observar al realizar el ensayo sobre diferentes dosis de gallinaza.

LITERATURA CITADA

- Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo (CANIMOLT). Informe de calidad del trigo nacional, por estado. http://www.harina.org/trigo_calidad.php Página Visitada el 18-Junio-2009.
- CESAVESON. 2009. Plan preventivo roya de la hoja y roya lineal del trigo. Grupo Técnico del Sur de Sonora. <http://www.cesaveson.com/fckeditor/editor/filemanager/connectors/aspx/UserFiles/file/plan%20preventivo%20roya%20para%20pdf.pdf> Página Visitada el 16 de Junio de 2009.
- Gilchrist-Saavedra, L., G. Fuentes-Dávila, C. Martínez-Cano, R.M. López-Atilano, E. Duveiller, R.P. Singh, M. Henry e I. García A. 2005. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. Segunda edición. México, D.F.: CIMMYT.
- Madariaga, B. R., Latorre, G. B. 2004. Boletín de Trigo, Capítulo 5. Enfermedades. Pág. 124. <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR31878.pdf> Página Visitada 22 de Mayo de 2009.
- Medina E. J.J. y Valenzuela P.J.A. 2004. El grano de trigo, proteína y panza blanca en el distrito de desarrollo rural 002, Río Colorado. CEMEXI-CIRNO-INIFAP. Folleto para productores Núm. 44. Mexicali, Baja California. P 5.
- Moreno Martínez E., Benavides Ocampo C., 1988. Manual para la identificación de hongos en granos y sus derivados. Publicado por UNAM. Pág. 38.

- Moya, S. E., Díaz de León, T. J. G. 2001. Efecto de los factores controlables de la producción sobre el rendimiento y la panza blanca del grano en trigo duro. Terra Latinoamericana, Octubre–Diciembre, Vol. 19:04. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo México. pp. 375-383.
- Norma Mexicana. NMX-FF-055-1984. Productos alimenticios no industrializados para uso humano. Cereales. Trigo. Método de prueba. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- Peña Bautista, R. J., Pérez Herrera, P., Villaseñor Mir, E., Gómez Valdez, M. M., Mendoza Lozano, M. A. y Monterde Gabilondo, R. 2007. Calidad de la cosecha del trigo en México. Ciclo otoño – invierno 2005 – 2006. Publicación especial del CONASIST, Av. Cuahutemoc No.1617, Mezanine, Col. Sta. Cruz Atoyac, México D.F. Pp. 4-5.
- Perelló, A. 2007. Enfermedades nuevas y emergentes en trigo. Manejo de bajo impacto ambiental con microorganismos antagonistas. Jornada de Actualización en enfermedades de trigo. Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, Lavallol - FCAYF, UNLP.
http://www.conicet.gov.ar/scp/vista_resumen.php?produccion=536402&id=9592&keywords
Visitado 22 de Mayo de 2009
- Ruvalcaba, L.P., Velázquez, A.T.J., Díaz, V.T., Acosta, V.B. e Inzunza, C.J.F. 2007. Nitrógeno, disminución de panza blanca del grano y aumento del rendimiento del trigo (*Triticum aestivum* L.) Revista electrónica Granma Ciencia. Vol. 11, No. 2.
<http://www.grciencia.granma.inf.cu/numeros.html>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la SAGARPA. Año Agrícola 2009. Sonora. Avance de siembras y cosechas información liberada a abril del 2009. http://www.oeidrus-portal.gob.mx/repoavance_son/agravance.jsp
Página Visitada 16 Junio de 2009.
- OEIDRUS. 2009. Estudio estadístico – documental sobre variedades, grupos y calidad del trigo del Valle de Mexicali. <http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Descargas/ProgramaInvestigacion.pdf> Página Visitada el 16-Junio-2009
- OEIDRUS 2009. Trigo Situación Nacional.
<http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Produccion/Mundial/Nacional2.pdf>
Página Visitada el 16-Junio-2009
- Soto Ortiz, R.2009. OEIDRUS. Programa de Investigación en Calidad de Trigo en el Instituto de Ciencias Agrícolas.
<http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Descargas/ProgramaInvestigacion.pdf> Página Visitada el 18-Junio-2009.
- Valenzuela, P.A., Martínez, B.A., Medina, V.A.2009. Producción de Semillas de Trigo en el Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado, Sonora. CEMEXI-CIRNO-INIFAP.
<http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Produccion/Paquetes/Semilla.pdf>. Visitado 22 de Mayo de 2009.
- Verges Rubén P., Vázquez Daniel, Ibáñez Wilfredo. 2006. Trigos INIA: ¿Se puede reunir buena calidad y alto rendimiento en un mismo cultivar? Jornada de Cultivos de Invierno “Trigo: Calidad vs. Rendimiento” Serie Actividades de Difusión N°444. INIA La Estancuela. p 4.

DETERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS CULINARIAS DE NUEVOS CULTIVARES DE CUATRO TIPOS DE GRANO DE FRIJOL (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

Rafael Atanacio Salinas Pérez¹, Isidoro Padilla Valenzuela¹, Pedro Ortega Murrieta¹ y Margarita Reyes Yurame¹. ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Fuerte, Apdo. Postal 342 Los Mochis Sinaloa. salinas.rafael@inifap.gob.mx

Palabras clave: Frijol, calidad culinaria, tiempo de cocción, absorción del agua.

RESUMEN

Frijol un grano básico, esencial en la dieta de mexicanos por su alto contenido proteico. Su consumo per capita disminuyó de 16 a 13 kg del periodo 2001 al 2006, frijol muestra amplia variabilidad en forma, tamaño, color y apariencia, factores influyentes significativos en preferencia por consumidores. Para productores del Noroeste Mexicano, es primordial disponer de variedades con características culinarias que permitan competir en mercados nacionales e internacionales, de ahí la importancia de caracterización de nuevos genotipos por sus propiedades culinarias, objetivo de investigación. Genotipos evaluados fueron: 1.-Az. Higuera, 2.-Mo 94-95 1039, 3.-Mo 94-95 1041, 4.-Aluyori (Blanco); 5.- Mo 95-96 784 (bayo) 6.- Azpa 5 x Montcalm 7.- Pimpa 26 (Pinto), 8.- AZPA 3. Las variables consideradas fueron: peso (V1), tamaño de 100 semillas (V2), absorción de agua durante el remojo a las 3, 6, 12, 24 horas (V3-V6), tiempo de cocción (V7), sólidos presentes (V8), densidad del caldo (V9). Las pruebas se realizaron en base manual calidad de Guzmán, et al. (1994); bajo diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. El análisis de varianza, manifestó diferencias significativas entre genotipos ($\alpha=0.01$), para V1, V2, V3, V4, V5, V7 y V8, mientras para variable densidad de caldo (V9), diferencias significativas ($\alpha=0.05$), únicamente para variable V6, el efecto fue semejante entre genotipos. Los valores de correlación V7 con variables V1 y V2 (0.5749 y 0.6284), revelan que existe una relación positiva, es decir a mayor tamaño requieren mayor tiempo, cumpliéndose con Aluyori, más no así para Az. Higuera a pesar de ser uno de los materiales de mayor volumen presenta uno de los menores tiempos de cocción. La densidad del caldo y el porcentaje de sólidos no se relacionaron de manera directa con el resto de las variables.

ABSTRACT

Bean a basic grain, essential in the diet of Mexicans for their high protein content. Its per capita consumption decreased from 16 to 13 kg in the period 2001 to 2006, showing wide variability in bean shape, size, color and appearance, significant influential factors in consumer preference. For producers in the Mexican Northwest, is an especially culinary varieties with characteristics that can compete in national and international markets, hence the importance of characterization of new genotypes for its culinary properties, objective research. Genotypes evaluated were 1.-Az. Higuera, 2.-Mo 94-95 1039, 3.-Mo 94-95 1041, 4.-Aluyori (White) 5.- Mo 95-96 784 (bayo) 6.- Azpa 5 x Montcalm 7.- Pimpa 26 (Pinto), 8.- AZPA 3. The variables considered were weight (V1), size of 100 seeds (V2), water absorption during soaking at 3, 6, 12, 24 hours (V3-V6), cooking time (V7), solid present (V8), density of the broth (V9). The tests were based on quality manual de Guzman, et al. (1994), under completely randomized design with four replications. The variance analysis, said significant differences between genotypes ($\alpha = 0.01$) for V1, V2, V3, V4, V5, V7 and V8, while for variable density broth (V9), significant differences ($\alpha = 0.05$) only for V6 variable, the effect was similar between genotypes. V7 correlation values to variables V1 and V2 (0.5749 and 0.6284), reveal that there is a positive, ei larger require more time meeting with Aluyori, and therefore not to Az. Higuera, despite being one of the largest volume material presents one of the lowest cooking time. The density of the broth and the percentage of solids not related directly to the rest of the variables.

INTRODUCCIÓN

El frijol es considerado grano básico a nivel nacional ocupando el segundo lugar en cuanto a superficie sembrada después del maíz. En el ámbito mundial México ocupa el tercer lugar en

superficie cultivada y es el quinto en volumen de producción después de países como India, Brasil, China y Estados Unidos (González *et al*, 2006). La región Noroeste del país es una de las principales zonas productoras del grano, en particular el estado de Sinaloa concentra el 52% de la producción del ciclo otoño-invierno (Niembro, 2006).

El cultivo de frijol toma gran impacto social al ser fuente de empleo para la población rural, principalmente en los estados productores del altiplano semiárido (Cuellar *et al*, 2000, citado por González *et al*, 2006). Por otro lado, su uso es esencial en la dieta de los mexicanos por su alto contenido de proteína, a pesar de que en los últimos años se ha registrado una caída en el consumo per capita debido al cambio en los hábitos alimenticios de la población pasando de 16 a 13 Kg del periodo 1990-1994 al periodo 2001-2006.

A través de siglos, y del conocimiento empírico de los agricultores, se han generado materiales apropiados a las condiciones climáticas particulares de cada región y el mejoramiento genético ha contribuido a crear materiales que benefician al agricultor en la producción al optimizar las características agronómicas de estos, sin embargo, en el mercado el consumidor ya sea que se trate de la industria o de las amas de casa eligen aquellos materiales que se adaptan mejor a los procesos de preparación a los que se somete el grano, tomando en cuenta características de calidad culinaria y funcional dentro de las cuales están el tiempo de cocción y de remojo, el sabor; el color, apariencia y densidad del caldo, entre otras. En este contexto, los programas de mejoramiento genético deben tomar en cuenta dichas características como cualidades a ser integradas y mejoradas en las nuevas variedades generadas, con la finalidad de poner a disposición del agricultor materiales que les permitan competir de manera más razonable en el mercado.

OBJETIVO

Con la meta de caracterizar algunos de los materiales obtenidos en el programa de mejoramiento genético de frijol del INIFAP se llevará a cabo el presente estudio con el objetivo de determinar las principales propiedades culinarias de ocho cultivares y/o líneas avanzadas de cuatro tipos de grano comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) incluidas en este estudio consistieron en 8 genotipos de frijol común, sembrados en el ciclo otoño invierno 2008-2009, en el Campo Agrícola Experimental del Valle del Fuerte del INIFAP, estos fueron: 1.-Azufrado Higuera, 2.-Mo 94-95 1039, 3.-Mo 94-95 1041, 4.-Aluyori 5.-Mo 95-96 784 (bayo), 6.-Azpa 5 x Montcalm, 7.-Pimpa 26 (pinto) y 8.-Azpa 31 (azufrado).

Las variables de calidad física y culinaria evaluadas fueron: peso (V1) y tamaño de 100 semillas (V2), absorción de agua durante el remojo a las 3, 6, 12 y 24 horas (V3-V6), tiempo de cocción (V7), sólidos presentes en el caldo de cocción (V8) y densidad del caldo (V9), las pruebas se realizaron en base a la metodología propuesta por Guzmán, *et al*. (1994) adaptadas de acuerdo a la disponibilidad de materiales con los que cuenta en el CEVAF, para cada determinación se realizaron cuatro repeticiones en un diseño experimental completamente al azar. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza con un nivel de confianza de 95% a comparaciones de medias de Tukey con 5 % de probabilidad de error, así como también se obtuvo la matriz de correlaciones entre variables.

Peso del grano.-Se contaron 100 semillas y se determinó su peso por medio de una balanza electrónica expresando el resultado en g/ 100 semillas

Volumen del grano.-Se eligieron 100 granos de frijol cuya testa no estuviera dañada y se colocaron cuidadosamente en una probeta con un volumen de agua conocido, se golpeó ligeramente la

probeta para retirar burbujas e inmediatamente después se tomó el dato de volumen desplazado para evitar la entrada de agua al grano. El resultado se reporta en mL/100semillas

Absorción de agua durante el remojo.-Este parámetro se midió para evaluar la permeabilidad al agua durante el remojo del grano, se determinó la masa inicial de 50 granos y posteriormente su masa final después de 3, 6, 12 y 24 horas. El resultado es expresado en porcentaje de agua absorbido con respecto al peso inicial del grano.

Tiempo de cocción.-Para determinar el tiempo de cocción se utilizó el procedimiento de evaluación sensorial, en una estufa, ollas de cocción caseras y agua purificada (4L por cada repetición). El agua se calentó hasta alcanzar el punto de ebullición, tiempo al que se adicionó una muestra de 250 gramos de frijol sin remojar. La cocción se evaluó oprimiendo los granos entre el dedo índice y pulgar y mordiendo los con los dientes incisivos y oprimiéndolo contra el paladar. El tiempo de cocción es el requerido para que al menos el 90% de los granos de la muestra alcancen la textura deseada

Densidad del caldo.-Este se determinó obteniendo el peso de un volumen de caldo de conocido y se expresa en Kg/L de caldo

Sólidos presentes en el caldo.-Se tomó una alícuota de 50ml de caldo de cocción y se seco en una cámara de desecación a 60°C hasta alcanzar el peso constante de la muestra, los resultados son expresados en porcentaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En función del análisis de varianza, de las 9 características de calidad culinaria evaluadas, el peso de 100 granos (V1), el volumen del grano (V2), el tiempo de cocción (V7), los sólidos en el caldo (V8) y el porcentaje de absorción de agua para los tiempos a las 3, 6 y 12 horas de remojo (V3-V5) presentaron diferencias altamente significativas entre genotipos con un $\alpha=0.01$, mientras que para la variable densidad de caldo (V9), también se confirmaron diferencias significativas con un $\alpha=0.05$, únicamente para la variable de absorción de agua a las 24 horas de remojo (V6) el efecto de los genotipos fue el mismo, los datos para cada variable son presentados en el Cuadro 1 en el que también se aprecian los valores de los coeficientes de variación que fluctúan entre 1.1 y 22.76 indicador de la alta confiabilidad de los resultados obtenidos.

Cuadro 1. Análisis de varianza de algunas características culinarias de ocho materiales de frijol

FV	GL	Cuadrados medios								
		PCG	VG	TC	DC	SC	%AAT1	% AAT2	% AAT3	%AAT4
Gen	7	360.71**	205.57**	488.34**	0.00035*	7.14**	1124.52**	254.32**	60.65**	135.16
Error	24	2.45	1.39	21.4	0.00012	0.21	22.29	7.31	3.95	105.8
Total	31									
C V		3.6	3.66	5.06	1.1	22.76	7.35	2.61	1.87	10.4
Media		43.4	32.16	91.44	0.99	2.029	64.22	92.81	106.41	98.94

PCG: peso de 100 granos, VG volumen de 100 granos, TC: tiempo de cocción, DC densidad del caldo de cocción, SC: sólidos presentes en el caldo de cocción, %AAT 1, 2, 3 y 4: porcentaje de agua absorbida durante el remojo al tiempo 1, 2, 3 y 4

En la comparación de medias para los dos indicadores de tamaño estudiados, peso (V1) y volumen de 100 granos (V2), presentadas en el Cuadro 2, se aprecian diferencias significativas entre genotipos, en general los materiales presentaron valores de entre 60 y 39.8 g y de entre 20 a 45.5 mL respectivamente; la variedad Aluyori de tipo de grano blanco manifestó los valores más elevados para estas dos variables, seguido del Azufrado Higuera contrario a lo encontrado para el material de tipo pinto que manifestó los valores mínimos.

Cuadro 2. Comparación de medias de características culinarias de ocho cultivares de frijol

T	Cultivar	TC	DC	SC	PCG	VG
1	Azufrado Higuera	79.5 e	0.9813 b	5.1 a	50.3 b	36.3 b
2	Mo 94-95 1039	93.5 bcd	0.9995 ab	1.4 bc	44.3 c	32.3 cd
3	Mo 94-95 1041	96.75 bc	1.0015 ab	1.3 c	42.0 cd	31.0 cde
4	Aluyori	111.5 a	0.9995 ab	1.9 bc	60.0 a	45.5 a
5	Mo 95-96 784	100.0 b	1.0095 a	1.8 bc	43.8 c	33.3 c
6	Azpa 5 x Montcalm	86.0 cde	0.9970 ab	1.2 c	40.8 cd	30.0 de
7	Pimpa 26	81.5 e	0.9885 ab	1.0 c	26.5 e	20.0 f
8	Azpa 31	82.7 de	1.0075 a	2.4 b	39.8 d	29.0 e
	DMSH	10.8	0.0257	1.1	3.7	2.7

Cuadro 2. Comparación de medias de las características culinarias de ocho cultivares de frijol

T	Cultivar	A1	A2	A3	A4
1	Azufrado Higuera	54.0 e	93.1 b	107.6 ab	99.4 a
2	Mo 94-95 1039	76.0 bc	99.9 a	109.2 ab	105.0 a
3	Mo 94-95 1041	66.0 cd	93.5 b	111.1 a	106.1 a
4	Aluyori	55.4 de	84.8 c	98.8 d	97.9 a
5	Mo 95-96 784	46.2 e	83.2 c	106.4 bc	102.8 a
6	Azpa 5 x Montcalm	79.9 ab	101.2 a	108.7 ab	88.9 a
7	Pimpa 26	45.3 e	84.2 c	102.9 dc	93.5 a
8	Azpa 31	90.9 a	102.5 a	106.4 bc	97.9 a
	DMSH	11.1	6.3	4.7	24.1

El tiempo de cocción fue diferencial entre cultivares en un rango de entre 79.5 y 111.5 minutos, se observa que la variedad Aluyori de grano blanco fue la que requirió del periodo más elevado de exposición al fuego, mientras que los cultivares Azufrado Higuera, Azpa 5 x Montcalm y Azpa 31 de tipo de grano azufrado y Pimpa 26 de tipo de grano pinto fueron los cultivares de cocción mas rápida con un promedio de entre 79.5 y 82.75 minutos.

Los valores de correlación del tiempo de cocción con las variables de volumen y peso de 100 granos (0.5749 y 0.6284 respectivamente), revelan que existe una relación positiva altamente significativa, es decir que los materiales de mayor tamaño requieren de un tiempo más prolongado de exposición al fuego debido a que su capacidad de difusión del calor hacia el interior del grano es menor, en concordancia con lo encontrado por Jacinto *et al* (1993). Lo anterior se cumple para el cultivar Aluyori de mayor tamaño de grano y tiempo de cocción y para Azpa 5 x Montcalm y Azpa 31 y Pimpa 26 de tamaños y tiempos de cocción más bajos, no así para Azufrado Higuera que a pesar de ser uno de los materiales de mayor volumen presenta uno de los menores tiempos de cocción lo cual pudo haber sido generado por otros factores no estudiados en este trabajo como el contenido de testa que de acuerdo con Elias *et. al* (1990). contribuye en 55% al tiempo de cocción o bien con su capacidad de absorción de agua.

En referencia al fenómeno de absorción de agua, durante las tres primeras horas se aprecian grandes diferencias entre los cultivares con porcentajes que oscilan entre 45.3% para el cultivar de tipo pinto y 90.9 para Azpa 31, en cambio después de un lapso de 6 horas y a pesar de que aun existen diferencias significativas, todos los genotipos habían absorbido entre 83.2% y 102.5% de agua con respecto a su peso, sobresalen Mo 94-95 1039, Azpa 5 x Montcalm y Azpa 31; la capacidad máxima de absorción de agua se registró para todos los materiales a las 12 horas, tiempo al cual el rango de datos para esta variable oscila entre 98.8 y 108.7%, en base a los datos obtenidos ninguno de los materiales se clasifica con problema de testa dura de acuerdo a la escala de clasificación propuesta Jacinto *et, al* (1994); finalmente a las 24 horas se observo que todos los

genotipos perdieron entre 1 y 20% de agua en referencia a la cantidad que habían logrado acumular en sus tejidos a las 12 horas, es decir que una vez que el grano llega a su capacidad máxima de agua en sus tejidos comienza un proceso de difusión de sólidos hacia el exterior. Con estos resultados se corrobora lo encontrado por Jacinto *et al* (1993) acerca de que en las 6 primeras horas de remojo se aprecian diferencias entre cultivares mientras que en tiempos más prolongados no existen diferencias notables lo cual demuestra que existen diferencias en las cualidades intrínsecas de las variedades.

A pesar de que el valor de correlación entre tiempo de cocción y capacidad de absorción de agua es bajo (de -0.3597 a las 6 horas de remojo con un nivel de confiabilidad del 95%), el tiempo de cocción elevado que muestra la variedad Aluyori puede ser relacionado con este factor, ya que durante las 3 primeras horas únicamente absorbe el 55.4% con respecto a su peso, en contraste con los cultivares Azpa5 x Montcalm y Azpa 31 que manifiestan una capacidad de absorción de agua de 79.9 y 90.9% respectivamente y que exhiben los tiempos de cocción más bajos a los cuales se suma el cultivar Azufrado Higuera que si bien durante las 3 primeras horas de remojo solamente absorbe el 54% de agua, a las 6 horas llega a absorber el 93.1% y el 107.6% a las 12 horas; por otro lado, los cultivares Mo 94-95 1039, Mo 94-95 1041 con los más altos niveles de imbibición a las 12 horas se ubican en segundo nivel de significancia en tiempo de cocción en discrepancia con Pimpa 26 que muestra uno de los tiempos de cocción más bajos y la más baja permeabilidad de agua a las 3 y 6 horas aunque a las 12 horas alcanza niveles muy parecidos a los de las demás variedades. Estos resultados no coinciden con lo demostrado por Jacinto *et al* (1993), quien encontró una alta correlación positiva entre las dos variables.

La comparación de medias para la variable densidad de caldo de cocción arroja diferencias significativas únicamente para la variedad Azufrado Higuera que presento un valor promedio de 0.981 Kg/L, inferior estadísticamente al resto de los cultivares que registraron densidades de entre 0.988 y 1.0075 (Kg/L), lo cual se explica debido a que en el transcurso de la cocción los granos de Azufrado Higuera permanecieron completos mostrando un ligero agrietamiento transversal de la testa solo en la etapa final del proceso sin llegar a desprenderse, en cambio Azpa 31 y Mo 95-96 784, que en términos absolutos presentan una densidad de caldo más elevada, sufrieron agrietamiento de testa desde etapas tempranas de la cocción llegando a desprenderse en un elevado porcentaje de granos al final, de lo cual se induce que al perder la testa una mayor cantidad de tejidos del grano se disolvieron en el caldo incrementando así su densidad.

Con respecto a la variable porcentaje de sólidos contenidos en el caldo existe variabilidad entre genotipos en un rango de 1 a 5.1%, las variedades Azufrado Higuera y Azpa 31 el figuraron con 5.1 y 2.4% respectivamente, en cambio los cultivares Pimpa 26, Azpa 5 x Montcalm y Mo 94-95 1041 registraron la menor cantidad de sólidos suspendidos en el caldo, esta propiedad podría ser explicada en función de los cambios que sufre el grano durante la cocción ya que como se mencionó anteriormente Azpa 31 sufrió ruptura de la testa desde las primeras etapas del proceso y al concluir este aproximadamente 50% de granos estaban desbaratándose, esto se determinó a simple vista al momento de realizar el experimento, sin embargo Pimpa 26 que presento uno de los contenidos de sólidos más bajos también presento un elevado porcentaje de ruptura de la testa (70%) desde etapas tempranas y Azufrado Higuera que permaneció con el grano casi completo durante la cocción tuvo alto porcentaje de sólidos en el caldo, por lo que no se podría establecer una relación entre tiempo de cocción y esta variable tal como lo avala el bajo valor negativo encontrado en la correlación, atribuyendo esta característica a cualidades intrínsecas de los materiales.

Cuadro 3. Correlaciones entre características físicas y culinarias para ocho cultivares de frijol

	VG	DG	TC	DC	SC	%AAT1	%AAT2	%AAT3	%AAT4
PCG	0.09921**	-0.1143	0.5749**	0.0546	0.4094*	-0.0334	-0.0836	-0.2657	0.1769
VG		0.0062	0.6284**	0.0570	0.3534*	-0.0767	-0.1435	-0.3091	0.1698
DG			0.3584*	-0.0487	-0.3665*	-0.03307	-0.4289*	-0.2511-	0.0043
TC				0.3586*	-0.2941	-0.1961	-0.3597*	0.2753	0.1286
DC					-0.3485	0.2391	0.0340	-0.0596	0.1471
SC						0.1350	0.0518	0.0432	0.0856
%AAT1							0.9149**	0.3878*	-0.0516
%AAT2								0.5811	-0.1259
%AAT3									0.0137

CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias estadísticas entre variedades en cuanto a sus características físicas y culinarias estudiadas, siendo las variedades Azufrado Higuera, Azpa 5 x Montcalm, Pimpa 26 y Azpa 31 las que presentaron los tiempos de cocción más rápida de entre 79.5 y 86 minutos, por su parte la variedad Aluyori presenta características como tamaño grande y la más baja capacidad de imbibición durante el remojo que propician que su proceso de cocción requiera del tiempo más prolongado.

En las características físicas de volumen y peso de cien granos, los genotipos mostraron alta variabilidad, los cultivares que requirieron de menor tiempo para su cocción Azpa 5 x Montcalm, Pimpa 26 y Azpa 31 también presentaron los valores más bajos en cuanto a estas características.

En las variedades estudiadas, existe relación entre la capacidad de absorción de agua a las seis horas de remojo y el tiempo que estas requieren para la cocción, los cultivares que imbiben más agua se cuecen más rápido, a excepción del cultivar de tipo pinto cuyo proceso de absorción sigue un comportamiento distinto al del resto de los materiales evaluados.

La densidad del caldo y el porcentaje de sólidos en el caldo de cocción no se relacionaron de manera directa con ninguna de las demás variables evaluadas por lo que estas dos propiedades son características de cada variedad.

LITERATURA CITADA

- González E., A; Acosta G., J.; Sánchez V., I.; Ochoa M., R.; Pajarito R., A.; Ibarra P., F. J.; Campean G., F. J.; Martínez P., R. y Woog S. 2006. Impacto Económico del Mejoramiento Genético del frijol en México: Variedad Pinto Villa. en Impactos Económicos de Tecnologías Para el Campo Mexicano. INIFAP. No 1.161-176
- Jacinto H. C. y Campos E. A. 1993. Efecto del Cocimiento Sobre Algunas Características Nutricionales del Frijol. Agronomía Mesoamericana no 4: p 42-47.
- Maderos Y. e Reynaldo I. M. 2007. Determinación de Indicadores de Calidad en 11 Genotipos de la especie *Phaseolus vulgaris* L. Cultivos Tropicales Vol 26, no 4. p 51-56
- Ortega, D. A., Vinay. J. C. y López E. 1996. Caracterización de la Calidad Tecnológica y Nutricional de Variedades Mejoradas y Criollas de Frijol Negro Tropical (*Phaseolus vulgaris* L.). Agronomía Mesoamericana 7(1):20-25.
- Pérez H. P., Esquivel, E. G., Rosales S. R. y J. Acosta G. 2002. Caracterización Física, Culinaria y nutricional de Frijol del Altiplano Subhúmedo de México. Archivos Latinoamericanos de Nutrición v 52 no 2 supl. 2.
- Niembro D., E. 2006. El mercado del frijol en México, ASERCA.

ETAPA CRÍTICA DEL TRIGO AL EFECTO SALINO DEL AGUA DE RIEGO.

Fernando Cabrera-Carbajal¹ y Manuel de J. Beltrán Fonseca¹. SEMAY-CEVY-CIRNO-INIFAP. Km 9 Carretera Navjoa-Huatabampo, Navjoa, Sonora, México. E-mail: cabrera.fernando@inifap.gob.mx

Palabras clave: época sensible, calidad del agua, efecto en rendimiento.

RESUMEN

El uso de agua salina o de pobre calidad en la agricultura se prevé aumente por razones de competencia por aquella de mejor calidad para el uso humano o bien debido a su escasez en diferentes grados en cada región del mundo. Con el ánimo de generar conocimiento en apoyo al uso del agua salina en la producción agrícola, este trabajo expone la respuesta del rendimiento de trigo al efecto salino del agua usada en cada riego aplicado. Después de tres ciclos de evaluación se marcó que el mayor efecto negativo se manifestó cuando se suministró el agua salina en el tercer riego de auxilio.

ABSTRACT

The use of saline or poor quality water in agriculture it estimate will increase for reasons as the competence for that better quality water for human use or well due to its scarcity on different grades in the world regions. In order to generate knowledge to support the use saline water on farming production, this work exposes wheat yield performance with regards to the effect of saline water used on each irrigation supplied. After three years of evaluation it was indicated that bigger negative effect on yield was caused when saline water provided in the third irrigation.

INTRODUCCIÓN

La escasez de agua actualmente es uno de los principales factores que están impactando negativamente el desarrollo económico y bienestar en grandes partes de las regiones semiáridas del mundo. Por eso la irrigación de áreas donde el agua es el factor limitativo para la producción de alimentos es tema de interés. Hay dos grandes efectos ambientales debido al riego. Primero es la saturación o anegamiento, fenómeno que se da al infiltrarse el agua dentro del suelo, el cual propicia que se inicie el ascenso del nivel freático y puede, a través del tiempo, acercarse a la superficie. El segundo efecto es llamado salinización secundaria, la cual ocurre por acumulación de sales en la zona de raíces. Esto es favorecido por climas secos, calientes y alta evapotranspiración. En este caso, si las sales no son lavadas su concentración se incrementa constantemente y en consecuencia causará reducción en el rendimiento del cultivo, si el proceso sigue las tierras eventualmente se abandonan.

La competencia por el agua no salina se incrementa en la actualidad, por eso se dirige la de mejor calidad para propósitos domésticos, mientras que la utilizada para el riego se espera sea la de menor calidad como puede ser agua salina y/o residual

Una estrategia para mejorar la calidad del agua de riego es realizar mezclas cuando existe más de una fuente, esto permite aumentar, además de la calidad, la cantidad y en consecuencia la productividad de los recursos agua y suelo.

Debido a que el agua para riego tenderá siempre a ser de calidad pobre, entonces desarrollar opciones de manejo de componentes tecnológicos requiere el análisis de las interacciones entre salinidad de esta y cultivo. Esto debido a que la diferencial sensibilidad en las etapas fenológicas del cultivo a menudo determina las opciones de manejo para minimizar el efecto negativo sobre el rendimiento y que esto permita usar agua salobre. Además que la salinidad umbral para las diferentes etapas de los cultivos no están bien definidas.

En este artículo se dan resultados que muestran la etapa de desarrollo del trigo más susceptible al efecto salino del agua de riego, esto como información base, para poder decidir cuando poder aprovechar el agua de menor calidad agrícola asociada a la escasez por las recurrentes sequías.

Calidad del Agua en Sonora.

Como el usuario principal del agua es la agricultura, el parámetro evaluador de su calidad reportado es la salinidad, esto es lo que debe vigilarse en relación a los cultivos que se establecen y al estado de los suelos donde se aplica para el riego. Así conforme al cuadro 2, se observa que en general hay sobreexplotación de la mayoría de los acuíferos del estado de Sonora, ya que a la vez son la única fuente de agua para la agricultura desde el centro hacia el Norte del estado. Esto no sucede en los valles del Yaqui y Mayo donde la fuente principal es el agua superficial y la complementaria es la del acuífero. Esto explica la sobreexplotación en sus acuíferos. En términos de salinidad se observa que el área de Hermosillo y áreas cercanas muestran agua de buena calidad (Costa de Hermosillo, Río Sonora, Río San Miguel y Río zanjón) agrícola, en tanto que en las áreas de Caborca, Río Colorado, Sahuaral y Valle de Guaymas su calidad es condicionada a marginal. Mientras que en el Sur de Sonora (valle del Yaqui y Mayo) se alcanzan valores que hacen su uso marginal.

Cuadro 2. Algunos acuíferos de Sonora, su calidad y estado de equilibrio. INEGI.1993

ZONA	VOLUMEN		DEFICIT	SALINIDAD DEL AGUA
	RECARGA	EXTRACCCI ON		
	Mm³			
RIO COLORADO	800	1029	-229	1400 TO 200
CABORCA	400	491	-91	<2000
RIO ZANJON	82	95	-13	300 A 900
RIO SAN MIGUEL	63	65	-2	200 A 900
RIO SONORA	157	150	7	400 A 800
COSTA DE HERMOSILLO	350	566	-216	<525
SAHUARAL	70	118	-48	LLEGA A 2500
GUAYMAS	100	158	-58	350 TO 2100
VALLE DEL YAQUI	416	354	62	LLEGA A 5000
VALLE DEL MAYO	155	143	12	LLEGA A 3000

El

Trigo Relacionado con el Estrés Salino.

Munnz and Rawson, 1999. Sometieron al trigo a desarrollarse en salinidades de 0, 100 y 175 mM de NaCl. Monitorearon el desarrollo del ápice a partir de etapa vegetativa hasta cambiar a reproductiva. Se analizó su contenido iónico cuando la mayoría de las espiguillas habían sido producidas y la diferenciación a órganos florales fue iniciada. Los resultados mostraron que los niveles de salinidad no afectaron la concentración de K⁺. EL Na⁺ en general estuvo bajo (<50 mM) y el Cl fue muy bajo (<30 mM), los niveles de estos dos últimos iones fueron tan bajos que no afectaron el metabolismo, sin embargo aun con estos despreciables efectos sobre el nivel de los iones dentro del ápice, la salinidad si afectó el desarrollo reproductivo al obtener muy pocos primordios de espiguillas formadas y el número final de espiguillas se redujo. Además la salinidad adelantó fuertemente el tiempo de la iniciación floral. Esto indica que el efecto salino se debe a que se alteran los substratos dentro de la planta y no la concentración de iones en el órgano evaluado.

Sharma, et. al., 1994. Regaron con agua de drenaje con $CE=10.5-15$ dS/m y agua de canal no salina ($CE=0.4$ dS/m) al trigo sobre suelo franco arenoso. Se obtuvo un rendimiento relativo de 74% usando solo agua salina, mientras que el uso cíclico de ambas aguas en el cultivo con diferentes formas llevó el rendimiento entre 88% a 94%.

Mashhady and Heakal, 2005. Diluyeron el agua de mar para generar CE de 2, 12, 18 y 24 mmhos/cm, la aplicaron semanalmente como agua de riego a una línea de trigo (*Triticum aestivum* L.) en un suelo franco arenoso calcáreo no salino. Las cantidades de agua aplicada fueron 1.1, 1.3 y 1.5 veces la ET semanal. El efecto se evaluó sobre el desarrollo vegetativo (G), rendimiento de grano (Y), g/100 granos y CEe del suelo. Los resultados mostraron que la salinidad afectó estas variables. Además la CEe del suelo en el estrato de 0 a 60 cm aumentó con el tiempo. De acuerdo a la relación de Y respecto de CE promedio o la CEi indicó que aproximadamente 27% se disminuye cuando la CE en el suelo fue de 12.35, mientras que el valor dado en las tablas estándar de tolerancia del cultivo a la salinidad es de 50% de decremento, lo cual indica una diferencia fuerte entre los datos y los resultados de tablas.

Dixit, et. al., 2003. Concluyeron que en condiciones de campo la salinidad del subsuelo afecta adversamente los parámetros fisiológicos, uso de agua, rendimiento y todo el desarrollo de la planta de trigo. El efecto adverso fue más pronunciado durante las etapas de desarrollo temprano de cultivo.

Grieve et. al., 1994. Hicieron un trabajo durante dos años en el que aplicaron agua de riego con salinidades simuladas de NaCl y $CaCl_2$ en el trigo cv yecora rojo después de tres días de emergido (0.9, 11.3 y 17.5 dS/cm). Al medir el efecto de estos tratamientos encontraron que, en condiciones mas parecidas a campo (como es el lisímetro) el número de hojas se afectó a partir del nivel medio de salinidad en el agua de riego (12.2-14.3 dS/m) y hubo salinización en el sustrato (o suelo) al repetir en el segundo año (1990) los tratamientos en el mismo sitio. Además se disminuyeron los días grado para definirse algunas etapas por efecto de la salinidad a partir del segundo nivel de salinidad, por ejemplo para la terminación de la formación de espiguillas y la llegada a madurez, pero eso entre mas estrés salino la madurez se dio primero.

Desde los 80's o antes en el valle del yaqui se delineó un calendario de riego de cuatro eventos para suministrar el agua requerida por el cultivo de trigo para el sur de sonora (un riego de asiento y tres riegos de auxilio) para un óptimo rendimiento (SARH, CIANO, 1979). El aporte tecnológico es para el sur de sonora, sin embargo solo el distrito de riego del río mayo lo ha adoptado debido a que su sistema de captación de agua es mas limitado respecto al del río yaqui, de ahí que en este último aún se sigan aplicando hasta cuatro riegos de auxilio para totalizar un calendario de cinco eventos.

Posterior a lo anterior Ortiz et. al., 2003, reportan trabajos realizados en el valle del yaqui que indican que también es factible el mismo calendario de riego, lo cual se da porque en ese valle todavía se aplican mas de tres riegos. Así se indica que las etapas de desarrollo del cultivo para aplicarlos son: inicio de encañe, la cual se distingue por la presencia de los entrenudos en el tallo principal; espigamiento/floración, que se distingue por estar a la vista un 50% de espiga emergida en la planta; y grano lechoso, en la cual es fácil observar ese estado al presionar los granos que se extraen en la parte media de la espiga.

En otras partes, como Egipto, citan Peck y Kirkham, 1979, que después de sembrar el trigo el siguiente suministro de agua debe darse en el momento (timing) de inicio de encañe para un máximo rendimiento. La floración (anthesis) fue el segundo periodo mas critico para el estrés.

Hu et. al., 2005, citan a otros autores que señalan que el periodo mas sensible al estrés del trigo es durante el amacolle y apreciación de entrenudos (jointing). Otros mencionan que a partir del

espigamiento a grano tierno masoso, mientras autores chinos reportan que para la planicie norte de china la etapa mas critica al estrés fue la etapa de apreciación de entrenudos.

Francois et. al., 1994. Probaron el efecto salino del agua e riego sobre trigo aplicada como sigue: 1) durante la etapa de desarrollo o vegetativa, 2) riego salino después de iniciada la diferenciación terminal de espiguillas (DTE), y 3) aplicación discontinua de agua salina después de diferenciación terminal de espiguillas. Los resultados mostraron que la salinidad continua a través del ciclo vegetativo redujo significativamente todos los componentes de desarrollo y rendimiento. Redujo especialmente el número de espiguillas por espiga y el número de tallos por planta, mientras que la salinidad impuesta después de DTE redujo significativamente solo el número y peso de grano. Según los autores el efecto salino es más pronunciado sobre los componentes de rendimiento que están en proceso de desarrollo en el momento del estrés impuesto. Además observaron que puede mantenerse el rendimiento de grano total cuando el agua de moderada salinidad se sustituye por agua de buena calidad durante parte del periodo de desarrollo vegetativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el estudio durante los ciclos 2004-2005, 2005-2006 y 2006-2007 en trigo. En este cultivo el calendario de riego consiste en dar un riego de asiento o presiembra y tres riegos de auxilio. La siembra se hizo en húmedo en un suelo arcilloso (>50% de arcilla) tipo vertisol. Se usaron dos niveles de salinidad en el agua de riego, una con $CE=0.31$ dS/cm (200 ppm) proveniente de la presa que se denotará como agua normal y la segunda con valores alrededor de $CE=3.13$ dS/cm (2000 ppm) que se denotará como agua salobre o salina que representa la magnitud de la salinidad de las mezclas de agua que se generan al vertir el agua del acuífero en los canales que traen agua de la presa. El volumen de agua aplicado en cada riego de los tratamientos se procuró que fuera similar, para lo cual siempre se determinó el contenido de humedad en el suelo mediante el método gravimétrico previo a aplicar cada riego. El tipo de trigo fue Kronstad F2004. Los tratamientos fueron: 1) Siembra en húmedo con agua normal (test.) + primero, segundo y tercer riego de auxilio con agua normal (200 ppm). 2) Siembra en húmedo con agua normal + primer riego de auxilio con agua salina (2000 ppm)+ segundo y tercer riego de auxilio con agua normal (1aas). 3) Siembra en húmedo con agua normal + primer auxilio con agua normal+ segundo auxilio con agua salina (2aas) + tercer auxilio con agua normal. 4) Primero y segundo riegos de auxilio con agua normal + tercer riego de auxilio con agua salina (3aas). La medición de la conductividad eléctrica en campo del agua de riego aplicada se hizo con un medidor portátil marca Orión modelo 125A plus. El arreglo de tratamientos fue en franjas. La variable principal evaluada fue el rendimiento relativo de grano, estimado mediante muestreo de cuatro repeticiones y sometido al análisis de varianza completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de datos del rendimiento relativo de grano de trigo del ciclo 2004-2005, indicó (Fig. 1) que no hubo efecto significativo del agua salina sobre esta variable en los tratamientos a los que se aplicó un riego con agua salina ni respecto al testigo. Solo se marcó la tendencia que el efecto negativo va siendo gradual conforme el cultivo entra a la fase reproductiva; es decir que el impacto mayor se causó cuando al aplicar el tercer riego de auxilio (3AAS) con el agua salina y corresponde a la etapa de desarrollo/llenado de grano.

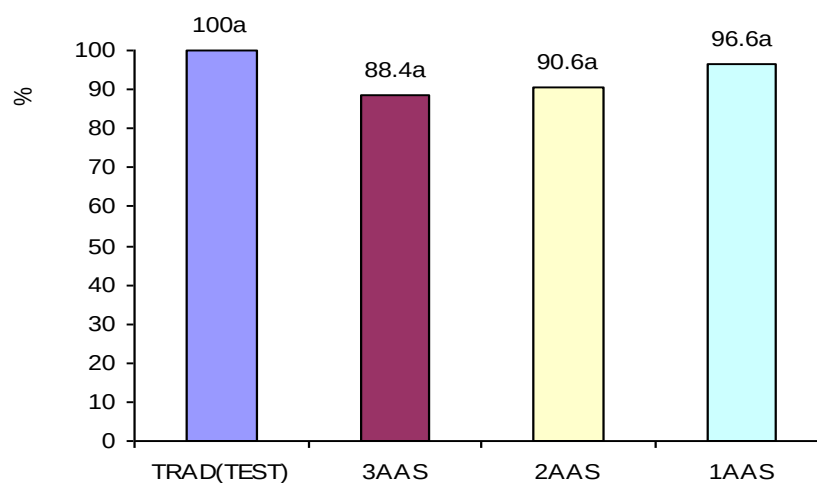


Figura 1. Respuesta del Rendimiento Relativo (%) de Trigo al Efecto Salino, 2004-05. Valle del Mayo.

En el ciclo 2005-06 los resultados obtenidos (Fig. 2) fueron similares a los del ciclo 2004-2005, ya que no hubo significancia del efecto salino del agua de riego sobre el rendimiento relativo, pero en este ciclo si hubo diferencia respecto al testigo, n obstante la tendencia de su comportamiento fue similar a la del ciclo anterior. En el ciclo 2005-06, el menor rendimiento se obtuvo cuando el agua salina se aplicó en el segundo riego de auxilio.

En el ciclo 2006-07 los resultados (Fig. 3) obtenidos fueron iguales entre tratamientos a los que se aplicó un riego con agua salina al no mostrar significancia estadística la variable rendimiento, pero si se agruparon diferentes en relación al testigo. Aunque la tendencia de tal efecto en este cultivo ha sido de poco impacto se ha observado que incide mas entre el segundo y tercer riego de auxilio según los datos de los ciclos 2004-05 y 2005-06.

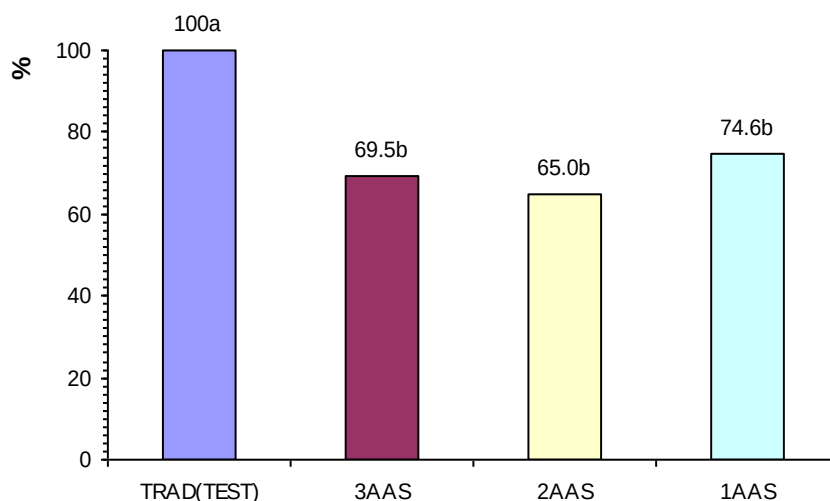


Figura 2. Respuesta del Rendimiento Relativo (%) de Trigo al Efecto Salino, 2005-06. Valle del Mayo.

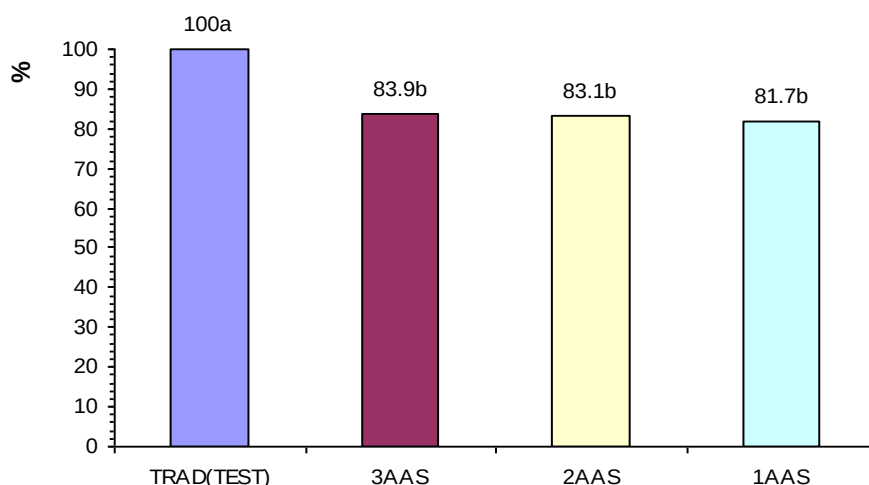


Figura 3. Respuesta del Rendimiento Relativo (%) de Trigo al Efecto Salino, 2006-07. Valle del Mayo.

CONCLUSIONES

Es claro que en todos los ciclos se percibe un efecto negativo del agua salina aplicada en cualquiera de los riegos de auxilio respecto al tratamiento testigo y la magnitud de merma estará en función del ambiente que es la que marca la variación entre años.

LITERATURA CITADA

- Dixit P., Rodriguez D. and Chen D. 2004. Spatial pattern of the effect of soil salinity on crop physiological parameters, soil water content and yield of wheat. Supersoil, 3rd Australian New Zealand Conference, 5-9 December. University of Sydney, Australia. <http://www.regional.org.au>.
- Franacois E. L., Grieve M. C., Maas V. E. and Lesch M. S. 1994. time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. *Agronomy J.* 86: 100-1007.
- Grieve M. G., Francois E. L. and Maas V. E. 1994. Salinity Affects the Timing of Phasic Development in Spring Wheat. *Crop Science* 34, 6.
- Hu C., Delgado J. A., Zhang X. and Ma L. 2005. Sin título. *Jornal of soil and water consevation*. Article excerpt.
- INEGI, 1993. Estudio hidrológico del estado de Sonora.
- Mashhady S. A. and Heakal S. M. 1983. Performance of a potentially salt-tolerant wheat cultivar under non-steady state soil salinity. *Plant and Soil* 74, 3.
- Muns R. and Rawson M. H. 1999. Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology* 26, 5: 459-464.
- Ortiz E. J. E., Cortez J. J. M. y Felix V. P. 2003. Manejo de riegos para los principales cultivos del sur de sonora. Folleto técnico No. 51. SAGARPA-INIFAP.CIRNO-CEVY.
- Peck A. R. and Kirkam B. M. 1979. Water relations and yields winter wheat grown under three water regimes in the high plains. *Proc. Okla. Acad.* 59: 53-59.
- SARH y CIANO. 1979. Perfil de programa integrado de asistencia técnica, cultivo trigo. SARH-representación Sonora, distrito de riego No. 41, río Yaqui, Sonora.
- Sharma P. D., Rao K. G. V., Singh N. K., Kumbhare S. P. and Oosterbaan J. R. 1994. Conjuntive use of saline and non-saline irrigation waters in semi-arid regions. *Irrigations Science* 15:1.

IMPACTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE FRIJOL

Manuel de Jesús Beltrán Fonseca¹, Fernando Cabrera Carbajal¹, Ernesto Sánchez Sánchez¹.

¹Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Pecuaria (INIFAP)-Sitio Experimental Valle del Mayo (SEMAY). Apartado Postal No. 189, Navojoa, Sonora, 95800. beltran.manuel@inifap.gob.mx.

Palabras clave: Salinidad, sodicidad, rendimiento de grano, altura de planta.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar el impacto de la salinidad del agua de riego procedente del subsuelo en el cultivo de frijol y en el suelo. Este se realizó en un lote ubicado en la sección de riego No. 6, La Bocana, Etchojoa, Sonora, México. Durante el ciclo 2005-2006 en un suelo de textura franco-arenoso sin problemas de salinidad (<2 ds/m), con buen drenaje interno (8 cm/hr). La siembra en húmedo con agua normal 450 ppm, se ve claramente un efecto significativo de mayor producción de grano, cuando se comparó con el de 1085 ppm de concentración de sales en el agua de riego. También se observó que los valores de salinidad (ds/m) del suelo se incrementaron ligeramente después de aplicados los dos tratamientos respecto a la conductividad eléctrica (ds/m) del mismo, alcanzando mayor magnitud cuando la salinidad total fue de 1085 ppm.

SUMMARY

This study aimed to quantify the impact of subsoil water on dry beans yield and soil salinity. This was carried on a farm located in irrigation section No. 6, La Bocana, Etchojoa, Sonora, México. During the 2005-2006 autumn-winter crop season in a sandy-loam soil with a salinity of 2 ds/m, internal draining (8 cm/hr). The seeding in wet soil with normal water (450 ppm) is clearly seen that significantly increased grain production when compared with the 1085 ppm concentration of salts in the irrigation water. It also noted that the values of salinity (ds/m) increased slightly after applied two treatments with respect to electric conductivity (ds/m), reaching a larger value when total salinity was 1085 ppm.

INTRODUCCIÓN

El uso del agua salina en numerosos lugares del mundo evidencia que es productiva siempre y cuando se interrelacione adecuadamente con los componentes del suelo, clima cultivo y prácticas de manejo de riego. Esto también pone de manifiesto que los esquemas tradicionales de clasificación de la calidad del agua tiene utilidad práctica limitada y al mismo tiempo establece la necesidad de contar con un método más cuantitativo que estime la factibilidad del agua para riego, pero que tome más en cuenta algunas de las condiciones específicas de uso (Rhoades et al 1992). Estos mismos autores en su última propuesta para evaluar la factibilidad de uso del agua salina sugieren que se debe predecir la composición del agua del suelo, así como su potencial osmótico y mátrico dentro de la zona de raíces en relación a la condición física del mismo, capacidad del drenaje, profundidad del manto freático y evapotranspiración. Por otra parte se deberá conocer como afecta la condición presente del suelo a la factibilidad de uso para riego del agua en la producción agrícola.

En Sonora los distritos de riego del centro y norte la fuente principal de agua es la del acuífero que de acuerdo a los datos reportados por el INEGI (1993) suministra 2,501 millones de metros cúbicos para mantenerse en equilibrio. Sin embargo esta sobreexplotado, ya que se reporta un déficit de 354.4 millones de metros cúbicos. Por otro lado se tiene el agua superficial que principalmente se concentra en el sur de Sonora, donde se encuentran las presas para captar los escurrimientos de las cuencas del Río Yaqui y Río Mayo. La primera capta 7,168.2 millones de metros cúbicos y la segunda 1,380. La misma fuente revela que el uso de estos volúmenes de agua superficial ha mantenido un balance positivo y menciona que el principal usuario es la agricultura, acaparando así la totalidad del volumen disponible en el estado de Sonora. Como el usuario principal del agua es la agricultura, el parámetro evaluador de su calidad es la salinidad; esto es debido a que se tenga que vigilarse en relación con los cultivos que se establecen y el estado de los suelos donde se aplica para el riego.

En el Valle del Mayo, la disponibilidad de agua captada a través de los años no ha sido constante y suficiente para cubrir la demanda de los cultivos; esto ha generado la necesidad de utilizar agua del acuífero para complementar las necesidades de riego. Lo anterior implica incrementos en el contenido de sales que al irrigarse se incorporan al suelo.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar el impacto de la salinidad del agua de riego procedente del subsuelo en el cultivo de frijol y suelo.

MATERIALES Y MÉTODO

El presente trabajo se realizó en terrenos del productor Sr. Israel Cárdenas Atienzo; ubicado en la sección de riego No. 6, La Bocana, Etchojoa, Sonora, México (La coordenadas del Municipio de Etchojoa son al norte 27° 13', al sur 26° 52' de latitud norte; al oeste 109° 30' y al oeste 110° de longitud oeste). Durante el ciclo 2005-2006 en un suelo de textura franco-arenoso sin problemas de salinidad (<2 ds/m), con buen drenaje interno (8 cm/hr). El clima que caracteriza la región de acuerdo a Koppen, modificado por Enriqueta García 1988, corresponde a BW (h) W y BW(h), (e); que se define como muy calido y desértico, con la temperatura media anual de 23 a 27° C, con máximas de 43 a 48 °C durante junio, julio y agosto y mínima de 3.5 a 4 °C en diciembre y enero. El parcela experimental fue de 5000 M² por tratamiento, La siembra se realizó el 16 de octubre de 2005, en húmedo en camas separadas 1.5 m, con dos hileras de plantas con 0.50 m de separación, con máquina de precisión a una densidad de 22 semillas/metro lineal. Al momento de la siembra se aplicaron 150 kg con la formulación 11-52-00 (22-104-00). Para la fertilización en planta, se aplicaron 100 kg de nitrato de amonio en plántula 14 y 22 días después de la siembra (dds), 50 kg en la etapa de botones florales 32 (dds), 50 kg de nitrato de amonio + 30 L de Dume Superphos (1-6-0) en floración 40 (dds) y 50 kg de nitrato de amonio + de ácido fosfórico (0-52-0) en formación de vainas (46 dds) para una fórmula de 140-00-00 y un total de 162-114.4-00. Se suministraron 3 riegos de auxilio durante el ciclo del cultivo lo que equivale a 45 cm de lámina total. Se utilizó el modelo experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, y para el muestreo se consideró una parcela útil de 5.1 m². El manejo agronómico se realizó de acuerdo a las recomendaciones para el manejo del frijol de riego en el sur de Sonora (Padilla et al 2000). Se midió el rendimiento y sus componentes; es decir, altura de planta, vainas por planta y número de granos por vaina, y las variables del suelo: salinidad y sodicidad. Se obtuvieron cinco muestras por tratamiento para estimar el rendimiento para lo cual se cortaron las plantas de 5 metros de los dos surcos centrales mientras que para el conteo del número de vainas/planta y de semillas por vaina, se colectaron cinco plantas con competencia completa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar la variable rendimiento de grano de los tratamientos, siembra en húmedo con agua normal 450 ppm, se ve claramente un efecto significativo de mayor producción de grano, cuando se comparó con el de 1085 ppm de concentración de sales en el agua de riego (cuadro 1), lo cual representa una pérdida de 800kg de producción de grano/ha, cuando se tiene que usar directamente el agua del acuífero con la citada concentración salina. Lo anterior coincide con lo encontrado por Beltrán *et al* (1998), los cuales indican que este cultivo aún en suelos apropiados para sembrar esta leguminosa es afectado por la presencia de sales en el agua de riego; también Elkhatab *et al*. (2004) investigaron la influencia del agua de riego sobre el rendimiento y encontraron una situación similar en la producción de tubérculos de cuatro cultivares de papa (Spunta, Alpha, Cara y King Edward). Los niveles de salinidad fueron 0.53, 3.13, 6.25, y 9.38 Ds/m. Sus resultados mostraron que el incremento de la salinidad en el agua de riego redujo significativamente el rendimiento de tubérculos promedio y total en todos los cultivares. Con respecto a lo anterior el IMTA (2005) en estudios realizados de salinidad relacionados con rendimiento de grano de trigo en los distritos de riego del norte de Sinaloa y sur de Sonora en parcelas de campo se encontró una relación inversa entre ambas variables en cada distrito. Así para el Valle del Mayo reporta que el rendimiento disminuye 0.393 t/ha por cada unidad de incremento de la salinidad en el suelo por

arriba de 4 dS/m. Por lo tanto, se establece que regar con agua salina de esa magnitud y aunado a las condiciones físicas de suelo que en este caso resultaron aptas, aún así, el rendimiento de grano se ve disminuido significativamente.

De forma similar los componentes del rendimiento (número de vainas por planta y granos por vainas), mostraron una tendencia semejante, es decir, se detectó una reducción significativa en sus valores cuando se incrementó el contenido de salinidad en el agua de riego. (Cuadro 1). Esa misma tendencia se encontró en el tamaño de vaina sin llegar a ser significativa estadísticamente. Otra fitovariable que mostró la misma tendencia fue la altura de planta, en la que el efecto por tratamiento no marcó una reducción significativa cuando la salinidad del agua de riego que se aplicó al cultivo era de una concentración de 1085 ppm.

CUADRO 1. EFECTO DE LA SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE FRIJOL. EL SALITRAL ETCHOJOA, SONORA, MÉXICO.

Tratamiento (ppm)	Rendimiento (Ton/ha)	Vainas/planta	Granos/vainas	Tamaño de vaina (cm)	Altura de planta (cm)
450	3.5 a*	19.8 a	5.5 a	11.4 a	60.4 a
1085	2.7 b	11.7 b	4.5 b	10.9 a	60.1 a

* Valores con la misma letra entre columnas, son iguales DMS 0.05

En cuanto el comportamiento de las variables químicas del suelo; se observó que los valores de salinidad (ds/m) se incrementaron un 27.7% después de aplicados los dos tratamientos respecto a la (ds/m) del mismo, alcanzando mayor magnitud cuando la salinidad total fue de 1085 ppm.(cuadro 2).,estas mismas tendencias encontró Soussi, et al.(1998), al evaluar el estrés salino sobre el desarrollo de plantas de garbanzo, reporta que este se redujo hasta 10% con 100 Mm de NaCl, mientras que con 50 y 75 Mm no mostró merma la acumulación de materia seca.

En lo que se refiere al comportamiento del por ciento de sodio intercambiable este mostró la misma tendencia que la salinidad es decir que los valores de (PSI) en el suelo se incrementó un 12.7% con la adición de agua del acuífero, al compararlo con el tratamiento de agua no salina (450 ppm)

CUADRO 2. EFECTO DE LA SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN EL SUELO. EL SALITRAL ETCHOJOA, SONORA, MÉXICO.

Tratamiento (ppm)	C.E. (ds/m)	PSI
450	1.37	5.5
1085	1.75	6.2

CONCLUSIONES

Sembrar frijol y regarlo con agua salina de 1080 ppm en un suelo de textura ligera franco – arenoso sin problemas de salinidad y sodicidad el rendimiento de grano se reduce más del veinte por ciento y el contenido de sales en el suelo se incrementa.

LITERATURA CITADA

- Beltrán F. M. de J. y F. Cabrera C. 2002. La del agua de riego y su impacto en los cultivos y suelos del bajo Río Mayo. Inifap. Folleto técnico No 125 pp.
- Elkhatib H. A., Elkhatab E. a., EL- Sharkawi A. M. and Khalaf-Allah A.M. 2004. Salt tolerance of four potato cultivares. Journal of Plant Nutrition 27,9: 1575-1583.
- García, E, 1988. Modificaciones al sistema de clasificación Climática de Koppen. Ed. Indianápolis, Méx., D.F.
- INEGI, 1993. Estudio hidrológico del estado de Sonora.

- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2005. Taller de análisis de tecnologías para identificación de suelos ensalitrados, mediante percepción remota. Memorias/Leonardo Pulido Madrigal (comp.)/Jiutepec, Morelos, mex.
- Padilla, V. I., Armenta C. I., Ramirez, A.J.A. y Madrid C.M. 2000. Tecnología para producir frijol en el sur de Sonora. Folleto para productores No.17.
- Rhoades, J.D., Kandiah, A. y Mashali, A.M. 1992. The use of saline waters for crop production. FAO Irrigation and drainage paper 48.
- Soussi M., Ocaña A. and Lluch C. 1998. Effects of salt stress on growth, photosynthesis and nitrogen fixation in chick – pea (*Cicer arietinum*). Journal of Experimental Botany 49 (325), 1329-1337.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE NUEVAS VARIEDADES DE TRIGO DURO Y HARINERO EN EL VALLE DEL MAYO, SONORA

Jesús Rafael Valenzuela Borbón¹, Cesar Martín Armenta Castro¹, Pedro Figueroa López¹ y Lope Montoya Coronado¹. ¹INIFAP-CIRNO-CEVY. Sitio Experimental Valle del Mayo. Carretera Navojoa-Huatabampo Km. 9. Apdo. Postal 189, Ciudad. Navojoa, Sonora, México. Tel. (642) 42 33044. valenzuela.rafael@inifap.gob.mx

Palabras Clave: Rendimiento, Variedades, Enfermedades, Resistencia, Roya y Carbón parcial.

RESUMEN

El trabajo se realizó durante el ciclo Otoño-Invierno 2008-09, en el Sitio Experimental Valle del Mayo, (INIFAP), en suelo arcilloso (>50% arcilla), ubicado en Navojoa, Sonora. Se evaluaron las características agronómicas de nueve variedades de trigo, cuatro de grano cristalino, dos harineros y se compararon con los testigos regionales. En trigos duros, la variedad CIRNO C2008, mostró el rendimiento de grano mayor con 8,157 kg ha⁻¹, seguido por: PATRONATO ORO C2008, SAWALI ORO C2008, CEVY ORO C2008 y JÚPARE C2001 (testigo), con rendimientos de 7,391, 6,538, 6,343 y 6,032 kg ha⁻¹, respectivamente. En trigos harineros, NAVOJOA M2007, registró el rendimiento de grano mayor con 7,319 kg ha⁻¹, superando a TACUPETO F2001 (testigo) y ROELFS F2007 que rindieron 6,732 y 6,360 kg ha⁻¹. El promedio de los trigos duros fue ligeramente superior (88 kg ha⁻¹) al grupo de harineros.

ABSTRACT

The work was conducted during the 2008-09 Autumn-Winter crop season, at the Mayo Valley Experiment Station (INIFAP), in a clay soil (> 50% clay), located in Navojoa, Sonora. The agronomic performance of nine varieties of wheat was evaluated, four of durum type, two of the bread type, which were compared with the commercial checks. In durum wheat, 'CIRNO C2008' cv., showed the best in grain yield with 8.157 kg ha⁻¹, followed by: 'PATRONATO ORO C2008', 'SAWALI ORO C2008', 'CEVY ORO C2008' and 'JÚPARE C2001' (check), with 7.391, 6.538, 6.343 and 6.032 kg ha⁻¹, respectively, whereas in bread wheat cv. 'NAVOJOA M2007', yielded 7.319 kg ha⁻¹, and was greater than that of 'TACUPETO F2001' (check) and 'ROELFS' F2007 with 6.732 and 6.360 kg ha⁻¹, respectively. The average yield in durum wheat was slightly superior (88 kg ha⁻¹) to the group of bread varieties.

INTRODUCCIÓN

En la República Mexicana, el trigo ocupa el cuarto lugar en importancia por la superficie cosechada y el segundo por el valor de la producción. En el año 2008, se estableció una superficie cultivada con este cereal de 670, 221 hectáreas, representando el 4.3% del área nacional. El Noroeste de México produce el 62% del trigo nacional, donde los principales estados productores son: Sonora con 1 764,136 ton (46%), Guanajuato 792,504 ton (21%), Baja California 553,914 ton (14%) y Chihuahua 186,879 ton (5%). Estos cuatro estados en conjunto producen el 86%.

En Sonora en el período 2005-2008, se cosechó una superficie promedio de 273,102 ha y se obtuvo una producción de 1'682,598 ton, con un rendimiento medio de 6.16 t ha⁻¹. El sur del estado conformado por los valles del Yaqui y Mayo, aportan el 92% de lo que se produce en la entidad (9). En el Valle del Mayo, el trigo es la principal especie que se produce en la región siendo el de mayor importancia económica y social. Durante el ciclo Otoño-Invierno 2007-08 se estableció una superficie de siembra de 76,736 ha, representando el 74% y 71.0% de la superficie cultivada en este ciclo y total, respectivamente. Para este ciclo se obtuvo un rendimiento medio de 6.1 ton ha⁻¹. Este año fue triguero por excelencia ya que se obtuvieron altos rendimientos y el precio del producto fue el más alto en la historia de la región comercializándose en promedio en \$3,840 pesos por ton de trigo, generando una derrama económica superior a los 1,797 millones de pesos, así como 460,416 jornales en el año (8).

La problemática principal para producir este cultivo son las enfermedades fungosas como la roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriks.), roya lineal (*Puccinia striiformis* Westend.) y carbón parcial (*Tilletia indica* Mitra.), que afectan el rendimiento de grano y calidad, así como la reducción de la vida útil de las nuevas variedades, además cuando estas se controlan con productos químicos, se incrementa el costo de producción y se contamina el ambiente. El método más económico y ecológico para tratarlas es a través del mejoramiento genético (3).

El programa de mejoramiento genético de trigo del INIFAP-CIRNO-CEVY, se lleva a cabo en forma cooperativa con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en un proceso alternado que considera las estaciones experimentales del Valle del Yaqui, Sonora (27° 20' N y 40 msnm) y el Batán, Estado de México (19° 30' N y 2,249 msnm). Con este esquema se reduce hasta el 50% el tiempo de liberación de una variedad y además se fortalece la estabilidad del genotipo. Este programa ha formado y liberado variedades de trigo para uso comercial en el Estado de Sonora, con amplia adaptación en el Noroeste de México (1). Actualmente se cuenta con un mosaico de 15 variedades disponibles para siembra. En el 2007, se liberaron dos variedades harineras y en el 2008 cuatro de trigo duro.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue validar y demostrar las ventajas de las nuevas variedades de trigo comparadas con los testigos regionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó durante el ciclo Otoño-Invierno 2008-2009 en terrenos del Sitio Experimental Valle del Mayo (INIFAP), el cual presenta las siguientes características suelo arcilloso (>50% arcilla), con salinidad normal a ligeramente salino, fertilidad media en nitrógeno, baja en fósforo y alta en potasio, muy bajo en materia orgánica 0.7% y pH. alcalino (7.4). Su localización geográfica está al Suroeste del Estado de Sonora entre los paralelos 27°00" latitud norte y 109°30' longitud oeste, con una altura de 39 msnm. El clima que caracteriza a la región de acuerdo a Koppen, modificado por E. García (1988), corresponde a BW (h') W y BW (h'), (e); que se define como muy cálido y desértico, con la temperatura media anual de 23 a 27° C en diciembre y enero (6).

En este terreno, se estableció un módulo para validar las características agronómicas de nueve variedades de trigo liberadas por el INIFAP, cuatro de grano cristalino (SAWALI ORO C2008, CEVY ORO C2008, PATRONATO ORO C2008 Y CIRNO C2008), dos harineras (ROELFS F2007 y NAVOJOA M2007), comparadas con los testigos regionales JÚPARE C2001 (duros) y TACUPETO F2001 (harineros). La superficie establecida por material fue de 16 surcos a 80 cm de separación con doble hileras de plantas (30 cm), por 100 m de largo. La preparación del terreno consistió de cinceleo, rastreo, tabloneo y surcado. La fertilización se fraccionó en dos partes, en presembrado en banda, se aplicó el 60% del nitrógeno y 100 % del fósforo, el resto del nitrógeno (40%), se aplicó antes del primer riego de auxilio, completando una dosis total de 280-80-00 (N-P-K). Se utilizó como fuente de nitrógeno, urea 46% N y de fósforo, fosfato monoamónico 11% N y 52% P₂O₅.

La siembra se realizó en suelo húmedo el 20 de diciembre del 2008, utilizando una sembradora triguera para cuatro surcos con una densidad de 100 kg ha⁻¹ de semilla. Se aplicaron tres riegos de auxilio (45-74-98). Al cultivo se le dio el manejo agronómico recomendado por el INIFAP para la región. Así mismo se programó un evento de capacitación como apoyo a la transferencia de tecnología (recorrido de campo), para difundir en forma objetiva las características de las nuevas variedades. Para estimar el rendimiento de grano, se tomaron al azar cuatro muestras de dos surcos a 80 cm por 5 m de largo (8.0 m²). Las variables medidas fueron: altura de planta, días a 50% de espigamiento, peso hectolitrico y rendimiento de grano. La información obtenida se analizó estadísticamente a través del diseño experimental completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se presentan las condiciones ambientales que prevalecieron durante el desarrollo del cultivo de trigo en el valle del Mayo, se presentaron temperaturas altas arriba de lo normal en la etapa final de amacollamiento que provocó se adelantara el primer riego de auxilio. Se registró una temperatura promedio de 19.2 °C, así mismo, la temperatura mínima osciló de 7.2 a 16.7 °C y la máxima de 25.0 a 36.4 °C; la humedad relativa del aire promedio fue del 64.9 % y osciló desde un 20.1 hasta el 96.5 %, en ninguno de estos meses la humedad relativa llegó al 100 % puesto que las precipitaciones estuvieron ausentes durante todo el ciclo que estuvo establecido el cultivo, excepto los meses de diciembre, enero y marzo que se registraron leves lloviznas, acumulando un total de 2.0 mm de lluvia. Estas variables de clima (temperatura y humedad relativa), son de vital importancia en el monitoreo de enfermedades en este caso roya de la hoja así como lineal o amarilla y carbón parcial.

CUADRO 1.- CONDICIONES AMBIENTALES REGISTRADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE TRIGO EN EL VALLE DEL MAYO, SONORA. INIFAP. CICLO O-I. 2008-2009.

MES	T-Min_ °C	T-Max_ °C	HR_Min (%)	HR_Max (%)	No_Días con hr>90	LL_mm
Dic_08	10.0	25.6	41.3	94.3	24.0	0.8
Ene	8.3	25.2	38.5	96.1	30.0	0.2
Feb	7.2	25.0	43.5	96.5	27.0	0.0
Mar	9.9	26.1	48.5	96.4	30.0	1.0
Abr	10.5	29.5	32.1	90.1	17.0	0.0
May_09	16.7	36.4	20.1	81.7	6.0	0.0
PROM	10.4	28.0	37.3	92.5	22.3	2.0

El análisis de varianza para rendimiento de grano, mostró diferencias altamente significativas entre variedades de trigo, con un coeficiente de variación de 4.64 % y DMS 0.05= 465 kg. Los resultados obtenidos de rendimiento se muestran en la figura 1. En trigos duros, sobresale el rendimiento obtenido por la variedad CIRNO C2008 con 8,157 kg ha⁻¹, corresponde al primer lugar del grupo y es diferente estadísticamente al resto de los genotipos evaluados, seguido de PATRONATO ORO C2008 con 7,391 kg ha⁻¹, complementan el conjunto de trigos cristalinos los materiales SAWALI ORO C2008 y CEVY ORO C2008, con producciones de 6,463 y 6,343 kg ha⁻¹, respectivamente, este último presentó acame (40%), en el tercer riego de auxilio que coincidió con vientos fuertes. Todas las nuevas variedades fueron superiores en rendimiento al testigo regional JUPARE C2001, que rindió 6,032 kg ha⁻¹, además de que mostró susceptibilidad a roya de la hoja, de ahí su baja producción ya que en este ensayo no se hicieron aplicaciones de agroquímicos para controlar esta enfermedad, los materiales recientemente liberados corroboraron su tolerancia al agente causal de roya de la hoja. Los genotipos ORO, además de buen rendimiento de grano poseen alta calidad industrial, sobre todo por su alto nivel de pigmentación requerido por la industria que procesa trigos duros, característica débil en la variedad más sembrada en la actualidad, JUPARE. (4,5). La media general de rendimiento de este grupo fue de 6,892 kg ha⁻¹.

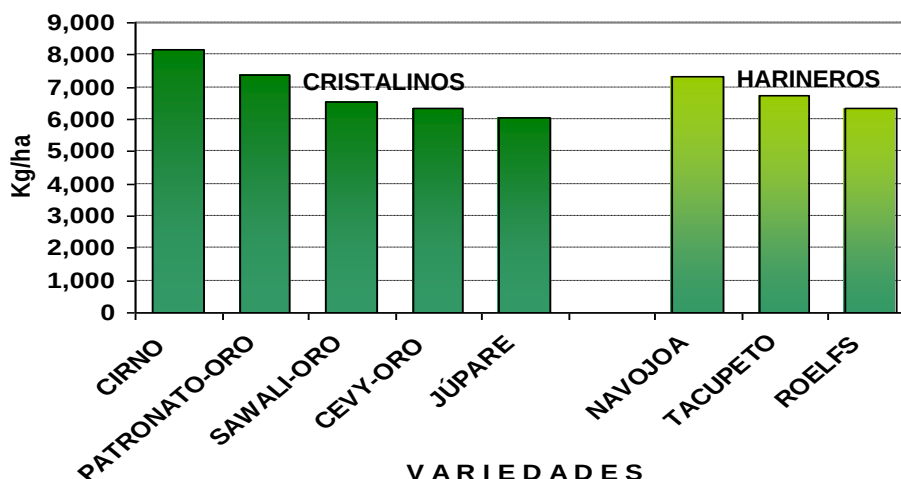


FIGURA 1.- RENDIMIENTO DE TRIGOS CRISTALINOS Y HARINEROS EN EL VALLE DEL MAYO, SONORA. INIFAP. CICLO O-I. 2008-2009.

En trigos harineros la variedad NAVOJOA M2007, tuvo un comportamiento excelente, presentó el mayor rendimiento de grano con 7,319 kg/ha, superando en 8.7 % a TACUPETO F2001, que rindió 6,732 kg. ha⁻¹ (testigo) y este a su vez rebaso en 5.5 % a ROELFS F2007, que produjo 6,360 kg ha⁻¹. La media general de rendimiento del grupo de trigos harineros fue de 6,803 kg ha⁻¹. La variedad NAVOJOA, además de su alto potencial de rendimiento, también presenta tolerancia a sequia, asimismo ROELFS posee tolerancia a roya lineal o amarilla, por el contrario TACUPETO es susceptible a esta enfermedad pero cuando no se presentan condiciones favorables, el potencial de rendimiento es alto, como se puede constatar con los resultados obtenidos. El promedio de rendimiento de los trigos harineros fue de 6,803 kg ha⁻¹.

En el cuadro 2 se presentan las variables agronómicas medidas, PATRONATO, registró el valor más alto de peso hectolítrico con 82.0 kg/hl., por el contrario CEVY y JÚPARE los valores más bajos, (79.0 y 79.6 kg/hl), posiblemente debido a los problemas presentados de acame y roya de la hoja, respectivamente, así mismo CEVY, obtuvo el mayor número de granos por espiga (61) pero el menor peso de 1000 granos (48.4), contrario a CIRNO y PATRONATO que tuvieron los pesos mas altos (60.6 y 53.2 gr/1000 granos) y coincide con los rendimientos de grano más altos 8,157 y 7,391 kg ha⁻¹, respectivamente. Por otra parte los materiales harineros fueron los más altos, superando el metro de altura, mientras que CIRNO fue el de menor altura de planta con 83 cm, en los días a espigamiento, la respuesta fue muy similar entre materiales ya que variaron de 76 a 79, en el número de espigas por metro cuadrado la variedad PATRONATO registró el mayor valor con 308, seguido de NAVOJOA y CIRNO con 292 y 285, respectivamente. La media general de la validación de trigos duros y panaderos fue de 6,859 kg ha⁻¹. En promedio el grupo de materiales cristalinos fue superior en 88 kg ha⁻¹ al grupo de harineros.

CUADRO 2.- VARIABLES MEDIDAS DEL CULTIVO DE TRIGO EN EL VALLE DEL MAYO, SONORA. INIFAP. CICLO O-I. 2008-2009.

VARIEDAD	REND. (Kg ha ⁻¹)	ALTURA DE PLANTA (cm)	ESPIGAM IENTO (días)	GRANOS/ ESPIGA (No.)	PESO HECTOL. (Kg hl ⁻¹)	PESO 1000 GRANOS (g)	ESPIGAS/ m ² (No.)
CIRNO	8 157 a	83	78	57	81.3	60.6	285
PATRONATO- ORO	7 391 b	88	76	52	82.0	53.2	308
SAWALI-ORO	6 538 c	91	78	59	81.9	51.8	268
CEVY-ORO	6 343 cd	89	79	60	79.0	48.4	242
JÚPARE	6 032 d	84	77	57	79.6	51.2	240
NAVOJOA	7 319 b	101	75	52	80.0	51.0	292
TACUPETO	6 732 c	104	76	55	79.6	51.9	270
ROELFS	6 360 cd	104	76	49	80.7	51.0	281

CONCLUSIONES

Las nuevas variedades de trigo cristalino presentaron mayor potencial de rendimiento y mayor tolerancia a roya de la hoja comparada con el testigo regional.

En trigos harineros la variedad NAVOJOA, fue la más productiva.

Con la siembra de los nuevos materiales recientemente liberados por el INIFAP, a través del CIRNO-CEVY, que recomienda para su cultivo en el Sur de Sonora, permitirá ampliar el mosaico genético y a la vez mejorar la distribución de variedades lo cual representa una estrategia para incrementar la vida útil de las variedades y con ello mejorar los ingresos de los productores.

LITERATURA CITADA

- Camacho, C.M.A., Figueroa, L.P., Martínez, C.J.L., Cortés, J.J.M., Tamayo, E.L.M., Feliz, V.P y Ortiz, E.J.E. 2004. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Folleto para Productores No.34. INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. 40 p.
- FAO. 2004. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT DATA. Rome, ITALY.
- Fuentes-Dávila, G.2008. Manejo de las enfermedades del trigo. Memoria: Seminario sobre Tecnología de Trigo. INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. pp 23-35
- Figueroa, L.P., Valenzuela, H.V., Chávez, V.G y Fuentes, D.G. 2008. Nuevas Variedades de trigo. Memoria: Seminario sobre Tecnología de Trigo. INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. pp 78-83
- Figueroa, L.P., Fuentes, D.G., Valenzuela, H.V y Huerta, E.J. 2009. CIRNO C2008, Nueva Variedad de Trigo Cristalino para el sur de Sonora. Memoria: DIA DEL AGRICULTOR 2009. INIFAP-CIRNO-CEVY-SEMA. Cd. Obregón, Sonora, México. pp 13-15
- García, E.1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Moreno, R. O. H; Valenzuela, C. E; González, R. A; Zayre, K. D. y Ortiz, M. I. 1998. Tecnología de alta eficiencia para la producción de trigo. Folleto Técnico No. 36. INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. p.
- SAGARPA-DDR- 149 Navojoa. 2008.
- SIAP/SAGARPA. 2008. Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera.
- Valenzuela, B. J. R. y Duarte, R. J. J. 2001. Adopción de tecnología para la producción de trigo en el Valle del Mayo, Sonora. Folleto Técnico No. 9. INIFAP-CIRNO-CEMAY. Cd. Navojoa, Sonora, México. Noviembre 2001.

VALIDACIÓN DE LA VARIEDAD DE CÁRTAMO CIANO-OLEICA CON TOLERANCIA A FALSA CENICILLA *RAMULARIA CARTHAMI*. SAPROMETOV, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Lope Montoya Coronado¹, Xochilt M. Ochoa Espinoza¹, Alberto Borbón Gracia¹, César M. Armenta Castro¹, y J. Rafael Valenzuela Borbón¹. ¹INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui, Apdo. Postal 155, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000. Tel. 644-4130932. montoya.lope@inifap.gob.mx

Palabras clave: *Carthamus tinctorius*, aceite, cenicilla.

RESUMEN

La validación se desarrolló en los valles del Yaqui, Mayo y Guaymas, Sonora, México, durante el ciclo otoño-invierno 2008/09 en terrenos de productores cooperantes. Se establecieron 2 variedades de cártamo del tipo oleico. La variedad CIANO-OLEICA recientemente liberada por el Campo Experimental Valle del Yaqui - CIRNO-INIFAP y el testigo comercial de origen extranjero más ampliamente sembrado en Sonora S-518. En cada localidad, se sembraron parcelas de 2 hectáreas. Se midieron las variables: floración, reacción a falsa cenicilla y rendimiento en kilogramos por hectárea, el cual fue pesado con carro báscula. El promedio de rendimiento mayor fue de 3,000 kg/ha y fue obtenido por la variedad mexicana CIANO-OLEICA, mientras que la variedad extranjera S-518 obtuvo un promedio de 2,500 kg/ha. Cabe indicar que a la variedad testigo se le realizaron 2 aplicaciones de fungicidas para el control de cenicilla y la CIANO-OLEICA presentó síntomas muy bajos que no requirieron de aplicación.

ABSTRACT

The validation was developed in the Yaqui, Mayo and Guaymas Valleys, in Sonora, México, during the 2008/09 cycle with cooperating producers. Two oleic safflower varieties were established: CIANO-OLEICA variety recently released by the Yaqui Valley Experimental Station – CIRNO – INIFAP and the control S-518, foreign variety more widely planted in Sonora. In each location, plots were planted in an area of 2 ha. The variables measured were: days to flowering response to false mildew and yield in kg/ha. The highest average yield was 3,000 kg/ha and was getting by the Mexican variety CIANO-OLEICA, while the foreign variety S-518 averaged of 2,500 kg/ha. In order to control false mildew in S-518 was necessary 2 applications of fungicides, and CIANO-OLEICA due to very low symptoms arrived to harvest without application.

INTRODUCCIÓN

Durante el ciclo 2000/2001 en el Valle del Yaqui, Sonora, México la enfermedad llamada falsa cenicilla *Ramularia carthami*, afectó aproximadamente en un 60% la producción de cártamo, pero en algunas localidades del sur de Sonora el daño fue del 90% (Armenta, 2008). A partir de este ciclo, esta enfermedad continuó afectando a este cultivo en todas las zonas productoras de esta oleaginosa en México (Montoya, 2008(a)). Posterior a su aparición en Sonora, se identificó en la región de Culiacán, Guamuchil y Los Mochis en Sinaloa, Valle de Santo Domingo en Baja California Sur y de Mexicali en la Baja California, área de Ocotlán en Jalisco y en el sur de Tamaulipas, en donde también se registraron pérdidas del orden hasta del 100%. Debido a que a nivel internacional y de forma comercial no existía tecnología para la prevención y control de esta enfermedad, el INIFAP en el año 2005 generó esta tecnología utilizando básicamente productos fungicida; pero esto, involucraba un alto costo tanto por el fungicida, como por la aplicación de estos. Asimismo, tampoco existían variedades que al menos toleraran el efecto de esta. Considerando que la manera más económica para solucionar este tipo de problemas, a partir del año 2001, el Programa de Mejoramiento Genético de Cártamo del Campo Experimental Valle del Yaqui - CIRNO-INIFAP, inició los trabajos de cruzamientos para la generación de variedades tolerantes a cenicilla. Las líneas élite se evaluaron en varias regiones del país, para evaluar su respuesta a enfermedades y observar su estabilidad en rendimiento. Como resultado de estos trabajos, en el año 2008 se liberaron 4 variedades del tipo linoleico y una del tipo oleico con la

característica de alta tolerancia a cenicilla, alta calidad industrial y con adaptación amplia a todas las regiones cartameras del país. Con el fin de corroborar estos resultados, se establecieron parcelas de validación en campos de productores del sur de Sonora.

OBJETIVOS

Validar el comportamiento de la variedad de cártamo CIANO-OLEICA y apoyar la transferencia de tecnología para favorecer la adopción por parte de los productores del sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

La validación se desarrolló durante el ciclo otoño-invierno 2008-09 en Sonora, México, en terrenos de productores cooperantes de los Valles del Yaqui en suelo de barrial profundo, Mayo de aluvión y Guaymas de barrial arenoso. Se establecieron 2 variedades de cártamo del tipo oleico. La variedad CIANO-OLEICA proveniente del Programa de Mejoramiento Genético del CEVY-CIRNO-INIFAP, recientemente liberada y el testigo comercial de origen extranjero S-518, la cual es la más ampliamente sembrada en el estado de Sonora. En cada localidad, las variedades se sembraron en un área de 2 hectáreas cada una. Las siembras se efectuaron desde el 15 de diciembre de 2008 hasta el 05 de enero del 2009 sobre suelo húmedo. Al cultivo se le aplicó el manejo agronómico recomendado para la región, se utilizaron surcos de 80 cm de separación, la densidad de siembra utilizada fue de 15 plantas/m lineal, la dosis de fertilización fue de 150-50-0 de N-P-K, el calendario de riegos fue de un riego de presiembra más un riego de auxilio, para el control de plagas se utilizó el insecticida Tamarón (metamidofós) en dosis de un litro de material comercial /ha y el control de maleza se realizó a base de cultivos mecánicos y un deshierbe manual.

Para el control de enfermedades en la variedad testigo, se llevaron a cabo aplicaciones de funguicidas en las etapas de inicio de botones florales y llenado de grano. Las variables medidas fueron: días a floración, reacción a las enfermedades roya y falsa cenicilla (escala 0=resistente, 10=altamente susceptible), escala determinada con base a la información de Ramírez, 2005 (a) y rendimiento en kilogramos por hectárea. Esta última variable, se obtuvo del área total sembrada ya que se cosechó con combinada y se pesó con carro-báscula. El proceso de cosecha, se aprovechó para llevar a cabo una demostración de campo a técnicos y productores; esto con la finalidad de apoyar a la transferencia y adopción de esta tecnología. Durante esta demostración-validación, al productor se le dieron a conocer las bondades de la nueva variedad y se le presentaron datos de su comportamiento en todas las regiones productoras del país y principalmente del comportamiento de esta en los diferentes tipos de suelo del sur de Sonora.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones ambientales durante el crecimiento y desarrollo del fueron de 17.8 °C, la temperatura mínima osciló de 1.1 a 19.5 °C, la máxima de 15.6 a 40.2 °C y se registró un total de 66.2 mm de lluvia. Debido a estas condiciones de baja temperatura, la presión de la enfermedad no fue muy alta en ninguna de las localidades de evaluación. Sin embargo, en la variedad testigo el nivel de cenicilla alcanzó el valor de 7, lo que nos indica que es una variedad susceptible y CIANO-OLEICA registró el nivel 2, lo cual muestra su alta tolerancia a cenicilla, reportada por Montoya, 2008(b). La región en la que se presentaron los niveles más altos de cenicilla fue el Valle de Guaymas. En general, en la región del Valle de Guaymas el cultivo estuvo establecido bajo la condición de riego por goteo, razón por la cual los rendimientos registrados fueron los más altos de las localidades evaluadas. En todas las localidades los rendimientos fueron aceptables, en S-518 variaron de 1,800 kg/ha en el Block- 1004 del Valle del Yaqui hasta 3,600 kg/ha en el Valle de Guaymas. En CIANO-OLEICA variaron de 2,200 kg/ha en el Block- 1004 del Valle del Yaqui hasta 3,900 kg/ha en el Valle de Guaymas. El promedio de rendimiento mayor fue de 3,000 kg/ha, y fue obtenido por la variedad mexicana CIANO-OLEICA, mientras que la variedad extranjera S-518 obtuvo un promedio de 2,500 kg/ha (CUADRO 1).

Cuadro 1. Rendimiento (ton/ha) de variedades oleicas de cártamo . CEVY-CIRNO-INIFAP. CICLO Otoño-Invierno 2008/2009

VARIEDAD	LOCALIDADES				
	VALLE DE GUAYMAS	VALLE DEL YAQUI (BLOCK-1004)	VALLE DEL YAQUI (BLOCK-511)	VALLE DEL MAYO	PROMEDIO
CIANO – OLEICA	3.9	2.2	2.8	3.1	3.0
S-518	3.6	1.8	2.5	2.1	2.5

La variedad CIANO-OLEICA promedió 117 días a floración y la S-518 120 días. Cabe indicar que durante el desarrollo del cultivo en las etapas de inicio de formación de botones y llenado de grano, a la variedad testigo se le realizaron aplicaciones del fungicida Folicur (tebuconazole) en dosis de 500 ml de material comercial/ha para el control de cenicilla, fungicida sugerido por Ramírez, 2005 (b); mientras que CIANO-OLEICA se llevó hasta cosecha sin aplicación alguna. La variedad CIANO-OLEICA presentó síntomas muy bajos que no requirieron de aplicación, presentando una mayor tolerancia a la enfermedad y una ventaja en relación con la variedad comercial.

El costo de cada una de las aplicaciones realizadas para el control de cenicilla es de aproximadamente \$700,00 pesos/ha, lo cual nos hace un total de \$1,400 pesos/ha más al sembrar la variedad testigo. Con esto se corrobora que aparte de que el productor al sembrar la nueva variedad de cártamo del tipo oleico asegura más su producción por el bajo riesgo de pérdida, obtiene utilidades del orden de \$1,400 pesos/ha más. El uso de estas nuevas tecnologías apoya a la producción de oleaginosas en México, reduciendo en gran medida la fuga de divisas por importaciones de cártamo, soya ó canola, las cuales anualmente alcanzan las 4 millones de toneladas.

CONCLUSIONES

Con el uso de esta nueva variedad tolerante a cenicilla, la producción se hace más segura para el agricultor. A la vez, los costos de producción se reducen al no usar fungicidas, lo cual trae consigo una mayor utilidad en su sistema de producción.

Desde el punto de vista ambiental, al dejar de usar fungicidas, la contaminación del suelo, ambiente y agua también se ve reducida.

LITERATURA CITADA

- Armenta, C. C. M. Montoya C. L. Valenzuela B. J. R. Borbón G. A. y Ochoa E. X. 2008. Validación de nuevas variedades de cártamo linoleicas con tolerancia a falsa cenicilla *Ramularia carthami* en el valle del Yaqui, Sonora. Memoria III Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Mérida, Yucatán. pp 301.
- Montoya, C. L. Armenta C. C. Ramírez A. J. A. Valenzuela B. R. Armenta C. I. Cabrera C. F. Beltrán F. M. Lagarda G. R. A. Borbón G. A. y Ochoa E. X. M. 2008 (a). Guía para producir cártamo en Sonora. Folleto técnico No. 38. INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. 29p.

- Montoya, C. L. Ochoa B. F. Wong P. J. Camarillo P. M. y Macías C. J. 2008 (b). CIANO-OL, CIANO-LIN, RC-1002-L, RC-1005-L, RC-1033-L. Variedades de cártamo altamente tolerantes a falsa cenicilla (*Ramularia Carthami*). Folleto Técnico N° 60. INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. 27p
- Ramírez A. J. A. y Armenta C. C. M. 2005 (a). Determinación de los niveles de severidad e intervalos entre aplicaciones en el control de la mancha foliar del cártamo (*Ramularia carthami*) en el Valle del Mayo, Sonora, México. VIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali B.C., México.
- Ramírez A. J. A., Armenta C. C. M. Cabrera C. F. y Montoya C. L. 2005 (b). Eficacia de fungicidas en el control de roya (*Puccinia carthami*) y mancha foliar (*Ramularia carthami*) del cártamo en el Valle del Mayo, Sonora, México. VIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali B. C. México.

EVALUACIÓN DE ALGUNAS PRÁCTICAS PARA MANEJO DE LA VERTICILOSIS DEL OLIVO EN CONDICIONES DESÉRTICAS

Arturo López Carvajal¹, Raúl Leonel Grijalva Contreras¹ y Fabián Robles Contreras¹. ¹INIFAP-CIRNO.Sitio Experimental Caborca. Ave. "S" # 8 Norte CP 83600 H. Caborca, Sonora, México. grijalva.raul@inifap.gob.mx

Palabras clave: Enfermedades del suelo, *Verticillium*, *Olea europaea*

RESUMEN

Por la importancia que ha adquirido la verticilosis del olivo en la región de Caborca, Sonora, es que se desarrollaron dos estudios con el objetivo de generar tecnología o conocimiento bajo condiciones desérticas, para manejar esta enfermedad del olivo. Por ello, a partir de 2006 se condujeron dos trabajos en dos huertos comerciales de olivo. Uno consistió sobre la evaluación de la solarización, acolchado y aplicación de estiércol de bovino en la base de árboles enfermos con diferente grado de incidencia de la enfermedad en el SPR "Campo Aguilar". El otro fue en el ejido "El Coyote" en tres lotes contiguos con manejo contrastante respecto al riego y rastreo. De manera sintética se encontró que la solarización y el estiércol sólo tuvieron efecto de retraso en el avance de la enfermedad sobre árboles en etapa inicial o leve de la verticilosis. No obstante, en los árboles con mayores manifestaciones de la enfermedad en etapas moderada y avanzada, la solarización y el estiércol no tuvieron impacto sobre la enfermedad. Por otro lado, la incidencia de la verticilosis se encontró asociada directamente con la cantidad de riegos y pasos de rastra, es decir a mayor número de riegos y pasos de rastra mayor incidencia de la enfermedad.

ABSTRACT

Because the verticilosis is an important problem in the olive-growing region of Caborca, Sonora, two studies were conducted with the aim to generate technology in order to prevent or to control this disease of the olive tree under desert condition. For this reason, during 2006 two works in two commercial orchards of olive tree were conducted. One consisted on the evaluation of the soil solarization and application of bovine manure of the base of ill trees with different degree from incidence of the SPR "Campo Aguilar". The other was in "Ejido El Coyote" in three contiguous lots with contrasting handling with respect to the irrigation and tracking. Of synthetic way one was that the soil solarization and the manure only had effect of delay in the advance of the disease on trees in initial stage or weighs of verticilosis. However, in the trees with majors manifestations of the moderate disease in stages or outpost, the soil solarization and the manure they did not have impact on the disease. On the other hand, the incidence of verticilosis was directly proportional with the amount of irrigations and passages of dray, that is to say major associate incidence to greater number of irrigations and dray passages.

INTRODUCCIÓN

Aunque aisladamente y sin importancia, desde los años ochenta ya se había reportado en la zona olivarera de Caborca la enfermedad de la "verticilosis", marchitez parcial o secazón causada por el hongo *Verticillium sp.* (Ávila, 1988); no obstante, en el último lustro esta enfermedad ha adquirido mayor relevancia debido a la intensidad de sus daños que terminan en el secado de árboles de olivo (López *et al.*, 2006). A nivel mundial se consigna como una enfermedad sobre la cual aun no se reporta alguna práctica específica o medida eficaz de control.

El INIFAP en Caborca, durante 2006 (López *et al.*, 2006), estimó un 55% de huertos que presentaban árboles con esta patología, y de estos huertos alrededor de un 10% manifestaban serios daños por la cantidad e intensidad de árboles enfermos, y ha sido evidente su incremento y diseminación durante los últimos tres años, al grado de preocupar a los productores de olivo.

OBJETIVO

Generar tecnología y/o conocimiento que bajo condiciones locales permitan prevenir y controlar la verticilosis del olivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

1). *Solarización, Acolchado y aplicación de estiércol.* En el huerto comercial de olivo, "SPR Campo Aguilar" ubicado en la "Colonia Oeste" en Caborca, Sonora con riego presurizado, cultivar Manzanillo, de casi 30 años, y con presencia de la enfermedad, se seleccionaron 30 árboles con distintos grados de incidencia de la verticilosis: a) incidencia leve, b) incidencia moderada, y c) incidencia avanzada. Esto equivale en sintomatología a una o dos ramas secas (menores de 50 cm) para el grado leve, para la incidencia moderada de 3 a 5 ramas secas, de 6 ramas secas o mas (mayores de 1m, ó 60% ó mas de la "copa" seca). En estos árboles se colocó en su base plástico transparente (Tjamos y Paplomatas, 1988) para solarización o plástico negro para acolchado en un área de alrededor de 14 a 16 m², con o sin estiércol (20 kg) de bovino incorporado al suelo y bajo el plástico (Foto 1). También se dejó un testigo (TST). Se evaluó la cantidad de ramas enfermas o secas, el grado de vigor de los árboles mediante el corte y peso de brotes basales o "chupones" en su base, y la producción de aceituna por árbol. La información se analizó mediante un análisis completamente al azar. Un árbol es la unidad experimental. Las coberturas con los plásticos se hicieron de mayo hasta agosto del 2006.

2). *Evaluación del riego y rastreo contra verticilosis.* Desde septiembre del 2006 en una plantación del ejido "El Coyote" conformada por varios lotes comerciales de olivo de 30 años de edad, con el cultivar Manzanillo, con riego "rodado" y de diferentes propietarios se tomó registro en tres lotes (con 150, 200 y 200 árboles cada uno) de la cantidad de riegos y pasos de rastra que se habían realizado previamente y los que se hicieron a partir de septiembre; cada lote presentaba distinta frecuencia de riego y manejo del suelo. Asimismo se registró periódicamente la condición de los árboles en relación a la secazón, utilizando la misma escala arriba descrita. En el lote 1 se dieron 13 riegos, 200 árboles, 4 pasos de rastra. En el lote 2 se dieron 10 riegos y 2 pasos de rastra. Mientras que en el lote 3 sólo se regó 6 veces y se rastreó una vez.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1). *Solarización, acolchado y aplicación de estiércol.* Con la incorporación de estiércol (20 kg/árbol) en el suelo alrededor de los árboles, y la colocación de plástico transparente u oscuro con el propósito de modificar condiciones que desfavorecieran al hongo que ocasiona la verticilosis en árboles de olivo no se vieron, en mas de 18 meses, efectos de curación contundentes sobre los árboles. Aunque si se presentó un retraso en el avance de la enfermedad en aquellos árboles que fueron tratados en una etapa inicial o leve de la verticilosis con plástico transparente y estiércol. Este retraso no se presentó en árboles en etapas intermedias y avanzadas de la enfermedad. En la Figura 1 se presenta la evolución de la enfermedad durante 12 meses a partir de agosto del 2006, con el uso o combinación de Plástico Transparente (PT) con (CE) o sin estiércol (SE) y plástico negro (PN). Nótese en el tiempo, los distintos grados de avance o desarrollo de la enfermedad con los diferentes tratamientos, sobresale el Plástico Transparente con estiércol (PTCE). El aumento de la temperatura del suelo bajo el plástico transparente hasta 10 en relación a la alcanzada fuera de éste, logró impactar al hongo, al encontrarse diferencias estadísticas significativas entre los valores medios del testigo y plástico negro sin estiércol en relación a los tratamientos con plástico transparente. Esto es precisado al indicarse que se afecta el desarrollo del hongo (Ogawa,1999) el cual ocurre a temperaturas menores. Con los plásticos transparentes el avance de la enfermedad fue significativamente más lento. También con el plástico transparente (PT) se tuvo mayor cantidad de rebrotes o "hijos" en la parte basal. En rendimiento de fruta se tuvo un promedio de 70 kg de aceituna con el plástico transparente con estiércol, estadísticamente el rendimiento fue el mismo para el PT sin estiércol y el Plástico negro con estiércol con 67 y 64 kg respectivamente; el testigo y el plástico negro sin estiércol presentaron 21 y 17 kg por árbol en promedio.

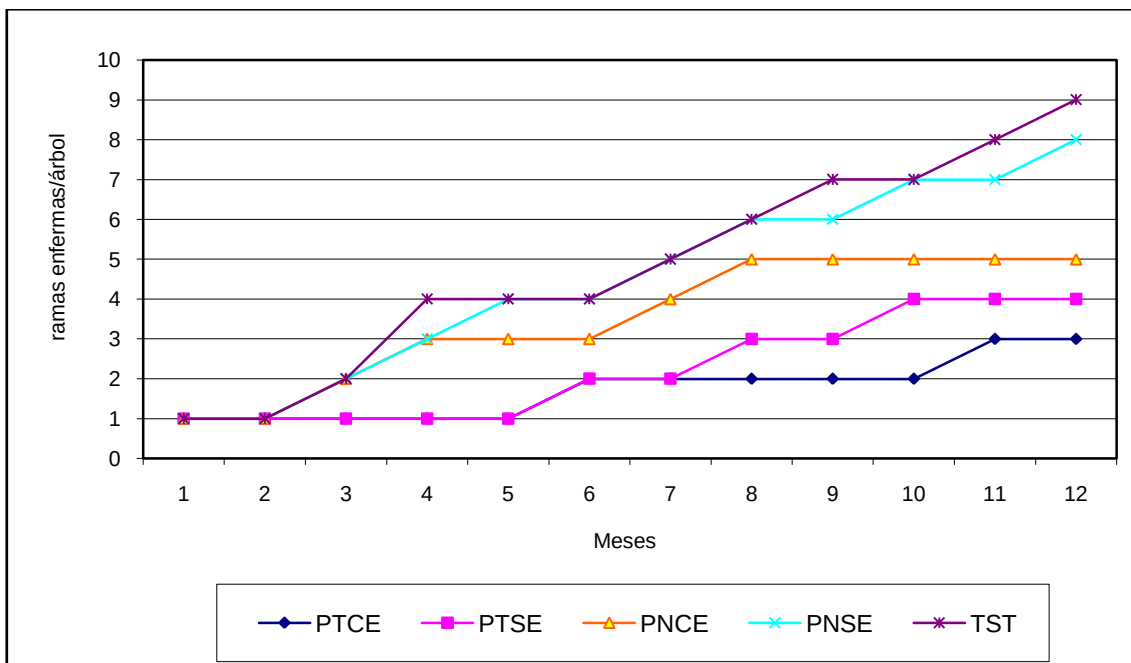
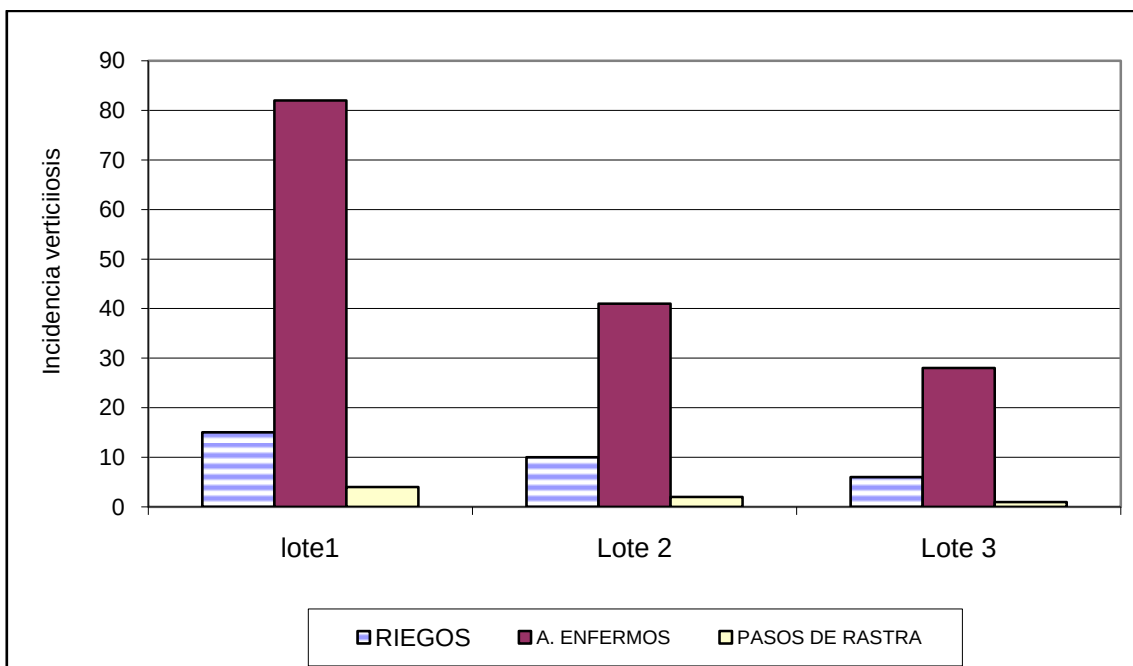


Figura 1. Efecto de la solarización para el manejo de verticilosis en olivo. INIFAP-CECH. Ciclo 2006-2007. Caborca, Son.

2). El riego y rastreo. En este primer periodo de registro sobre la presencia de humedad en el suelo y la movilización de éste (rastreos) se apreció que ambos factores evidenciaban estar asociados en una relación directa a la presencia y grado de desarrollo o avance de la verticilosis en los árboles de olivo. En este caso se apreció una correlación ($r = 0.91$) entre el número de árboles enfermos y el número de riegos y pasos de rastra. En la Figura 2 se puede apreciar que la cantidad de árboles enfermos está influenciada por la mayor cantidad de riegos y pasos de rastra. A mayor riegos y rastreos mayor número de árboles enfermos, y viceversa. En el lote 1 se registraron más de 80 árboles enfermos, mientras que en lote 3 se registraron 28, y nótese el número de riegos y pasos de rastra en cada caso. Regionalmente se ha acostumbrado regar cada tres o cuatro semanas, pero con esta nueva enfermedad de la verticilosis se deberá buscar o ajustar el manejo del riego y buscar una nueva situación al respecto que desfavorezca el desarrollo de la verticilosis, sin impactar negativamente o lo menos posible la cantidad y calidad de aceituna producida.



Foto 1. Solarización en árboles de olivo. Caborca, Son. (2006-2007)



FigFigura 2. Incidencia de verticilosis (árboles enfermos) en tres huertos de acuerdo con el riego y rastreo. INIFAP-CECH. 2006-2007. Caborca, Son.

LITERATURA CITADA

- Ávila S. J. 1988. Enfermedades parasitarias de los cultivos en Sonora. EAG. Universidad de Sonora. Boletín E-2 (2da. Ed.). Hermosillo, Sonora. 25p.
- López C. A.; Navarro Ainza, C.; Fimbres Fontes, A.; Macías Duarte, R. y Robles Contreras, F. 2006. Diagnóstico de la situación del olivo en la región de Caborca, Sonora. Memorias. IX Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. UABC. Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. pp. 36-40.
- López E. F.J. y M. A. Blanco López. 2000. Effect of a single or double soil solarization to control Verticillium Wilt in established olive orchards in Spain. Plant Disease 85: 489-496.
- Ogawa, J.M. 1999. Plagas y enfermedades de los frutales de hueso. Mundi-Prensa. Madrid. Pp: 40-42.
- Tjamos, E.C. y Paplomatas, E. J. 1988. Long-term effect of soil solarization in controlling Verticillium Wilt of globe artichokes in Greece. Plant Pathol. 37: 507-515.

COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO PARA GRANO (*SORGHUM BICOLOR*) A UN COMPLEJO DE ENFERMEDADES FOLIARES EN EL SUR DE SONORA

José Alfonso Ramírez Arredondo¹, Arturo Morales Cuen¹ y Misael López Ruiz¹. ¹INIFAP-Sitio Experimental Valle del Mayo. Apdo. postal 189, Navojoa, Sonora, México. C P 85800. Fax: 01(642)4233045. ramirez.alfonso@inifap.gob.mx

Palabras clave: sorgo, sorghum bicolor, híbridos, enfermedades foliares.

RESUMEN

El cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) en México es afectado por enfermedades. El principal objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de 27 híbridos de sorgo para grano a un complejo de enfermedades foliares bajo condiciones de infección natural en el campo. Durante el verano de 2008 se tuvieron condiciones cálidas y húmedas. Las enfermedades que se presentaron con mayor severidad en los híbridos de sorgo fueron mancha gris (*Cercospora sorghi*), mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi*) y mancha foliar (*Bipolaris sorghicola*). Otras enfermedades con baja severidad fueron el tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y la antracnosis (*Colletotrichum graminicola*). Los híbridos de sorgo que tuvieron menor susceptibilidad al complejo de enfermedades y el mayor rendimiento fueron GENEX 933, P8641, MAS W 348, FZ 340, P85 G47, MAS 480 y NYX UNISEM.

ABSTRACT

The cultivation of sorghum (*Sorghum bicolor*) in Mexico is affected by diseases. The main objective of this work was to evaluate the behavior of twenty seven grain sorghum hybrids to a complex of foliar diseases under natural infection in the field. During the summer 2008 were warm and humid conditions. Diseases that were more severely in sorghum hybrids were Gray spot (*Cercospora sorghi*), Zonate leaf spot (*Gloeocercospora sorghi*) and Target spot (*Bipolaris sorghicola*). Other diseases with low severity were leaf blight (*Exserohilum turcicum*), and the anthracnose (*Colletotrichum graminicola*). Sorghum hybrid who had higher yields and lower susceptibility to disease complex were GENEX 933, P8641, MAS W 348, FZ 340, P85 G47, MAS 480 and NYX UNISEM.

INTRODUCCIÓN

En México el sorgo (*Sorghum bicolor*) ocupa el tercer lugar en superficie cultivada después del maíz y del frijol con 2.2 millones de hectáreas en los ciclos otoño-invierno y primavera-verano. En el ciclo primavera verano se siembran 1.2 millones de hectáreas con rendimiento promedio de grano de 3.679 ton/ha (SAGARPA, 2000).

El sorgo es uno de los principales granos en nuestro país y constituye una de las materias prima para la industria que genera alimentos balanceados para animales. También se utiliza para hacer harina para galletas y pan. En la industria de extracción se emplea para la obtención de almidón, alcohol y glucosa. La producción nacional de sorgo para el año 2007 fue de 6.20 millones de toneladas en una superficie de siembra de 1.77 millones de has. El Estados con mayor superficie es Tamaulipas con alrededor de un millón de ha anualmente, le siguen Guanajuato, Sinaloa, Michoacán y Nayarit. Tamaulipas y Guanajuato aportan el 61 % de la producción total nacional con 3.8 millones de toneladas le siguen Sinaloa, Michoacán y Nayarit con un volumen de 0.61, 0.5 y 0.3 millones de toneladas (SAGARPA, 2008). El Cultivo de sorgo para grano en el Estado de Sonora en 2008 se sembró en 26, 694 ha y se considera como una de las opciones en el ciclo de verano para el sur de Sonora, actualmente se tienen identificados algunos híbridos que se adaptan a las condiciones de la región (Morales, 2009). Entre los factores que pueden dañar el desarrollo de este cultivo se encuentran las enfermedades. En México se tiene consignada la mancha gris (*Cercospora sorghi*) (Betancourt, 1980), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y la pudrición del tallo y de la panoja (*Fusarium moniliforme*) (Soltero, et al, 2005). Actualmente se desconoce las enfermedades que afectan a este cultivo en el sur de Sonora, considerando lo anterior se realizó

esta investigación con el objetivo de conocer el comportamiento de 27 híbridos de sorgo a las enfermedades presentes en la región.

OBJETIVO

Determinar el comportamiento de híbridos de sorgo al complejo de enfermedades foliares presentes en el sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

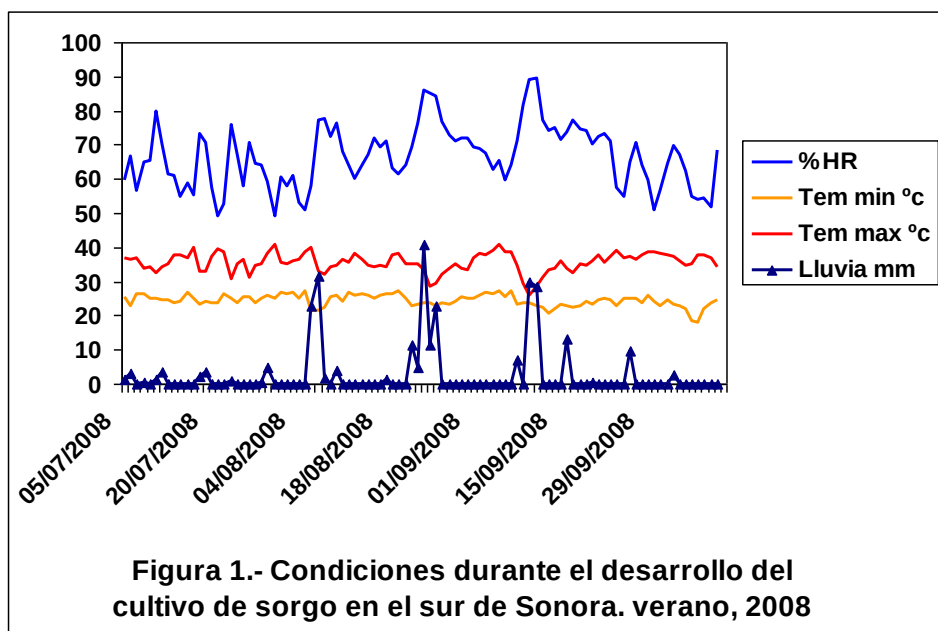
Esta investigación se realizó durante el ciclo de verano 2008 en el Campo Experimental Valle del Yaqui, en un lote destinado a la evaluación de híbridos de sorgo que contó con 7 híbridos precoces, 20 híbridos intermedios y tardíos. Los híbridos precoces fueron: 8641, MAS W 348, 933, 949, MAS 330, NK 180 (Testigo) y MAS 302. Los híbridos intermedios y tardíos fueron: 85G47, 937 (Testigo), MAS 480, NYX, ARGOS, 619, MAS 456, 520, 987, MAS W 630, MAS 471, MAS 475 y 981 AT. El diseño experimental fue en bloque al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimental fue de cuatro surcos de 5 m de longitud y a 0.8 m de separación. La parcela útil estuvo formada por los dos surcos centrales de 4 m de longitud. Se fertilizó con la fórmula 200-52-00 (N-P-K) por hectárea. La siembra se hizo en seco el 5 de julio a una densidad de 20 semillas/m. Las variables consideradas fueron la severidad del complejo de enfermedades presentes en hoja bandera, tercio medio e inferior y el rendimiento de grano. Para la estimación de la severidad de enfermedades foliares, se tomaron datos en hoja bandera, una hoja de la parte media y una hoja del tercio inferior por planta. Se estimó la severidad en cuatro plantas por parcela útil. La evaluaciones de severidad de enfermedades foliares se realizó el 10 de octubre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el verano de 2008 las precipitaciones en el sur de Sonora fueron continuas con 31 días con lluvia durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, con una acumulación de 266 mm (Figura 1), semejante al menor valor del promedio de 279-436 mm durante todo el año (CEVY, 1992). Estas condiciones favorecieron el desarrollo de varias enfermedades foliares que se presentaron en complejo. Las enfermedades predominantes fueron mancha gris (*Cercospora sorghi*), mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi*) y la mancha foliar (*Bipolares sorghicola*). Otras enfermedades presentes en el complejo pero con menor intensidad fueron tizón foliar (*Exserohilum turcicum*), y Antracnosis (*Colletotrichum graminicola*). Durante los muestreos realizados en el mes de septiembre fue común encontrar esporulación abundante de *C. Sorghi* y *G. sorghi*. *C. sorghi* ocasionó lesiones elípticas a rectangulares de 2 a 5 cm, delimitadas por las nervaduras y color café claro a color marrón, se observaron conidios hialinos filiformes rectos o ligeramente curvados multicelulares con 5-8 septas. *G. sorghi* ocasionó manchas hasta de 4 cm de diámetro producto de la coalescencia de lesiones color marrón. Los conidios de *G. sorghi* observados fueron hialinos, filiformes muy delgados, rectos o con varias curvaturas ligeras, multicelulares hasta con 15 septas, estas características de *C. sorghi* y *G. sorghicola* se encuentran consignadas (Shurtleff, 1980). Durante el mes de octubre predominó la mancha foliar (*Bipolares sorghicola*), las lesiones observadas fueron de forma rectangular o romboide de 2 x 0.3 cm, delimitadas por las nervaduras y de color amarillo o marrón dependiendo del material, se observaron de color amarillentas en sorgos de grano color claro. Sobre las lesiones ocasionadas por *B. sorghicola* fue abundante la esporulación, conidios de forma elíptica rectos o ligeramente curvos, color café con varias septas y redondeados en sus ápices, a diferencia de las esporas de *E. turcicum* que presentaron uno de los extremos redondeado y el otro ligeramente agudo debido al hilo o cicatriz prominente (Zummo y Gourley, 1987). Los materiales de sorgo con mayor susceptibilidad a los patógenos presentaron alta coalescencia de lesiones y formaron manchas grandes que en ocasiones cubrieron la totalidad de la hoja, sobre todo en las inferiores.

En los materiales de sorgo precoces las enfermedades afectaron con mayor severidad y con niveles de 18.1 a 30.6 % en hoja bandera. El mayor daño se encontró en el Híbrido MAS 302 con valores de 30.6 y 46.0 % en la hoja bandera y promedio general, respectivamente. El híbrido testigo NK 180 presentó 23.9 y 37.4 % de severidad en hoja bandera y promedio general,

correspondientemente. Los híbridos con menor rendimiento fueron MAS 302 y el testigo NK180, con 3.830 y 3.976 ton/ha, respectivamente, lo cual pudo ser debido al daño foliar por las enfermedades que se presentaron. Los materiales de sorgo con menor daño por enfermedades foliares en hoja bandera fueron: GENEX 933, P8641 y MAS W 348, Estos híbridos también se ubicaron en el grupo de sorgos precoces con mayores rendimientos.



El híbrido que mostró tolerancia a l daño foliar por enfermedades fue GENEX 449 con niveles de 27.9 y 43.7 % de severidad en hoja bandera y promedio general, respectivamente, pero a pesar de esto, se ubicó en el grupo con mayor rendimiento con 5.188 ton/ha (Cuadro 1). En el ciclo de verano 2007, los híbridos precoces P8641, GENEX 933 y GENEX 449 fueron también de los más sobresalientes en rendimiento (Morales, 2009), e indica que presentan buena adaptación y estabilidad, aunado a una tolerancia a enfermedades encontrada en esta investigación, lo cual los hace recomendables para las condiciones del sur de Sonora.

Cuadro 1.- Severidad de enfermedades foliares y rendimiento de híbridos precoces de sorgo en el sur de Sonora. CIRNO-INIFAP, 2008.

Híbrido	% Severidad de Enfermedades Foliares		Rendimiento (Ton/ha)
	Hoja Bandera	total	
P8641	19.4 c*	37.70 b c	6053 a
MAS W 348	20.6 b c	29.97 c	6024 a
GENEX 933	18.1 c	31.52 c	5952 a
GENEX 449	27.9 a b	43.75 a b	5188 a
MAS 330	24.1 a b c	39.80 a b	5016 b
NK 180 (T)	23.9 a b c	37.45 b c	3976 c
MAS 302	30.6 a	46.05 a	3830 c

*Valores con la misma letra entre columnas, sin diferencia significativa DMS 0.05

El comportamiento de susceptibilidad de los materiales de sorgo intermedios y tardíos a las enfermedades foliares fue menor, ya que los niveles estuvieron entre 7.2 y 19.2%, el máximo valor es semejante al nivel de menor severidad en hoja bandera en los materiales precoces (Cuadro 1 y 2). En todos los materiales la severidad de las enfermedades foliares fueron mayores en los estratos inferiores que proporcionaron condiciones de mayor humedad y favorecieron el desarrollo de los patógenos, aunado a que algunos infectan a partir de la antesis como *Cercospora Sorghi* (Melville, 1991) otros infectan tejido de mayor edad como *Gloeocercospora sorghi* (Myers y Fry, 1978). De los materiales intermedios y tardíos fue notoria la susceptibilidad del híbrido AGR 520 con valores de 19.4 y 43.3 % de severidad en hoja bandera y promedio general, respectivamente. El híbrido con menor daño foliar en hoja bandera y promedio general fue AGR 906 con valores de 7.2 y 19.1 %, respectivamente, pero su rendimiento no fue destacado con 5.200 ton/ha que lo ubicó en el último grupo de significancia en esta variable. Los materiales con mayores rendimientos presentaron daños de 10.2 a 17.7 % de severidad en hoja bandera, y sugiere que estos niveles de daño no parece afectar el rendimiento de los híbridos de sorgo FZ 340, P85 G47, GEN 937 (T), MAS 480, NYX UNISEM, ARGOS UNIS, AGR 619 y GENEX 985. Durante el verano anterior a esta evaluación, los materiales ARGOS UNIS, GENEX 985 y el testigo GEN 937 presentaron los mayores rendimientos (Morales, 2009), lo que indica una alta estabilidad aunado a una tolerancia a enfermedades observada en esta investigación, y con estas cualidades los convierte en una buena opción para la región sur de Sonora.

Cuadro 2.- Severidad de enfermedades foliares y rendimiento de híbridos intermedios y tardíos de sorgo en el sur de Sonora. CIRNO-INIFAP, 2008.

Híbrido	% Severidad de Enfermedades Foliares		Rendimiento (Ton ha ⁻¹)
	Hoja Bandera	total	
FZ 340 **	11.2 c d e*	23.57 d e f	6.225 a
P85 G47	11.2 c d e	24.60 c d e f	6.180 a b
GEN 937 (T)	15.6 a b c	28.50 b c d	6.174 a b
MAS 480	10.2 c d e	27.45 b c d e	6.091 a b c
NYX UNISEM	11.6 c d e	28.60 b c d	5.986 a b c
ARGOS UNIS	13.4 a b c d	23.32 d e f	5.973 a b c
AGR 619	14.9 a b c	27.32 b c d e	5.506 a b c d
GENEX 985 **	17.7 a b	32.17 b	5.484 a b c d
MAS 510 **	9.7 c d e	20.87 e f	5.241 b c d e
MAS 456	10.0 c d e	21.17 e f	5.228 b c d e
AGR 906 **	7.2 e	19.17 f	5.200 b c d e
AGR 520	19.4 a	43.30 a	5.178 b c d e
GENEX 987	8.4 d e	20.30 f	5.174 c d e
AGR 745**	19.2 a	22.92 d e f	5.157 c d e
AGR 998 **	13.7 a b c d	30.77 b c	4.961 d e
MAS W630	10.0 c d e	21.47 e f	4.899 d e
MAS 471	10.4 c d e	21.95 d e f	4.847 d e
MAS 540 DP **	10.4 c d e	22.30 d e f	4.797 d e
MAS 475	13.2 b c d	24.60 c d e f	4.751 d e
GENEX 981 AT	13.5 a b c d	25.87 b c d e	4.292 e

** Híbridos tardíos

*Valores con la misma letra entre columnas, sin diferencia significativa DMS 0.05

CONCLUSIONES

Las enfermedades foliares del sorgo para grano en el sur de Sonora son: la mancha gris (*Cercospora sorghi*), mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi*), mancha foliar (*Bipolaris sorghicola*), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y Antracnosis (*Colletotrichum graminicola*).

Los híbridos de sorgo con menor susceptibilidad a enfermedades foliares en el sur de Sonora fueron: GENEX 933, P8641, MAS W 348, FZ 340, P85 G47, MAS 480 y NYX UNISEM.

LITERATURA CITADA

- Betancourt, A. 1980. Sorghum Diseases in México. Pages 22-28 in: Sorghum Diseases, A World Review. ICRISAT. Pantancheru, India.
- CEVY. 1992. Guía para la asistencia técnica agrícola sur de Sonora. CIRNO-INIFAP. 400 pp.
- Melville D. T. 1991. Development of gray leaf spot on sorghum in Burkina Faso. Plant Dis. 75:45-47
- Morales C. A. 2009. Híbridos, métodos de siembra y densidad de población de sorgo de grano de verano. Memoria Día del Agricultor 2009. Pag. 29-30. Publicación Especial nº 16. CEVY-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora.
- Myiers D. F. and Fry W. E. 1978. The development of *Gloeocercospora sorghi* in sorghum. Phytopathology 68:1147-1155.
- SAGARPA, 2000. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) Anuario estadístico de la producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. 809 p.
- SAGARPA, 2008. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) Anuario estadístico de la producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.
- Shurtleff, M.C. 1980. Compendium of corn diseases. The American Phytopathology Society. Second printing. USA. 105 pp.
- Soltero D, L., Ron P. J., Ramírez D. J. L. y González E. D. R. 2005. Respuesta a la selección de la población de sorgo TP-17 para resistencia a *Exserohilum turcicum* (Leo y Sug) y para porte bajo de planta. Rev. Fitotec. Mex. Vol 28 (2):99-104.
- Zummo, N. and Gourley L. M. 1987. Occurrence of target leaf spot (*Bipolaris sorghicola*) on sorghum in Mississippi. Plant Disease 71:1045.

EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE CUATRO VARIEDADES EN CEBOLLA (*Allium cepa* L.)

Rubén Macías Duarte¹, Raúl Leonel Grijalva Contreras¹, Fabián Robles Contreras¹, Manuel de Jesús Valenzuela Ruiz¹ y Fidel Núñez Ramírez². ¹Investigadores del INIFAP- Sitio Experimental Región Caborca. Avenida "S" No 8 Norte. Apdo. Postal 125. H. Caborca, Sonora, México. Tel. (01)637 37 20623. Correo electrónico: macias.ruben@inifap.gob.mx. ² Estudiante de doctorado de la Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California.

Palabras clave: Bulbo, selección, floración, cosecha.

RESUMEN

Para que el cultivo de la cebolla muestre su potencial de rendimiento y calidad, es necesario que tanto la fecha de siembra como la variedad sean la adecuada. El objetivo del presente trabajo fue identificar la fecha de siembra y variedades que muestren alta productividad y calidad. Se estableció un experimento en el Campo Experimental de Caborca, Sonora con cuatro variedades de cebolla: dos blancas (Stratus y Esmeralda) y dos moradas (Red Grano y Mata Hari) en dos fechas de siembra (17 de septiembre y 6 de octubre). Las variables evaluadas fueron: rendimiento, calidad (peso de bulbo, diámetro de bulbo y emisión de tallo floral) y precocidad. El rendimiento presentó diferencias estadísticas entre fechas de siembra y entre variedades, siendo la fecha del 17 de septiembre la más sobresaliente presentando el mayor rendimiento (80.7 ton ha⁻¹), peso de bulbo (206 g) y mayor diámetro de bulbo con 7.9 cm. Así mismo las variedades Stratus y Red Grano fueron las que obtuvieron los máximos rendimientos (78.8 y 76.0 t ha⁻¹), pesos de bulbo (204 y 202 g) y diámetros de bulbo con 7.9 y 7.7 cm respectivamente para cada variedad. En madurez fisiológica, se presentó con una diferencia de 10 días entre las dos fechas de siembra.

ABSTRACT

The onion plant shows its potential of yield and quality, when sowing on the necessary climatic conditions, which depends on the sowing date, but also this is based on establishing the suitable variety. The objective of this research was to identify planting date and varieties with high productivity and quality. An experiment was carried out in the Experimental Station of Caborca, Sonora (INIFAP) with four onion varieties: two white colors (Stratus and Esmeralda) and two marbled color (Red Grano and Mata Hari) in two sowing dates (September 17 and October 6, 2005). We evaluated yield, quality (bulb weight, bulb diameter and bolting) and date harvest. There were statistical differences in yield between planting dates and varieties. The sowing date with higher yield was September 17 with 80 ton ha⁻¹, bulb weight of 206 g and bulb diameter of 7.9 cm. On other hand, the varieties with higher yield were Stratus and Red Grano with 78.8 and 76.0 t ha⁻¹, bulb weight of 204 and 202 g and bulb diameter of 7.9 and 7.7 cm respectively for each variety. The physiological maturity where 10 days differences between the two planting dates.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores del manejo integral del cultivo de la cebolla es la determinación de la fecha más adecuada para su establecimiento así como la selección de las variedades de mayor producción y calidad para las fechas de siembra determinadas. Dentro de esto, la longitud del día acciona la iniciación de la formación del bulbo, la variedad seleccionada debe estar de acorde con la longitud del día para que se inicie este proceso. La longitud del día en el ecuador es de 12 horas, conforme aumenta la latitud, los días aumentan en duración durante el verano y se acortan en invierno. La duración del día tiene una importancia capital en la adaptación de las variedades de cebolla, por lo tanto este elemento es fundamental en la elección de una variedad. Cada variedad, ya sea de día corto, intermedio o largo, tiene un fotoperíodo óptimo para iniciar el proceso de formación de bulbo (Baker 1992). En México la producción de cebolla se realiza principalmente con cebollas blancas y moradas de fotoperíodo corto e intermedio (Avilés y Macías, 1997).

En el valle de Delicias Chihuahua se siembran en invierno variedades de fotoperíodo corto y en primavera de fotoperíodo intermedio y largo, siendo las cebollas de invierno las que alcanzan los mayores rendimientos con siembras del 15 al 31 de octubre y las más sobresalientes son Early White Grano y Early Suprime. Las siembras que se efectúan antes de dicho periodo reducen el rendimiento comercial de 15 a 50 % y producen de un 20 a 80 % de bulbos con emisión de tallo floral, mientras que las posteriores disminuyen la producción de 5 a 10 % por cada 10 días de retraso. (Lujan, 1991). Una producción exitosa de cebolla depende de una buena selección de variedades en cuanto a fotoperíodo, características del bulbo, temperatura y otros factores del medio ambiente de una región determinada (Voss, 1979).

Macías, en 1999 en la región de Magdalena de Kino Sonora, en una evaluación de la variedad de cebolla de fotoperíodo largo denominada Sterling y trasplantada el 16 de mayo reporta que el cultivo produjo bulbos de tamaño y calidad muy irregulares, pero nunca presentó madurez fisiológica debido a que con el cambio de temperatura de caliente en verano a fresca en los meses de septiembre la cebolla inicio de nuevo a rebrotar por lo cual el cultivo no produjo cebolla de calidad comercial. El mismo investigador, en otra investigación sobre la misma variedad Sterling sembrada el tres de febrero y trasplantada el 29 de abril indica que esta produjo cebolla de buena calidad con un rendimiento de 35.6 ton/ha durante el mes de septiembre (Macías, 2000).

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue identificar la fecha de siembra y variedades de cebolla que muestren alta productividad y calidad en la región de Caborca, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante el ciclo 2005-2006 en el Sitio Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Caborca Sonora, México, ubicado en el kilómetro 22 de la carretera Caborca-Desemboque cuyas coordenadas son: 30° 42' 55" latitud norte, 112° 21' 28" longitud oeste y una altitud de 200 m sobre el nivel del mar. El suelo usado presentó una textura arena francosa (81.5% arena, 10% limo y 8.5% arcilla) con una conductividad eléctrica de 2.4 dS m⁻¹ y pH alcalino de 7.57. Se establecieron cuatro variedades de cebolla, dos blancas: Esmeralda y Stratus y dos moradas: Red Grano y Mata Hari en dos fechas de siembra: 17 septiembre y 6 de octubre las cuales se trasplantaron respectivamente el 22 de noviembre y 15 de diciembre de 2005. El transplante se realizó en camas de 1.0 m de ancho con cuatro hileras de plantación, la separación entre las hileras fue de 10 cm. entre las hileras de la orilla y el centro y 15 cm entre las dos del centro con una densidad promedio de 361,800 plantas/ha. Se usó el sistema de riego por goteo conformado por elevadores cada metro, La cinta de riego se colocó en la parte media de la cama, sobre la superficie del suelo con dos hileras de plantas a cada lado de la misma. Los riegos se realizaron con un lapso de 3 a 7 días entre ellos dependiendo de la etapa del cultivo. Se fertilizó con la formula 200N – 150P – 100K. Los fertilizantes se aplicaron a través del sistema de riego por goteo distribuidos a lo largo del ciclo del cultivo. El control de maleza se realizó con una aplicación de 2 lt ha⁻¹ de trifluralina antes del transplante y 2 aplicaciones de 400 ml ha⁻¹ de oxifluorfen en el periodo de enero a febrero, posteriormente se realizó una escarda manual en la etapa de llenado del bulbo. En plagas, la única que se presentó fue trips (*Thrips tabaci*) la cual se controló con dos aplicaciones de lamda cyhalotrina en dosis de 35 g i a ha⁻¹. Para el control de enfermedades se aplicó oxiclورو de cobre 2.0 kg ha⁻¹ y mancoceb 2.0 kg ha⁻¹ para prevenir enfermedades foliares, además de 2 aplicaciones al suelo de carbendazim en dosis de 1.0 kg ha⁻¹ contra hongos del suelo. El diseño experimental utilizado fue parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde la parcela mayor se conformó con las fechas de siembra y la parcela chica por las variedades, la parcela experimental fue de un surco de 3 m (3 m²) y para la útil se elimino medio metro por cabecera quedando en 2 m². Las variables que se midieron fueron: rendimiento (ton ha⁻¹), calidad (peso de bulbo, diámetro de bulbo y emisión de tallo floral) y fecha de cosecha. Las variables medidas fueron analizadas por la prueba DMS con una probabilidad de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

El análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas entre las fechas de siembra, y entre las variedades así como en la interacción entre ambos factores (Cuadro 1). Con respecto a las fechas de siembra, la mejor fue la del 17 de septiembre la cual produjo los máximos rendimientos, superando en un 24.9% de producción a la fecha de siembra del 6 de octubre con un rendimiento medio de 80.7 t ha⁻¹ contra 60.6 ton ha⁻¹ de la segunda fecha.

Con respecto al comportamiento de las variedades evaluadas, en la primera fecha de siembra, la variedad Stratus sobresalió con un rendimiento de 92.5 t ha⁻¹ siendo diferente estadísticamente al resto de las variedades, mientras que en las segunda fecha la más productoras fueron las variedades Red Grano y Stratus con 73.0 y 65.2 t ha⁻¹, obteniendo estas mismas variedades el máximo rendimiento promedio de las dos fechas de siembra con un rendimiento medio de 76.0 y 78.8 t ha⁻¹ respectivamente (cuadro 1).

En relación al tipo de cebolla (color), en cebollas blancas, la mejor fue la variedad Stratus la cual presentó un 17% más de producción que Esmeralda, mientras que en cebollas moradas Red grano supero con un 17.5% más de rendimiento a Mata Hari (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento (t ha⁻¹) de cuatro variedades de cebolla en dos fechas de siembra. Sitio Experimental Caborca.

Variedades	Color	Fechas de Siembra		Media
		17 Septiembre	6 Octubre	
Stratus	Blanca	92.5 a	65.2 ab	78.8 a ^z
Esmeralda	Blanca	71.8 b	58.7 b	65.3 b
Red Grano	Morado	79.0 b	73.0 a	76.0 a
Mata Hari	Morado	79.7 b	45.7 c	62.7 b
Media		80.7 a	60.6 b	

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 5%)

C. V. = 11.63%

Calidad

a) Peso de bulbo. En el Cuadro 2 se muestran los resultados de peso de bulbo, los cuales indican diferencias altamente significativas entre fechas de siembra, entre variedades así como en la interacción entre los dos factores. La primera fecha de siembra produjo los mayores pesos de bulbo superando con un incremento de 21.8% en producción a la segunda fecha de siembra obteniendo un peso de bulbo de 206 y 161 g promedio respectivamente.

En la primera fecha de siembra, la variedad Stratus produjo las cebollas de mayor peso con 239 g, por bulbo, mientras que en la segunda fecha de siembra, los mayores pesos de bulbo fueron de 195 y 168 g y correspondieron a las variedades Red Grano y Stratus (Cuadro 2). En forma general, considerando el promedio de las dos fechas de siembra, estas mismas variedades presentaron los mayores pesos de bulbo con cebollas de 204 y 202 g para las variedades Stratus y Red Grano respectivamente. Así mismo, de acuerdo al color, en cebollas blancas la variedad Stratus fue mejor que Esmeralda superándola con 21% en el peso de bulbo. Por otro lado en cebollas moradas, la variedad Red Grano produjo cebollas 17% más pesadas que Mata Hari

b) Diámetro de bulbo. En este parámetro, también se presentaron diferencias estadísticas entre fechas de siembra y entre variedades pero no en la interacción entre ambos factores. Así como en los resultados anteriores, la primer fecha de siembra fue la más sobresaliente y presentó el máximo diámetros de bulbo con 7.9 cm, promedio de las cuatro variedades evaluadas, mientras que el diámetro medio de la segunda fecha fue de 7.0 cm. Así mismo, en forma general como promedio

de las dos fechas de siembra, las variedades Stratus y Red Grano fueron las que presentaron los máximos tamaños, con bulbos de 7.9 y 7.7 cm (Cuadro 3).

Cuadro 2. Peso de bulbo (g) de cuatro variedades de cebolla en dos fechas de siembra. Sitio Experimental Caborca.

Variedades	Fechas de Siembra		Media
	17 Septiembre	6 Octubre	
Stratus	239 a	168 ab	204 a
Esmeralda	177 c	144 bc	161 b
Red Grano	209 b	195 a	202 a
Mata Hari	199 bc	135 c	167 b
Media	206 a	161 b	

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 5%)

C. V. = 10.27 %

Cuadro 3. Diámetro de bulbo (cm) de cuatro variedades de cebolla en dos fechas de siembra. Sitio Experimental Caborca.

Variedades	Fechas de Siembra		Media
	17 Septiembre	6 Octubre	
Stratus	8.3	7.6	7.9 a
Esmeralda	7.6	6.1	7.2 b
Red Grano	8.2	7.2	7.7 a
Mata Hari	7.7	6.6	7.1 b
Media	7.9 a	7.0 b	

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 5%)

C. V. = 3.82 %

c) Tallo floral. La emisión de tallo floral, es un desorden fisiológico que afecta la calidad de la producción en el cultivo de la cebolla. En el presente trabajo, la primera fecha de siembra presentó el mayor porcentaje de cebollas con emisión de tallo floral con 4.8% de cebollas entalladas y dentro de esta las variedades Esmeralda y Red Grano fueron las más afectadas con 10.2 y 6.7% de tallos florales. En cambio en la segunda fecha de siembra el problema se redujo a solo 0.12% (Cuadro 4).

Cuadro 4. Emisión de tallo floral (%) y Madurez fisiológica de cuatro variedades de cebolla en dos fechas de siembra. Sitio Experimental Caborca.

Variedades	Tallo floral (%)		Madurez Fisiológica *	
	17 Septiembre	6 Octubre	17 Septiembre	6 Octubre
Stratus	2.3	0.2	12 Mayo	21 Mayo
Esmeralda	10.2	0.3	5 Mayo	12 Mayo
Red Grano	6.7	0.0	20 Mayo	5 Junio
Mata Hari	0.0	0.0	15 Mayo	24 Mayo
Media	4.8 %	0.12	13 Mayo	23 Mayo

* Cuando se observaba un 50 % de plantas dobladas

d) Madurez fisiológica. En relación a madurez fisiológica (50% de plantas dobladas por su base), la primera fecha de siembra presentó su maduración aproximadamente 10 días antes que la segunda fecha de siembra. Dentro de las variedades, Esmeralda fue la más precoz presentando su madurez el 5 y 12 de mayo para ambas fechas de siembra y la variedad más tardía fue Red Grano el 20 de mayo y 5 de junio respectivamente (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

La mejor fecha de siembra en cebolla fue la del 17 de septiembre ya que presentó mayor rendimiento y calidad de bulbo.

Las variedades Stratus (blanca) y Red Grano (morada) fueron las más rendidoras y con mejores características de calidad.

La siembra temprana fue más susceptible a la emisión de tallo floral.

LITERATURA CITADA

- Avilés, P. V.M., Macías D. R. 1997. Guía Técnica para Producción de Cebolla en la Región de Magdalena, Sonora. Folleto para Productores No.8. INIFAP-CIRNO-CECH. Hermosillo, Sonora. 27p.
- Baker, L., T. 1992. Factores que influyen en la calidad de los bulbos de cebolla, Reporte agronómico ASGROW. pp. 2-8.
- Lujan, F. M. 1991. Técnicas para la producción de cebolla en la región de Delicias, Chihuahua. Folleto para productores No. 5. INIFAP-CIFAP-CEDEL. pp.10-12.
- Macías, D. R. 1999. Evaluación de diferentes cultivares de cebolla de bulbo de día largo para cosechas en otoño. V.- p. 1999. Reporte técnico Inédito. INIFAP-CIRNI-CECAB.
- Macías, D. R. 2000. Producción de cebolla de fotoperiodo largo para cosechar en Septiembre-Octubre Ciclo V.-O. 2001 Reporte Técnico Inédito. INIFAP-CIRNO-CECAB.
- Voss, E. R. 1979. Onion production in California. Publication 4097. Cooperative Extension. University of California, Davis. pp. 6-8.

EVALUACIÓN DE COMPOSTAS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA VID (*VITIS VINÍFERA L.*) PARA UVA PASA

Fabián Robles Contreras¹, Manuel de J. Valenzuela Ruiz¹, Raúl Leonel Grijalva Contreras¹, Rubén Macías Duarte¹, Arturo López Carvajal¹ y Fidel Núñez Ramírez². ¹INIFAP-CIRNO-CECH-Sitio Experimental Caborca, ²Estudiante de Doctorado, ICA-UABC. robles.fabian@inifap.gob.mx

Palabras clave: *Vitis vinífera L.*, brotación, producción orgánica, rentabilidad.

RESUMEN

La producción de uva pasa, representa una actividad importante en la región de Caborca, Sonora, donde los principales problema que limitan su producción, son entre otros, la poca disponibilidad de agua de riego, y la presencia de suelos ligeros, con contenidos de materia orgánica muy bajos, o casi nulos, y que retienen poca humedad, lo que aunado al uso intensivo durante muchos años, ha propiciado suelos con poca fertilidad o disponibilidad de nutrientes para satisfacer las necesidades de este cultivo. Durante 2008, en el campo de un agricultor cooperante, se comparó el efecto de 5 compostas (Estiércol bovino, Orujo de fruta de olivo, Alta, Visur y ReMin) sobre el comportamiento de la uva pasa, la dosis utilizada fue de 12.5 ton/ha en cada composta. El manejo del viñedo estuvo a cargo del agricultor cooperante. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de brotación, rendimiento en fresco, contenido de azúcar (°Brix), rendimiento en pasa; la relación peso fresco/peso seco (PF/PS), y análisis económico. Los resultados indican que hay diferencias significativas ($p \leq 0.01$) en el porcentaje de brotación, entre los tratamientos evaluados, para las compostas Alta y Vizur. Asimismo las compostas Alta Estiércol y ReMin con rendimientos de 21.1, 20.8 y 16.2 ton/ha de uva fresca, y Estiércol y Alta en el rendimiento pasa, con 4.65 y 4.62 ton/ha de pasa respectivamente fueron estadísticamente diferentes ($p \leq 0.01$). El análisis económico con el rendimiento promedio de las tres mejores compostas indica una relación Beneficio/Costo de 2.9.

ABSTRACT

The raising grape production, represents an important activity in the Caborca, Sonora region, where the main problem that limits their production, are the little irrigation water availability, and the light ground presence, with very low organic matter contents, or almost null, and that retains little humidity, in addition to the intensive use during many years, has caused grounds with little fertility or nutrients availability to satisfy the needs of this crop. During 2008, in the field of one grape grower, we evaluate the effect of 5 compost (Bovine manure, Fruit residue of olive tree from oil extraction, Alta, Visur and ReMin) and compare the behavior of the raising grape. The applied dose was 12.5 ton/ha each compost. The crop management was done for the grape grower, and the evaluated variables were: The bud break (%), yield (ton/ha) in fresh weight and raising grape (dry weight), sugar content (°Brix), the fresh/dry weight ratio and we realized an economic analysis. The results show significant differences ($p \leq 0.01$) on bud break, being Alta and Vizur the higher. Also the yield (fresh and raising) was statistically different ($p \leq 0.01$), with Alta, Bovine manure and ReMin, producing 21.1, 20.8 and 16.2 ton/ha of fresh grape, and Bovine manure and Alta with 4.65 and 4.62 ton/ha of raising grape respectively. The economic analysis with the average yield of the three better composts indicates a Benefit/Cost ratio of 2.9.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Sonora, la vid (*Vitis vinífera L.*) es uno de los principales cultivos, debido a la derrama económica que origina y la mano de obra que genera. En la región de Caborca, Sonora este frutal ocupa una superficie de 8,000 ha y origina de 70 a 180 jornales/ha. La producción de vid local se destina a la producción de uva de mesa (44 %), y pasa (44 %) principalmente y solo una pequeña porción se destina a la elaboración de destilados y jugos concentrados (12 %). Entre los principales problemas que presenta la región agrícola de Caborca, para la producción de vid es la reducida disponibilidad de agua, la presencia de nematodos y la salinidad del suelo y agua (Valenzuela et al., 2007), aunado a ello, Robles y Macías (2006) indican que los suelos de la región

son predominantemente suelos cuya textura va de francos a arenosos, pobres en contenido de materia orgánica y con muy baja retención de humedad.

La Vid es un cultivo de alta inversión y fuerte productividad, lo que implica un uso intensivo del suelo y agua, aunado a ello, su producción está sujeto a un exigente mercado de inocuidad, protección ambiental y cuidado en la obtención de calidad en los productos. Juárez (2007) ensayó en la región con el cultivar Thompson Seedless y encontró que la aplicación de compostas, fue muy favorable para el desarrollo del cultivo, logrando mayor desarrollo de los brotes, incremento en el número de racimos, así como en el peso y calidad de este.

Experimentos realizados en la región de Caborca respecto a la aplicación de Estiércol de bovino sobre los cultivos de nopal y sábila, han mostrado buenos incrementos en la productividad de dichas plantas, lo cual ha sido atribuido a cambios en las características químicas del suelo, ya que se incrementó el contenido de materia orgánica, nitrógeno nítrico, y fósforo, también se modificaron algunas características físicas del suelo y que tienen que ver con la disponibilidad de agua para el cultivo (Robles et al, 2005 y Robles y Macías, 2006).

Estudios realizados en trigo, en el Valle del Yaqui, Sonora, en donde se usó como fuente de material orgánico el estiércol de vaca aplicado en suelo arcilloso, durante dos años lograron un incremento del porcentaje de materia orgánica en el suelo y aumento de los contenidos foliares de nitrógeno y fósforo, posiblemente se debió a un aumento en la capacidad de intercambio catiónico. (Cortez et al., 2006). En vid, estudios experimentales realizados con materiales orgánicos han mostrado una excelente respuesta en las relaciones del carbono con nitrógeno, fósforo, potasio y zinc debido al efecto de la materia orgánica en la fertilidad de los suelos y como consecuencia una mejora físico, químico y biológico, logrando además, una mayor retención de humedad, mayor agregación y estabilidad del suelo (Juárez. 2007b). Robles et al (2008) reportan resultados muy similares, donde todas las compostas evaluadas mejoraron la fertilidad del suelo, medida esta mediante un incremento en el contenido de materia orgánica, así como de nitrógeno, fósforo y potasio. En Italia, Pinamonti (1998) y Pinamonti y Sicher (2004) reportan beneficios considerables tanto en el suelo como en la planta por el uso de las compostas en vid y otros frutales.

OBJETIVO

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de diferentes compostas en la producción y calidad de la uva pasa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo 2008, en el Campo Llanos de San Francisco, en un viñedo para producción de pasa, con la variedad Flame Seedless, se comparó el efecto de 5 compostas, de las cuales dos son productos locales no comerciales (Estiércol bovino y Orujo de fruta de olivo) y tres son productos comerciales (Alta, Visur y ReMin), la dosis utilizada fue de 12.5 ton/ha en cada composta. Se compararon contra el testigo sin composta. La aplicación de las compostas se realizó en septiembre de 2006. Se utilizó riego por goteo, las compostas fueron aplicadas en el punto de goteo, cubriendo el área del bulbo de mojado. El manejo del riego y todas las prácticas agronómicas del cultivo estuvieron a cargo del agricultor cooperante. Las parcelas experimentales consistieron en franjas de una hilera de plantas de 14 plantas donde el muestreo se realizó al azar, se contabilizó en 10 plantas el porcentaje de brotación, considerando las yemas existentes en la planta y los brotes emitidos, se tomó a cada planta como una repetición, para evaluar el rendimiento (fresco y pasa), el contenido de azúcar y la relación peso fresco/peso seco (PF/PS), la parcela útil consistió en dos plantas, tomándose 4 repeticiones, posteriormente se realizó un análisis económico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Brotación de la Vid

A un año y medio de aplicadas las compostas, la brotación de la vid, presentó diferencias altamente significativo (0.01) en función de las diferentes fuentes de composta evaluadas, lo cual se atribuyó en parte a que en algunos casos se logró estimular la brotación de la yema secundaria, y en otros, se obtuvo nueva brotación de madera vieja, lo cual fue más notorio con la composta Alta (Figura 1).

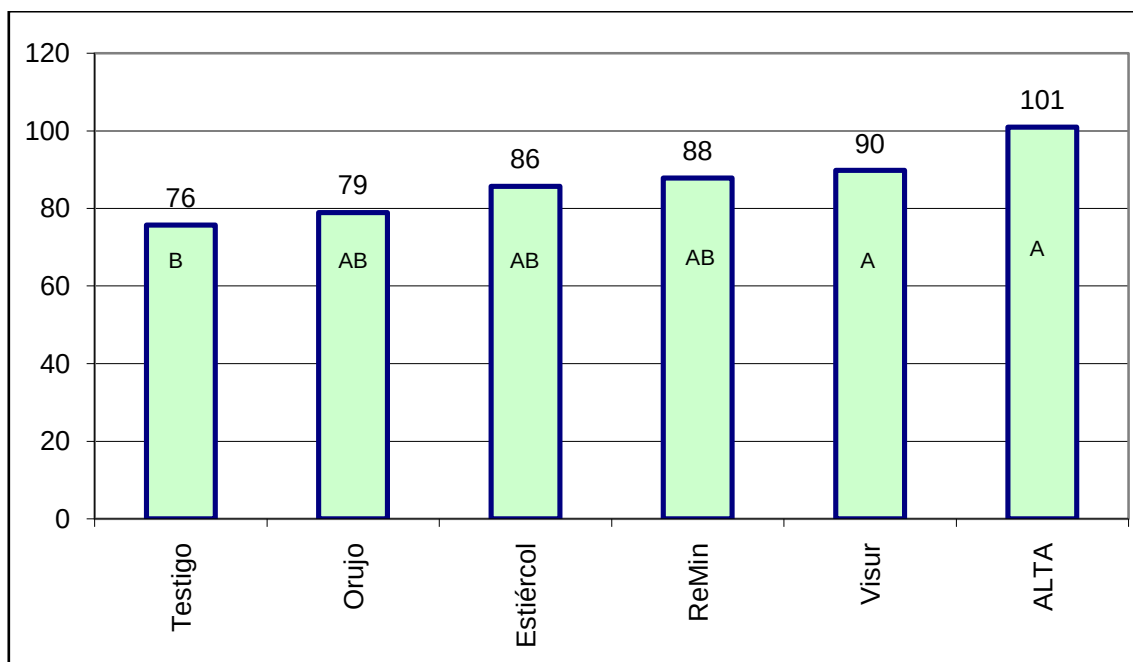


Figura 1. Porcentaje de brotación de la vid en función de fuentes de composta. INIFAP-CIRNO CECH, Sitio Experimental Caborca, 2008.

Rendimiento

El rendimiento en fresco, también presentó diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre las diferentes fuentes de composta evaluadas, donde Alta, Estiércol y ReMin, con respecto al testigo, sin composta. Situación similar presentó el rendimiento como pasa, pero en este caso, solo Estiércol y Alta sobresalen con respecto al testigo (Cuadro 1).

Por otra parte, tanto el contenido de azúcar al momento de la cosecha como la relación PF/PS, no se vieron afectados por las diferentes compostas evaluadas (Cuadro 2).

Valenzuela (2000), indica que la relación PF/PS, esta directamente relacionada con el contenido de azúcar al momento de la cosecha, en esta investigación no se encontró una relación directa entre estos parámetros. La relación PF/PS, mas bien estuvo influenciada por el rendimiento en fresco, con el cual presenta un Coeficiente de correlación $R^2 = 0.98$. Otras relaciones importantes se observaron entre la brotación y el rendimiento en fresco ($R^2 = 0.75$), así como entre el rendimiento en fresco y el rendimiento en pasa ($R^2 = 0.97$).

Cuadro 1. Rendimiento en fresco y como pasa en vid, en función de fuentes de composta. INIFAP-CIRNO CECH, Sitio Experimental Caborca, 2008.

FUENTE DE COMPOSTA	Rendimiento (ton/ha)	
	Fruta Fresca	Uva Pasa
ALTA	21.1 a	4.63 a
Estiércol	20.8 a	4.65 a
ReMin	16.2 a	3.10 ab
Orujo de Olivo	13.6 ab	2.98 ab
Vizur	13.2 ab	2.55 ab
Testigo	6.9 b	1.53 b
Significancia	**	**
DMS	8.73	2.21

Cuadro 2. El contenido de azúcar y la relación Peso Fresco/Peso seco en vid, en función de fuentes de composta. INIFAP-CIRNO CECH, Sitio Experimental Caborca, 2008.

FUENTE DE COMPOSTA	Contenido de azúcar (°Brix)	Relación Peso Fresco/Peso Seco
Testigo	21.04	3.22
Orujo de Olivo	21.40	3.72
Vizur	21.50	3.83
ReMin	20.98	3.96
Estiércol	21.23	4.17
ALTA	20.58	4.35

Análisis Económico:

Al considerar la dosis aplicada (12.5 ton/ha), a un costo de \$1600/ton, mas costo de aplicación, esta tecnología tiene un costo aproximado de \$21,000.00/ha para un período de tres años, debe entonces estimarse en \$7,000.00 por año. Por otra parte, considerando el rendimiento obtenido y el precio de venta de la uva pasa, todas las compostas presentan relación beneficio costo positivo, ya que se logra un incremento de 2.59 ton/ha de pasa mas que el testigo, que a precio de \$8000.00/ton de pasa se tiene una relación beneficio/costo de 2.96, lo que resulta en una excelente inversión,

LITERATURA CITADA

- Cortéz J. M., J. Ortiz, P. Félix. 2006. Efecto residual del uso de estiércol en el rendimiento del trigo en un suelo arcilloso del Valle del Yaqui. IX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas, UABC. Mexicali, B. California México.
- Juárez, G. R. A. 2007a. Evaluación del uso y manejo de compostas en vid pasa. Reporte Técnico inédito, INIFAP-CIRNO-CECH, Sitio Experimental Caborca, Caborca, Sonora, México.
- Juárez, G. R. A. 2007b. Evaluación de las condiciones físico-químico del suelo antes y después de la aplicación de compostas. Reporte Técnico inédito, INIFAP-CIRNO-CECH, Sitio Experimental Caborca. Caborca, Sonora, México.
- Pinamonti, F. 1998. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. Kluwer Academic Publisher. Netherland. Nutrient Cycling in Agroecosystems 51: 231-248.
- Pinamonti, F. y L. Sicher. 2004. Utilización de los compost en los sistemas de producción frutal. En: Utilización de los compost en los sistemas de cultivo hortícola. Stoffella y Kahn Eds. MundiPrensa. pp: 177-200. Consultado en Septiembre de 2009 en

http://books.google.com.mx/books?id=qiVQOERQSOIC&pg=PA177&lpg=PA177&dq=utilizaci+on+de+los+compost+en+los+sistemas+de+cultivo+horticola&source=bl&ots=rivwakjS9s&sig=3V6udJbOP9PnlCnF7p2jeRIllNg&hl=es&ei=37meSrD9A4TYsQOt7cAc&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4#v=onepage&q=utilizacion%20de%20los%20compost%20en%20los%20sistemas%20de%20cultivo%20horticola&f=false

- Robles, C. F., Macías, D. R., Grijalva, C. R. L and Valenzuela R. M. J. 2005. Effect of the Bovine Manure Application on the Development of Sabila Crops (*Aloe vera barbadensis*) in the Sonoran Desert. *HortScience* 40 (4):1033
- Robles, C. F., Valenzuela R. M. J., Grijalva, C. R. L., Macías, D. R, and Núñez R. F. 2009. Effect of Compost Sources on the Soil Fertility and the Behavior of Raising Grape in Caborca, Sonora. *HortScience* 44 (4):1149
- Robles, C. F. y Macías, D. R. 2006 EVALUACIÓN DE CULTIVOS POTENCIALES DE BAJO REQUERIMIENTO DE AGUA PARA EL NOROESTE DE SONORA. Informe anual de proyecto de investigación. INIFAP-CIRNO CECAB., Caborca, Sonora, México.
- Valenzuela, R. M J. 2000. Producción de Uva Pasa en la Región de Caborca, Sonora. Folleto Técnico No. 3 (ISSN 1405-597X) INIFAP-CIRNO-CECAB, 23 P
- Valenzuela, R. M J., Robles C. F., Grijalva C. R. L. and Macias, D. R. 2007. Productivity and Fruit Quality in 'Flame Seedless' for Table Grape on Three Rootstocks. *ASHS, HortScience* 42(4):960 pp.

EL SISTEMA DE SIEMBRA DE MAÍZ EN SURCOS ANGOSTOS EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Jaime Macias Cervantes¹, Jesús Rafael Valenzuela Borbon², Ernesto Sifuentes Ibarra¹, José Guadalupe Quintana Quiroz¹ y Franklin G. Rodríguez Cota¹. ¹Campo Experimental Valle del Fuerte-INIFAP. Carretera internacional México-Nogales km 1609, Juan José Ríos, Sinaloa., 81110. México. Tel 687 8960320, Fax 8960212. ²Sitio Experimental valle del Mayo-INIFAP. Carretera Navojoa-Huatabampo km 9, Navojoa, Sonora, 85800, México. Tel. 642 4233044. macias.jaime@inifap.gob.mx

Palabras clave: rendimiento de grano, métodos de siembra, híbridos, maíz

RESUMEN

En el Noroeste de México, en el área comprendida en el estado de Sinaloa y el sur del estado de Sonora, el maíz representa una de las mejores ofertas económicas en la actividad agrícola para los productores de grano; la siembra se realiza en surcos a 80 cm de separación con una población alrededor de 100,000 plantas/ha. El trabajo se realizó en el norte de Sinaloa y sur de Sonora, durante los ciclos otoño-invierno 2005-06, 2006-07 y 207-08; se evaluaron a nivel semicomercial los sistemas de siembra en surcos angostos a 50 cm y el sistema tradicional en surcos a 80 cm, manteniendo una densidad de siembra de 100,000 semillas ha⁻¹, así como híbridos de diferentes casas comerciales, solo en el sur de Sonora. El sistema de producción en surcos angostos a 50 cm superó en rendimiento de grano al sistema tradicional en surcos a 80 cm; el incremento en rendimiento fue de un 4 a 9 % en el sur de Sonora y del 16 al 27 % en el norte de Sinaloa; este porcentaje representa un incremento de 460 a 2000 kg ha⁻¹ de grano. El comportamiento y rendimiento de los híbridos difiere según el sistema en que se siembren y solo el híbrido DAS-2355 mostró un comportamiento igual en ambos métodos obteniendo el mayor rendimiento.

ABSTRACT

In Northwest of Mexico, in the zone where north of Sinaloa State and south of Sonora State are united, corn cultivation represents one of the best agricultural economic alternatives for the grain growers. Sowing is made in rows separated 80 cm (31.5 inches) with 100,000 plants ha⁻¹. This work took place in north of Sinaloa and South of Sonora, during the following Fall-winter seasons: 2005-2006, 2006-2007 and 2007-2008. Semi-commercial systems were evaluated: narrow rows separated 50 cm (19.68 inches) and traditional system with rows separated 80 cm (31.5 inches), both with 100,000 seedha⁻¹ of density, as well as, hybrids of different commercial houses (only in South of Sonora). The production system in narrow rows (50 cm) overpassed in grain yield to traditional system (80 cm); the increasing in yield was 4-9% in South of Sonora and 16-27% in north of Sinaloa; this percentage represents an increasing from 460 to 2000 kg ha⁻¹ of grain. The behavior in yield of hybrids changed according with the system, only DAS-2355 hybrid showed the same behavior in both methods, getting the best yield.

INTRODUCCIÓN

En el Noroeste de México, en el área comprendida en el estado de Sinaloa y el sur del estado de Sonora, el maíz representa una de las mejores ofertas económicas en la actividad agrícola para los productores de grano. Tan solo en Sinaloa, en el ciclo OI 2006-07 el rendimiento de grano medio estatal fue de 9.92 ton/ha ocupando una superficie de 476,654 ha, respecto a 4 ton/ha y una superficie promedio de 21,859 ha, promedio en los 80's (Baez *et al.*, 2007); en los valles del yaqui y mayo, del estado de Sonora, este cultivo ocupa el 85% de la superficie estatal, (Ortega, 2007). El rendimiento fluctúa de 6 a 15 ton/ha, lo cual refleja la necesidad de acciones para implementar estrategias para su incremento, sin dejar de lado la reducción de costos

La producción de los cultivos depende de la interceptación de la radiación solar y de su conversión en biomasa (Sánchez, *et al.*, 2001). La cantidad de radiación que es interceptada por el cultivo esta

determinada por el área foliar, por la orientación de la hoja y por su ciclo de crecimiento. Respecto al área foliar, el índice de área foliar es importante para determinar la intercepción de esta, que a su vez esta determinada por la densidad de población y su arreglo espacial.

El potencial de producción por luz y temperatura en el norte del estado supera las 20 ton/ha (Macias et al., 2003; Macias, 2004) lo que significa que aun se tiene una brecha por explorar y/o alcanzar, mediante la aplicación y optimización de los diferentes componentes tecnológicos, principalmente aquellos involucrados con la intercepción de luz, como lo es la densidad de población y el arreglo espacial de las plantas en el terreno y la interacción entre ellos.

El arreglo topológico de las plantas, en el caso del maíz es fundamental para reducir o minimizar la competencia entre plantas y maximizar la intercepción de luz.; Macias et al (2007) cuantificaron un mayor índice de área foliar e intercepción desde etapas tempranas de desarrollo del maíz, al igual que lo reportado por Castro *et al*, (1998) y Reta *et al* (2003) al cambiar el arreglo de plantas de una hilera en surcos a 80 cm a doble hilera, manteniendo la misma densidad de población, que se reflejo en un incremento en el rendimiento de 730 kg/ha equivalentes a un 9 %, y que este incremento puede ser mayor con el método de siembra en surcos angostos a 50 cm en hilera sencilla

Por otra parte, el fuerte posicionamiento del cultivo en la actividad agrícola ha motivado que tanto investigadores, productores organizados y clubes de productores, estén de manera permanente validando diferentes componentes tecnológicos, entre los que figuran: labranza, fechas de siembra, fertilización, altas densidades de población e híbridos con mayor potencial de rendimiento; en este ultimo rubro, se ha despertado y fortalecido el interés de las empresas nacionales y transnacionales de producción y distribución de semilla mejorada de maíz, que ha ocasionado la liberación continua de un gran número de materiales, lo que genera dificultad para los productores, sobre todo para realizar una adecuada selección del híbrido a sembrar y si un determinado híbrido prospera igual en el sistema tradicional de siembra como en surcos angostos a 50 cm.

Los resultados experimentales, así como estudios de diagnóstico técnico realizados con información de manejo por los productores, apuntan como densidad optima alrededor de las 75,000 a 87,500 plantas/ha, equivalentes a 6-7 plantas por metro lineal a la cosecha, en surcos a 80 cm de separación, en hilera sencilla; por arriba de esta el rendimiento se estabiliza, sin embargo, el costo se incrementa y las plantas se predisponen al acame, pudiendo llegar a reducir el rendimiento según su severidad (Mendoza et al., 1998; Macias y Peraza, 1998).

OBJETIVO

Validar el método de siembra de maíz en surcos angostos y evaluar el comportamiento agronómico de híbridos de maíz en este sistema de siembra, en el norte de Sinaloa y Sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se condujeron en los ciclos otoño-invierno 2005-06 y 2006-07 en el norte de Sinaloa y 2006-07 y 2007-08, en el sur de Sonora, a nivel semicomercial y en suelos de textura arcillosa, sin problemas de sales solubles y sodio intercambiable y ligeramente alcalinos.

Norte de Sinaloa:

Los tratamientos o sistemas evaluados fueron el método de siembra en surcos a 80 cm de separación, tradicional, empleado por la mayoría de los productores, y la siembra en el sistema de surcos angostos a 50 cm de separación, en hilera sencilla en los dos casos; en ambos métodos la densidad de siembra fue de 100,000 semillas/ha, obteniéndose al colocar 8 y 5 semillas por metro lineal en surcos a 80 y 50 cm, respectivamente, cada método ocupo una franja de 8 surcos con 100 m de longitud en la cual se tomaron 6 muestras de 6 m² como parcela útil. La siembra se realizó en seco, el 22 de diciembre de 2005 y el 16 de noviembre de 2006, con una sembradora de

precisión neumática; el híbrido empleado fue Asgrow Puma y P-30P49, en el primer y segundo ciclo, respectivamente.

Sur de Sonora:

Los tratamientos evaluados fueron cuatro y nueve híbridos de maíz (Cuadros 2 y 3) en el ciclo 2006-07 y 2007-08, respectivamente, en los sistemas de siembra en surcos angostos a 50 y 80 cm de separación en hilera sencilla; la densidad de siembra fue alrededor de las 100,000 pl/ha, colocando 5 y 7.5, semillas por metro lineal, para el sistema en surcos a 50 y 80 cm, respectivamente. Cada híbrido ocupó una franja de 16 surcos con 100 m de longitud, en la cual se tomaron 4 muestras de surcos con 5 m de longitud como parcela útil. La siembra se realizó en húmedo, el 26 de octubre de 2006 y 24 de octubre de 2007.

El resto de las prácticas de manejo se dio de acuerdo a las recomendaciones de INIFAP para la región. Todas las labores relacionadas con el manejo del cultivo se realizaron en forma mecanizada, incluso la cosecha, exceptuando el muestreo de rendimiento que fue manual. La variable respuesta fue el rendimiento de grano, ajustado al 14 % de humedad, el cual se analizó de acuerdo al modelo estadístico del diseño experimental bloques al azar y completamente al azar, realizándose la comparación de medias entre tratamientos con la prueba de Tukey y/o DMS, al 95 % de probabilidad (Martínez, 1988), según se indica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza detectó diferencias estadísticamente significativas en cuanto al rendimiento obtenido entre los métodos de siembra, en ambos ciclos agrícolas en el norte de Sinaloa; el mayor rendimiento de grano se obtuvo con el método de siembra en surcos angostos a 50 cm, superando ampliamente al obtenido con el sistema tradicional en surcos a 80 cm; la diferencia en rendimiento fue de 1.6 y 2.7 ton ha⁻¹, equivalentes a un 16 y 27 % de incremento en el rendimiento, para los ciclos agrícolas 2005-06 y 2006-07, respectivamente (Cuadro 1). Resultados obtenidos por Castro *et al.* (1998) y Macías *et al.* (2007), indican que en los sistemas en doble hilera se tiene una mayor cobertura vegetal y mayor intercepción de luz desde etapas de crecimiento mas tempranas, por un mejor arreglo espacial de las plantas, que se refleja en un incremento importante en el rendimiento de grano, al igual que los reportados por Reta *et al.* (2003), con arreglos en surcos desde 0.38, 50 y 100 cm que manifiestan un incremento de un 13 a un 32 %, respecto a la siembra en surcos a 76 cm de separación por un incremento en el número de granos/m² del 16 a 18 %.

Cuadro 1. Rendimiento de grano de maíz (ton ha⁻¹) en los sistemas de siembra en surcos a 80 cm y angostos en el norte de Sinaloa. INIFAP-CIRNO-CEVAF.

METODO DE SIEMBRA	CICLO AGRICOLA	
	OI 2005-06	OI 2006-07
S-80 Hilera sencilla (testigo)	9.9 b	9.7 b
S-50 Hilera sencilla	11.5 a	12.4 a
Diferencia en rendimiento (ton/ha)	1.6	2.7
Diferencia porcentual	16	27

Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey P=95%)

En el sur de Sonora, en el ciclo 2006-07, el análisis estadístico del rendimiento de los híbridos, resultó con diferencias altamente significativas entre genotipos solo en el sistema tradicional; en el sistema en surcos angostos el mayor rendimiento de grano lo obtuvo el híbrido DK-2024 con

13.618 ton ha⁻¹, seguido de A-PUMA, que produjo 12.225 ton ha⁻¹ y los materiales DK-2020 y A-BISONTE que rindieron 11.493 y 10.780 ton ha⁻¹; el comportamiento de los híbridos fue diferente según el sistema en el que se sembró; en el sistema en surcos angostos se obtuvo un rendimiento de grano de 12.029 ton ha⁻¹, superior en 900 kg ha⁻¹ equivalente a un 8.6 %, respecto al obtenido en el sistema tradicional (Cuadro 2). En el ciclo 2007-08, el análisis de varianza para rendimiento de grano, detectó diferencias altamente significativas entre híbridos, en ambos métodos de siembra; en el sistema en surcos angostos los híbridos de maíz mas sobresalientes por su rendimiento de grano fueron: DAS-2355, DK-2020, 30P49 y AS-1501 con producción de 12.755, 12.342, 12.296 y 11.987ton ha⁻¹, dentro del primer grupo estadístico, por el contrario en el sistema tradicional los híbridos sobresalientes fueron DAS-2355 y 30P45, con producción de 12.157 y 11.806 ton ha⁻¹, y al igual que en el ciclo 2006-07, el comportamiento y rendimiento de los híbridos estuvo determinado por el sistema en que se sembró, con excepción del híbrido DAS-2355 que fue el mejor ambos métodos; en el sistema en surcos angostos se obtuvo un rendimiento de grano promedio de 11.596 ton ha⁻¹, superior en 459 kg ha⁻¹ equivalente a un 4.1 %, respecto al obtenido en el sistema tradicional (Cuadro 3).

Cuadro 2. Rendimiento de grano (ton ha⁻¹) de híbridos de maíz en los sistemas de siembra en surcos a 80 y angostos en el sur de Sonora. Ciclo OI 2006-07. INIFAP-CIRNO-SEMAY.

HIBRIDO	SURCOS A 80 cm	SURCOS A 50 cm
A-BISONTE	11.510 a	10.780 b
DK-2020	11.463 a	11.493 b
A-PUMA	11.036 a	12.225 ab
DK-2024	10.499 a	13.618 a
Media General	11.127	12.029

Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes Tukey P=95%

Cuadro 3. Rendimiento de grano (ton ha⁻¹) de híbridos de maíz en los sistemas de siembra en surcos a 80 y angostos en el sur de Sonora. Ciclo OI 2007-08. INIFAP-CIRNO-SEMAY.

HIBRIDO	SURCOS A 80 cm	SURCOS A 50 cm
DAS 2355	12.157 a	12.755 a
P-30 P45	11.806 ab	11.354 bcd
P-30 P49	11.455 bc	12.296 ab
A-BISONTE	11.347 bcd	11.703 bc
DK-2020	11.175 cd	12.342 ab
A-PUMA	11.175 cd	10.827 cd
DAS-2301	10.884 d	10.695 cd
AS-1501	10.860 d	11.987 ab
GASRST-8233	9.378 e	10.406 d
Media General	11, 137	11.596

Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes DMS P=95%

CONCLUSIONES

El sistema de producción en surcos angostos a 50 cm supero en rendimiento de grano al sistema tradicional en surcos a 80 cm; el incremento en rendimiento fue de un 4 a 9 % en el sur de Sonora y del 16 al 27 % en el norte de Sinaloa; este porcentaje representa un incremento de 460 2000 kg ha^{-1} de grano.

El comportamiento y rendimiento de los híbridos difiere según el sistema en que se siembren y solo el híbrido DAS-2355 mostró un comportamiento igual en ambos métodos obteniendo el mayor rendimiento.

LITERATURA CITADA

- Báez, G.A.D., Macias, C.J., Reyes, M.L., Rodríguez, M.V.M., Ramos, G.J.L. y González, G.M.A. 2007. Predicción de Cosecha de Maíz en Sinaloa. Informe del Programa nacional de Predicción de Cosechas. INIFAP-Campo experimental Pabellón, Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. 26 p.
- Castro, R. V. M., Quiñones, M. A., y López H. J. 1998. INTERCEPCION LUMINICA DE HIBRIDOS DE MAIZ CON DIFERENTE ARQUETIPO EN DOS SISTEMAS DE SIEMBRA EN DURANGO. En: MEMORIAS DEL XVII CONGRESO DE FITOGENETICA 1998: Notas científicas. SOMEFI. Chapingo, México. p 205.
- Macias, C.J. 2004. DETERMINACION DEL POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE MAIZ MEDIANTE MODELOS DE SIMULACION EN EL VALLE DEL FUERTE. Informe global de investigación. INIFAP-CIRNO-Campo experimental Valle del Fuerte. Archivos.
- Macias, C.J., Mendoza, R.J.L., y Cortez, M.E. 2003. ESTIMACION DEL POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE MAIZ MEDIANTE SIMULACION DINAMICA EN EL NORTE DE SINALOA. Memorias. VI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. 7 noviembre de 2003.
- Macias, C.J. y Peraza, M.S. 1998. PRODUCCION Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE DOS HIBRIDOS DE MAIZ EN CUATRO DENSIDADES DE POBLACION EN EL NORTE DE SINALOA. EN: MEMORIAS DEL XVII CONGRESO DE FITOGENETICA 1998: Notas científicas. SOMEFI. Chapingo, México. p 209
- Martínez, G.A. 1988. Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas. Primera edición. México, D.F., México.
- Mendoza, R.J.L, Macias, C.J., Villarreal, F. E., Quijano, C. J.A. y Paredes B.R. 1998. Aplicación de un método de diagnostico para la inducción del cambio tecnológico en el cultivo de maíz en el norte de Sinaloa. INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Valle del Fuerte. Folleto Técnico No. 16. Los Mochis, Sinaloa, México. 40 p.
- Sánchez, M. D.A., J.A. Quijano C. y R. Paredes M. 2001. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MONITOREO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DE LOS CULTIVOS (SIMPEC). EN: MEMORIA. Seminario Técnicos Científicos 1999-2000. CAMPO EXPERIMENTAL BAJIO. SAGARPA-INIFAP. JUNIO 2001.
- Macias, C. J., Cortez, M. E. y Sifuentes, I. E. 2007. El sistema de siembra de maíz en doble hilera y surcos angostos en Sinaloa. Memorias. XI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C., México. Octubre 2007.

- Reta, S. D.G., Gàytan, M.A. y Carrillo, A. J.S. 2003. RENDIMIENTO Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE MAIZ EN RESPUESTA A ARREGLOS TOPOLOGICOS. Fitotecnia. Mex. Vol 26 (2):75-80.
- Ortega, C. *et al* 2007. Consideraciones para la producción de maíz en el sur de Sonora. Memoria del día del Productor 2007. Publicación especial No. 14. INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. Marzo 2007.

ETAPA CRÍTICA DE LA PAPA AL EFECTO SALINO DEL AGUA DE RIEGO

Fernando Cabrera-Carbajal¹. ¹SEMAY-CEVY-CIRNO-INIFAP. Km 9 Carretera Navjoa-Huatabampo, Navjoa, Sonora, México. E-mail: cabrera.fernando@inifap.gob.mx

Palabras clave: época sensible, calidad del agua, rendimiento relativo.

RESUMEN

En el campo experimental valle del mayo del INIFAP en Navjoa, Sonora, se realizó este trabajo durante los ciclos 2005-2006 a 2006-2007 para evaluar el efecto salino del agua de riego en diferentes épocas del ciclo de desarrollo del cultivo de papa sobre el rendimiento relativo de tubérculo. Los resultados mostraron que la mayor disminución del rendimiento ocurrió cuando se aplicó el agua salina en la etapa de inicio de formación de tubérculo o en la época en que se aplica el primer riego de auxilio. En ambos ciclos el efecto fue similar.

ABSTRACT

In research station Mayo Valley of INIFAP, was realizing this work through 2005-2006 to 2006-2007 to evaluate the effect of water salinity irrigation on different timing of the growth stage of potato crop, on tuber relative yield. Results showed that there was decrease of yield when applied irrigation with salinity water on tuber bulking beginning period or when be supply at first irrigation to crop. On both years the effect was similar.

INTRODUCCIÓN

La escasez de agua actualmente es uno de los principales factores que limitan el desarrollo económico y bienestar en grandes partes de las regiones semiáridas del mundo. Por eso la irrigación de áreas donde el agua es el factor limitante para la producción de alimentos es materia de alto interés. Lo anterior se debe a que hay dos grandes efectos ambientales debido al riego, los cuales son reconocidos como los causantes de la destrucción de emporios agrícolas, tal como fue la civilización de Mesopotamia. Primero es la saturación, fenómeno que se da al infiltrarse el agua dentro del suelo, el cual propicia que se inicie el ascenso del nivel freático y puede, a través del tiempo, acercarse a la superficie del suelo.

El otro efecto del riego es llamado salinización secundaria la cual ocurre por acumulación de sales en la zona de raíces. Esto es favorecido por climas secos, calientes y alta evapotranspiración. Por tanto, si las sales no son lavadas su concentración se incrementa constantemente y en consecuencia causará reducción en el rendimiento del cultivo, si el proceso sigue las tierras eventualmente se abandonan.

Como la competencia por el agua no salina se incrementa en la actualidad, se dirige la de mejor calidad para propósitos domésticos, mientras que la utilizada para el riego es la de menor calidad como puede ser agua salina y/o residual.

Una estrategia para mejorar la calidad del agua de riego es realizar mezclas cuando existe más de una fuente, esto permite aumentar, además de la calidad, la cantidad y en consecuencia la productividad de los recursos agua y suelo.

Como se entiende que el agua para riego siempre estará sujeta a una calidad pobre, entonces desarrollar opciones de manejo de componentes tecnológicos requiere el análisis de las interacciones entre salinidad y cultivo. Esto debido a que la diferencial sensibilidad en las etapas fenológicas del cultivo a menudo determina las opciones de manejo para minimizar el efecto negativo sobre el rendimiento y que esto permita promover el uso de agua salobre. Además que la salinidad umbral para las diferentes etapas de los cultivos no están bien definidas.

En esta publicación se ofrece información que define la etapa de desarrollo de papa más susceptible al efecto salino del agua de riego, esto como información base, para poder decidir cuando poder aprovechar el agua de menor calidad agrícola asociada a la escasez por las recurrentes sequías.

Disponibilidad de Agua.

En el estado de Sonora hay dos fuentes de agua. Por un lado esta la del acuífero, que de acuerdo a los datos reportados por INEGI, 1993, cuadro 1, proporciona 2501 millones de metros cúbicos para mantenerse en equilibrio, sin embargo esta sobreexplotado, ya que se reporta un déficit de 354.4 millones de metros cúbicos. Por otra parte esta el agua superficial que principalmente se concentra en el sur de Sonora, donde se encuentran las presa para captar los escurrimientos de las cuencas del río yaqui y río mayo. La primera produce 7168.2 millones de metros cúbicos y la segunda 1380. Hasta el año de esta información el balance en el uso de estos volúmenes de agua superficial es positivo. Conforme a su uso la misma fuente reporta que el principal usuario es la agricultura, acaparando casi la totalidad del volumen disponible en el estado de Sonora.

Cuadro. 1. Agua Superficial y del Acuífero en Sonora. INEGI, 1993.

balance en agua superficial y subterránea en general, 1920-2000						
fuente de agua		volumen			uso	%
		disponibilidad	extraccion	deficit		
		Mm3				
acuferos de sonora		2501	2855.7	-354.4	agricultura domestico	93 4.8
agua superficial	valle del mayo	1380	1300		comercial	1.5
	valle del yaqui	7168.2	6451.38		industria	0.7

No obstante la panorámica anterior, la naturaleza impone periódicamente sequías que obligan a usar las fuentes de agua indistintamente y sin considerar su calidad con el propósito de mantener la actividad económica de la región. Esto se ejemplifica con los datos de volúmenes utilizados en el valle del Mayo del ciclo 1991 al 2007, Fig. 1. La dinámica de esta información muestra una disminución del agua superficial a través de los ciclos agrícolas y un incremento del volumen del acuífero, manifestándose en los ciclos 2002-2003 y 2003-2004 el punto crítico por efecto de la sequía.

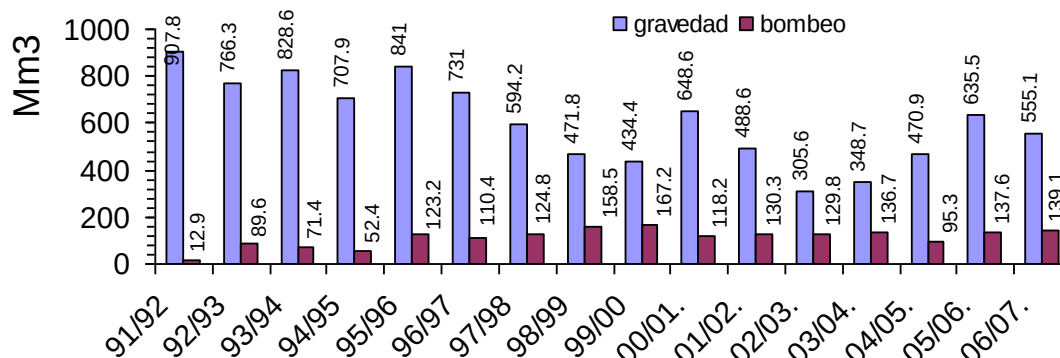


Fig.1. VOLUMENES DE AGUA EN LOS ULTIMOS 16 CICLOS. DISTRITO DE RIEGO DEL RIO MAYO, SONORA.

A su vez como producto de la escasez de agua, las superficies de los cultivos de mayor orden (como trigo), disminuyeron drásticamente en los ciclos mencionados e incrementaron aquellos tolerantes a la sequía como el cártamo y el garbanzo, cuadro 3. Por lo tanto en escenarios de escasez quedan expuestos los cultivos y suelos a un eventual efecto de salinización cuando el agua superficial disminuye.

Cuadro 3. Principales cultivos del valle del mayo. SAGARPA, Sonora, DDR 149.

ciclo	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007
trigo	56874	49361	23329	29300	51081	60862	59754
cartamo	5403	5188	9432	15559	2430	2736	4697
garbanzo	2174	3706	2900	3675	3913	1816	1085
maiz	2635	5912	6225	11002	7358	8688	2876
frijol	1690	3699	3402	2374	2206	1252	717
papa	4002	3823	4538	5976	7270	6339	5782

La Papa en Relación al Estrés Salino.

ElKhatib et. al. 2004. Investigaron la influencia del agua de riego sobre el rendimiento del tubérculo de cuatro cultivares de papa (Spunta, Alpha, Cara, y King Edward). Los niveles de salinidad fueron 0.53, 3.13, 6.25 y 9.38 dS/m. Sus resultados mostraron que el incremento de la salinidad en el agua de riego redujo significativamente el rendimiento de tubérculo promedio y total en todos los cultivares. La variedad Cara fue la de mayor rendimiento. El gradiente de tolerancia entre variedades establecido fue: Cara > Alpha > Spunta > King Edward.

ElKhatib et. al. 2004. Sometieron a las variedades de papa Spunta, King Edward, Alpha y Diamond al stress salino de agua de riego, (CE de 9.38 dS/m), para evaluar la respuesta del rendimiento a dosis de potasio (0, 200, 400 y 600 kg de K/ha). Los resultados mostraron que el rendimiento total respondió al fertilizante potásico más rápidamente cuando las aplicaciones fueron más bajas que altas. Esto es la magnitud de respuesta disminuye o conforme el nivel de K aplicado incrementó. El cultivar de mayor respuesta fue Diamond con 18.29 y 14.4 Mg/ha en dos años de prueba. Esto significa que el estrés salino disminuye la capacidad de respuesta del cultivo a dosis altas de K y además genera diferencial entre variedades.

FAO-AGL, 2002. Delinea que el cultivo de papa es considerado como medianamente sensible a la salinidad con disminuciones de rendimiento a diferentes niveles de CEe. Es así que se disminuye 0% a 1.7, 10% a 2.5, 25% a 3.8, 50% a 5.9 y 100% a 10 mmohos/cm respectivamente.

Chauhan et. al. 2007. Evaluaron la respuesta de papa a la aplicación de agua de canal de "buena" calidad (CEw=2.5 dS/m, pH=7.9, ESP=5.3. Los resultados mostraron que hubo aumento en el suelo de pH (8.9-9-1), de salinidad (4.7-5.1 dS/m) y sodicidad (ESP=25-41), como consecuencia de regar con agua alcalina, además se disminuyó el rendimiento del cultivo. Adicionalmente hubo considerable deterioro de la calidad en papa. Al final de todos los tratamientos se concluyó que aplicar agua de canal durante las etapas iniciales de desarrollo puede minimizarse el efecto adverso de la mala calidad del agua.

Bustan, et. al. 2004. Estudiaron la producción de papa cv Desiree en suelo arenoso profundo regado con agua salina (CEw > 6.2 dS/m) en riego por goteo de 1992-1997. Como el objetivo fue evaluar el efecto salino del agua sobre la producción en ambiente árido a través de los años encontraron que a pesar de altos rendimientos (6-7 kg/m²) hubo fuertes caídas del rendimiento por efecto salino cuando interacciona con la ocurrencia de clima caluroso prolongado durante el desarrollo del cultivo, algunos trabajos mas específicos muestran que el rendimiento de tubérculo

fue mas sensible al estrés producido por la combinación de salinidad y calor, si este ocurre entre los 40-60 días después de la emergencia. Al parecer este estrés combinado colapsa los mecanismos que evitan la acumulación de sal dentro de las hojas jóvenes extendidas y en consecuencia falla la recuperación del desarrollo vegetativo y por tanto se reduce el índice de área foliar y dosel (aparato fotosintetizador) funcional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los ciclos 2005-2006 y 2006-2007 se midió la variable rendimiento relativo de la papa al efecto salino del agua de riego. En este cultivo el calendario de suministro de agua consiste en dar un riego de asiento o presiembra y hasta seis riegos de auxilio en el término de 90 días. La siembra se hizo en seco. El suelo es arcilloso (>50% de arcilla) tipo vertisol. Se usaron dos niveles de salinidad en el agua de riego, una con CE=200 ppm proveniente de la presa que se denotará como agua normal y la segunda con valores alrededor de CE=2000 ppm que se denotará como agua salobre o salina que representa la magnitud de la salinidad de las mezclas de agua que se generan al vertir el agua del acuífero en los canales que traen agua de la presa. El volumen de agua aplicado en cada riego de los tratamientos se procuró que fuera similar, para lo cual siempre se determinó el contenido de humedad en el suelo mediante el método gravimétrico previo a aplicar cada riego. La variedad usada fue alpha. La relación de tratamientos fue: 1) Riego de germinación (o de presiembra) con agua salina (RAAS) + primero, segundo, tercero, cuarto y quinto riego de auxilio con agua normal (200 ppm). 2) Riego de germinación con agua normal + primer riego de auxilio con agua salina (2000 ppm)+ segundo, tercero, cuarto y quinto riego de auxilio con agua normal (1AAS). 3) Riego de germinación + primer auxilio con agua normal + segundo auxilio con agua salina (2AAS) + tercero, cuarto y quinto auxilio con agua normal. 4) Riego de germinación + primero y segundo riegos de auxilio con agua normal + tercer riego de auxilio con agua salina (3AAS). 5) Riego de germinación + primero, segundo y tercer auxilio con agua normal + cuarto riego aplicado con agua salina (4AAS). 6) Riego de germinación + primero, segundo, tercero y cuarto auxilio con agua normal + quinto riego aplicado con agua salina (5AAS). La medición de la conductividad eléctrica en campo del agua de riego aplicada se hizo con un medidor portátil. El arreglo de tratamientos fue en franjas. La variable medida fue el rendimiento relativo de tubérculo comercial, estimado mediante muestreo de cuatro repeticiones y analizado bajo el diseño completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos del ciclo 2005-06 mostraron que al evaluar el rendimiento relativo se encontró que fue afectado negativamente al aplicarle agua salina en sus primeras etapas de desarrollo, siendo mas marcado tal efecto cuando se da el primer riego de auxilio (1AAS) con agua salina. El efecto de tratamientos resulto significativo (Fig. 1).

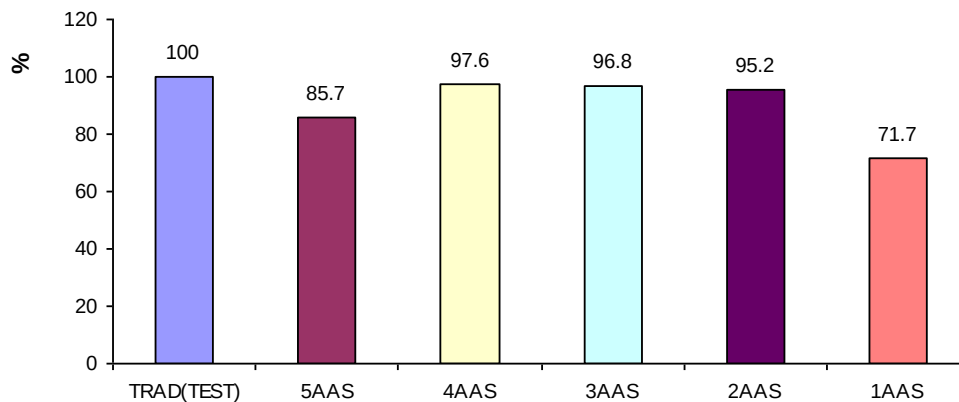


Figura 1. Respuesta del Rendimiento Relativo de Papa al Efecto Salino, 2005-06. Valle del Mayo.

Los resultados (Fig. 2) de este segundo ciclo 2006-07 confirmaron los resultados del anterior, ya que se obtuvo que este cultivo fue afectado negativamente al aplicarle el agua salina en sus primeras etapas de desarrollo, siendo mas marcado este efecto cuando se da el primer riego de auxilio (1AAS) con agua salina. Aunque el análisis de varianza no detectó efecto significativo entre tratamientos.

En términos de efecto se observa que aplicar agua salina en cualquier riego durante el ciclo del cultivo se disminuye el rendimiento relativo respecto al tratamiento testigo. La magnitud de esta merma varía en función del ambiente que ocurre entre años.

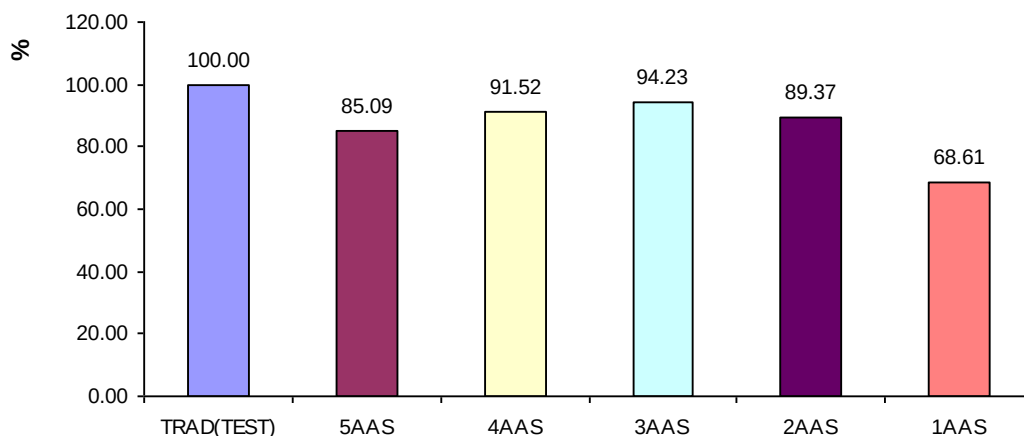


Figura 2. Respuesta del Rendimiento Relativo de Papa al Efecto Salino, 2006-07. Valle del Mayo.

CONCLUSIONES

La aplicación de agua salina en el riego de germinación de papa tiene efecto negativo en la población de plantas que se establece en campo.

La consistencia de los resultados del efecto salino del agua de riego sobre el rendimiento de papa indican que la etapa mas critica es cuando se aplica el primer riego de auxilio (35 a 40 días después de sembrada).

LITERATURA CITADA

- Elkhatib H. A., Elkhatib E. A., El-sharkawi A. M. and Khalaf-Allah A. M. 2004. Salt Tolerance of four potato cultivars. *Journal of Plant Nutrition* 27, 9: 1575-1583.
- FAO AGL, 2002. Crop water management-Potato. Land and water development division.
- Chauhan K. S., Chauhan S. P. C. and Minhas S. P. 2007. Effect of cyclic use and blending of alkali and good quality waters on soil properties, yield and quality of potato, sunflower and sesbania. *Irrigation Science* published online.
- Bustan A. Sagi M. Malach D. Y. and Pasternak D. 2004. Effects of saline irrigation water and heats waves on potato production in arid environment. *Field Crops Research* 90, 2-3: 275-285.

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE SORGO DULCE EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN EL SUR DE SONORA

Xochilt Militza Ochoa Espinoza¹, Alberto Borbón Gracia¹, Lope Montoya Coronado¹. ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644) 413 09 32. ochoa.xochilt@inifap.gob.mx

Palabras clave: Biocombustibles, Materia verde, °Brix.

RESUMEN

El sorgo dulce como biocombustible, ofrece un enorme potencial para responder a las necesidades de los países en desarrollo y tomando en cuenta que en los últimos 50 años ha aumentado su rendimiento a nivel mundial, tal es la importancia en estos momentos de aprovechar este cultivo. Las ventajas que presenta el sorgo dulce es que es tolerante a la sequía, inundaciones, salinidad del suelo y toxicidad por acidez, por tal motivo en el Valle del Yaqui se han venido realizando evaluaciones de diferentes híbridos de sorgo dulce en diferentes fechas de siembra para determinar el potencial de rendimiento de los diferentes materiales. Los ensayos que se realizaron fueron en el ciclo de verano 2007 y de otoño – invierno 2007-2008 en el Campo Experimental Valle del Yaqui, en los cuales se presentaron 4 fechas de siembra y en cada fecha se evaluaron varios genotipos de sorgo: Beef builder, cow vittles II, silo miel 310 vc, vc-153, Fortuna, S-23, Vc-462, silo miel II, Silo milo III, Rayo verde NC, Silo select NC, Sorgo Forrajero Reyna, Sorgo Dulce Sabrosa y Sorgo excelencia. Los resultados obtenidos indican que existen híbridos con alto potencial de rendimiento de materia verde, entre los que sobresalen: Silo miel II, Sorgo dulce sabrosa, Beef Builder y Cow Vitales II, con rendimientos de 104, 102, 101 y 100 ton/ha de forraje verde en un solo corte. Los mejores rendimientos se obtuvieron en la primera fecha de siembra.

ABSTRACT

Sweet sorghum as a biofuel has huge potential to meet the needs of developing countries and taking into account that in the past 50 years has increased its global performance, such is the importance at present to build on this crop. The advantages of sweet sorghum, is the tolerance to drought, flooding, soil salinity and acidity toxicity. In the Yaqui Valley, Sonora, have been conducting evaluations with different hybrids of sweet sorghum at different planting dates to determine its performance potential. The tests of the hybrids Beef builder, Cow Vittles II silo honey vc 310, vc-153, Fortuna, S-23, VC-462, honey II silo, Silo Milo III, Ray Green NC, select NC Shiloh, Reyna Forage Sorghum, Sweet Sorghum, Sorghum excellence and Sorghum Sabrosa, were conducted during the Summer 2007 and Winter 2007-2008 in the Yaqui Valley Experimental Station, Sonora. The results indicated that there are hybrids with high yield potential of fresh weight, among them are: Silo honey II, tasty sweet sorghum, Beef Cow Builder and Vital II, with yields of 104, 102, 101 and 100 ton ha⁻¹ green fodder has a single cut. The best yields were obtained in the first planting date.

INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorgo bicolor* L. Moench) es nativo de África y muchas variedades de hoy son originadas de esa región. También fue producido en la India antes de que la historia lo registrara y en Asiria desde 700 a.de C. El sorgo dulce fue introducido a los Estados Unidos desde África en la primera parte del siglo XVII. El tallo rico en azúcar del Sorgo dulce es casi similar al de la caña de azúcar. Las características que sobresalen de este cultivo es que tiene una amplia adaptabilidad, rápido crecimiento (lo llevaría a ser cosechado de los 90 a 120 días después de la siembra, ya que la madurez la alcanza a los 110-115 días), alta acumulación de azúcar que varía de 16-23% de °Brix, que son principalmente sacarosa (25-30% de peso en el tallo seco) y glucosa y fructuosa en pequeñas cantidades y tiene un gran potencial para la producción de biomasa (debido a su eficiencia fotosintética). Las ventajas que presenta el Sorgo dulce es que es tolerante a la sequía, inundaciones, salinidad del suelo y toxicidad por acidez (en un rango de 5.5-8.2; De la Cruz, 2007).

Otros aspectos que muestra este cultivo en especial, aparte de ser una gran materia prima para la producción de biocombustibles, es que los coproductos o subproductos (fruto y bagazo) sirven como alimento humano y para ganado, así como para producir calor y electricidad. Considerando la gran variedad de productos que pueden ser obtenidos por Sorgo dulce complejos integrados pueden ser desarrollados y optimizados para fijar la producción que se necesite (Grassi, 2006).

En los últimos 50 años, el área plantada de este cereal por todo el mundo ha aumentado el 60% y el rendimiento en el 244%. El área plantada es actualmente constante en 41 millones de hectáreas con la producción que aumenta a $1,5 \text{ ton ha}^{-1}$ proyectado antes de 2010 y a la producción en 63 millones de toneladas. Una publicación de FAO/ICRISAT sugiere que "el solo cambio tecnológico más importante del cultivo del sorgo dulce desde los años 50 ha sido el desarrollo y el uso de la semilla híbrida." La India, aunque todavía es el país con el área más grande cultivada de sorgo dulce, cultiva actualmente 10,5 millones de hectáreas comparadas con 16 millones en 1989. Más del 50% del área está en híbridos pero los rendimientos son solamente el 54% del promedio del mundo. El área y la producción del sorgo dulce en China ha disminuido mientras que el rendimiento ha aumentado a partir de 2,72 mt (millones de toneladas) en 1989 a 4,09 de 1999, un aumento del 50%. El continente africano produjo el 27% del total del mundo en el período 1992-94 en 21,8 millones de hectáreas, más de la mitad del área total del mundo. A partir de 1980-97, el índice de crecimiento anual del área del sorgo dulce era 3,7%, la producción 2,9%, y el rendimiento 0,8%. México, ahora el cuarto productor más importante con 6,5 mmt (millones de toneladas métricas) es también el importador más grande con 4,5 mmt (De la Cruz, 2007).

En México se cultiva en el centro y sur de Sinaloa y Coahuila con buenos rendimientos bajo riego. También en las regiones de la Laguna y del Bajío con la misma tecnología. De temporal se cultiva también en Sinaloa, en Chihuahua, Guerrero, Michoacán y Jalisco. Tanto como en el riego como en el temporal, se le pueden dar hasta cinco cortes en un año, con un rendimiento acumulado de hasta 100 ton ha^{-1} de materia verde en el riego y de 60 ton ha^{-1} en el de temporal. La cosecha es sencilla, totalmente mecanizada y se llegan a obtener en otros países, hasta 30 toneladas de materia seca por hectárea y en tal virtud, también hasta 13,000 litros de Bioetanol por ha. (130 litros por tonelada de sorgo) aprovechando las 13 toneladas de azúcar de sus jugos y las 10 toneladas de su tallos y follajes. Las cosechas se harían al inicio de la floración, impidiendo así la formación de grano. La primera entre los 60 y 80 días a partir de la siembra, la segunda y tercera, entre los 40 y 50 días después del primero y del segundo corte. La experiencia indica que es más eficiente limitar la cosecha a tres cortes (Sener, 2006).

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en el Campo Experimental Valle del Yaqui, Sonora. En el ciclo varano del 2007 y otoño-invierno de 2007-2008; se evaluaron 4 fechas de siembra (F.S) en los meses de junio, julio, septiembre y octubre. El número de variedades utilizadas en cada fecha de siembra fue aumentando conforme se recopilaban un mayor número de híbridos. En la primera y segunda F.S. se utilizaron 14 materiales, en la tercera F.S. se utilizaron 15 y en la cuarta F.S. fueron 21. Al cultivo se le dio el manejo agronómico recomendado por el INIFAP para sorgo en la región, el tamaño de la parcela experimental fue de 4 surcos a 80 cm de separación por 6 m de longitud (19.2 m^2) y la parcela útil fue 4 m de los 2 surcos centrales (6.4 m^2), con una densidad aproximada de 125,000 plantas por hectárea, para la cosecha se realizaron dos cortes en algunos híbridos. Las variables evaluadas fueron rendimiento (ton ha^{-1}) y ° Brix. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones para cada F.S, para la separación de medias se utilizó la prueba de DMS (diferencia mínima significativa) al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en las cuatro fechas de siembra. En la primera fecha (5 Junio), de las 14 variedades establecidas, solo se cosecharon 11, debido a vientos fuertes ocasionados por el huracán Henriete que acamó y quebró tres materiales. De los 11 genotipos cosechados, cuatro presentaron buen rebrote y fueron a los que se les dio un segundo corte. Los mayores rendimientos de sorgo dulce se obtuvieron en esta primera fecha,

donde sobresalieron las variedades Silo miel II, Sorgo dulce sabrosa, Beef Builder y Cow Vitales II, con rendimientos de 104, 102, 101 y 100 ton ha⁻¹ de forraje verde en un solo corte, las variedades que se les dio el segundo corte fueron; Silo miel II, Sorgo Dulce Sabrosa, Beef Builder y S-23. Al sumar el rendimiento de las dos cosechas se obtuvieron rendimientos de 137, 140 y 141 ton ha⁻¹ con las variedades Beef Builder, Sorgo Dulce Sabrosa y Silo miel II respectivamente, el resto de las variedades produjeron de 86 a 66 ton ha⁻¹. El primer corte se realizó del 28 de agosto al 21 de septiembre (84-107 dds), mientras que el segundo del 14 al 16 de noviembre. Con respecto al contenido de azúcar (°brix), las variedades que sobresalieron fueron: VC-153, Fortuna y VC-462 con 18.9, 17.8 y 16.9 °brix, respectivamente.

En la segunda fecha de siembra (14 Julio), de las 14 variedades establecidas, se cosecharon 13, debido a que un material presentó mucha desuniformidad, siete presentaron buen rebrote y fueron a los que se les dio dos cortes. Las variedades más rendidoras fueron: Cow vitales II, Sorgo dulce sabrosa y Silo select NC, con rendimientos de 101, 101 y 91 ton/ha en dos cortes (Cuadro 1). El primer corte se realizó del 19 de octubre al 14 de noviembre (96-126 dds), mientras que el segundo corte fue del 7 al 11 de enero. Con respecto al contenido de azúcar (°brix), las variedades que sobresalieron fueron: Beef builder, Cow vitales y Silo select con 19.3, 18.8 y 17.6 °brix, respectivamente (Cuadro 2).

En la tercera fecha de siembra (4 Septiembre), de las 15 variedades sembradas, solamente se cosecharon 13, esto debido a que la variedad Rayo verde NC y Fortuna presentaron muy mal desarrollo. De las 13 variedades cosechadas, a todas se les dio un corte, esto debido a que ninguna presentó un buen rebrote. Las variedades Sorgo dulce sabrosa, Sorgo Forrajero Reyna y Sorgo excelencia, fueron las que presentaron los mejores rendimientos, que fueron de 53, 50 y 48 ton ha⁻¹ respectivamente (Cuadro 1). Con respecto al contenido de azúcar (°Brix) las variedades que sobresalieron fueron silo miel II, Vc-462 y Dumbar, con 20.6, 19.0 y 18.8 °Brix, respectivamente (Cuadro 2).

En la cuarta fecha de siembra (23 Octubre), se evaluaron un total de 21 materiales a los cuales se les dio solamente un corte, en esta fecha de siembra se obtuvieron muy bajos rendimientos de materia verde, razón por la cual no se les dio seguimiento para un posible segundo corte. Los genotipos Línea-A, Sorgo excelencia y Sorgo Forrajero Reyna, fueron los que presentaron los mejores rendimientos con 61, 48 y 43 ton ha⁻¹ respectivamente (Cuadro 1). Con respecto al contenido de azúcar (°Brix), de las 21 variedades evaluadas se obtuvieron 14 que superan los 20 °Brix (Cuadro 2).

Cuadro 1. Rendimiento de sorgo dulce (ton ha⁻¹) en cuatro fechas de siembra.

Variedad	1ra F.S. 5 Jun.		Total	2da F.S. 14 Jul.		Total	3ra F.S. 04 Sep.	4ta F.S. 23 Oct.
	1er corte.	2do corte.		1er corte.	2do corte.		Total ton ha ⁻¹	Total ton ha ⁻¹
Silo miel II	104	37	141	51			47	40
S. dulce Sabrosa	102	38	140	63	38	101	53	41
Beef builder	101	36	137	56		56	43	38
Cow vitales II	100		100	64	37	101	45	38
Silo select NC	86		86	61	31	91	41	32
S. Forraj. Reyna	81		81	50	27	77	50	43
Vc-153	73		73	45	31	76	40	31
Fortuna	71		71	57		57		29
Silo milo III	67		67	42	40	82	46	36
Vc-462	66		66	41	29	70	45	25
S-23	63	23	86	43		43	40	28
Silo miel 310 Vc				55	27	82	45	39
S. excelencia				45	40	85	48	48

S= sorgo

Cuadro 2. Resultados de °Brix en sorgo dulce de cuatro fechas de siembra.

Variedad	1ra F.S. 5 Jun.	2da F.S. 14 Jul.	3ra F.S. 04 Sep.	4ta F.S. 23 Oct.
Vc-153	18.9	15.7	17.3	22.7
Fortuna	17.8	16	17	22.3
Vc-462	16.9	16.6	19	21.8
S-23	15.5	14.4	15	18.8
Beef builder	14.5	19.3	16	22
Cow vittles II	14.3	18.8	16	22.2
Silo miel II	13.9	14.6	20.6	20.4
Sorgo dulce sabrosa	13.3	15.4	14.6	23
Silo select NC	13.1	17.6	15.6	18.9
Sorgo Forrajero Reyna	12.7	14.9	16	21.3
Silo milo III	12.7	11.3	17.3	23.8
Silo miel 310 vc		9.1	12.9	19.2
Sorgo excelencia		14.5	16.2	22.3

CONCLUSIÓN

La mejor fecha de siembra fue la del 5 de junio con un rendimiento de las mejores variedades de 100 ton ha⁻¹ de materia verde en el primer corte y de alrededor de 40 ton ha⁻¹ en el segundo corte. Las tres variedades que lograron un rendimiento cercano a las 100 ton ha⁻¹ fueron Silo miel II, Sorgo dulce Sabrosa y Beef builder, su contenido de azúcar en °Brix fue de 13.9, 13.3 y 14.5. Con los rendimientos de materia verde que presentaron varios de los híbridos evaluados, se puede concluir que son una buena fuente de materia prima para la producción de biocombustibles.

LITERATURA CITADA

- De la Cruz, S. R. 2007. Un cultivo energético alternativo para la producción de etanol y coproductos. (En red) recuperado el 24 de Agosto de 2009. Disponible en www.monografia.com
- Grassi, G. E. 2006. National Agricultural Technology Project. (En red) recuperado el 24 de Agosto de 2009. Disponible en <http://dare.nic.in/report/NATP.pdf>
- Sener/ BID/ GTZ (Edit.): Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México, México, D.F., México, Noviembre 2006.

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE FUNGICIDAS EN EL CONTROL DEL MOHO GRIS (*BOTRYTIS CINEREA*) Y MILDÍU (*PERONOSPORA SP.*), EN EL CULTIVO DE GARBANZO EN EL SUR DE SONORA

Jesús Antonio Cantúa Ayala¹, Nemecio Castillo Torres¹. ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 155, Ciudad Obregón, Sonora, México. C.P. 85000. Tel. (644) 414 57 00. cantua.jesus@inifap.gob.mx.

Palabras clave: Control Químico, Enfermedades, *Cicer arietinum* L.

RESUMEN

Para el control del moho gris (*Botrytis cinerea*) y mildiú (*Peronospora sp.*) en el cultivo de garbanzo en el sur de Sonora, fueron evaluados durante el ciclo otoño-invierno 2008-2009 los siguientes fungicidas: Mancozeb (430 g de i.a./l), Benomilo (500 g de i.a./kg), Tebuconazole (250 g de i.a./l), Clorotalonil (720 g de i.a./l), Carbendazim (511 g de i.a./l), Kresoxim metil (500 g de i.a./kg), Azoxystrobin (500 g de i.a./kg) y un testigo sin aplicación. Se realizó una aplicación de los tratamientos en la etapa de floración del cultivo, al observar los primeros síntomas asociados al mildiú. No se detectó moho gris. Los rendimientos en kg/ha fueron: Clorotalonil (1653), testigo sin aplicación (1613), Benomilo (1577), Kresoxim metil (1534), Tebuconazole (1500), Azoxystrobin (1498), Mancozeb (1395) y Carbendazim (1259) respectivamente. En el análisis de varianza del rendimiento de grano no se detectaron diferencias significativas, por lo que la variación no puede considerarse atribuible al efecto de los fungicidas.

ABSTRACT

In 2008-2009, Mancozeb (430 g de i.a./l), Benomilo (500 g de i.a./kg), Tebuconazole (250 g de i.a./l), Clorotalonil (720 g de i.a./l), Carbendazim (511 g de i.a./l), Kresoxim metil (500 g de i.a./kg), Azoxystrobin (500 g de i.a./kg) and control without application, were evaluated for control of gray mold (*Botrytis cinerea*) and mildew (*Peronospora sp.*) in the cultivate of chickpea in south of Sonora state. Fungicides were sprayed in the flowering stage of cultivate, to observe the first symptoms associated with mildew. Gray mold was not detected. Yields in kg/ha were: Clorotalonil (1653), control without application (1613), Benomilo (1577), kresoxim metil (1534), Tebuconazole (1500), Azoxystrobin (1498), Mancozeb (1395) and Carbendazim (1259) respectively. In the analysis of variance of grain yield no significant differences between them, so that variation can not be considered attributable to the effects of fungicides.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Sonora el área cultivada de garbanzo en el ciclo agrícola otoño-invierno 2008 fue de 28,132 ha, de las cuales 10,156 ha se cultivaron en el sur de Sonora; con una media de producción de 2.23 toneladas por hectárea (SAGARPA, 2009).

La presencia y el desarrollo de los microorganismos que atacan al cultivo de garbanzo, dependen en gran medida de las condiciones ambientales que antecedieron, las que predominan y de las que probablemente prevalezcan, subsecuentes a ciertas etapas del cultivo. Por lo tanto, con frecuencia es posible pronosticar la probabilidad de ocurrencia y grado de daño, siempre y cuando se conozca la relación que tienen dichas condiciones con el desarrollo de la enfermedad. Esta practica ayuda a los productores a disminuir o evitar perdidas mediante la aplicación de medidas preventivas y controles diversos mas baratos y oportunos en las que se involucra el uso de fungicidas (Armenta y Armenta, 2004).

Han sido reportados mas de 50 patógenos en el cultivo de garbanzo en diferentes partes del mundo, solamente unos pocos de estos tienen el potencial de devastar el cultivo; algunas de las enfermedades importantes han sido reportadas en el sur de Sonora como el moho gris ocasionado por *Botrytis cinerea* y mildiú ocasionado por *Peronospora sp.* (Saxena and Singh, 1987; Armenta y Armenta, 2004). El moho gris se presentó en toda el área productora de garbanzo del noroeste de México en el ciclo agrícola 1991-1992 y causó pérdidas totales en varios predios; la mayor

severidad se presenta en las etapas fenológicas de floración y fructificación. En todas las partes afectadas por este hongo (flores, hojas, brotes y vainas), se producen lesiones de aspecto húmedo y una coloración gris oscura (Armenta y Armenta, 2004). Para el control del moho gris se han hecho aplicaciones de Derosal o Benlate en dosis de 0.5 a 1 kg/ha o Tecto 300 a 500 g/ha (Montoya, 2001). Reportan aplicaciones de los fungicidas benomil o carbendazim (Armenta y Armenta, 2004). En relación a la evaluación de fungicidas en el cultivo de garbanzo para el control de enfermedades foliares (Mildiu, Botrytis y Ascochyta) los mejores fueron Amistar, Mancozeb + Cercobin, Blasón ultra y Mancozeb (Castillo, *et al.*, 2008). Así también la aplicación de Benomil en dosis de 0.5 a 1.0 kg/ha (Salinas, *et al.*, 2008).

El mildiú del garbanzo se presentó por primera vez en la costa de Hermosillo, Sonora en 1973, causando daños más severos en los campos cercanos al mar, debido a una mayor humedad relativa. Los síntomas iniciales se presentan en el haz de los folíolos, como manchas de color verde claro moteado extendidas (Armenta y Armenta, 2004). Para el control del mildiú del garbanzo se reportan aplicaciones de fungicidas preventivos como Funcozeb en dosis de 2.0 kg/ha cuando aparezcan los primeros síntomas de la enfermedad, y en estados más avanzados con productos curativos como Ridomil en dosis de 2.0 kg/ha (Montoya, 2001). También se puede controlar por medio de fungicidas a base de: azufre, metalaxil, mancozeb y clorotalonil (Armenta y Armenta, 2004). Asimismo se sugiere aplicar Mancozeb o Clorotalonil y Metalaxil o Cymoxanil a dosis comerciales (Salinas, *et al.* 2008).

OBJETIVO

Determinar los fungicidas con mejor control del moho gris y el mildiú del garbanzo, en el sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de los fungicidas se realizó durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2008–2009, dentro de las instalaciones del CEVY-INIFAP, localizado en el block 910 del Valle del Yaqui. La siembra se realizó el 9 de diciembre del 2008, en surcos de 80 cm de ancho; se utilizó la variedad Blanco Sinaloa y riego por gravedad. El diseño experimental fue completamente al azar con 4 repeticiones, la parcela experimental fue de 4 surcos de 6 m de largo y como parcela útil los 2 surcos centrales de 5 m de largo. Los tratamientos evaluados fueron: Mancozeb a una dosis de 3 l/ha (430 g de i.a./l), Benomilo 500 g/ha (500 g de i.a./kg), Tebuconazole 500 ml/ha (250 g de i.a./l), Clorotalonil 2 l/ha (720 g de i.a./l), Carbendazim 500 ml/ha (511 g de i.a./l), Kresoxim metil 200 g/ha (500 g de i.a./kg), Azoxystrobin 200 g/ha (500 g de i.a./kg) y un testigo sin aplicación. Se realizó una aplicación de los tratamientos en la etapa de floración del cultivo, al observar los primeros síntomas asociados al mildiú, manchas de color verde claro moteado en el haz de los folíolos. No se detectó la presencia de moho gris. Se realizó análisis estadístico del rendimiento de grano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque los primeros síntomas asociados al mildiú en garbanzo se observaron el 22 de enero del 2009, la presencia de éstos no fue corroborada con la observación del agente causal al analizar muestras en el laboratorio. Estos síntomas no prosperaron incluso en el testigo sin aplicación, lo que no permitió observar el efecto de los tratamientos. Durante el desarrollo del cultivo no se presentó la enfermedad del moho gris *Botrytis cinerea*. Estos resultados demuestran que la presencia y el desarrollo de los microorganismos (moho gris y mildiú) que atacan al cultivo de garbanzo, dependen en gran medida de las condiciones ambientales (Armenta y Armenta, 2004).

El Cuadro 1, muestra las medias de rendimiento obtenidas por tratamiento, donde se observa una variación de 394 kg entre la mayor y menor. Aunque con Clorotalonil se obtuvo el mayor rendimiento y con Carbendazim el más bajo, esta variación no puede considerarse atribuible a los fungicidas. En el análisis estadístico del rendimiento de grano no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 1. Medias de rendimiento de grano (kg/ha) de 8 tratamientos con fungicidas en el control del moho gris y mildiú, en el cultivo de garbanzo en el sur de Sonora. INIFAP-CIRNO-CEVY, 2009.

Tratamiento	Dosis (gr de i. a.)	Rendimiento kg/ha
Clorotalonil	720 g de i.a./l	1653
Testigo sin aplicación	-	1613
Benomilo	500 g de i.a./kg	1577
Kresoxim metil	500 g de i.a./kg	1534
Tebuconazole	250 g de i.a./l	1500
Azoxystrobin	500 g de i.a./kg	1498
Mancozeb	430 g de i.a./l	1395
Carbendazim	511 g de i.a./l	1259

CONCLUSIONES

La presencia del moho gris y mildiú, enfermedades que atacan al cultivo de garbanzo dependen en gran medida de las condiciones ambientales y es necesario definir un diagnostico oportuno y eficiente.

Es necesario conocer la relación que tienen las condiciones ambientales con el desarrollo de la enfermedad, para evitar pérdidas mediante la aplicación de medidas preventivas y controles diversos como el uso de fungicidas.

Durante el desarrollo del presente trabajo no se detectó la presencia del moho gris y mildiú del garbanzo.

LITERATURA CITADA

- Armenta, C.I. y Armenta, C.C.M. 2004. Guía Para el Manejo Fitosanitario del Cultivo de Garbanzo en el sur de Sonora. Folleto para productores No. 20. INIFAP. Campo Experimental Valle del Mayo. Pp. 22-30.
- Castillo, T.N., Montoya, C.L., Valenzuela, B.J.R. y Ramírez, A.J.A. 2008. Investigación, validación y transferencia de tecnología de canola y garbanzo para el sur de Sonora. Memoria día del Agricultor. Publicación Especial No. 15. INIFAP. Campo Experimental Valle del Yaqui. Sitio Experimental Valle del Mayo. Pág. 50.
- Montoya, C.L. 2001. Tecnología para producir garbanzo en el Valle del Yaqui. Memoria día del Agricultor. Publicación Especial No. 8. INIFAP. Campo Experimental Valle del Yaqui. Pp. 15-16.
- Saxena, M.C. and Singh K.B. 1987. The Chickpea. C.A.B. International. The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. ICARDA, P.O. Box 5466, Aleppo Syria. Pág. 233.
- Salinas, P.R.A., Cortez, M.E. y Macias, C.J. 2008. Guía para producir Garbanzo en el norte de Sinaloa. Folleto Técnico No. 29. INIFAP. Campo Experimental Valle del Fuerte. Pp. 36-37.
- SAGARPA, 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx.

DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DEL COMPLEJO PVY (VIRUS Y DE LA PAPA) AFECTANDO PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*) EN EL SUR DE SONORA

Adolfo Moreno Bedoy¹, Edgar Adalberto Cubedo Ruiz¹ y Pedro Figueroa López¹. ¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. (644) 414 57 00 moreno.adolfo@inifap.gob.mx.

Palabras clave: Potyvirus, RT-PCR, secuenciación.

RESUMEN

El cultivo de papa es una hortaliza importante, a nivel Nacional se siembran 61,069 ha. Las enfermedades virales son los principales problemas en el Sur de Sonora y el país lo que hace que la calidad disminuya tanto en papa de consumo como semilla. El virus PVY es el más importante virus que afecta a papa en México. Se colectaron y analizaron 189 muestras de follaje de papa las cuales fueron analizadas mediante ELISA e Inmunocaptura RT-PCR y secuenciación. El 15% de las muestras analizadas fueron positivas a PVY, lo cual corresponde a 30 muestras de estas, el 90% (27/30) fueron positivas a PVY-n variante necrótica y el 83% (25/30) resultaron positivas a PVY- NTN mediante inmunocaptura RT-PCR. Al analizar las secuencias de nuestros productos amplificado de PVY-NTN, estas mostraron una similitud de identidad del 100% con aislados de Eslovenia, un 99% con aislados de Alemania y Reino Unido y un 98% con aislados de N:O en Estados Unidos de América y un 92% con aislados de PVY-N de Canadá.

ABSTRACT

The potato crop is an important vegetable, National seeded at 61.069 ha. Viral diseases are the main problems in southern Sonora and the country that makes the quality decreases in both consumption and seed potatoes. The virus PVY is the most important virus affecting potato in Mexico. Were collected and analyzed 189 samples of potato leaves which were analyzed by ELISA and immunocapture RT-PCR and sequencing. 15% of the samples tested were positive for PVY, which corresponds to 30 samples of these, 90% (27/30) were positive necrotic PVY-n and 83% (25/30) were positive for PVY - NTN by immunocapture RT-PCR. By analyzing the sequences of our products amplified from PVY-NTN, they showed a similarity of 100% identity with isolate from Slovenia, 99% with isolates from Germany and the UK and 98% with isolates N:O from U.S.A. and 92% with PVY-N isolates from Canada.

INTRODUCCIÓN

Por su gran valor nutritivo y por los jornales de trabajo requeridos para su cultivo y cosecha, la papa es una de las hortalizas más ampliamente distribuida en el País, se cultiva en alrededor de 25 estados de la República Mexicana durante todo el año, tanto en el ciclo de primavera-verano como en el de otoño-invierno. En 2008 se sembraron 61,069 ha de papa en el País; donde Sinaloa y Sonora. En Sinaloa se sembraron 14,014 ha de papa lo que corresponde al 22.9% de la superficie sembrada en el país; mientras que en Sonora se sembraron 11,648 ha lo que representó el 19% de la superficie cultivada en México. Sin embargo los altos niveles de producción alcanzado en el estado de Sonora de 33.2 ton/ha, lo consolidó como el mayor productor de esta hortaliza en el país con 386,850 ton. Cabe señalar que el cultivo de papa es una industria en crecimiento en el estado de Sonora ya que en 1980 se sembraban solamente 1429 ha y para el año 2008 se registraron 11,648 ha (SIAP, 2009).

Una de las limitantes en la producción de papa son las enfermedades virales, lo que repercute en una fuerte inversión por parte del agricultor en la implementación de medidas de manejo para el control del vector (*Myzus persicae*, principalmente). Dentro de las enfermedades virales, el Virus Y de la Papa (PVY) y sus variantes, son el principal problema. Según estudios por parte del Departamento de Fitopatología de la Universidad de Minnesota reportan pérdidas por virosis y presión de áfidos de alrededor del 40% (17.5% ton/ha) y estas limitan fuertemente la calidad de los tubérculos tanto para mercado fresco y semilla. En 1950 una nueva variante de PVY conocida

como PVY-n variante necrótica fue identificada en Europa y Sudamérica y desde entonces se ha diseminado por todo el mundo, fue detectada por primera vez en Canadá a principios de los 90's, esta variante produce severos mosaicos en papa y necrosis intervenal en tabaco (Piche, et al. 2004), más recientemente la variante PVY-NTN ha sido identificada en Europa y Canadá, causando necrosis en tubérculos, teniendo como consecuencia que varios productores han tenido gran cantidad de papa degradada o rechazada por los procesadores debido a la presencia de la necrosis reticular, este es un problema real para la producción industrial de papa en el país. Por lo que en nuestro grupo de trabajo estamos monitoreando la sanidad del cultivo de papa en el Sur de Sonora. Para el diagnóstico de algunas variantes como PVY-NTN no es posible la detección mediante técnicas serológicas por lo que se recurrió a métodos moleculares como RT-PCR y secuenciación para la detección y caracterización del complejo PVY que se encuentra presente en el Sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un muestreo dirigido a plantas de papa con posibles síntomas de origen viral a PVY y PVY-n en el Valle del Yaqui, Estado de Sonora, México. En total se colectaron 189 muestras de follaje de papa, las cuales fueron trasladadas y preservadas a 4 °C para su posterior análisis en el laboratorio de fitopatología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY). Las muestras fueron analizadas inicialmente para PVY y PVY-n por medio de la técnica de ELISA utilizando antisueros comerciales de Agdia®. Del total de las muestras originalmente colectadas, se seleccionaron las que resultaron positivas a PVY-n para su posterior análisis de PVY-NTN por medio del método de Inmunocaptura RT-PCR.

Para la Inmunocaptura RT-PCR fue necesario sensibilizar tubos de 200 µl con 50 µl del anticuerpo de cobertura específico para PVY-n (CAB26001) de Agdia®. Posteriormente, los tubos fueron incubados por dos horas a temperatura ambiente y una vez concluido el periodo de incubación, se realizaron tres lavados de tres minutos con PBS – Tween. Se tomaron 200 mg de las muestras que resultaron positivas a PVY-n, se maceraron con 2 ml del buffer de extracción MEB de Agdia®; incluyendo al control negativo y positivo. En seguida, de cada una de los macerados se tomaron 50 µl, se colocaron en los tubos sensibilizados con el antisuero y se incubaron por dos horas a temperatura ambiente. Una vez transcurrida la incubación, los tubos se lavaron dos veces con PBS-Tween y una tercera con agua libre de nucleadas. Los tubos se dejaron secar por 5 minutos, se les adicionaron 5 µl de agua grado molecular estéril y se incubaron en el termociclador a 70°C por cinco minutos para desnaturalizar la cubierta proteica del virus. La RT-PCR se realizó en dos pasos: primeramente se llevó a cabo la reacción de la transcripción reversa (RT) a 42°C durante 45 minutos usando el primer A (5' CATTGTGCCCAATTGCC3'). La reacción de PCR se llevó a cabo en un volumen final de 25 con buffer 1X, MgCl₂ 2 mM, 0.2 mM de dNTP's, 0.8 pmol de cada iniciador A (5' CATTGTGCCCAATTGCC3')/SA (5' GGTGAAGCTAATCATGTCAAC 3'), 2.5 U de Taq polimerasa y 5 µl de cDNA (Xu, H. Nie, J. 2002), las condiciones de amplificación consistieron en 94°C por 2 min y 35 ciclos de 94°C 1 min, 55°C 1 min y 72°C 1 min, con una extensión final de 10 min a 72°C. Los productos obtenidos fueron visualizados en geles de agarosa al 1.2%, utilizando como buffer de corrida el SB (10mM NaOH, pH 8.5 ajustado con ácido bórico) durante 45 min a 200 Volts, utilizando como marcador 100 pb (Invitrogen Life Technologies). La tinción se llevó a cabo en bromuro de etidio, visualizado bajo luz UV y foto documentado.

El producto amplificado fue clonado en el vector pGEM-T Easy (promega) e introducido mediante choque térmico en células de *E. coli* E109 de Promega. La extracción del plásmido se llevó a cabo por el método de lisis alcalina; posteriormente se realizó la digestión del plásmido con *Eco* RI para verificar si se encontraban los fragmentos amplificados inicialmente insertados.

Las secuencias obtenidas fueron comparadas con los datos reportados en el NCBI, mediante la herramienta BLAST (Block Local alignment Search) (Altschul et al., 1994) que proporciona porcentajes de homología y similitud que existe entre secuencias blanco obtenidas y las

secuencias de la base de datos del NCBI. Así mismo se realizaron los árboles filogenéticos mediante el programa bioinformático MEGA 3.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al recolectar muestras se pudo observar distintos síntomas desde clorosis, enanismo generalizado, hojas con puntos necróticos en el envés, hojas rugosas y mosaicos. Se detectaron tres variantes de PVY: PVY, PVY-N y PVY-NTN. De las 189 materiales analizados por medio de ELISA, el 15.8 % resultaron positivas para PVY, las cuales equivalen a 30 muestras; de estas, el 90% (27/30) fueron positivas a PVY-N variante necrótica y el 83% (25/30) resultaron positivas a PVY- NTN mediante inmonucaptura RT-PCR.

Para el caso de los juegos de iniciadores utilizados en este trabajo, estos mostraron buena efectividad para la amplificación del cDNA del virus PVY-NTN, puesto que las amplificaciones obtenidas son muy claras (443 pb) y con una buena intensidad, lo cual nos indica que los resultados de estos iniciadores pueden ser reproducibles (Figura 1).

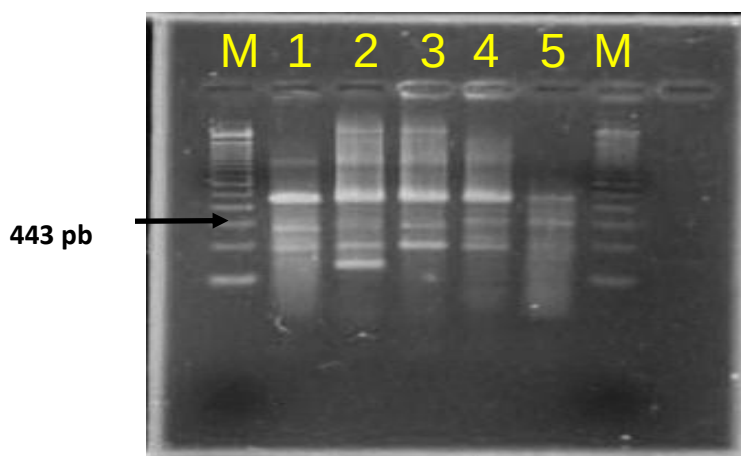


Figura1. Gel de agarosa al 1.2 mostrando los productos amplificados de PVY-NTN mediante RT-PCR con los iniciadores A y SA los cuales amplifican un fragmento de 443 pb. M= Marcador Molecular 100pb Plus Invitrogen. 1-5 muestras de papa positivas PVY-NTN.

Del análisis de secuencias reportadas en el NCBI se seleccionaron 11 aislados de PVY-NTN de diferentes partes del mundo para realizar los múltiples alineamientos y se compararon 378 nucleótidos, se encontró una similitud de identidad del 100% con dos aislados de PVY-NTN de Eslovenia, un 99% con aislado de PVY-NTN de Alemania y Reino Unido y un 98% con reportes de aislados de N:O de Estados Unidos y un 92 % de homología con aislados de PVY-N reportados en Canadá (Figura 2 y 3).

La diversidad y recombinación de PVY es variada, en la región se encontraron solamente aislados mediante pruebas serológicas de PVY y PVY-N, mientras que con la comparación y análisis de secuencias putativamente se encontró la presencia de PVY-NTN en cultivos de papa del Sur de Sonora. Esta información es inquietante por la agresividad de esta variante, en otras regiones del mundo, sin embargo según comentarios personales de productores no se han visto afectados de manera significativa en la producción como se reporta en otros países. Desde 1997 se ha monitoreado embarques de semilla de papa provenientes de Canadá, en este año de 172 embarques analizados, 16 fueron positivos a PVY y siete positivas a la variante necrótica, en 1998 dos de 23 muestras resultaron positivas a PVY-N (Cruz, *et al.* 2002) y según reportes en 2004 en Nuevo León se han identificado algunas muestras positivas a PVY-N (Guerrero, *et al.* 2009) y otros investigadores reportan variantes PVY-O y aislados de PVY-N relacionados con PVY-NTN en el

Estado de Toluca (Ramírez, *et al.* 2009); y en Tapalpa, Jalisco en 2002 se detectó la presencia de PVY-N y algunos aislados relacionados con PVY-NTN (Hernández, 2004). Estudios siguieron que la variante PVY-NTN ha surgido de algunas recombinaciones naturales de PVY-O ó PVY-C con PVY-N (Revers, *et al.* 1996).

Numero de Acceso	Descripción	Similitud de identidad
EF026075.1	Potato virus Y strain NTN, complete genome	100%
AF401604.1	Potato virus Y SI 64 polyprotein gene, P1 protease region, partial	100%
AB270705.1	Potato virus Y gene for polyprotein, complete cds, strain: N	99%
AJ890347.1	Potato virus Y strain NTN gene for polyprotein, genetic RNA, iso	99%
AJ890345.1	Potato virus Y strain NTN gene for polyprotein, genetic RNA, iso	99%
M95491.1	Potato virus Y polyprotein gene, complete cds	99%
EF016294.1	Potato virus Y strain NTN isolate v942490, complete genome	99%
EF026076.1	Potato virus Y strain N:O, complete genome	99%
AY745494.1	Potato virus Y isolate N:O-Mb146 polyprotein gene, partial cds	99%
AY745492.1	Potato virus Y isolate N:O-L56, complete genome	99%

Figura 2. Porcentaje de similitud de la clona PVY-NTN en comparación con los aislados de PVY NTN y N:O presentando una homología del 99 y 100 % de similitud con aislados de Eslovenia, Alemania y Reino Unido.

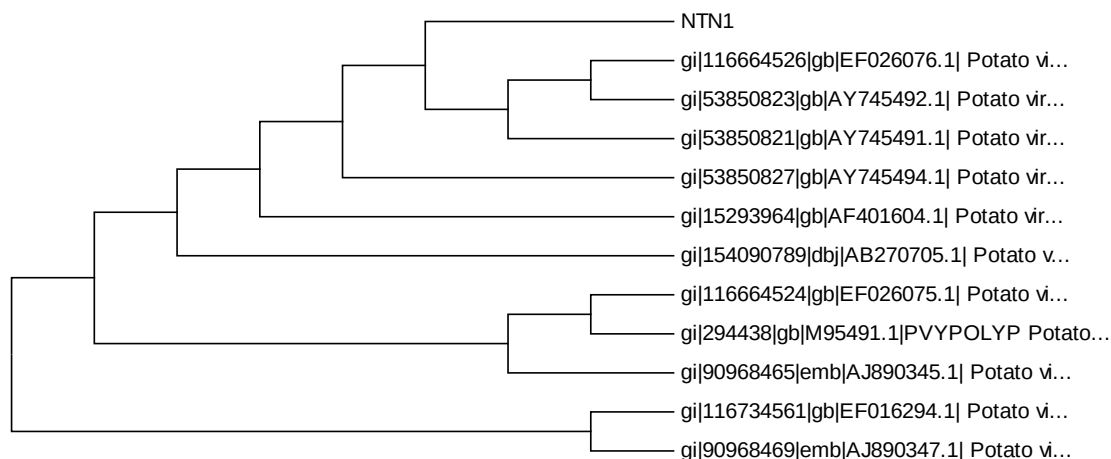


Figura 3: Árbol filogenético de once aislados del mundo publicado en la base de datos (NCBI) mostrando la homología de la clona PVY-NTN1 colectada en Sonora .

CONCLUSIONES

En papa se ha observado a través de los años que PVY y PVY-N coexisten de manera regular naturalmente, sin embargo, no se considera una regla ya que cultivos de papa pueden estar infectados solo por PVY y dar negativos a PVY-n y este a su vez dar negativo a PVY-NTN. Es preocupante encontrar estas variantes de PVY en la región ya que ponen en riesgo la sanidad del Valle. Sin embargo vale la pena resaltar que estas variantes no infectan otras solanáceas como chile, tomate y tomatillo, pero si es frecuente encontrar plantas infectadas con PVY. Es importante seguir el monitoreo de enfermedades virales y vectoriales en los cultivos hortícolas, actualmente con el incremento de Paratiroza se corre el riesgo de infecciones de la nueva especie de *Candidatus Liberibacter solanaceum* transmitida por paratiroza e infectando papa y tomate según reportes recientes (Hansen, 2008).

LITERATURA CITADA

- Altschul, S. F., Boguski M. S., Gish W. and Wootton J. C. (1994). Issues in searching molecularsequence databases. *Nature Genetics* 6:119-129.
- Cruz, F.M., Lozoya S.H. y Frias T. G.A. 2002. Potyvirus Y de la papa variante necrótica (PVY-N) en tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) canadiense. *Revista Mexicana de Fitopatología* 20:206-209.
- Guerrero G., C.E. 2005. Detección del virus Y de la papa y de la variante NTN (PNY-NTN) mediante Transcripción Reversa- Reacción en Cadena de la Polimerasa (RT-PCR) en cargamentos internacionales de papa y plantaciones comerciales del estado de Nuevo León. Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L. 35 p.
- Hansen J. T. Trumble, R. Stouthamer, and T. D. Paine, 2008. A New Huanglongbing Species, "Candidatus Liberibacter psyllaurens," Found To Infect Tomato and Potato, Is Vected by the Psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc) *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY* p. Vol. 74, No. 18 p5862–5865
- Hernandez de la Cruz M. 2004. Detección serológica y molecular del virus PVY-N y PVY-NTN en *Solanum tuberosum* L. y hospedantes alternos en Jalisco, Mexico. *Memorias del Congreso de Fitopatología*. Isla del Padre, Texas, EUA.
- Ramírez Rodríguez V.R., Aviña P.A. Frias T. G., Silva R. L. and Martínez S.J.P. 2009. Presence of necrotic strains of Potato virus Y in Mexican potatoes. *Virology Journal* 2009, 6:48
- Revers F, Le Gall O, Candresse T, Le Roumancer M, Dunez J. 1996. Frequent occurrence of recombinant potyvirus isolates. *J Gen Virol* , 77:1953-1965.
- SAGARPA, 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx. 16 de Agosto de 2009.
- Xu, H. and Nie, J. 2002. "Specific detection of PVYn and PVYntn strains in potato tissues by reverse trascription polymerase chain reaction" pp 17-20 in North East Potato Technology Forum 02, March 11-12, 2002. Fredericton, NB.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA PARA EL CULTIVO DE TRIGO DURANTE EL CICLO AGRÍCOLA 2008-2009 EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Alma Angélica Ortiz Avalos¹, Juan Manuel Cortés Jiménez¹, Jaime Garatuza Payán², Teresa de Jesús Ruiz Vega¹, Gerardo Zazueta Encinas¹. ¹INIFAP-Campo Experimental Valle del Yaqui. Dr. Norman E. Borlaug Km. 12 A.P. 155, C.P. 85000. Cd. Obregón, Sonora. Teléfono (644) 414-57-00. ²Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de Febrero 818 sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora, México. ortiz.alma@inifap.gob.mx

Palabras clave: Evapotranspiración, interpolación, estaciones climáticas.

RESUMEN

Se tomó el valor de la evapotranspiración del ciclo agrícola 2008/2009 publicada en la red de estaciones climatológicas del Valle del Yaqui, Sonora para el cultivo de trigo. El dato utilizado fue la evapotranspiración reportada durante el período 01/12/08 al 15/04/09 de cada una de las estaciones. Se creó una base de datos digital que se importó al programa IDRISI KILIMANJARO para pasar los datos a digitales y por medio de una interpolación se proyectó la evapotranspiración para todo el Valle. La evapotranspiración total del período 01/12/08 al 15/04/09 fue de 507 mm, el comportamiento de la evapotranspiración no fue uniforme en el Valle, por lo que se concluye que no se puede estandarizar a aplicar una misma lámina de riego para todo el Valle del Yaqui.

ABSTRACT

It took the value of the evapotranspiration of the agricultural cycle 2008/2009 published in the network of weather stations in the Yaqui Valley, Sonora for growing wheat. The evapotranspiration data used was reported during the period 01/12/08 to 15/04/09 from each of the seasons. It created a digital database that was imported into IDRISI KILIMANJARO program to pass data through a digital interpolation evapotranspiration is projected for the entire Valley. The total evapotranspiration for the period 01/12/08 to 15/04/09 was 507 mm, evapotranspiration behavior was not uniform in the Valley, so it is concluded that there can be standardized to apply the same sheet of irrigation for all the Yaqui Valley.

INTRODUCCIÓN

La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor). El agua se evapora de una variedad de superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la vegetación mojada. La evapotranspiración se expresa normalmente en milímetros (mm) por unidad de tiempo. Esta unidad expresa la cantidad de agua perdida de una superficie cultivada en unidades de altura de agua. La unidad de tiempo puede ser una hora, día, 10 días, meso incluso un completo período de cultivo o un año. El clima, las características del cultivo, el manejo y el medio de desarrollo son factores que afectan la evaporación (FAO, 2000).

Charles Thornthwaite, (1948) definió a la evapotranspiración potencial (ET_p) como la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación, que se desarrolla en óptimas condiciones, y en el supuesto caso de no existir limitaciones en la disponibilidad de agua; la evapotranspiración real (ET_r) o de cultivo es el proceso mediante el cual el agua es evaporada desde el suelo y transpirada por la planta. Desde el punto de vista de la programación del riego, la ET_r es primordial, tanto en lo que se refiere a la frecuencia de la aplicación, como la cantidad de agua a aplicar (Gurovich, 1985).

En agricultura, la ET_r se calcula indirectamente usando la evapotranspiración de referencia (ET_o), la cual es corregida por un coeficiente de cultivo (K_c) específico para cada especie agrícola. La ET_o se puede calcular utilizando datos meteorológicos. El método de FAO Penman-Monteith se recomienda como el único método estándar para la definición y el cálculo de la evapotranspiración

de referencia (ETo). Este método ha sido seleccionado debido a que aproxima de una manera cercana la ETo de cualquier localidad evaluada, tiene bases físicas sólidas e incorpora explícitamente parámetros fisiológicos y aerodinámicos. Además, se han desarrollado procedimientos para la estimación de los parámetros climáticos faltantes, este método requiere datos climáticos como son: radiación, temperatura del aire, humedad atmosférica y velocidad del viento (FAO, 2000). El factor de cultivo se obtiene de tablas o gráficas publicadas en función del desarrollo del cultivo (Figura 1).

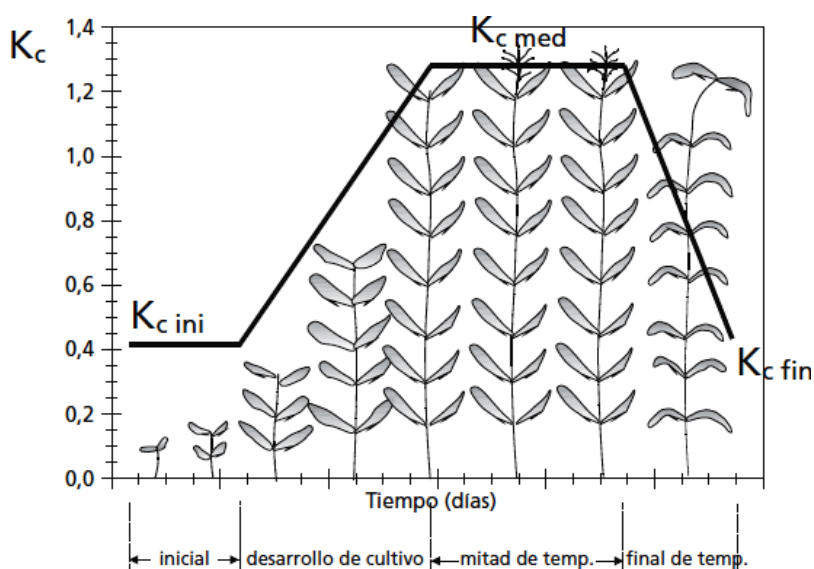


Figura 1. Curva para predecir el factor de cultivo (K_c) en base a la etapa de desarrollo del cultivo.
Fuente: Estudios FAO, Riego y Drenaje 56.

Los efectos combinados, tanto de la transpiración del cultivo, como de la evaporación del suelo se integran en este coeficiente único del cultivo. Así El coeficiente K_c incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo, constituyendo una excelente herramienta para la planificación del riego y la programación de calendarios básicos de riego en periodos mayores a un día.

En la región del Valle del Yaqui el principal cultivo que se siembra es el trigo, en esta región en donde los valores de evapotranspiración sobrepasan los de precipitación (Ortiz *et al.*, 2009), es muy importante tener relacionada la primer variable ya que esto nos permitirá evaluar el comportamiento de la misma y monitorear la demanda de riego del cultivo.

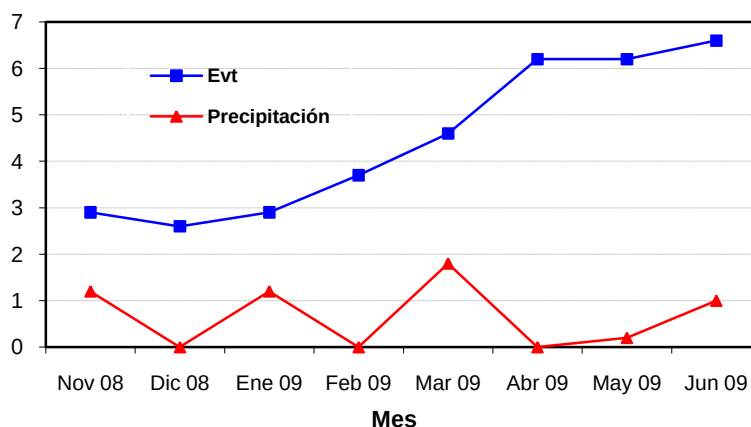


Figura 2. Evapotranspiración y precipitación promedio por mes, reportada en la estación climatológica del Block 910 del Valle del Yaqui, Sonora.

OBJETIVO

Identificar los valores de evapotranspiración de referencia del Valle del Yaqui por medio de la información proporcionada por la red de estaciones climáticas e indicar si con este valor se puede tomar un criterio general para riego agrícola en el cultivo de trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en el Campo Experimental Valle del Yaqui en el mes de agosto del 2009. Se utilizó la información de evapotranspiración de referencia (ET₀) de las 14 estaciones climáticas existentes (Figura 2). El trigo se sembró el 1° de diciembre y se cosechó el 15 de abril.

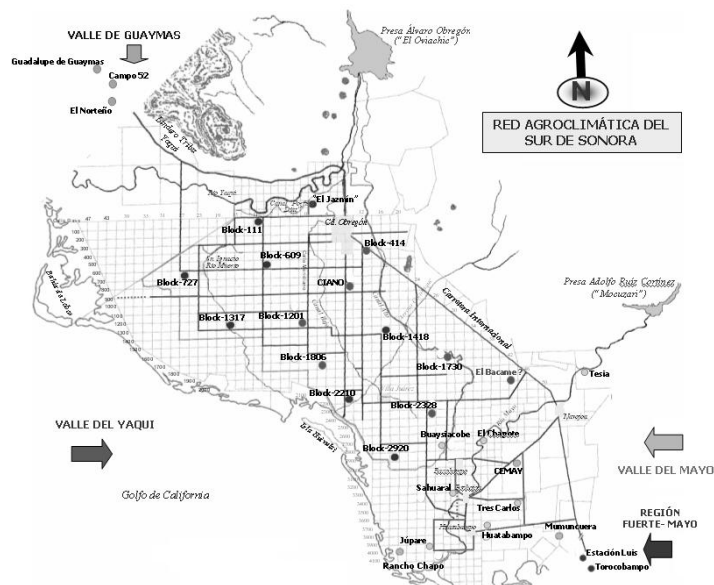


Figura 3. Localización de las estaciones climáticas en el Valle del Yaqui, Sonora.

Fuente: <http://pieaes.dyndns.org/~yaqui/datos.php?dts=D>

La información utilizada comprendió el período del 1° de diciembre del 2008 al 30 de abril del 2009. Se promedió mensualmente este valor y los datos faltantes se obtuvieron por medio de una

interpolación en el programa IDRISI KILIMNJARO, una vez completa la base de datos en excel se procedió georeferenciar en unidades UTM cada serie de puntos de datos, estos datos se importaron al programa IDRISI KILIMANJARO en donde se creó un mapa de puntos (mejor conocido como vector), el mapa de puntos se sometió a un proceso de interpolación, se le adicionaron los límites mínimos y máximos en X,Y del Valle para obtener el mapa. Para la realización de las gráficas, se utilizó la evapotranspiración acumulativa mes con mes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor de evapotranspiración es una herramienta muy indispensable para hacer programaciones para riego agrícola, sin embargo se tiene que considerar que aunque se trate de una misma región, los valores de esta no son iguales (Figura 4). La región donde se observó la mayor evapotranspiración se situó en la región del block 2920 muy cerca de la costa, a lo que se conoce como Isla del Siari.

En las regiones cercanas a las costas la evaporación es más alta debido a que hay más áreas con suelo desnudo y, la evaporación a partir de un suelo desnudo es superior a la del mismo suelo cubierto con vegetación; pues en un suelo cubierto, las radiaciones solares se amortiguan (Miliarum.com).

En la Figura 5 se reporta la evapotranspiración acumulada en el período evaluado, el mes que reportó la mayor evapotranspiración fue el mes de marzo con un valor de 143 mm.



Figura 4. Valores de evapotranspiración en mm observada en el Valle del Yaqui en los meses de noviembre del 2008 a abril del 2009.

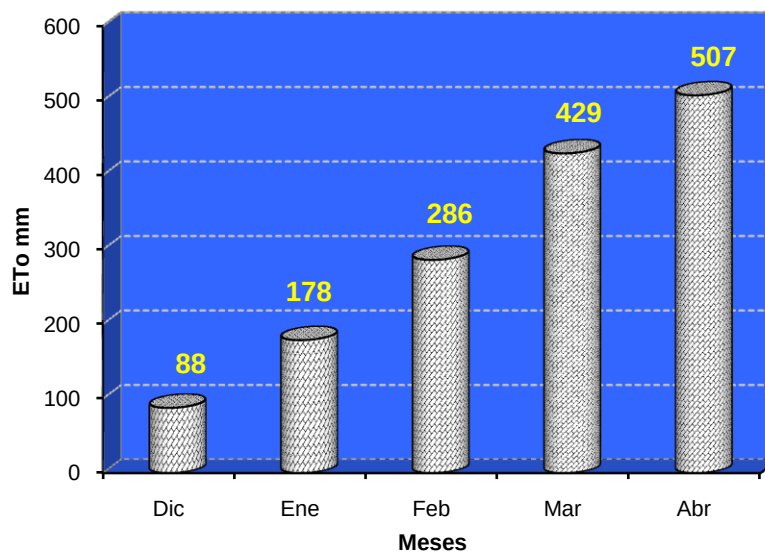


Figura 5. Valores de evapotranspiración en mm acumulados en el período 01/12/08 al 15/04/09

En la agricultura de riego es necesario optimizar el manejo del agua y aumentar la eficiencia de uso del recurso hídrico mediante un conjunto de procedimientos técnicos que brinden información necesaria para regar un cultivo con una frecuencia y tiempo óptimos (Singh y Chauman, 1996), es por eso que aunque la evapotranspiración sea una herramienta muy útil para la programación del riego, por sí sola no predice la aplicación del mismo, si no que es necesario agregar valores como la precipitación, tipo de cultivo, etapa, tipo y calidad de suelo, humedad aprovechable y además la calidad de agua que se aplicará en la parcela (FAO, 1998).

CONCLUSIÓN

Los resultados de la distribución espacial promedio para el Valle del Yaqui, no estandarizan a que la demanda de agua por el cultivo de trigo sea la misma para toda la región.

LITERATURA CITADA

- De Juan Valero, J.A. y F. Martín de S.O. 1992. "La Medida de la Evapotranspiración". *Agronomía de Riego* editado por Martín de Santa Olalla, F. y De Juan Valero, J.A. Departamento de Producción Vegetal y Tecnología, Universidad de Castilla-La Mancha. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 732 pp.
- FAO, 1998. Evapotranspiración de cultivo. Guía para los requerimientos de agua en los cultivos. Estudio FAO 56 Riego y Drenaje. 300 pp.
- Gurovich, L. 1985. Fundamentos y diseños de sistemas de riego. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José de Costa Rica. 433 pp.
- Merlet, B., Horacio y Santibáñez Q., Fernando (1989). Evaluación y cartografía de la evapotranspiración potencial en la zona de climas mediterráneos de Chile. Boletín Técnico, Número 48, págs. 27-50. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.
- Miliarum. com. Ingeniería Civil y Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.miliarium.com/Proyectos/EstudiosHidrogeologicos/Memoria/Evapotranspiracion/Evaporacion.asp> Visitado 20 de agosto del 2009.
- Ortiz, A.A.A., Cortés, J.J.M., Ruiz, V.T de J. y Zazueta, E. G. 2009. Variabilidad temporal de nitrógeno y fósforo en muestras de gallinaza, publicado en memoria del primer simposium internacional de agricultura orgánica. Cd. Obregón, Sonora, México 29 y 30 de septiembre del 2009. pp 505-510
- PIEAES 2009. Red de estaciones Climatológicas, disponible en: <http://pieaes.dyndns.org/~yaqui/datos.php?dts=D> visitado el 20 de agosto del 2009.
- Singh, R.V., and. Chauman, H.S. 1996. Irrigation scheduling in wheat under shallow water table conditions. p 103-108. In: C. Camp, E. Sadler, and R. Yoder (eds.). Evapotranspiration and Irrigation Scheduling. A.S.A.E. San Antonio, Texas, USA.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SUELOS REPRESENTATIVOS DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Juan Manuel Cortés Jiménez¹, Alma Angélica Ortiz Avalos¹, Teresa de Jesús Ruíz Vega¹ y Gerardo Zazueta Encinas¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000. Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. 644 4145700. cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

Palabras clave: Arena, Limo, Arcilla.

RESUMEN

Se determinaron las características físico-químicas siguientes: N-NO₃, P, MO, TCO₃, Ca, Mg, Na y K intercambiables, CIC, pH, PSI, CO₃, HCO₃, Cl y SO₄; Ca, Mg, Na y K en extracto, SAT, CH, DA, DR, EP, CH, microelementos (B, Cu, Fe, Mn y Zn) y textura de muestras de suelo provenientes del Valle del Yaqui tomadas a una profundidad de 0-30 y 30-60 cm. En promedio a 0-30 y 30-60 cm de profundidad se reportó 110 kg ha⁻¹, 61.3 kg ha⁻¹, 4.0%, 0.90%, 7.8 de N-NO₃, P, TCO₃, MO y pH en CaCl₂ respectivamente; las bases intercambiables reportaron 17.5, 3.2, 0.97 y 0.98 meq 100g⁻¹ para Ca, Mg, Na y K; la saturación fue de 51.6% y el pH-Sat fue de 8.1, la CE 1.33 dS m⁻¹, PSI de 3.49%, la DA y DR tuvieron valores respectivos de 1.30 y 2.27 g cm⁻³, el EP, CH, Ca, Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl y SO₄ en extracto, reportaron valores de 42.3%, 1.30 cm h⁻¹, 3.8, 2.0, 5.3, 0.38, 0.0, 7.6, 10.7 y 1.32 meq L⁻¹. El valor de los microelementos fue de 1.01, 0.96, 2.46, 6.20 y 0.60 ppm para B, Cu, Fe, Mn y Zn respectivamente. La arena, limo y arcilla reportaron valores de 13.8, 39.3 y 47.0%. Se encontraron 4 tipos de clases texturales; arcilloso, arcillo-limoso, franco-arcillo-limoso y franco limoso, el nivel de fertilidad resultó bajo para las 4 clases texturales, los suelos con más contenido de arcilla tienden a presentar más problemas de salinidad, sodicidad y compactación.

ABSTRACT

Were determined following physicochemical characteristics: N-NO₃, P, MO, TCO₃, Ca, Mg, Na and exchangeable K, CEC, pH, PSI, CO₃, HCO₃, Cl and SO₄, Ca, Mg, Na and K in extract, SAT, CH, DA, DR, EP, CH, microelements (B, Cu, Fe, Mn and Zn) and texture of soil samples from the Yaqui Valley taken at a depth of 0-30 and 30-60 cm. On average 0-30 and 30-60 cm depth was reported 110 kg ha⁻¹, 61.3 kg ha⁻¹, 4.0%, 0.90%, 7.8 of N-NO₃, P, TCO₃, OM and pH in CaCl₂ respectively; exchangeable bases reported 17.5, 3.2, 0.97 and 0.98 meq 100g⁻¹ for Ca, Mg, Na and K saturation was 51.6% and the pH was 8.1 Sat, EC 1.33 dS m⁻¹, PSI of 3.49 %, the DA and DR had respective values of 1.30 and 2.27 g cm⁻³, EP, CH, Ca, Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl and SO₄ extract, reported values of 42.3%, 1.30 cm h⁻¹, 3.8, 2.0, 5.3, 0.38, 0.0, 7.6, 10.7 and 1.32 meq L⁻¹. The value of microelements was 1.01, 0.96, 2.46, 6.20 and 0.60 ppm for B, Cu, Fe, Mn and Zn respectively. The sand, silt and clay reported values of 13.8, 39.3 and 47.0%. We found 4 types of textural classes, clay, clay loam, silty clay loam and silt loam, the fertility level was low for the 4 textural classes, soils with more clay content tend to have more problems of salinity, sodicity and compaction.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural que a lo largo de la historia ha proporcionado el sustento para la población humana. A pesar de su importancia, no ha recibido un marcado interés ni la atención necesaria de la sociedad, en parte por desconocimiento y en parte por el falso concepto de que se trata de un cuerpo inerte y por lo tanto no puede deteriorarse (Bautista *et al.*, 2004). Este último concepto es erróneo y existe una gran cantidad de estudios que describen procesos de degradación en los suelos. Según Karlen *et al.* (1997) el suelo se debe reconocer entonces como sistema vivo y dinámico que emerge con un equilibrio y una interacción únicos de sus componentes biológicos, químicos y físicos.

Según Irigoien (2004), la calidad del suelo expresa su capacidad para realizar una función específica dentro de los límites del ecosistema y uso de la tierra; y hace referencia al estado o condición del suelo. Doran y Parkin (1994) definieron a la calidad del suelo como su capacidad de

funcionar dentro de un ecosistema sosteniendo la productividad biológica, manteniendo la calidad del ambiente y promoviendo la salud animal y vegetal. Karlen *et al.* (1997) sugieren una forma simple de definir la calidad del suelo como "la capacidad (del suelo) para funcionar". Por ejemplo, un suelo arenoso puede drenar los excesos de agua más rápidamente que un suelo arcilloso. O un suelo profundo tiene más espacio para el desarrollo de las raíces de un cultivo que otro suelo con roca cerca de la superficie

Antes del establecimiento de algún cultivo, es muy importante conocer la situación actual de las propiedades del suelo así como los puntos críticos que posee; además se sugiere analizar los posibles impactos por una intervención y monitorear el impacto de las intervenciones (Hünneimyer *et al.*, 1997). La calidad del suelo, se puede ver afectada por el manejo del suelo como uso de maquinaria, utilización de fertilizantes, agroquímicos, tipo de cultivo y enmiendas orgánicas. Mediante el monitoreo de las propiedades del suelo, se propone relacionar, entonces, la condición del suelo actual con las tendencias o cambios que pueden inducirse de dicha condición, priorizar parámetros, relacionarlos con las funciones del suelo y fijar los valores críticos o "luces de peligro" en el cual se indique qué suelo y que funciones del ecosistema están siendo dañadas (Morón, 2004). La NRCS (2004), sugiere monitorear los indicadores de la calidad del suelo bajo los siguientes criterios; fáciles de medir, medir cambios en función del suelo, abarcar propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, ser accesibles a los evaluadores y ser sensibles a las variaciones climáticas y de manejo

Dentro de las propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de calidad, se encuentran aquellas que se refieren a la forma en que el suelo intercepta, retiene y transfiere el agua, a los movimientos que realiza dicho líquido en el perfil, a las limitaciones que puede presentar para el desarrollo de raíces y la emergencia de plantas y a la estructura y porosidad de dicho suelo. Se han propuesto entonces como indicadores a la estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad del suelo superficial, capacidad de almacenamiento del agua y conductividad hidráulica saturada. Las propiedades químicas de los suelos que pueden utilizarse como indicadores de calidad son aquellas que se refieren a condiciones químicas que pueden afectar las relaciones suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad Buffer del suelo y la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y microorganismos. Larson y Pierce (1991), Doran y Parkin (1994) y Seybold *et al.*, (1997), proponen a la disponibilidad de nutrientes, materia orgánica, pH, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico, como indicadores de la calidad en las propiedades químicas del suelo.

OBJETIVO

Identificar los tipos de suelo representativos del Valle del Yaqui según su clasificación textural y determinar sus principales características físico-químicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en Campo Experimental del Valle del Yaqui-INIFAP. Para el estudio se analizó la base de datos de muestras de suelo tomadas en parcelas aledañas a lo largo del dren colector No. 3 que recorre el Valle del Yaqui y en su trayecto atraviesa por distintos tipos de suelo. En total se registraron 6 muestras por cada uno de los 14 sitios de muestreo registrados a 0-30 y 30-60 cm de profundidad, cada muestra provenía de 3 sub muestras.

Información del Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del Valle del Yaqui, indicó que después de tomadas las muestras se extendieron sobre papel destaza a la sombra y temperatura ambiente, fueron molidas en tabla con mazo de madera y tamizadas en malla de 0.850 mm para análisis químico y de 2.00 mm para análisis físico. Las variables evaluadas fueron: Nitrógeno nítrico (N-NO_3) por el método de la brucina, Fósforo disponible (P) por el método Bray P1, Bases Intercambiables (Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Sodio (Na)) por la extracción con acetato de amonio 1N pH 7.0, Boro (B) evaluado por Azometina-H, Micro elementos (Hierro (Fe),

Cobre (Cu), Manganese (Mn) y Zinc (Zn)) por extracción con DTPA 0.005M, Materia Orgánica (MO) por Walkley y Black, Carbonatos Totales (TCO_3) por neutralización ácida, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) por la suma de las bases intercambiables, pH en relación 1:2.5 en CaCl_2 (pH CaCl_2), Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) estimado a partir de la CIC y el Na intercambiable, Conductividad Eléctrica (CE) en extracto de saturación, Aniones en extracto de saturación (CO_3 , HCO_3 , Cl y SO_4) Cationes en extracto de saturación (Ca, Mg, Na y K), Porcentaje de Saturación (PS) por medio de la pasta saturada, pH en pasta saturada (pH-Sat), Conductividad Hidráulica (CH) por el método del permeámetro de carga hidráulica constante, Densidad Aparente (DA), Densidad Real (DR) y Espacio Poroso (EP) por el método de la probeta de sedimentación y Textura (%Arena, %Limo, %Arcilla) por el método de Bouyoucus.

Para definir el tipo de suelos, estos fueron asociados según la clase textural resultante al interpolar en el triángulo de texturas del departamento de Agricultura de Estados Unidos las proporciones de arena, limo y arcilla que reportaron en ambas profundidades. Las características físico químicas del suelo fueron los promedios resultantes de la asociación de las clases texturales. Los promedios y gráficas se realizaron en Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total, se encontraron 4 clases texturales (Figura 1), la textura predominante de mayor a menor se reporta en el siguiente orden: Arcilla>Arcillo-Limosa>Franco Limoso>Franco Arcillo Limoso en ambas profundidades. Los datos de estadística descriptiva de las clases texturales se muestran en el Cuadro 1.

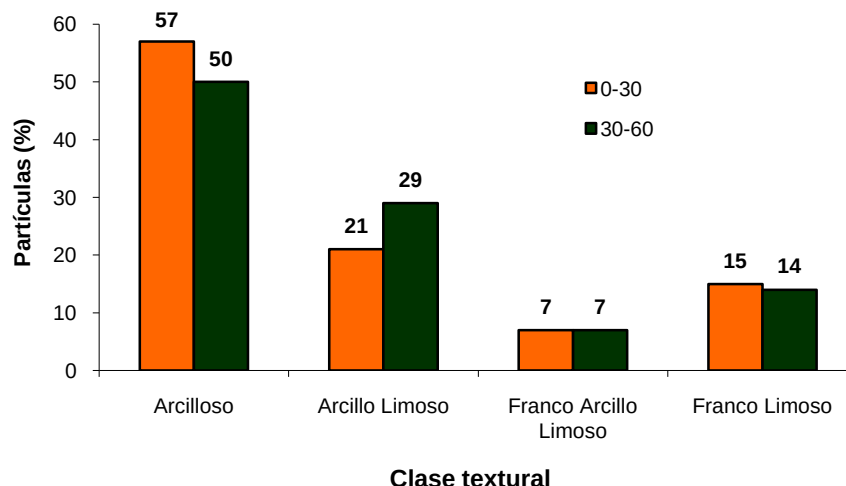


Figura 1. Clases texturales de las muestra de suelo evaluadas a 0-30 y 30 cm de profundidad.

En los Cuadros del 2 al 6, se reportan las características físico-químicas promedio evaluadas por clase textural a 0-30 cm y 30-60 cm de profundidad.

Los valores de N-NO_3 y P se reportaron más altos en los suelos arcillosos (1* y 2*) que en los francos (3* y 4*), esta diferencia se debió a que en el momento de muestrear hubo terrenos de los arcillosos que ya estaban fertilizados para la siembra de trigo. Los valores de carbonatos totales (TCO_3), según la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 se clasificaron como medios y como bajo el valor de la materia orgánica (MO) para los dos tipos de suelo y en ambas profundidades. El pH se ubicó en el rango de medianamente alcalino, según la Norma Oficial descrita anteriormente.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las cuatro clases texturales reportadas a 0-30 y 30-60 cm de profundidad.

Clase Textural	Variables de estadística descriptiva									
	Media %		Máximo %		Mínimo %		CV %		Dv. Std	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
Arcilla										
Arena	20.6	19.4	45.3	46.6	8.60	5.3	45.8	53.9	9.5	10.4
Limo	31.0	28.7	42.2	44.0	14.7	12.7	24.9	28.2	7.7	8.1
Arcilla	48.3	51.2	66.0	70.0	30.5	34.5	17.5	18.5	8.4	9.6
Arcillo-Limosa										
Arena	6.9	8.8	13.3	22.0	0.80	0.80	47.4	77.9	3.3	6.8
Limo	47.5	45.1	54.7	54.7	38.7	37.4	8.2	11.3	3.9	5.1
Arcilla	45.6	46.1	54.5	58.5	36.7	34.5	10.1	6.3	4.6	13.7
Franco-Limoso										
Arena	27.5	4.60	45.9	13.9	8.8	1.90	39.0	102.0	10.7	4.7
Limo	57.0	64.0	54.7	72.7	40.7	56.7	10.7	9.8	6.1	6.3
Arcilla	15.5	31.4	28.5	41.4	9.4	25.4	45.5	17.1	7.0	5.4
Franco-Arcillo-Limoso										
Arena	5.60	25.4	9.90	41.9	3.90	6.80	42.0	43.4	2.3	11.0
Limo	62.7	58.5	70.7	64.7	56.7	48.7	9.0	8.9	5.7	5.2
Arcilla	31.7	16.1	39.4	28.5	25.4	9.40	16.6	47.1	5.3	7.6

Cuadro 2. Características químicas de las cuatro clases texturales resultantes a 0-30 y 30-60 cm de profundidad.

Variables	Valores según la Clase Textural en ambas profundidades de muestreo							
	1*		2*		3*		4*	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
N-NO ₃ kg ha ⁻¹	156	117	169	172	84	110	38	31
P kg ha ⁻¹	78.1	63.2	102.4	58.0	49.7	34.0	88.5	16.7
TCO ₃ %	4.36	4.48	4.06	3.81	3.43	3.17	4.27	4.17
MO %	0.95	0.95	0.97	0.89	0.91	0.77	0.94	0.80
pH CaCl ₂	7.44	7.45	7.66	7.72	8.03	7.99	8.10	8.09

1* = Arcilloso; 2* = Arcillo-Limoso; 3* = Franco-Arcillo-Limoso; 4* = Franco-Limoso

Las bases intercambiables y la CIC resultaron mayor en los suelos con mayor contenido de arcilla, desde el punto de vista de la fertilidad del suelo, una mayor CIC se asocia con suelos más fértiles, sin embargo, una mayor CIC también se asocia con problemas de infiltración además de factores como la calidad del agua, la textura del suelo y el tipo de arcilla (Ayers y Westcot, 1985). La CIC esta correlacionada positivamente con el porcentaje de arcilla, por lo tanto, los suelos con más contenido de arcilla poseen una mayor CIC y una mayor cantidad de cationes intercambiables.

Cuadro 3. Valor promedio de bases intercambiables y CIC de las cuatro clases texturales resultantes a 0-30 y 30-60 cm de profundidad.

Variables	Valores según la Clase Textural en ambas profundidades de muestreo							
	1*		2*		3*		4*	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
Ca meq 100 g ⁻¹	25.0	24.7	18.4	19.8	14.9	13.8	12.1	11.6
Mg meq 100 g ⁻¹	3.73	3.61	2.69	3.01	3.03	3.23	2.92	2.78
Na meq 100 g ⁻¹	1.23	1.32	0.91	0.98	0.79	1.16	0.71	0.69
K meq 100 g ⁻¹	1.39	1.08	0.96	0.97	0.97	0.85	0.85	0.81
CIC meq 100 g ⁻¹	30.4	30.1	22.9	24.8	19.7	19.1	16.6	15.8

1* = Arcilloso; 2* = Arcillo-Limoso; 3* = Franco-Arcillo-Limoso; 4* = Franco-Limoso

El catión predominante en los suelos fue el sodio, resultando una concentración de 9.80, 7.35, 6.62 y 2.13 meq L⁻¹ respectivamente en la clase textural arcillosa, arcillo-limosa, franco-arcillo-limosa y franco limosa. El anión predominante fue el cloro, sin embargo no presenta marcada diferencia entre los tipos de suelo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valor promedio de los iones en extracto de saturación de las cuatro clases texturales resultantes a 0-30 y 30-60 cm de profundidad.

Variables	Valores según la Clase Textural en ambas profundidades de muestreo							
	1*		2*		3*		4*	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
Ca meq L ⁻¹	7.32	4.50	3.47	4.11	1.58	7.57	1.12	0.64
Mg meq L ⁻¹	2.98	1.86	2.15	2.58	0.95	4.24	0.75	0.73
Na meq L ⁻¹	7.84	6.81	5.59	6.58	2.48	10.05	1.70	1.55
K meq L ⁻¹	0.13	0.13	0.42	0.20	0.57	0.66	0.56	0.37
CO ₃ meq L ⁻¹	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO ₃ meq L ⁻¹	8.20	6.06	8.52	7.96	8.40	6.83	8.20	6.63
Cl meq L ⁻¹	10.98	8.26	11.86	10.71	12.33	10.07	11.73	9.47
SO ₄ meq L ⁻¹	1.60	1.02	1.84	1.40	1.76	1.19	1.14	0.57

1* = Arcilloso; 2* = Arcillo-Limoso; 3* = Franco-Arcillo-Limoso; 4* = Franco-Limoso

De acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000, los niveles de Cu se consideran adecuados, ya que niveles mayores de 0.2 ppm se consideran adecuados para los suelos. Los niveles de Fe se reportan como deficientes para la primera y cuarta clase textural, medios en la segunda y tercera clase textural, debido a que el rango reportado por la NOM-021-RECNAT-2000 indica que menor de 2.5 ppm resultan deficientes, entre 2.5 y 4.5 ppm son medios y por arriba de 4.5 ppm son considerados como adecuados. Para el caso de Mn aquellos valores arriba de 1.0 ppm son adecuados, para la disponibilidad de Zn, el rango utilizado por la NOM-021 indica que por debajo de 0.5 ppm la disponibilidad es deficiente, entre 0.5 y 1.0 ppm es media y por arriba de 1.0 ppm es adecuada, por lo tanto todos los estratos a 0-30 cm de profundidad reportaron como media la disponibilidad de este micro elemento y deficiente en la profundidad de 30-60 en las clases texturales 3 y 4. La disponibilidad de B se clasifica como media, mayor de 2.10 ppm es considerada como muy alta.

Cuadro 5. Valor promedio de micro elementos resultantes de las cuatro clases texturales resultantes a 0-30 y 30-60 cm de profundidad.

Variables	Valores según la Clase Textural en ambas profundidades de muestreo							
	1*		2*		3*		4*	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
Cu ppm	1.33	1.38	1.43	1.17	0.67	0.70	0.47	0.52
Fe ppm	1.38	1.63	3.28	2.78	4.27	2.97	1.50	1.88
Mn ppm	2.51	2.11	11.69	4.70	10.30	7.17	8.08	3.03
Zn ppm	0.78	0.71	0.86	0.48	0.66	0.48	0.53	0.31
B ppm	0.95	0.94	0.94	1.09	0.91	1.01	1.01	1.21

1* = Arcilloso; 2* = Arcillo-Limoso; 3* = Franco-Arcillo-Limoso; 4* = Franco-Limoso

El porcentaje de saturación es más alto en un 14.5% en los suelos arcillosos (considerando ambas profundidades) que en los franco (Cuadro 6). La conductividad eléctrica se reportó en el siguiente orden: 1.95 dS m⁻¹ (moderadamente salina), 1.51 dS m⁻¹ (ligeramente salina), 0.72 dS m⁻¹ (Normal) y 0.55 dS m⁻¹ (normal) en suelo arcilloso, arcillo-limoso, franco-arcillo-limoso y franco-limoso respectivamente a 0-30 cm de profundidad. El porcentaje de sodio intercambiable en promedio reportó valores de 4.42 % en suelos de arcilla y 2.54 % en suelos francos, el valor de la conductividad hidráulica y espacio poroso resultaron 38.1 % y 11% más bajo en suelos de arcilla que en los francos respectivamente, la densidad real fue mayor en suelos con más contenido de arena. Para este conjunto de variables, resultó evidente que los suelos arcillosos con un contenido de arcilla promedio de 48.0% tiene un riesgo de salinización mayor que el suelo franco que contiene un promedio de 23.7% de arcilla. La mayor acumulación de sales que se presenta en los suelos de textura fina se ha identificado como uno de los factores de suelo que incrementan el riesgo de salinización y sodificación de los suelos agrícolas, principalmente de los vertisoles y los regosoles (Richards, 1954; Miralles *et al.*, 2002). La evaluación del riesgo de degradación del suelo por exceso de sales, considera la influencia de la textura ya que afecta la porosidad y la capacidad de drenaje del suelo (Miralles *et al.*, 2002). La acumulación de sales es mayor en los suelos de textura arcillosa que en los de textura arenosa, de acuerdo con Hamdy *et al.* (1993) y Gavande (1982), los suelos arcillosos podrían no tener problemas desde el punto de vista de la salinidad, si tuvieran una buena estructura y drenaje.

Cuadro 6. Valor promedio de características físico-químicas de las cuatro clases texturales resultantes a 0-30 y 30-60 cm de profundidad.

Variables	Valores según la Clase Textural en ambas profundidades de muestreo							
	1*		2*		3*		4*	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
SAT %	55.2	56.6	53.6	54.8	49.7	55.0	44.2	43.3
pH-Sat	8.03	8.05	7.89	8.13	8.03	7.94	8.32	8.35
CE dS m ⁻¹	1.95	1.49	1.51	1.54	0.72	2.56	0.55	0.45
PSI %	4.16	4.40	4.42	4.73	1.97	5.40	1.32	1.50
DA g cm ⁻³	1.30	1.31	1.30	1.30	1.29	1.29	1.33	1.31
DR g cm ⁻³	2.21	2.20	2.21	2.21	2.38	2.23	2.39	2.31
EP %	40.9	40.2	41.1	41.1	45.6	42.0	44.5	43.0
CH cm h ⁻¹	2.00	0.99	1.00	0.60	2.17	1.34	2.27	1.59

1* = Arcilloso; 2* = Arcillo-Limoso; 3* = Franco-Arcillo-Limoso; 4* = Franco-Limoso

CONCLUSIONES

- Los tipos de suelos representativos del Valle del Yaqui, se agruparon en cuatro clases texturales que son: arcillosa, arcillo-limosa, franco-arcillo-limosa y franco-limosa.
- El nivel de fertilidad de los suelos tomando como índice la materia orgánica, resultó bajo.
- Por su pH los suelos se clasificaron como medianamente alcalinos.
- La salinidad y sodicidad resultaron más altas en los suelos arcillosos que en los francos.
- El drenaje y porosidad del suelo fue menor en suelos con más contenido de arcilla.

LITERATURA CITADA

- Ayers, R.S. y D.W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrig. Drain. Pap. 29, Rev. 1, FAO, Rome.
- Bautista, C. A., Etchevers B., del Castillo R.F. y C. Gutiérrez. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. Revista Ecosistemas. 13(2):90-97. www.aeet.org/ecosistemas/042/revision2.htm Visitado 18 de agosto de 2009.
- Doran, J.W. and T.B. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. J.W. Doran et al. (ed.) Defining soil quality for a sustainable environment. SSSA Spec. Publ. 35 SSSA and ASA, Madison, WI. p.237
- Hamdy, A., Abdel-Dayem S. and Abu-Zeid M. 1993. Saline water management for optimum, crop production. Agricultural water management. 24:189-203.
- Hünemeyer, J.A., De Camino, R. y Müller, S. 1997. Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica: Indicadores para la agricultura y los recursos naturales. IICA/GTZ. San José, Costa Rica. p. 62-68
- Irgoin, J. 2004. "Elaboración de un Índice de Calidad de Suelo utilizando Indicadores Edáficos. Estudio de caso a escala de campo." Trabajo Final de aplicación para el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Luján. Ciudad, Paris 105 p.
- Karlen, D.L., Mustache M. J., Doran J.W., Cline R. G., Harris R.F. and Schuman G.E. 1997. Soil Quality: A concept, definition, and framework for evaluation. (A guest editorial). Soil Si. Soc. AM. J. 61: 4-10.
- Larson, W.E. and Pierce, F.J. 1991. Conservation and Enhancement of Soil Quality. In Evaluation for sustainable land management in the developing world. En Proc. of the Int. Work-shop on Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World, Chiang Ray. pp. 175-203. 15-21 Sept. 1991. Int. Board of Soil Res. and Manage, Bangkok, Thailand.
- Miralles I., Ortega R., Canton Y. y Asensio C. 2002. Degradación del suelo por exceso de sales y su relación con la topografía en un suelo del sur de España. Agrochimica. Vol. XLVI-Num. 6. p. 270-279.
- Morón, A. 2004. Efecto de las rotaciones y el laboreo en la calidad del suelo. Presentado en el simposio "Fertilidad 2004" Fertilidad de suelos para una Agricultura Sustentable. Organizado por INPOFOS Cono Sur. Rosario (Argentina), 22-24 Abril 2004.
- National Resource Conservation Soil (NRCS). 2004. What is soli quality? Unites States Department Agriculture. http://solis.usda.gov./sqil/soli_quality/what_is/ Visitado 18 de agosto del 2009.
- Richards L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook 60. p 87-115.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021- RECNAT 2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. 85 p.
- Seybold, C.A., Mausbach, M.J., Karlen, D.L. and Rogers, H.H. 1997. Quantification of Soil Quality. En Soil Process and the Carbon Cycle (eds. Lal, R., Kimble, J.M., Follet, R.F. y Stewart, B.A.), pp. 387-403, CRC Press, Boca Raton, Florida.

DINÁMICA POBLACIONAL DE MOSQUITA BLANCA (*BEMISIA* SPP.) CAPTURADAS EN CHAROLAS AMARILLAS EN EL VALLE DE GUAYMAS-EMPALME: DOS AÑOS DE CAPTURA

Alicia Vega-Verdugo¹, José Eliseo Ortiz-Enríquez² y Manuel Madrid Cruz². ¹Lic. en Biología colaborador del proyecto de Guaymas-Empalme, INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui, ² INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644) 414 57 53 y 4 14 57 00. alivv@hotmail.com, aliciavega076@gmail.com, ortiz.eliseo@inifap.gob.mx

Palabras clave: Fluctuación, Protección, Supresión, Desplazamiento.

RESUMEN

El complejo de mosquita blanca se ha transformado a partir de los años 1990's en una plaga de importancia mundial. Existen reportadas alrededor de 1,200 especies de mosquita blanca, la mayoría se alimentan de diversas especies de plantas, normalmente son específicas para las plantas que atacan. De todas las especies, solamente unas cuantas son plagas de cultivos importantes. Entre ellas se encuentran la mosquita blanca del algodón *Bemisia tabaci*, la mosquita blanca de la hoja plateada *Bemisia argentifolii*, la mosquita blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum*, la mosquita blanca algodonosa *Aleurothrixous floccosus*. Durante los años 2007-08 y 2008-09 (cuatro ciclos agrícolas) se iniciaron las instalaciones de charolas con agua colocadas en cultivos de campo abierto, casa sombra en diferentes lugares del Valle de Guaymas-Empalme. Se retiraron los insectos del agua de la charola, se depositaron en viales de vidrio de 20 ml con alcohol, se etiquetó el vial, para contabilizar bajo microscopio la muestra en una cápsula de porcelana. Las colectas de insectos y el cambio de agua se hicieron semanalmente. Se elaboraron gráficas de las fluctuaciones de la población durante el periodo del experimento, anotando la fecha en que aparecieron las mosquitas, máxima población y desaparición de las mismas. El monitoreo de mosquita blanca en el Valle de Guaymas Empalme, mostró que las máximas poblaciones ocurrieron en los meses de noviembre y mayo en los años de observación. La mosquita blanca estuvo presente en estos dos años de observación y su dinámica fue baja.

ABSTRACT

The complex has turned white flies from the 1990's in a pest of global importance. There are reported around 1,200 species of whitefly, most feed on various species of plants are usually specific for the plants they attack. In all species, only a few are pests of major crops. Among them are the of the cotton whitefly *Bemisia tabaci*, the white fly *Bemisia Argentifolii* silver leaf, the greenhouse white fly *Trialeurodes vaporariorum*, the cottony white fly *Aleurothrixous floccosus*, . During the 2007-08 and 2008-09 four crop cycles were started in trays of water facilities placed in open field crops, shade house in different places of the Valley of Guaymas-Empalme. Insects were removed from the tray of water, were placed in glass vials of 20 ml with alcohol, was labeled the vial so the sample counted under microscope in porcelain. The collections of insects and water exchange were made weekly. Graphics were developed fluctuations of the population during the period of the experiment, noting the date on which the flies emerged, the highest population and their suppression. Monitoring of whitefly in Empalme Guaymas Valley, showed that the highest populations occurred in the months of november and may in the years of observation. The whitefly was present in these two years of observation and its dynamics was low.

INTRODUCCIÓN

El complejo de mosquita blanca se ha transformado a partir de los años 1990's en una plaga de importancia mundial. Existen reportadas alrededor de 1,200 especies de mosquita blanca, la mayoría se alimentan de diversas especies de plantas, normalmente son específicas para las plantas que atacan. De todas las especies, solamente unas cuantas son plagas de cultivos importantes. Entre ellas se encuentran la mosquita blanca del algodón *Bemisia tabaci*, la mosquita blanca de la hoja plateada *Bemisia argentifolii*, la mosquita blanca de los invernaderos

Trialeurodes vaporariorum, la mosquita blanca algodonosa *Aleurothrixous floccosus*, Estas especies atacan una gran variedad de plantas ornamentales silvestres y cultivadas. La mosquita blanca de la hoja plateada, se reporta atacando a más de 500 especies de plantas. A partir de 1991 esta plaga se presentó en el algodón en el Valle de Mexicali, causando severos daños, avanzó posteriormente hacia el sur del país llegando al sur de Sonora en 1993, donde afectó entre otros cultivos a soya, cucurbitáceas y algodón (Martínez, 1994 y Martínez *et al*, 2002).

A pesar de que en 1992 se estableció una cuarentena fitosanitaria para impedir el movimiento de material infestado, la Mosca Blanca de la Hoja Plateada (MBHP) avanzó hacia el sur del país, detectándose en ese mismo año su presencia en la región de Caborca, Sonora, atacando principalmente melón y en la Costa de Hermosillo, Sonora afectó melón y calabaza kabocha.

Para 1993, la MBHP continuó su desplazamiento hacia el sur, presentando elevadas poblaciones detectadas en diferentes valles y regiones agrícolas del sur de Sonora y en la península de Baja California Sur; en el Valle del Yaqui los incrementos poblacionales fueron 10 veces mayores que un año anterior. En 1994 los incrementos poblacionales fueron todavía más altos que en 1993, afectando ajonjolí, soya y en menor grado algodón. El ajonjolí sufrió pérdidas de 95% de la superficie establecida y el rendimiento de la soya se redujo a 1.4 ton/ha cuando la producción normal es 2.1 ton/ha, reducción que afectó 116,528 ha. La plaga y el reducido precio de la producción de la soya ocasionaron que en 1997, sólo se establecieran 20 ha con fines experimentales.

A partir de 1994, el norte de Sinaloa sufrió daños severos por la MBHP, en cultivos de tomate de cáscara, papa, tomate, calabaza y sobre todo soya, del cual se rastrearon 5,664 ha por incosteables de un total de 45,329 ha sembradas. Las medidas emprendidas a partir de 1997 por productores, técnicos e investigadores relacionados con la problemática originada por *B. argentifolii*, brindo sus frutos, de tal manera que a partir del último año mencionado no se han tenido siniestros tan importantes como los relatados, sin embargo, esporádicamente se han registrado explosiones poblacionales de la plaga causando daños importantes aunque de menor grado, tal es el caso de lo sucedido el año 2002 en el norte de Sinaloa, en donde algunas parcelas de soya de 10 ha registraron siniestros totales, específicamente parcelas establecidas con la variedad Hutcheson, altamente preferida por la MBHP, aunado a un equivocado empleo de insecticidas sintéticos desde las etapas tempranas del cultivo, originando la eliminación de los enemigos naturales de la plaga y el resurgimiento de la misma, además de condiciones climáticas favorables al insecto por el retraso del periodo de lluvias.

Como ya se indicó, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) implementado contra la MBHP tuvo resultados exitosos y algunas medidas de manejo todavía vigentes, como el reordenamiento de las fechas de siembra para establecer una ventana sin hospederos preferidos, entre otras, permiten tener poblaciones reducidas del insecto, pero no se debe considerar que la importancia de esta plaga es una historia pasada, el relajamiento de las medidas preventivas y de control propinan lecciones que no se deben repetir (Cortez *et al*, 2005).

El incremento de la plaga, se ha manejado en el Valle del Yaqui a través de métodos culturales, biológicos, legales y químicos; sin embargo el uso de químicos sigue siendo el método más utilizado para reducir las poblaciones, lo cual puede generar poblaciones resistentes (Martínez, 2002). La mosquita blanca a causado daños directos e indirectos, siendo estos últimos de mayor consideración por transmitir más de 40 enfermedades virales, además las ninfas inyectan toxinas al momento de alimentarse del follaje de las plantas ocasionando desordenes fisiológicos. El insecto es de color blanco-amarillento y de un tamaño aproximado de 1 a 1.5 milímetros, siendo los machos más pequeños que las hembras, son atraídos por el color amarillo, por lo que trampas de este color pueden ser utilizadas para monitorear el movimiento y dispersión de los adultos.

La mosquita blanca constituye uno de los problemas fitosanitarios más serios de muchas plantas ornamentales, silvestres y cultivadas a nivel mundial. En México la mosquita blanca se encuentra

distribuida prácticamente en todo el país causando el mayor impacto económico. En el Valle del Yaqui Sonora los problemas con esta plaga se incrementaron a partir del ciclo agrícola de 1993, siendo significativamente serios en los ciclos de 1994 y 1995, en 1997 el problema disminuyó. (Martínez y Álvarez 2004).

En el Valle de Guaymas, Empalme la superficie de hortalizas cultivadas en campo abierto y casa sombra se realiza en dos ciclos; dentro de las limitantes se encuentran las plagas, que potencialmente producen daño directo o indirecto, como la mosquita blanca y los pulgones, además existe el peligro de otras plagas que han devastado cultivos en otras regiones como la paratrioza (<http://www.jlsvyaqui.org.mx>).

La superficie total de siembra son 79,980 ha, de las cuales son 37,591 ha en Empalme y 42,389 ha en Guaymas y la superficie susceptible a regarse son 11,293 ha en Empalme y de 12,649 ha en Guaymas para un total de 23,942 ha, pero por problemas de agua como es el abatimiento del acuífero se tiene que en un período de 12 años de los ciclos 1989-1990 al 2000-2001 una superficie sembrada promedio de 11,432 ha, una superficie cosechada de 10,190 ha, un volumen total aplicado de 79.076 millones de m³, lo que equivale a una lámina neta aplicada en parcela de 70 cm o un volumen neto de 7.0 millares de m³/ha/año, este volumen es sin considerar un cultivo en particular, es decir, es un promedio incluyendo todos los cultivos que se siembran, como frutales, hortalizas y granos, tomando en cuenta la dotación de 700 millares y una lámina aplicada de 70 cm se alcanzarían a sembrar 100 ha/año/pozo (Ortiz, *et al*, 2008).

OBJETIVOS

- Monitorear la fluctuación de las poblaciones de mosquita blanca con trampas amarillas (charolas con agua) en diversos cultivos establecidos en campos agrícolas del Valle de Guaymas-Empalme.
- Entregar información actualizada a los productores de los campos agrícolas del Valle de Guaymas-Empalme sobre las poblaciones de la mosquita blanca presente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los cuatro ciclos agrícolas 2007-08 y 2008-09 (son dos ciclos por año) se iniciaron las instalaciones de trampas de captura que consistieron en charolas amarillas con agua y jabón (Extran) colocadas en cultivos de campo abierto, casa sombra en diferentes lugares del Valle de Guaymas-Empalme, tanto en la parte norte, centro y sur. Se retiraron los insectos del agua con extran de la charola con un cedazo fino todo insecto presente y con la ayuda de una pizeta con alcohol se retiran del cedazo y se depositaron en viales de vidrio de 20 ml con alcohol al 70%, se etiquetó el vial anotando el lugar y fecha de procedencia de la muestra.

A la charola se le agregó de nuevo agua con extran hasta llenarla de nuevo. Los insectos recolectados se enviaron al Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP para su detección bajo microscopio estereoscopio de barrido donde se vierten en una cápsula de porcelana para posteriormente contabilizar las mosquitas blancas encontradas en la miscelánea de insectos capturados e identificarlos (Identificadas y contabilizadas por los colaboradores del proyecto Bióloga Alicia Vega V. e Ing. Salvador Sepúlveda M.). Las trampas consistieron en recipientes circulares de plástico de 28 cm de diámetro, 19.5 cm de base y 8 cm de alto de color amarillo canario, las charolas estuvieron colocadas a una base de tripie de varilla reforzada. Las colectas de insectos y el cambio de agua se hicieron semanalmente.

De los datos registrados se elaboraron gráficas de las fluctuaciones de la población durante el periodo del experimento, anotando la fecha en que aparecieron las mosquitas, máxima población y desaparición de las mismas, donde se colocó la información a disposición del productor a través de una página en Internet.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología y ciclo biológico

La mosquita blanca mide de 2 a 3 mm de longitud, los adultos tienen alas cubiertas por un polvo ceroso blanquecino, las patas tienen tarsos de dos segmentos y las antenas siete; el macho posee un par de apéndices al final del abdomen, los cuales son menos prominentes en la hembra. La hembra oviposita en el envés de las hojas sirviéndole de protección, colocando los huevecillos desordenadamente o en semicírculos, en posición vertical; éstos tienen forma aguda en el ápice y redondeados en la base de donde sale un pedicelo corto de 0.3 mm; son de color verde pálido recién ovipositados, pero castaño- oscuro cuando maduran; miden en promedio de 0.089 a 0.186 mm. En la especie *Trialeurodes vaporariorum* los huevecillos miden 0.24 mm de largo por 0.1 de ancho y en *Bemisia tabaci* 0.2 x 0.11 mm, presentando el cordón liso y brillante, el cual tiene una sutura media longitudinal en la superficie cóncava.

Las ninfas atraviesan por cuatro estadios; en el primero es de forma oval, aplanada, color verde pálido, con patas y antenas funcionales y se mueven activamente; es normal encontrarlas en el envés de las hojas, presentando la apariencia de una escama. Dorsalmente, el cuerpo es más ancho en la parte anterior y está rodeado por un anillo angosto de cera blanca. Los primeros cuatro estadios de la mosquita blanca son casi o completamente inmóviles. El último recibe el nombre de "pupa", debido a que las alas se forman internamente durante la metamorfosis. Durante el invierno, la mosquita permanece inactiva en el envés de las hojas y sólo cuando asciende la temperatura se vuelve activa. Bajo las condiciones ambientales de Sinaloa, pueden presentarse hasta 18 generaciones al año y las hembras pueden ovipositar de 100 a 300 huevecillos en un período de vida de 21 a 42 días, complementando su ciclo biológico con 290 a 320 unidades calor. (Ramírez, 2006).

Daño: Como daño directo, se tiene que las ninfas y adultos se alimentan succionando la savia de la hoja; el follaje dañado adquiere una apariencia moteada clorótica y puede morir. El principal daño lo representa su capacidad para transmitir geminivirus. Hospedantes: Cucurbitáceas, solanáceas, ornamentales y frutales. Es una plaga cosmopolita. (Bautista, 2006).

En la Figura 1 Se muestran los datos de las capturas de las mosquitas blancas encontradas en trampas de agua en los años agrícolas 2007-08 y 2008-09. En estos dos años de evaluación se presenta la suma total registrada en cada mes, observándose que inician sus capturas en junio del 2007 con un total de 236, mes de iniciación del ciclo de investigación, alcanzando su pico poblacional en los meses de noviembre del 2007 con 4,971, mayo del 2008 con 7,353, noviembre del 2008 con 2,555 y por último mayo del 2009 con 3,565 mosquitas blancas capturadas en el mes respectivamente. En estos dos años de observación las captura más altas coinciden en los meses de noviembre y mayo. La mosquita blanca estuvo presente en los dos años de monitoreo y es influenciada directamente por los dos ciclos de hortalizas que se realizan en el año y por el tipo de alimento, es decir, el tipo de cultivo como calabacita (diferentes tipos), melón, sandía y diferentes tipos de chile principalmente en campo abierto. En invernadero y casa sombra se sembró tomate bola y tomate cherry, pepino y chile bell principalmente.

En la figura 2 se muestran los datos registrados de las capturas de mosquita blanca con las charolas amarillas colocadas en casa-sombra y campo abierto de las cuales su promedio es mensual iniciando el primer ciclo en julio del 2007 no registrándose mosquitas en los primeros tres meses en casa sombra, sin embargo en campo abierto un mes de iniciado el ciclo agrícola 2007, empezaron a caer. No fue hasta el mes de noviembre del 2007 cuando se registró que en campo abierto las charolas capturaron el doble de mosquitas con 199.9 de promedio que casa-sombra con 95.67. Se observó que hay registros de capturas altas de mosquitas en casa-sombra que en campo abierto, posteriormente se observa que bajan drásticamente los datos probablemente sea por el manejo oportuno por el personal técnico especializado y el conocimiento de plaga como tal para disminuirla y evitar posibles resultados negativos.

CONCLUSIONES

Los picos poblacionales de mosquita blanca fueron de octubre a diciembre en el 2007, de abril a julio en el 2008, de octubre a diciembre en el 2008 y de abril a junio en el 2009.

Se presentaron dos picos poblacionales en el año y son muy similares influenciados por los dos ciclos agrícolas de hortalizas.

La información obtenida para campo abierto y casa sombra se observa una mayor cantidad en casa sombra que en campo abierto.

FIGURA 1.- DINAMICA POBLACIONAL DE Bemisia spp CAPTURADAS EN TRAMPAS DE AGUA (CHAROLAS AMARILLAS), EN EL VALLE DE GUAYMAS-EMPALME CICLO 2007-08 Y 2008-09.

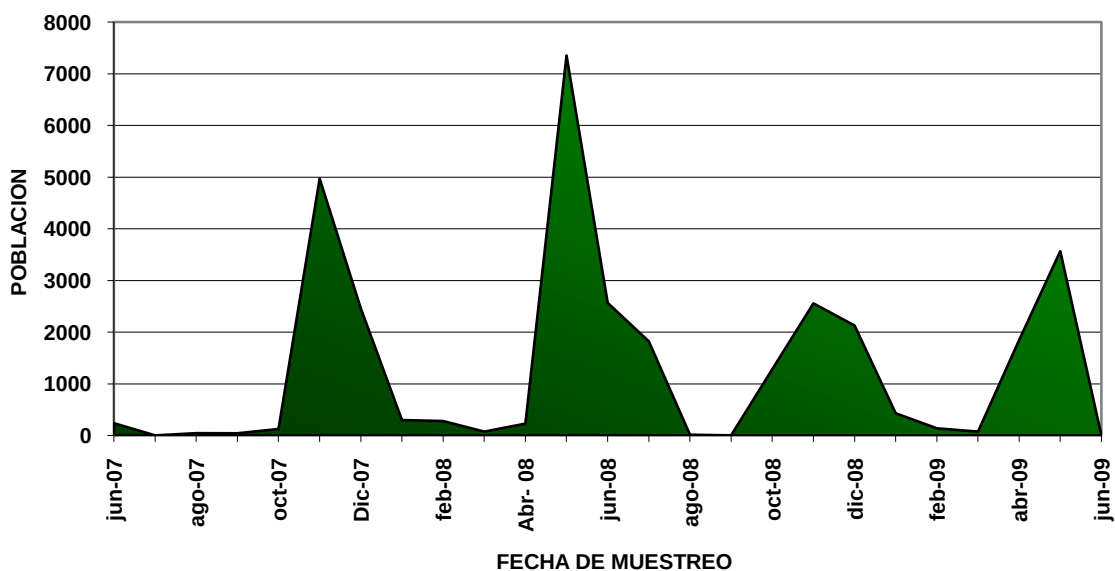


Figura 1.- Dinámica poblacional de mosquita blanca capturadas con charolas amarillas durante los años agrícolas 2007-08 y 2008-09 del Valle de Guaymas-Empalme, Sonora.

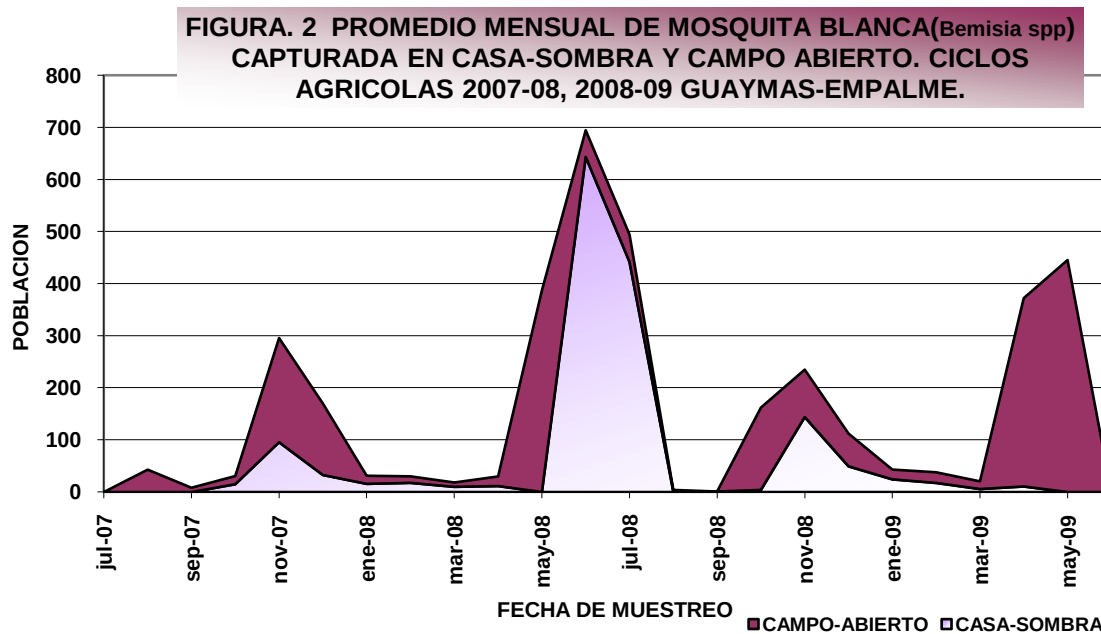


Figura 2.- Dinámica poblacional de mosquita blanca capturadas en casa sombra y campo abierto 2007-08 y 2008-09 del Valle de Guaymas-Empalme, Sonora.



Foto 1.-Trampa de agua color amarillo usada en los muestreos de captura de mosquita blanca en cielo abierto y casa sombra. Valle de Guaymas-Empalme 2007-08 y 2008-09.

LITERATURA CITADA

- Cortéz, M. E., Rodríguez, Cota F. G., Martínez, C. J. L., Macías, C. J. 2005. Tecnología de Producción y Manejo de la Mosca Blanca de la Hoja Plateada en el Cultivo de Soya en el Norte de Sinaloa. Folleto técnico No. 25. jlmcsnora.tripod.com/ Consulta 18 de septiembre del 2009.
- Bautista M. N. 2006. Insectos plaga, una guía ilustrada para su identificación. Colegio de posgraduados. México-texcoco, Estado de México. Pág. 55.
- Martínez, C. J. L., Pacheco, C. J., J. y Hernández, J. A. 2002. Manejo integrado de plagas del algodón en el sur de Sonora, México. Folleto técnico No. 46. CD. Obregón Sonora. CEVY-CIRNO-INIFAP.
- Martínez, C. J. L. 2002. Determinación de resistencia en poblaciones de mosquita blanca del Valle del Yaqui, Son. Informe técnico en archivos del CEVY-CIRNO-INIFAP.
- Martínez, C. J. L., Tamayo, E. L. M. 2004. Monitoreo de pulgones y mosca blanca en el cultivo de chile. Valle del Yaqui Sonora. Informe técnico en archivos del CEVY-CIRNO-INIFAP.
- Martínez C. J. C., Álvarez Z. R. 2004. Monitoreo de mosquita blanca en tomate bajo condiciones de casa sombra en el Valle del Yaqui, Sonora. Informe técnico en archivos del CEVY-CIRNO-INIFAP.
- Ortiz, E. J. E. Padilla, V. I., Armenta C. I., Tamayo, E. L. M., Sepúlveda, M. S., Moreno, B., A. y Vega V. A. 2008. "Validación y Transferencia de Tecnología de diferentes prácticas Agrícolas en el Valle de Guaymas, Sonora 2007-08". Informe técnico anual del proyecto de investigación. CEVY-CIRNO-INIFAP.
- <http://www.jlsvyaqui.org.mx/>. Consulta 17 de septiembre del 2009.
- Ramírez, V. J. 2006. Manejo integrado de la mosquita blanca de la hoja plateada. <http://www.agrobiologica.com>. Consulta 18 de septiembre del 2009.

EFFECTO DE HÍBRIDOS Y DE LA PODA DE GUÍAS POR PLANTA SOBRE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN MELÓN (*CUCUMIS MELO* L.) EN EL VALLE DE MEXICALI

Carmelo Hernández-Zavalza¹, Juan Fco. Ponce-Medina¹, Jesús Santillano-Cázares¹, Leonardo Vásquez-Choque², Roberto Soto-Ortiz¹, Salvador T. Medina-Cervantes¹, Carlos H. Payan-Fierro², Rene Lugo-García², José A. Martínez-Carrillo², Macario Preciado-de la Torre², Luis A. González-Agundez², Rodolfo Gamiño-Aguilar². ¹Investigadores del Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC. ²Alumnos del Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC. Carretera Blvd. Delta s/n, Ejido Nuevo León, Mexicali, B.C. CP 21705 México. zavalza22@hotmail.com.

Palabras clave: sólidos solubles totales, rendimiento, podas.

RESUMEN

En este estudio se evaluó el efecto de cinco híbridos y la poda a dos y tres guías de plantas de melón, sobre las características de calidad del fruto. Las variables de estudio fueron tamaño del fruto, diámetro ecuatorial y polar, peso del fruto y (sólidos solubles totales, SST). Se utilizó un experimento factorial con arreglos en parcelas divididas en un diseño de bloques completos al azar. Los resultados indican que los dos tipos de poda modifican significativamente el diámetro del fruto; así como SST y el peso del fruto. La poda a dos guías el peso del fruto comparada con la poda a tres guías.

ABSTRACT

In this study it was evaluated the effect of five hybrids and the pruning of either two or three vines of cantaloupe plants on fruit quality of 5 hybrids. The response variables were fruit size, equatorial and polar diameter, fruit weight and total soluble solids (TSS). It was used a factorial experiment with a split-plot arrangement on a completely randomized block design. The results indicate that the pruning method significantly modify the fruit diameter, the TSS and fruit weight. Pruning two vines modified the fruit weight the most, compared with pruning three vines.

INTRODUCCIÓN

La poda de plantas de melón incrementa el desarrollo de brazos secundarios y terciarios, y con ello se logra un incremento en la precocidad e inducción en la producción de frutos de mayor calidad, incluso en plantas que demostraron escasez de energía. (Robles, 1999; Camacho, 2003). La poda de melón induce la aparición temprana de flores pistiladas que son las que desarrollaran fruto y por lo tanto, se consigue un adelanto en la producción. Esto facilita, además la ventilación del cultivo, permite una aplicación más eficaz de los productos fitosanitarios y abonos foliares y ayuda a controlar la calidad y el tamaño de los frutos (Gómez *et al*, 1997).

La poda de melón en tutorado, se puede realizar a un solo brazo o a dos brazos. A un solo brazo, los tallos principales se deben de podar entre los 50–60 cm de altura y los tallos laterales con frutos deben ser podados por encima de la segunda hoja a partir del fruto cuajado y la planta se debe de despuntar aproximadamente a los 2.0 m de altura y que normalmente se logran 3-5 melones en la primera cosecha y de 2-3 en la segunda. La poda a dos brazos inicia cuando la planta tiene de 4-5 hojas a partir de la tercera. Se dejan dos tallos secundarios y de los tallos terciarios se deja un fruto por ramo despuntando por encima de la segunda hoja a partir del fruto. Todos los frutos que salgan en los tallos secundarios y en el principal se deben de eliminar cuando aparece la flor hembra (Camacho, 2003). El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la poda a dos y tres guías en híbridos de melón en tutorado, sobre el tamaño de frutos y otras características de calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en terrenos del Instituto de Ciencias Agrícolas. Se utilizaron cinco híbridos de melón (factor A), Summer Dew, HDS, Expedition, Cruiser y Honey gold. De estos híbridos Summer Dew, Honey gold, HDS corresponden a melones de la especie inodorus, mismas que tienen una cubierta verde claro en estado de crecimiento y en su madurez adquieren un color

amarillo blanquecino, mientras Cruiser y Expedition pertenecen a la especie *reticulatus*, los cuales tienen estrías en su cubierta y de pulpa color salmón. Se colocó una planta cada dos goteros con una separación de 0.45 m sobre la hilera y 1 m entre hilera, (marco de plantación de 0.45 x 1 m) con una densidad de plantación de 2.22 plantas·m⁻². El terreno se formó a 22 surcos de 15.8 m de longitud, dando una superficie experimental de 350 m². La instalación del riego se realizó el 23 de febrero de 2009, previo al día de trasplante, a través de cintas de goteo T-Tape de flujo medio.

Además se colocó la unidad de fertilización, el venturi, aparato para la realización del fertirriego el cual funciona cuando hay una diferencia de presión entre el agua entrante y de la combinación de agua y fertilizante saliente al sistema de riego, posterior al venturi se colocó el filtro de malla.

El trasplante se realizó el 25 de febrero de 2009, se procedió a mojar el suelo para ablandarlo y hacer más fácil el transplante y así evitar el daño de raíces y tallos al momento de su colocación.

Se realizaron dos tipos de poda (factor B): a dos y tres guías, las variables evaluadas fueron tamaño de fruto, diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso y sólidos solubles totales (SST) expresado en °Brix, esta última variable se determinó con el empleo de un refractómetro óptico manual. Se efectuó una conducción vertical en tutorando las plantas con estacas de madera a campo abierto. La poda de formación se realizó el 16 de marzo de 2009, 20 a 25 días después del trasplante, se eligieron los tallos más vigorosos, se eliminaron los cotiledones y las hojas inferiores para estimular el crecimiento lateral. Se efectuó poda de brotes y guiado semanalmente con la finalidad de favorecer la precocidad y el cuajado de las flores, controlar el número y tamaño de los frutos, acelerar la madurez y facilitar la ventilación y la aplicación de tratamientos fitosanitarios. La poda consistió en la eliminación de los brotes que crecen en las axilas de las hojas con tijeras con la finalidad de no dañar los tallos y obtener un corte más limpio. De los brotes laterales se dejó un fruto.

En cuanto al guiado, se realizó semanalmente sobre la malla en forma ascendente junto con la poda. Se aplicaron riegos diarios con duración de 3 horas. Durante la madurez de frutos la frecuencia de los riegos se redujo para favorecer la acumulación de azúcares en el fruto. La fertilización fue diaria, la cantidad de fertilizante (Ac. fosfórico, nitrato de amonio, de magnesio, de calcio y de potasio) que se le aplicó al cultivo fue en base al estado fenológico del cultivo de esta forma al inicio se aplicó nitrógeno para el desarrollo del follaje, posterior a eso se mantuvo el contenido de nitrógeno, y se aumentó el contenido de calcio y potasio para el desarrollo del fruto ya que estos elementos ejercen un papel determinante en relación con la calidad y las cualidades organolépticas.

Se realizó el etiquetado de plantas el 27 de abril 2009, las plantas que se eligieron para los distintos tratamientos fueron seleccionadas de acuerdo a las mismas características: Se seleccionaron 5 plantas por cada híbrido que se podaron a dos y tres guías. Los datos fueron analizados como un experimento factorial con arreglo en parcelas divididas en un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones. Para tal fin se utilizó el programa estadístico: STATISTIX versión 8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos mostrados en el cuadro 1 indican diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en híbridos de melón para diámetro ecuatorial, polar y peso medio del fruto y diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para °Brix. Para la fuente de variación de podas los resultados fueron significativos ($p \leq 0.05$), para diámetro ecuatorial y contenido de sólidos solubles totales y altamente significativos ($p \leq 0.01$) para diámetro polar y peso medio del fruto. En cuanto a la interacción los resultados fueron significativos ($p \leq 0.05$) para diámetro ecuatorial y altamente significativos ($p \leq 0.01$) para °Brix. No se detectaron interacciones significativas ($p \leq 0.05$) para diámetro polar y peso medio del fruto. Los coeficientes de variación estimados se encuentran dentro de los rangos aceptables. Estos datos concuerdan con lo citado por Camacho (2003), Gómez et al (1997), Gamayo (1999) y Robles (1999).

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza entre híbridos de melón y número de guías para diámetro ecuatorial, polar, grados Brix y peso medio de fruto, en el valle de Mexicali, 2009.

Fuentes de Variación	G.L.	Cuadrados Medios			
		D. Ecuatorial	D. Polar	SST (°Brix)	Peso medio de fruto
Rep.	4	1.1643	1.7215	0.46370	47792
Híbrido de melón (A)	4	13.6768**	32.8165**	4.25370*	837412**
Error (a)	16	0.5341	1.4686	1.36595	35157
No. Guías (B)	1	7.7618*	22.9842**	6.99380*	672800**
A x B	4	3.1678*	1.7617ns	7.97030**	71100ns
Error (b)	20	0.8611	2.2932	1.62850	45580
CV (A) %		6.28	9.29	19.17	18.23
CV (B) %		7.97	11.60	20.93	20.75

* = ($p \leq 0.05$); ** = ($p \leq 0.01$).

En el cuadro 2 se presenta tres grupos estadísticamente iguales (Tukey; 0.05) para las variables diámetro polar y ecuatorial, destacando el híbrido Cruiser y Expedition con un mayor diámetro polar y ecuatorial a dos y tres guías, respectivamente. En contraposición a lo anterior los híbridos HDS y Summer Dew mostraron diámetros más bajos para los dos tipos de podas.

Cuadro 2. Diámetro polar y ecuatorial (cm.) promedio, obtenido por cada uno de los híbridos evaluados con diferente número de guías-planta⁻¹, en el valle de Mexicali, 2009.

Híbridos	No. Guías	Diámetro polar	Clasif. Est.	Diámetro ecuatorial	Clasif. Est.
Expedition	2	15.6	a	12.8	a
	3	15.0	ab	12.7	a
Cruiser	2	14.9	ab	12.7	a
	3	14.3	abc	12.9	a
Summer dew	2	13.2	abcd	12.0	a
	3	10.8	d	9.8	bc
Honey gold	2	12.6	abcd	11.5	ab
	3	11.5	cd	11.5	ab
HDS	2	12.2	bcd	11.0	abc
	3	10.1	d	9.2	c

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey; 0.05).

En lo que respecta a los sólidos solubles totales se puede apreciar en el cuadro 3 que en general se observó un valor bajo de °Brix, dentro de los cuales Honey Gold con poda a tres guías fue el que mostró el mayor contenido con 8.2 seguido por Summer Dew (7.4) con el mismo sistema de poda. Los cultivares Summer Dew a dos guías mostraron el contenido de sólidos solubles totales más bajo con 4.7, seguido por Cruiser a 3 guías con 4.9. En lo que respecta a peso de fruto, en el mismo cuadro 3, se aprecia que Expedition a dos guías es el que produce mayor peso de fruto seguido por Cruiser a dos guías. El híbrido HDS es el que produjo el menor peso de fruto de melones a tres guías.

Cuadro 3. Grados Brix y peso medio de fruto (g), obtenido por cada uno de los híbridos evaluados con diferente número de guías planta¹, en el valle de Mexicali, 2009.

Híbridos	No. Guías	SST (°Brix)	Clasif. Est.	Peso de fruto	Clasif. Est.
Expedition	2	6.1	ab	1456.0	a
	3	5.1	b	1232.0	abc
Cruiser	2	6.1	ab	1356.0	Ab
	3	4.9	b	1304.0	abc
Summer dew	2	4.7	b	1020.0	abcd
	3	7.4	ab	604.0	de
Honey gold	2	6.0	ab	964.0	bcde
	3	8.2	a	884.0	cde
HDS	2	5.5	ab	928.0	bcde
	3	6.7	ab	540.0	e

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey=0.05).

CONCLUSIONES

Los diámetros polar y ecuatorial se modifican de acuerdo al tipo de poda a dos y tres guías.

El contenido de sólidos solubles totales y peso de frutos se modifican con las prácticas de poda a dos y tres guías.

El peso del fruto es mayor en la poda de dos guías.

LITERATURA CITADA

Gómez-Guillamon M. L., Camero-Flores R., González-Fernández. 1997. Melones, Compendio de Horticultura 10, Capítulo 8 "El melón en invernadero". Ediciones de Horticultura, España. p. 71-72

ROBLES J. 1999. Como se cultiva en invernadero. Editorial De Vecchi. España. p.118-119.

Gamayo-Díaz Juan de Dios 1999. Cultivo de melón bajo invernadero. Servicio de desarrollo tecnológico agrario. Estación experimental agraria Elche (Alicante), España. Vida rural. p. 48-50.

Camacho-Ferre F. 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo dos. Instituto Cajamar. Ediciones agrotecnicas S.L., España, pags. 608-610

Statistix 8. Copyright 1985-2003, Analitical software, all right reserved. Version 8.0 built 19/07/2004.

VALIDACIÓN DEL GREENSEEKER COMO HERRAMIENTA PARA EL DIAGNOSTICO DE LA SUFICIENCIA DEL NITRÓGENO EN PLANTA DE TRIGO EN EL VALLE DE MEXICALI. 2007-2008

J. Jesús Medina Esparza¹, Norberto J. Medina Ramírez², y J. Iván Alvarado Padilla³. Academia Estatal de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. ²Estudiante, Facultad de Ingeniería de la UABC. ³Investigador del INIFAP. Campo Experimental Valle de Mexicali. Km. 7.5 Carretera Mexicali-San Felipe. Mexicali B.C. ingjesus@yahoo.com.

Palabras clave: Trigo, Analizador óptico de reflectancia, Nitrógeno, Producción de grano.

RESUMEN

En el Valle de Mexicali, el 28 de diciembre del 2007, se estableció un experimento de trigo, en un suelo migajón limoso. Se aplicaron a la siembra 5 dosis de nitrógeno, distribuidos al azar en cada uno de seis bloques. Se tomaron lecturas en plantas con el analizador óptico de reflectancia o greenseeker (GS) y al final se cuantifico la producción de grano. El efecto y la correlación de las dosis de nitrógeno sobre los valores del GS, fue significativo en todos los muestreos realizados a partir de los 53 y hasta los 113 días después de la siembra (DDS). La prueba de comparación de medias de valores del GS, indicaron que en la etapa de encañe (70 DDS), donde se aplicaron los 190 kg de Nitrógeno/ha, los valores del GS (0.784) fueron estadísticamente iguales a los valores observados con dosis superiores de nitrógeno (277 y 365 kg/ha). El ANVA del rendimiento de grano, no detecto efecto significativo de las dosis de N aplicadas, pero el análisis de correlación mostró asociación significativa entre ambas variables. La mayor correlación entre los valores del GS y el rendimiento de grano fue en embuche y una semana antes. La ecuación que mejor describe la asociación en dicha etapa es $Y = -(306.95x^2) + (1316.25x) + 72.872$. Para asegurar alto rendimiento, la decisión de aplicar o no, se sugiere, en una primera aproximación, que si los valores del GS son menores a 0.7 se debe aplicar y si son mayores no aplicar.

ABSTRACT

In Mexicali valley, established on December 28 Of 2007. A whet experiment in a soil silt loam. Aplicated to the soil 5 doses of nitrogen, distributed at radon in each one of six blocks. Took readings in plants with the analyzer optical of reflectance or greenseeker (GS) and at the end quantify the production of grain. The effect and the correlation of the doses of nitrogen on the values of the GS, and at the end quantify the production of grain. The effect and the correlation of the doses of nitrogen on the values of the GS, was significant in all the sample realized from the 53 and until the 113 days after the sow. The proof of comparison of averages of values of the GS, indicate that in the stage of jointing (70 DDS), where applied the 190 kg of Nitrogen/ha, the values of the GS (0.784) were statistically equal to the values observed with upper doses of nitrogen (277 and 365). The analysis of variance of the yield of grain, do not detect significant effect of the doses of N applied, but the analysis of correlation if it showed significant association between both variables The main correlation between the values of the GS and the grain yield was in the stage of heading and a week before. The equation than better describes the association in said stage is $Y = -(306.95x^2) + (1316.25x) + 72.872$. To ensure high production, the decision to apply or no, suggest, in a first approximated, that if the values of the GS are minor to 0.7 has to apply and if they are main not applying.

INTRODUCCIÓN

En el cultivo de trigo, la aplicación tradicional del nitrógeno, se basa en el potencial productivo de la parcela y la sugerencia es aplicar 35 kg de nitrógeno por cada tonelada de grano a cosechar (Martínez et al, 2005), esto, independientemente de la reserva del nutrimento en el suelo y la aportación que hace e agua de riego. En los últimos 3 años, el costo del fertilizante nitrogenado ha pasado para el caso de la urea de 4154 a 6353 pesos en mayo de 2008 y del amoniaco de 5500 a 8400 pesos, es decir se ha incrementado en un 65 y un 35 %, respectivamente. Este incremento

esta abatiendo las ganancias de los productores de trigo. Una oportunidad es aprovechar el nitrógeno que aporta el suelo y fertilizar únicamente para cubrir las necesidades del cultivo para el ciclo.

En la búsqueda de la eficiencia en el uso del fertilizante nitrogenado, se considera al Analizador Óptico de Reflectancia (greenseeker) como herramienta para el diagnóstico de la suficiencia del nitrógeno en la planta, en base a que, el estado nutrimental que exprese el cultivo de trigo en su desarrollo, es la resultante entre otras, de las condiciones de fertilidad en su medio (Zillmann, *et al* 2006). Este conocimiento podrá ayudar a tomar decisiones oportunas ante la incertidumbre de si durante el avance del ciclo del cultivo, hemos sobre fertilizado o sub fertilizado con nitrógeno, y tomar la decisión de aplicar o no y cuanto para asegurar alto rendimiento de grano cuando aun el cultivo pueda aprovecharlo para aumentar el rendimiento.

OBJETIVOS

Determinar la relación entre la dosis de nitrógeno aplicado y los valores obtenidos mediante el Analizador Óptico de Reflectancia y su relación con el rendimiento de grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo experimental fue establecido con la variedad Baviácora M92, el 28 de diciembre de 2007 en un suelo migajón limoso de la Colonia Chapultepec lote, 47. A la siembra se hizo la aplicación del total de 5 dosis de nitrógeno, con el fertilizante Urea (46-0-0) y además una dosis única de fósforo, utilizando el fosfato mono amónico. El análisis de suelo previo a la siembra, detectó 0.28 % de nitrógeno total.

Los kg de N aplicados/ha fueron: 23, 102, 190, 277, y 365 (acompañados por 107 kg/ha de fósforo). El diseño de distribución de tratamientos fue bloques al azar con seis repeticiones. La superficie de la unidad experimental fue de 12 m² (2 x 6 m).

Los días después de la siembra (DDS) en que se tomaron lecturas en plantas, con el analizador óptico de reflectancia (greenseeker), fueron: 53, 62, 70, 72, 77, 83 (embuche), 98 y 113. Para la toma de la información, se hacia un recorrido en la unidad experimental y sobre las plantas se pasaba el lector del GS a un altura de alrededor de 80 cm y horizontal al dosel superior de la vegetación.

La caracterización del rendimiento consistió en cuantificar espigas, su peso y el peso del grano en un metro cuadrado del centro en cada unidad experimental.

El análisis estadístico de los valores obtenidos en los muestreos mediante el analizador óptico de reflectancia y el rendimiento de grano se realizo mediante el análisis de varianza y de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

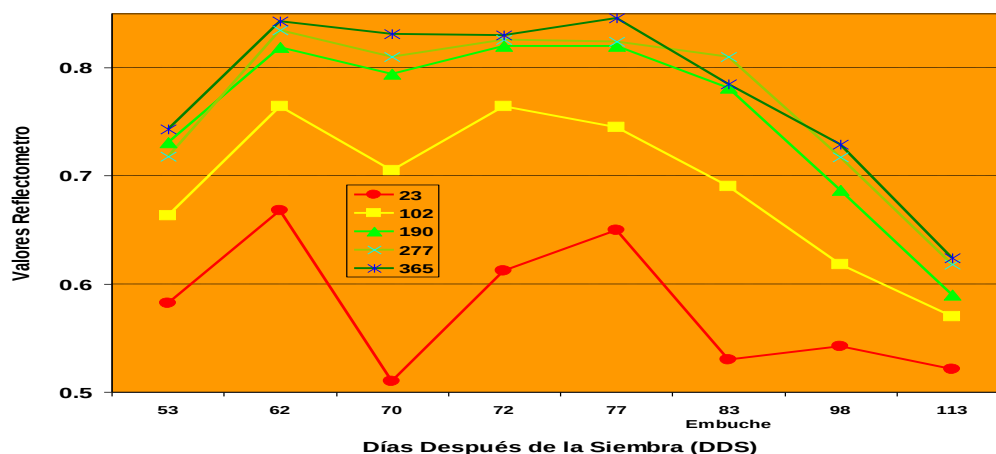
En la grafica 1, se aprecia que las líneas de tendencia de los valores del GS y días después de la siembra, asemejan mucho a las curvas de absorción de nitrógeno (Doerge *et al*, 1991) por el cultivo del trigo durante el ciclo, con excepción de una depresión, a los 70 DDS, que en el caso de las dosis igual o mayores a 190 kg de N, fue mas ligera. Los valores promedio arriba de 0.800, ocurrieron durante la etapa de encañe en los tratamientos con dosis mayores a 190 kg/ de N/ha y además al declinar, no lo hacen a valores inferiores a 0.600, y la dosis mas baja siempre estuvo por debajo de 0.7. En general tenemos valores bajos antes y después de encañe

Cuadro 1. Efecto de Dosis de Nitrógeno sobre Valores del Reflectómetro Obtenidos en Plantas de Trigo **Baviácora** M92. Valle de Mexicali. Colonia Chapultepec Lote 47. 2008.

Factor	Valores Promedio Reflectometro Días Después de la Siembra								Promedio
kg Nitrog/ha	53	62	70	72	77	83 (embuche)	98 (flor- llenado)	113	General
22.7	0.567 b	0.641 b	0.482 c	0.578 b	0.625 b	0.483 b	0.505 c	0.492 c	0.547 c
101.95	0.669ab	0.765 ^a	0.719 b	0.775 ^a	0.754 ^a	0.67 ^a	0.63 b	0.539 bc	0.69 b
189.45	0.735 ^a	0.816 ^a	0.784ab	0.81 ^a	0.814 ^a	0.776 ^a	0.686ab	0.586ab	0.751ab
276.95	0.715 ^a	0.825 ^a	0.802ab	0.821 ^a	0.821 ^a	0.806 ^a	0.714ab	0.617ab	0.765ab
364.45	0.74 ^a	0.84 ^a	0.831 ^a	0.838 ^a	0.846 ^a	0.788 ^a	0.729 ^a	0.632 ^a	0.781 ^a
Media Gral	0.685	0.777	0.723	0.764	0.772	0.705	0.653	0.573	0.707
F cal Trat	5.9	15.61	31.32	12.61	13.97	11.03	20.12	9.62	20.16
Probabilidad	0.0041	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0004	0.0000
Coef Var %	9.63	5.92	7.79	8.79	6.9	12.87	6.95	7.25	6.75

*Valores promedio con la misma letra en igual columna, no son significativamente diferentes. Tukey 0.05

Fig 1. Kg. de N Aplicados a Trigo Baviácora M92 y Valores del GS, DDS. INIFAP. Col. Chapultepec. Lote 47. Valle de Mexicali. 2008



En todos los muestreos se encontró efecto de tratamientos en los valores obtenidos mediante el reflectómetro y ha excepción del muestreo en embuche, los coeficientes de variación fueron menores al 10 % (cuadro 1). De acuerdo con el análisis de separación de medias, desde el muestro a los 62 DDS y hasta los 83 DDS (etapa de encañe), el tratamiento con mínima aplicación de nitrógeno fue significativamente diferente al resto. En las dos fechas posteriores y en el promedio general, dicho análisis separo en tres grupos, los tratamientos menores a 102 kg, los entre 277 y 190 y finalmente el de mayor dosis.

Cuadro 2. Correlación entre las Dosis de Nitrógeno y Lecturas del Reflectómetro en Plantas de Trigo Baviácora M92. Valle de Mexicali. Colonia Chapultepec Lote 47. 2008

Factor	Lecturas del reflectómetro en planta a los:								Promedio
Kg Nitrog/ha	53	62	70	72	77	83	98	113	general
Estadísticos									
T Student	3.825	5.935	6.366	4.775	5.718	4.816	6.032	5.084	5.084
Probabilidad	0.001	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coef. Correl (r)	0.62	0.78	0.8	0.71	0.77	0.71	0.82	0.78	0.727

El análisis de correlación indico (cuadro 2) altamente significativa la asociación entre las dosis de nitrógeno y los valores registrados por el reflectómetro en todos los muestreos. Los análisis de varianza y de correlación afirman la confianza de que los valores de las lecturas con el reflectómetro si corresponden a las dosis de N aplicadas.

Cuadro 3. Efecto de Dosis de Nitrógeno sobre Parámetros de Plantas de Trigo **Baviácora M92**. Valle de Mexicali. 2008.

Tratamiento	Planta gr	Espigas/m ²		Espiga	Grano
Kg Nitrog/ha	Peso seco/m ²	#	Peso(gr)	gr	Peso gr/m ²
22.7	1538 b*	434.0	877	1.958 b	774.8
101.95	1857 b	438.4	1057	2.418 ^a	864.0
189.45	1985 b	446.6	1164	2.582 ^a	971.8
276.95	2065 ab	451.6	1132	2.506 ^a	922.8
364.45	2575 a	506.4	1399	2.759 ^a	1073.3
Media Gral.	2004.0	455.4	1125.7	2.445	921.3
F cal Trat	4.3	0.54	2.77	5.5	1.44
Probabilidad	0.015	0.71	0.064	0.0056	0.28
Coef Var %	20.3	19.63	22.54	11.69	20.27

*Valores promedio con la misma letra en igual columna, no son significativamente diferentes. Duncan 0.05

El efecto de los tratamientos sobre algunos componentes del rendimiento y el rendimiento (cuadro 3) resulto significativo para el peso total de la planta y el peso unitario de espigas, donde la media del tratamiento con la dosis mas baja de nitrógeno, resulta significativamente diferente al resto. El rendimiento del número y peso de espigas así como la de grano a pesar de que sus valores medios muestran tendencia de respuesta a los niveles de nitrógeno, el análisis de varianza no los detecta, es muy probable que se deba a las variaciones en los valores ya que los coeficientes de variación son elevados.

Cuadro 4. Correlación de Dosis de Nitrógeno con Parámetros en Plantas de Trigo **Baviácora M92**. Valle de Mexicali 2008

Factor:	Planta	Espigas/m ²		Espiga	Grano
Kg Nitrog/ha	Peso Seco gr	#	Peso (gr)	c/u	m ²
Estadísticos					
T Student	3.715	1.336	3.068	3.486	2.151
Probabilidad	0.001	0.194	0.005	0.002	0.045
Coef. Correl (r)	0.61	0.27	0.54	0.59	0.45

El análisis de correlación encuentra significativa la correspondencia (cuadro 4) entre dosis de nitrógeno y peso de planta, peso de espigas, peso unitario de espigas y peso de grano, lo que le da significado a esa tendencia de promedios que antes se comento.

Cuadro 5. Correlación de Valores del Reflectómetro con el Rendimiento de Grano de Trigo **Baviácora M92**. Col Chapultepec L 47. INIFAP. Valle de Mexicali 2008

Factor: Grano/m ²	Lecturas del Reflectómetro en planta a los DDS:								Media
	53	62	70	72	77	83	98	113	general
Estadísticos									
T Student	2.944	2.148	3.787	3.475	3.858	3.889	2.451	4.129	3.678
Probabilidad	0.008	0.045	0.001	0.003	0.001	0.001	0.024	0.001	0.002
Coef. Correl (r)	0.57	0.45	0.67	0.63	0.67	0.676	0.5	0.7	0.66

La búsqueda de la predicción del rendimiento de grano a partir de los valores obtenidos con el analizador óptico de reflectancia, condujo a realizar el análisis de correlación, mismo que dio como resultado que los valores del reflectómetro en cada muestreo (cuadro 5), estuvieron significativamente asociados al rendimiento de grano y con mayor coeficiente de correlación los muestreos realizados en la etapa de encañe, incluido la etapa de embuche. La importancia es que durante esa etapa es posible impactar el rendimiento de grano, y decidir si debemos aplicar o no. En principio, una regla sería de que si en embuche tenemos valores del reflectómetro menores a 0.7, debemos hacer una aplicación adicional de nitrógeno y si es mayor la decisión sería no aplicar más nitrógeno. Los valores del reflectómetro en etapa de embuche asociados al rendimiento de grano generaron la ecuación $Y = -(306.95x^2) + (1316.25x) + 72.872$, mediante esta se estima que por cada 0.05 puntos del reflectómetro que deseamos aumentar, se requiere aplicar 4.5 kg de nitrógeno/ha⁻¹.

CONCLUSIONES

Se detectó efecto significativo de dosis de nitrógeno sobre los valores detectados por el analizador óptico de reflectancia.

Hubo correlación significativa entre las dosis de nitrógeno y los valores detectados por el analizador óptico de reflectancia.

Fue significativa la correlación entre las dosis de nitrógeno y el rendimiento de grano

Existió correlación significativa entre los valores determinados por el analizador óptico de reflectancia y el rendimiento de grano.

El analizador óptico de reflectancia puede ser una herramienta útil para el diagnóstico y recomendación del nitrógeno en plantas de trigo.

Se requiere continuar con el mismo trabajo cuidando que donde se establezcan los experimentos sea un terreno con fertilidad homogénea.

LITERATURA CITADA

Doerge, Thomas A., Robert L. Rothe, and Bryant R. Gardner. 1991. Nitrogen Fertilizer Management in Arizona. College of Agriculture, University of Arizona. 87 pages.

Martínez B. A., F. López L., J. J. Medina E. y J. A. Valenzuela P. 2005. Guía para Producir Trigo en Plano en el DDR 002, Río Colorado. Folleto para Productores # 48. SAGARPA. INIFAP. Mexicali, B. C. 48 Pág.

Zillmann Erik, Simone Graeff,* Johanna Link, William David Batchelor, and Wilhelm Claupein. 2006. Assessment of Cereal Nitrogen Requirements Derived by Optical On-the-Go Sensors on Heterogeneous Soils. Agronomy Journal, Vol. 98, May–Jun. 2006. p.290.

IMPACTO EN LA APLICACIÓN DE FÓSFORO (P), UTILIZANDO AGUA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA*), EN EL VALLE IMPERIAL

María Isabel Escobosa¹, Khaled M. Bali², Juan Guerrero², Roberto Soto O.¹, L. Fernando Escoboza¹, Ayman Suleiman⁴, Daniel Araiza Z¹, Angel López L¹, Cristina Ruiz A¹, Carmelo Hernandez Z¹, Victor Cardenas S¹, Mónica Avilés¹, Adolfo Román C.¹ Adolfo Pérez M., Osvaldo Rodríguez³. ¹Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México. C.P. 21100. ²University of California; Agriculture & Natural Resources; Cooperative Extension, Imperial County. (UCCE).C.P. 92250. ³Universidad Autónoma de Baja California; Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Mexicali, Baja California, México.C.P. 21100.

Palabras clave: Reutilizar, Sedimento, Drenaje Superficial.

RESUMEN

La alfalfa es el cultivo de mayor importancia en el Valle Imperial, utiliza 1.3×10^9 m³ de agua de riego proveniente del Río Colorado, de éste volumen aplicado se pierde en el drenaje superficial del 15 al 20% al regar la alfalfa. Aproximadamente 10×10^6 Kg. de P₂O₅ se utilizan anualmente en la fertilización del cultivo de alfalfa, y esta cantidad contabiliza casi el 50% del fósforo utilizado en todo el Valle en los diferentes cultivos. El fósforo es aplicado al cultivo de alfalfa una o dos veces por año a través del agua de riego durante el desarrollo del cultivo, principalmente al inicio de primavera, o aplicado en dosis más altas en presiembra para satisfacer la demanda de la alfalfa durante todo su ciclo productivo (aproximadamente 3 años). La cantidad de fósforo estimada derivada en los escurrimientos superficiales es aproximadamente de un 10-15% del total del fósforo y el promedio de P que es descargado anualmente al drenaje agrícola del Valle Imperial expresado en PO₄³⁻ es de 8 a 15 kg. ha⁻¹ (Meister et al., 2004).

Mediante la utilización del agua de drenaje superficial, se optimizaría el agua de riego en un 98%, y se aplicaría menor cantidad de fertilizantes. (Yonts, 2003)

El agua del drenaje superficial se recicló, haciéndola llegar a un reservorio evitando que llegue al drenaje principal, y utilizando un sistema de bombeo (24 HP), el agua de drenaje superficial lleva pendiente arriba para mezclarse con agua de riego, (agua de riego del Río Colorado 75% y agua de Drenaje 25%) reduciendo de esta forma el agua de drenaje que en un recorrido normal se hubiera sumado a la carga del drenaje principal, logrando bajo este sistema un incremento de eficiencia del agua, y de los fertilizantes.

El fósforo es el nutriente más importante necesario para la producción de alfalfa. La manera más eficaz para evaluar los requerimientos de nutrientes para P en alfalfa es medir la concentración de P en los tejidos de la planta y el suelo. El análisis de suelo también puede ser útil antes de la plantación para evaluar la cantidad de P necesaria para el crecimiento de la alfalfa.

Muchas comunidades a través del mundo se están acercando, o han alcanzado ya, los límites de sus abastecimientos de agua disponibles; la recuperación, y la utilización de agua de drenaje superficial es un método alternativo para optimizar el uso del agua, con sus consecuencias de optimización del recurso, como disminuir la aplicación de fósforo, en un 50 %.

ABSTRACT

Alfalfa is the most important crop in the Imperial Valley, use 1.3×10^9 m³ of irrigation water from the Colorado River, of this volume applied is lost in the drainage surface 15 to 20% to irrigate alfalfa. Approximately 10×10^6 kg of P₂O₅ is used annually in the fertilization of alfalfa, and this amount accounted for nearly 50% of the phosphorus used throughout the Valley in different crops. Phosphorus is applied to alfalfa once or twice a year through irrigation water for crop growth, mainly at the start of spring, or applied in higher doses in order to meet demand sowing of alfalfa throughout their production cycle (approximately 3 years). The resulting estimated amount of phosphorus in surface runoff is approximately 10-15% of total phosphorus and average P that is

discharged annually to the Imperial Valley agricultural drainage expressed as PO₄-P is 8 to 15 kg. ha⁻¹ (Meister et al., 2004).

By using surface water drainage, it would optimize the irrigation water by 98%, and would apply fewer fertilizers. (Yonts, 2003) The surface drainage water was recycled, bringing it to a reservoir preventing reaches main draw, and using a pumping system (24 HP), surface water drainage has been pending for up to mingle with irrigation water (irrigation water Colorado River water 75% and Drainage 25%) thus reducing drainage water in a normal route would have been one main drainage load, achieving an increase under this system of water efficiency, and fertilizer

Phosphorus is the most important nutrient needed for the production of alfalfa. The most effective way to evaluate the nutrient requirements for P in alfalfa is to measure the concentration of P in plant tissues and soil. Soil analysis can also be useful before planting to assess the amount of P necessary for growth of alfalfa. Many communities throughout the world are approaching or have already reached the limits of its available water supplies, recovery, and use of surface water drainage is an alternative method to optimize water use, its consequences resource optimization, such as decreasing the application of phosphorus 50 %.

Objetivo: Evaluar el ahorro de la aplicación de Fósforo, mediante el uso de agua de drenaje superficial en la producción de alfalfa (*Medicago sativa*).

INTRODUCCIÓN

El Valle Imperial está situado en el noroeste del desierto de Sonora. La precipitación es cerca de 76 milímetros por año (Mayberry, 2003), la producción agrícola es totalmente dependiente del agua de riego la cual es derivada del Río Colorado a través del canal Todo Americano y distribuida por el sistema de irrigación más grande en el sur de California. Cerca de 3.45×10^9 m³ del agua del Río Colorado se vierten anualmente para regar más de 202,342 ha, de estas el 80% de la tierra regadas se siembran con los cultivos de alfalfa, trigo y sudán (Agricultural Commissioner, 2003), y de estos la alfalfa ocupa 40% de la superficie, (80,936 ha) siendo en el Valle Imperial el cultivo de alfalfa; la alfalfa requiere de aproximadamente 16 riegos durante el año, comúnmente con dos riegos entre cada corte. El método de riego utilizado en el Valle Imperial, es de melgas abiertas al pie, durante un riego el flujo de agua derivado a la parcela es cortado generalmente cuando el frente de agua ha alcanzado alrededor del 80% de la longitud del campo, donde aproximadamente entre el 15-20% del volumen del agua aplicada termina como escurrimiento superficial (Meister et al., 2004).

También para lograr un adecuado crecimiento de los cultivos han intensificado el uso de fertilizantes, pesticidas y otros productos químicos, dando como resultado que en las aguas de drenaje se incrementen los sedimentos. Para asegurar un uso razonable del agua y prevenir el incremento de sedimentos los drenes, se sugiere reutilizar el agua de drenaje; los productores al reciclar el agua de drenaje, estarán contribuyendo en el cuidado del medio ambiente evitando las pérdidas de agua de riego y el incremento de sedimentos. (Departamento de plaguicidas Reglamento Vigilancia del medio ambiente, 1995).

Aproximadamente una tercera parte del agua de riego aplicada sale de las parcelas como escurrimiento superficial y drenaje subsuperficial la cual eventualmente fluye hacia el Mar Salton. Por consiguiente, las aguas de drenaje que fluyen del Valle Imperial aportan alrededor del 85% de los volúmenes anuales totales que llegan al Mar Salton, el cual continúa existiendo sobre todo porque no tiene salida y las afluencias anuales son casi iguales a la evaporación anual que son alrededor de 2 m (UCDavis, 2001).

La descargas de sedimento al drenaje agrícola para el Valle Imperial, es de aproximadamente de 2.5 ton.ha⁻¹ (Bali, 2002), estudios realizados (Haan and Hayes, 1994) en 1993 encontraron para una área de estudio de 65 ha un aporte de sedimentos de 772 kg. para alfalfa; otros estudios (Vicent, 1999), concluye que los cultivos de cobertura total como la alfalfa contribuyen con el 20% del aporte total de sedimentos a los drenes, para el caso de alfalfa.

La calidad del agua de riego es fundamental para pronosticar la producción de un cultivo es así que el uso intensivo del P en los sistemas agrícolas es uno de los principales problemas de

contaminación en cuerpos de agua receptores, donde es promotor del crecimiento de algas, que acelera el proceso de eutrofización (Wendt and Corey, 1980).

Una reducción significativa en las cantidades de fósforo en las aguas de drenaje, puede lograrse, modificando las prácticas de riego y fertilización, practicas que reducirían las contribuciones de fósforo en las aguas de escurrimiento superficial y reciclando el agua de drenaje superficial (Bali, 2002).

La utilización del agua del drenaje superficial es recuperar y reutilizar el agua del drenaje superficial. Los sistemas típicos de la recuperación del agua de drenaje superficial incluyen una zanja de drenaje abierta, un depósito para el agua del drenaje superficial, una bomba, y una tubería. (Bethune, 2001), por su parte. Dean Yonts (2003) le llama a este proceso se como corriente de retorno, porque el agua es devuelta a una superficie de la fuente que se utilizará de nuevo

La calidad del agua de riego es fundamental para pronosticar la producción de un cultivo es así que el uso intensivo del P en los sistemas agrícolas es uno de los principales problemas de contaminación en cuerpos de agua receptores, donde es promotor del crecimiento de algas, que acelera el proceso de eutrofización (Wendt and Corey, 1980).

Aproximadamente 10×10^6 Kg. de P_2O_5 se utilizan anualmente en la fertilización del cultivo de alfalfa, y esta cantidad contabiliza casi el 50% del fósforo utilizado en todo el Valle en los diferentes cultivos. El fósforo es aplicado al cultivo de alfalfa una o dos veces por año a través del agua de riego, durante el desarrollo del cultivo, principalmente al inicio de primavera, o aplicado en dosis más altas en presiembra para satisfacer la demanda de la alfalfa durante todo su ciclo productivo (aproximadamente 3 años). La cantidad de fósforo estimada derivada en los escurrimientos superficiales es aproximadamente de un 10-15% del total del fósforo y el promedio de P que es descargado anualmente al drenaje agrícola del Valle Imperial expresado en PO_4^{3-} es de 8 a 15 kg. ha^{-1} (Meister et al., 2004).

El análisis de fósforo se llevó acabo se utilizó un Espectrofotómetro Marca Hach modelo DR/2010, aplicando el método 365.2 (EPA, 1984), este procedimiento se efectuó en un lapso no mayor de 48 h después de la toma de muestras. El equipo era calibrado antes de la toma de lecturas de acuerdo a un procedimiento establecido, por medio de soluciones estándares. Los datos son expresados en $mg.L^{-1}$ de PO_4 .

Para la alfalfa, las siguientes directrices se han desarrollado para pruebas de suelo de Concentraciones de P entre 0 y 6 $mg.L^{-1}$ de P, la cantidad de P en el suelo es: bajaConcentraciones de P entre 7 y 10 $mg.L^{-1}$ de P, la cantidad de P en el suelo es: mediaConcentraciones de P superior a 10 $mg.L^{-1}$ de P, la cantidad de P en el suelo es: adecuada.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó con el apoyo de un productor cooperante.

Ubicación.

El trabajo se desarrolla en el oeste de Holtville bajo la supervisión de la Universidad del Desierto de California

Investigación y extensión de centro (UCDREC), a 25 km al norte de la línea fronteriza México-Estados Unidos; ubicado en el Condado de Imperial, en la parte sureste del Estado de California, entre la latitud 32° 40'. Norte; 33° 15' al norte; y las longitudes 115° 00' al este y 116° 05' oeste. Colinda al norte con el Valle de Coachella y el Mar Salton, al sur con el Estado de Baja California; al este con el Estado de Arizona y Valle de Yuma y al oeste, con el macizo montañoso de la sierra de nevada (Sierra de la Rumorosa) y Condado de San Diego.

Clima.

El Valle Imperial presenta en la temporada de invierno temperaturas medias de 16 oC, mientras que en verano es seco y caliente. El rango de temperaturas va desde 1.1 oC en enero, hasta las máximas de 43 oC en julio y agosto, con temperatura anual promedio de 22.2o C. La precipitación media anual es de 75 mm aproximadamente. La humedad relativa varia de 16-60% (Mayberry, 2003).

Variedad de Alfalfa

La variedad a utilizar es CUF 101, con una densidad de 34 kg.ha de semilla, en 13 melgas de 60 m de ancho y 365 m de largo (Meister et al., 2004), la siembra se llevó a cabo en el octubre de 2004; en el 2005 se manejo el cultivo en forma normal de acuerdo a los Productores del Valle imperial y en el 2006 y 2007 se fertilizó los meses de abril utilizando como fuente de fertilización P_2O_5 (11-52-0). Cuadro No.1

Cuadro No. 1 Manejo de la fertilización en el año 2004,2006 y 2007

[illegible]

S=La fuente de fertilización fué fosfato monoamónico P2O5 (11-52-0), se realizó una sola aplicación en presiembr de 560 kg.ha-1, lo que equivale a 61.6 kg de N y 291 kg de P (Meister et al., 2004).

WR=Fertilización (ácido fosfórico)

100%=Aplicación de ácido fosfórico

Durante el 100% riego rodado.

75% =Aplicación de ácido fosfórico Durante el 75% riego rodado.

La programación del riego:

El cultivo siguió un proceso normal de riego en el 2004 y 2005 y en el 2006 se iniciaron los muestreos con la mezcla de agua de riego del Río Colorado (75%)y agua de Drenaje(25%), del 15-20% del agua aplicada a la parcela llega a un reservorio.

Muestreo

Se tomaron 51 muestras del agua por cada riego, para lo cual se fabricó un muestreador que consiste en tubo de pvc de 2 m de largo y 1.27 cm de diámetro, donde en uno de sus extremos se sujetará por medio de un tornillo un recipiente que se utilizó como deposito de la muestra, se colectaron en botellas de plástico de 250 mm, se identificarán en forma individual por medio de una etiqueta donde se anotaba el proyecto, fecha, hora, la procedencia y el nombre de la muestra; Las muestras se analizaron en menos de 48 horas.

Cuadro No. 2 Promedio de fósforo (PO_4) la concentración y la carga en el agua de escorrentía en los nueve primeros riegos después de la aplicación de P en 2007 *

P tipo de aplicación y la práctica de riego	La concentración promedio de P (mg / L) por el riego	La carga de P promedio por riego (lb / acre)	La carga de P promedio por riego (kg. ha ⁻¹)
Aplicación estándar (melga L7, L10, L13)	7.58	1.31	1.47
Aplicación estándar de P, final de la melga (melga: L1, L8, L9)	6.99	0.36	.4038
Aplicación estándar de P, final de la melga (melga: L3, L6, L11)	14.95	2.59	2.90
Aplicación estándar de P, hasta el 75 % (melga: L4, L5, L12)	13.75	2.38	2.67

* Basado en la profundidad de medio de aplicación de 4,5 pulgadas (11,4 cm) y las tasas de escurrimiento de 17% y 5% para el riego y prácticas normales de escorrentía reducida, respectivamente.

CONCLUSIÓN

La carga media de P por el riego durante los nueve primeros riegos después de las aplicaciones de P es menos de 1,5 libras por acre (1.68 kg. ha⁻¹ P), por el riego en las solicitudes de emisión estándar (cuadro 2). La carga de P en el agua de drenaje superficial de estos tratamientos *fue de casi el 50% más bajo*, al ejecutar la aplicación de prácticas de fertilización. El control de la velocidad y la cantidad de agua aplicada es la manera más eficaz para reducir la concentración y la carga de P en utilización de aguas de drenaje superficial; trabajo que se viene realizando en Arkansas, Florida, al utilizarse el drenaje superficial, viendo incrementada la calidad con nutrientes que se aprovechan, evitando sean conducidos al drenaje principal, siendo realmente efectivo el uso de agua de drenaje superficial, Bethune, *et al* 2001, Natural Resources Conservation service (NRCS).

LITERATURA CITADA

- Agricultural Commissioners. 2003. California Agricultural Statics Service. Summary of county Reports Imperial County. [Ucce.ucdavis.edu/counties/commun/countyagreports](http://ucce.ucdavis.edu/counties/commun/countyagreports).
- Bali, K. M. 2002. Reduce Pollution with Proper Fertilizer Timing. University of California. Agriculture & Natural Resources. Cooperative Extension, Imperial County. <http://ucanr.prg/delivers>.
- Bali, K.M. 2003. Saline water. <http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a713542022~db=all~order=title>
- Bethune, G. , Smajstrla, Allen. 2001. An Innovative Tailwater Recovery and Seepage-Water Interception System. American Society of Civil Engineers (ASCE). An Innovative Tailwater Recovery and Seepage-Water Interception System.mht
- Departamento de plaguicidas Reglamento Vigilancia del medio ambiente, 1995
- EPA. 1984. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. Method 365.2 .
- Maybery, K.S., and Meister H. 2003. University of California Cooperative Extension. Cost of production, Fields Crops.

- Meister, H. K., Bali, K. M., Natwick, E. T., Turini, T., and Guerrero, J. N. 2004. Guidelines to production costs and practices for Imperial County-Field crops. UCCE_Imperial County Circular 104-F. <http://ceimperial.ucdavis.edu>.
- Natural Resources Conservation service (NRCS). 2007
- UCDavis. (2001). Universidad de California, Davis, Chemical Laboratory Safety Manual). <http://ehs.ucdavis.edu>.
- UCDavis. 2001. Effect of salt Precipitation on Historical and projected Salinities of the Salton Sea. Summary Comments from workshop at the University of California Riverside. Riverside California. http://www.lc.usbr.gov/saltntsea/pgl_files/saltprl.pgl.
- Vicent, F. M. 1999. Watershed scale sediment yield estimation from surface irrigated agriculture: Imperial Valley, California. Department of Geography The University of Utah.
- Yonts D. (2003), Tailwater la recuperación y la reutilización. Enciclopedia de la ciencia del agua. http://72.14.203.104/translate_c?hl=es&u=http://www.informaworld.com/smpp/1968699746-16928081/content~content%3Da713541944~db%3Dall~order%3Dtitle&prev=/search%3Fq%3Dtailwater%2Brecovery%26start%3D10%26hl%3Des%26sa%3DN/smpp/1968699746-16928081/title~content%3Dt713172978~db%3Dall%3Fstem%3D9/smpp/1968699746-16928081/title~content%3Dt713172978~db%3Dall%3Fstem%3D10
- WENDT, R. C., AND COREY. 1980. Phosphorus variations in surface runoff from agricultural lands as a function of land use. J. Environ. Qual. 9:130-136.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA A GRUPOS CON CAPACIDADES DIFERENTES: UNA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO HUMANO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.

Medina-Cervantes, T.S.¹; Aceves, V. Yarálin¹. Encinas, F. Rubén¹, Rodríguez G. Rosario Esmeralda¹, Escobosa G M. I¹. ¹Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California.

Palabras clave: capacidades diferentes, Incorporación económica.

RESUMEN

La urgencia de fomentar el respeto, la integración y el trato equitativo a la sociedad de las personas con capacidades diferentes, para mejorar su calidad de vida. Se fundamenta en acciones que fortalezcan una cultura social de desarrollo humano incluyente y de equidad de género. Con campañas permanentes de prevención de accidentes en el hogar, la escuela, el trabajo y la vía pública, que ocasionan discapacidad. La elaboración y cumplimiento de un marco jurídico en materia de capacidades diferentes, que adecuen el libre acceso e integración a servicios de salud, educación, deporte, cultura, recreación y la incorporación al sector productivo. Lo anterior concuerda con los objetivos del desarrollo regional el cual se enmarca en Impulsar el desarrollo integral y sustentable en las regiones de mayor rezago socioeconómico del Estado, con participación interinstitucional, de organizaciones sociales, privadas y ciudadanos en lo particular, para potenciar las oportunidades que permitan mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

ABSTRACT

The urgency to promote respect, inclusion and equal treatment in the society of people with different abilities to improve their quality of life. It is based on actions that strengthen a culture of human development, inclusive social and gender equity. With ongoing campaigns to prevent accidents in the home, school, work and public roads, which cause disability. The development and implementation of a legal framework for disabilities, that fit the free access and integration to health services, education, sports, culture, recreation and incorporation to the productive sector. This is in line with the objectives of regional development which is part Promote integrated and sustainable development in regions of higher socio-economic backwardness of the State, inter-agency participation, social organizations, private citizens in particular, to enhance the opportunities to improve the quality of life for this people with different abilities.

Desarrollo de la propuesta

Se considera persona con capacidades diferentes a todo ser humano que presente temporal o permanentemente una limitación, pérdida o disminución de sus facultades físicas, intelectuales o sensoriales, para realizar sus actividades conaturales. Se reconoce que las personas con capacidades diferentes, sufren marginación y discriminación, no sólo por parte de la sociedad, sino también a veces de su familia, lo que las obliga a tener además de un problema físico, una baja autoestima. El último Censo de Población y Vivienda, muestra que en la entidad existen poco más de 56 mil personas que presentan algún tipo de discapacidad permanente o de largo plazo, que representa casi el 2% de la población total estatal, destacando el 48% con discapacidad neuromotora, el 19.1% visual y las auditivas e intelectuales con poco más del 14% cada una. En este marco, si una democracia bien entendida tiene como objetivo fundamental igualar condiciones para que todos puedan participar en la vida común, es innegable que el poder público debe formular y aplicar programas, recursos, políticas y acciones orientados a atemperar las desigualdades físicas o morales de la discapacidad y lograr que ésta se convierta en capacidad. En la actualidad, estas personas enfrentan en general condiciones de marginación, pobreza y falta de oportunidades para una plena participación e integración al desenvolvimiento de su comunidad. En el tema de la salud y seguridad social, se debe hacer énfasis en establecer la normatividad que permita homologar y ampliar las acciones para la prevención, rehabilitación y la integración social de las personas con capacidades diferentes, por lo que es necesario continuar con acciones de

extensión de cobertura, principalmente en comunidades marginadas. Los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda indican que, en Baja California, poco más de 35 mil personas tienen algún tipo de discapacidad; esto representa 1.4% del total de la población en el estado, la media nacional registra 1.8 por ciento. Una diferencia más significativa se observa en la distribución por sexo; 46.3% de la población con discapacidad en el estado son mujeres, en tanto que 53.7% son hombres. A nivel nacional, la diferencia entre hombres y mujeres es de 5.2 puntos porcentuales, al registrar 52.6 y 47.4%, respectivamente. Al distribuir a la población con discapacidad por sexo y grupos quinquenales de edad, se muestra una importante concentración de hombres y de mujeres con esta características en el grupo de 70 y más años, con 10.7 y 13.0%, respectivamente. Como se observa, en este rango de edad las mujeres son quienes obtienen el mayor porcentaje; sin embargo, en la mayoría de los grupos restantes esta característica es superior en los hombres, acentuándose principalmente en los grupos de 25 a 29 y de 30 a 34 años. A nivel municipal, la proporción de población con discapacidad muestra registros menores a la del país; Mexicali es el municipio con el mayor porcentaje de personas discapacitadas con respecto al total de su población con 1.7 por ciento; Ensenada y Tecate tienen cifras semejantes con 1.6 y 1.5%, respectivamente. Los municipios con los menores porcentajes son Tijuana y Playas de Rosarito, en ambos casos 1.2% de su población total tiene algún tipo de discapacidad física o mental. El porcentaje de población con discapacidad es semejante en todos los tamaños de localidad, con excepción de las rurales (menos de 2 500 habitantes); en las localidades urbanas 1.4% de su población tiene limitaciones físicas o mentales para realizar sus actividades cotidianas, mientras que en las de menos de 2 500, existen casi dos personas con algún tipo de discapacidad de cada cien residentes. En todos los rangos de localidad, existe una mayor proporción de hombres con discapacidad que de mujeres; la diferencia más notable se observa en poblaciones con menos de 2 500 habitantes, 57.0% para los hombres y 43.0% para las mujeres, de lo que resulta una diferencia de 14 puntos porcentuales. En cambio, en las localidades de 50 000 a 99 999 habitantes la diferencia por sexo es de sólo tres puntos. Es así como, de los resultados definitivos del censo, se deduce que en Baja California más de la mitad de la población con discapacidad (55.7%) tiene problemas de tipo motriz, los de tipo mental sumados a los de tipo visual concentran poco más de la tercera parte (33.9%), mientras que los de lenguaje registran sólo 3.4 por ciento. A nivel nacional las proporciones son 45.3, 42.1 y 4.9%, respectivamente. Al observar a la población con discapacidad por sexo, se puede apreciar que en relación con los impedimentos de tipo motriz, el porcentaje es mayor en las mujeres con casi 5 puntos al registrado por los hombres; la misma situación resulta en los problemas de tipo visual, donde 16.8% de la población femenina padece este tipo de discapacidad, en tanto que en el grupo de los hombres la proporción es de 15.8 por ciento. En contraste con lo anterior, 18.6% de la población masculina con discapacidad tienen limitaciones de tipo mental, en tanto que 16.3% de las mujeres presentan esta clase de afección. Comparando la proporción por sexo de cada uno de los tipos de discapacidad, se observa que en la de tipo motriz 51.5% son hombres y 48.5% son mujeres; contrastando con la discapacidad auditiva, pues del total de personas con esa condición 57.3% son hombres y 42.7% mujeres, una diferencia de casi 15 puntos. En la población con deficiencias en el lenguaje, de nuevo se aprecia un porcentaje mayor en la población masculina con respecto a la femenina, 55.9% y 44.1%, respectivamente, en la población con limitaciones visuales se tiene un registro de 52.1% en los hombres y 47.9 en las mujeres. Con relación a las personas con afecciones mentales, 56.9% son hombres y 43.1% son mujeres, con lo que se reafirma que la mayor proporción de población en todos los tipos de discapacidad es masculina.

Desarrollo Humano

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano (PNUD), reconoce a éste como un "proceso conducente al mantenimiento y ampliación de las opciones de las personas en todas las esferas; estas opciones se crean y recrean con la expansión de las capacidades humanas y su aprovechamiento". El citado programa destaca que en todos los niveles del desarrollo, existen capacidades y opciones esenciales que permiten que todas las personas participen en la sociedad, contribuyan a ella y se desarrollen plenamente. Tales capacidades y opciones esenciales son:

mantenerse vivo gozando de salud y de una vida larga; obtener conocimientos, comunicarse, participar en la vida de la comunidad y contar con los recursos necesarios para llevar una vida digna. Al no contar con estas capacidades y opciones esenciales, muchas otras oportunidades se vuelven inaccesibles. Además de las anteriores, el PNUD enuncia otras capacidades y opciones que se consideran relevantes para el Desarrollo Humano, entre ellas cita: "la libertad política, económica, social y cultural; la disponibilidad de oportunidades con fines productivos o de creación; el respeto por sí mismo; el ejercicio pleno de los derechos humanos; y la conciencia de pertenecer a una comunidad". Bajo esta concepción, no es suficiente que las personas cuenten con sus capacidades y opciones esenciales y busquen ampliarlas en todo momento, sino que es necesario procurarlas de manera productiva, equitativa, participativa y sostenible, aumentando su productividad; participando tanto en los procesos de generación de ingresos y de empleo remunerado como en las decisiones y procesos que les afectan; accediendo en forma equitativa a las diferentes oportunidades y beneficios que les ofrece el entorno y protegiendo las oportunidades de vida tanto de las actuales como de las futuras generaciones a través de la promoción y respeto hacia los ecosistemas. En esta perspectiva, el Desarrollo Humano se centra en la persona, tomando en cuenta todas sus dimensiones e incluye a todas las personas sin comprometerlo a las generaciones futuras. Plantea en esencia como un nuevo paradigma analítico y propositivo, a través del cual en la vida comunitaria, se revalora y genera la ampliación de las capacidades de las personas; así mismo, se plantea como una propuesta ética que señala y propone límites diferentes en el proceso histórico de construcción de una nueva sociedad. En los promedios nacionales se pueden identificar marcados contrastes entre regiones y estados que podrán ser la base de la formulación e instrumentación de las políticas y de la asignación de recursos presupuestales en materia de Desarrollo Humano, en este sentido se encontró que: El Distrito Federal (0.878), Nuevo León (0.841), Baja California Sur (0.833), Baja California (0.829) y Sonora (0.823) ocuparon en 1997 las primeras cinco posiciones de acuerdo con el valor registrado por el IDH. A su vez, Puebla (0.741), Michoacán (0.740), Guerrero (0.721), Oaxaca (0.698) y Chiapas (0.698). El resto de los estados, se ubica en los lugares intermedios. Para 2000 y 2005 el índice de desarrollo humano en Baja California a mejorado de 0.8483 a 0.8522.

Educación inclusiva y discapacidad

Para enlazar la relación entre las nuevas concepciones acerca de la discapacidad y la educación inclusiva, "es importante destacar el papel que ha jugado la discapacidad en el surgimiento de la misma (educación inclusiva), esto con un doble propósito; por un lado desterrar la errónea creencia que la educación inclusiva es aquella que hace referencia exclusivamente a los estudiantes con discapacidad en las aulas regulares; pero por otra parte reconocer como la educación inclusiva se nutre de un significativo cambio que se ha operado en la forma de percibir y entender hoy la discapacidad". El término *necesidades educativas especiales* se presenta por primera vez en el Reino Unido en 1978, específicamente en el Informe Warnock, el cual es realizado por una comisión de expertos en 1974, y cuyo propósito básico es analizar y revisar alternativas a la situación de la educación especial de ese momento. Lo primordial a recatar de este concepto, es que aparece como alternativa a las denominaciones que se venían utilizando como: deficiente, inadaptado, discapacitado o minusválido. Sin embargo, este hecho no debe ser entendido solo como un cambio en el lenguaje, sino que es preciso comprenderlo como un cambio conceptual más profundo, en relación con las características y necesidades de ciertos alumnos; ya que se está aludiendo al reconocimiento de la heterogeneidad intra e Intercategorías. La nueva concepción de la discapacidad centrada en el entorno y lo social, es tremendamente aplicable para entender que las dificultades educativas de un estudiante no pueden ser explicadas simplemente por su condición de discapacidad, sino que por el contrario son las características del sistema educativo en sí mismo (planes de estudio inapropiados, formación de docentes inadecuada, instalaciones inaccesibles, inexistencia de apoyos y otros) las que están creando "barreras para el aprendizaje y la participación" de estos y posiblemente de otros estudiantes. Sin embargo, es importante entender que la inclusión de estudiantes con discapacidad no puede sustraerse de un concepto amplio como lo es el de diversidad, sino que en él encuentra pleno sentido, dado que este

planteamiento nos lleva a centrar la atención no tanto en lo que tienen de diferente estos alumnos aunque lógicamente sin menoscabo de sus características personales-sino en la naturaleza de la respuesta educativa, es decir el tipo y grado de ayuda que necesitan para progresar. El aspecto medular de la inclusión, es que ante todo, es una cuestión de derechos humanos y por consiguiente asume la defensa de una educación para todos, razón ética por la que debería también ser asumida por todos. Esta propuesta se sustenta en la premisa que los centros educativos, entendidos como comunidades, deben satisfacer las necesidades de todos, para todos y de cada uno, independientemente de sus particularidades y condiciones.

Literatura consultada

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI. 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. Perfil Sociodemográfico de Baja California.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNDU 2007. Informe sobre desarrollo humano, 2000-2007.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNDU 2005. Indicadores de desarrollo humano y género en México, 2000-2005.
- Gobierno del Estado de Baja California (2007), Plan 100 acciones, 100 días.
- Gobierno de la República (2007), Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.
- Aguilar M G. 2004. Departamento de Educación Especial / Ministerio de Educación Pública. V Congreso Educativo Internacional: De la educación tradicional a la educación inclusiva Universidad Interamericana.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE RNA DE *EUGLENA GRACILIS*: MICROORGANISMO CON POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO EN PROCESOS DE BIORREMEDIACION

Daniel González-Mendoza¹, Adriana Morales-Trejo¹, Carlos Ceceña-Durán¹, Silvia Mónica Avilés Marín¹. ¹Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n C.P. 21705, Ejido Nuevo León, Baja California, México.

Palabras clave: Microorganismo, metales pesados, ácidos nucleicos.

RESUMEN

El aislamiento del RNA es esencial para el estudio de la expresión de genes. Sin embargo, es difícil aislar el ARN a partir de organismos que contienen grandes cantidades de polisacáridos o proteínas que se unen o coprecipitan con el RNA, como en el caso de *Euglena gracilis*. En la actualidad, no hay ningún kit comercial disponible que sea específico para el aislamiento de ARN de alta calidad a partir de este organismo. En este sentido nuestro grupo de trabajo desarrollo un protocolo sencillo y rápido para el aislamiento del ARN sin afectar su rendimiento. Este protocolo se basa en la colecta de una pequeña cantidad de células de *E. gracilis* en la mayor fase de crecimiento, el uso del detergente dodecil sulfato sódico y fenol-cloroformo sin maceración en nitrógeno líquido. El ARN aislado de este protocolo es de suficiente calidad para aplicaciones moleculares; esta tecnología podría aplicarse a otros organismos que tienen sustancias similares que dificultan la extracción de ARN.

ABSTRACT

RNA isolation is essential to the study of gene expression at the molecular level. However, it is difficult to isolate RNA from organisms that contain large amounts of polysaccharides or other compounds that bind or coprecipitate with RNA, such as the unicellular protist *Euglena gracilis*. Currently, there is no commercial kit available that is specific for the isolation of high-quality RNA from this organism. We developed a simple and fast RNA protocol that effectively removes these contaminating substances, without affecting the RNA yield. This protocol was based on the sodium dodecyl sulfate/phenol method, without maceration in liquid nitrogen. The RNA isolated by this protocol is of sufficient quality for molecular applications; this technique could be applied to other organisms that have similar substances that hinder RNA extraction.

INTRODUCCIÓN

Durante, las últimas décadas, como resultado del desarrollo de asentamientos poblacionales y el impulso de diferentes actividades industriales se ha favorecido una mayor persistencia y biodisponibilidad de compuestos químicos como los metales pesados en diferentes ecosistemas acuáticos (Öner *et al.*, 2008). Los metales pesados pueden ser esenciales o no esenciales para los seres vivos, pero todos ellos en exceso representan un riesgo latente para la salud de las especies que habitan estos ecosistemas entre ellas el ser humano. Dentro de las tecnologías disponibles para la remediación de ambientes acuáticos afectados por metales, el uso de microorganismos resistentes con capacidad de almacenar metales han demostrado ser una tecnología con mejores ventajas que los métodos físicos-químicos, ya que ofrece un menor impacto ambiental y menor costo económico (Mullapudi *et al.*, 2008).

En la actualidad, existe un creciente interés en conocer en los organismos las bases bioquímicas y genéticas de los procesos de resistencia y acumulación de metales (González-Mendoza y Zapata Pérez, 2008). En este sentido *Euglena gracilis* representa el modelo biológico idóneo para dilucidar estos procesos. Este microorganismo forma parte del plancton de aguas dulces y puede ser cultivado de manera eficiente bajo condiciones controladas de laboratorio bajo diferentes fuentes de carbono. Además presenta propiedades metabólicas y genéticas que le permite desarrollarse en presencia de altas concentraciones de metales esenciales y no esenciales a diferentes valores de pH. Estas propiedades hacen que *Euglena gracilis*, pueda ser considerada

como un organismo con potencial biotecnológico en la bioremediación de sistemas acuáticos impactados por metales. Sin embargo, para el estudio de los mecanismos a nivel molecular involucrados en la tolerancia a metales es necesario el aislamiento de RNA de buena calidad para el aislamiento de los genes de *E. gracilis*. Aunque existen reportes del aislamiento de ácidos nucleicos (RNA) de *E. gracilis*, estos se caracterizan por ser de bajo rendimiento. Por lo tanto en el presente trabajo se desarrollo un estudio para el aislamiento de RNA de *Euglena gracilis* de buena calidad a partir de pequeñas cantidades de biomasa de *E. gracilis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron bioensayos con la intención de obtener las curvas de crecimiento de *Euglena gracilis* en medio mínimo con y sin Cu. Una vez obtenida la curva de crecimiento de *Euglena gracilis* Krebs (cepa Z) usando medio mínimo (Figura 1). Se colectaron alícuotas de un 1 ml durante la fase de mayor crecimiento, mediante centrifugación (6000 g por 2 min) y se guardaron a -80°C hasta su uso. La extracción de RNA se realizó usando como buffer de extracción SDS-Tris con la siguiente composición: 3% dodecil sulfato de sodio (SDS) (v/v) conteniendo 0.5 mM de EDTA, 0.1 mM de Tris-HCl, pH 8.0. Los ácidos nucleicos, fueron tratados con DNA asas y se visualizaron mediante una electroforesis en gel de agarosa al 1% teñido con bromuro de etidio. La calidad e integridad de los ácidos nucleicos fue evaluada espectrofotométricamente usando las longitudes de onda de 230, 260 y 280nm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La obtención de RNA generalmente son costosos y consumen largos periodos de tiempo (Sambrook and Russel, 2001). En este trabajo las muestras de *Euglena gracilis* fueron colectadas a los 6 días fase en la que se observó la tasa de mayor crecimiento del organismo al emplear como medio de cultivo un medio mineral (Figura 1).

La extracción de RNA se realizó mediante una digestión química y sin lisis mecánica del organismo de estudio. Lo cual permitió obtener muestras de RNA sin degradación y con valores de absorbancia (260/280) de 1.8 lo que sugiere que el RNA fue puro y puede ser usado para futuros análisis (Figura 2). Adicionalmente los valores de absorbancia A260/230 fueron alrededor de 1.9 indicando una baja contaminación por proteínas o polisacáridos con un tiempo de extracción del RNA en menos de dos horas.

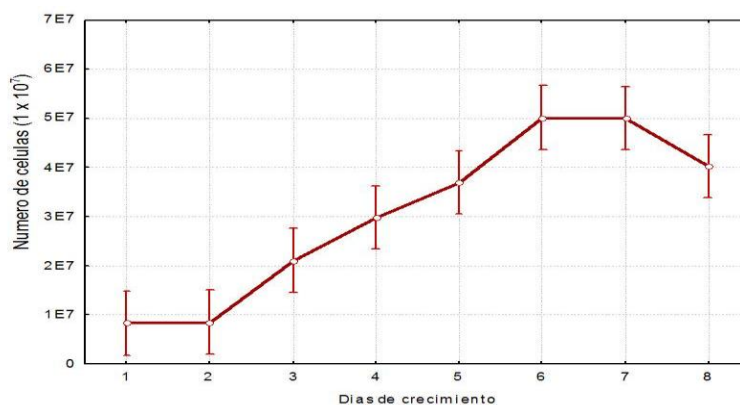


Figura 1. Curva de crecimiento de *Euglena gracilis* en medio mineral

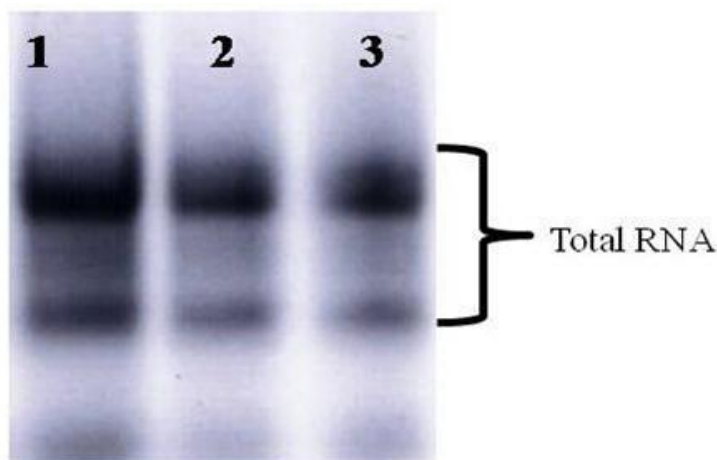


Figura 2. Electroforesis de muestras de RNA de *Euglena gracilis* en gel de agarosa: Líneas 1 a 3, muestras de RNA aislados de *E.gracilis*

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos permitieron establecer la curva de crecimiento de *E.gracilis* usando un medio de bajo costo como el medio mineral. Adicionalmente, se propone un método eficiente que permite obtener RNA de calidad para pruebas moleculares en menor tiempo y con un bajo consumo de insumos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Takahiro Ishikawa (Shimane University) por la donación de la cepa de *Euglena gracilis* y al financiamiento otorgado por el CONACyT a través del proyecto No. 079234.

LITERATURA CITADA

- Öner, M., Atli, G., Canli, M. (2008). Changes in serum biochemical parameters of freshwater fish *Oreochromis niloticus* following prolonged metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) exposures. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 27:360-366.
- Mullapudi, S., Siletsky, R. M., Kathariou S. (2008). Heavy-metal and benzalkonium chloride resistance of *Listeria monocytogenes* isolates from the environment of turkey-processing plants. *Applied Environmental Microbiology* 74:1464-1468.
- González-Mendoza D., Zapata-Pérez O. (2008) Mecanismos de tolerancia a elementos potencialmente tóxicos en plantas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 82: 41-49.
- Sambrook and Russell (2001). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual* (3rd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.

MAGNITUD DEL NITRÓGENO LÁBIL Y ESTABILIZADO EN RELACIÓN AL USO DEL SUELO

Silvia Mónica Avilés Marín⁽¹⁾, Arturo Galvis Spínola⁽²⁾, Roberto Soto Ortiz⁽¹⁾, Ángel López López⁽¹⁾, Adolfo Román Calleros⁽¹⁾, Víctor Cárdenas Salazar⁽¹⁾, Fernando Escoboza García⁽¹⁾, Daniel González Mendoza⁽¹⁾, Est. Carla Natalia Choque García⁽¹⁾. ¹Línea de investigación "Uso eficiente de agua, suelo y fertilizantes", Área de Agua-Suelo, Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Blvd. Delta s/n, Ej. Nuevo León, CP 21705 Mexicali BC, México. ²Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera federal México-Texcoco, CP 56230 Estado de México. monica_aviles@uabc.mx

Palabras clave: nitrógeno lábil, nitrógeno estabilizado, uso del suelo.

RESUMEN

La Materia Orgánica del Suelo (MOS) contribuye en la capacidad productiva del suelo, y para mantener o incrementar los niveles de la MOS, se requiere entender los procesos que rigen su dinámica, entre los que destaca la interacción entre la MOS con las características del suelo. En esta investigación se evaluó la relación del uso del suelo sobre la magnitud del nitrógeno lábil (N_L) y estabilizado (N_E). El N_L y N_E se evaluó a partir de la determinación del nitrógeno potencialmente mineralizable (N_0). Las evaluaciones se realizaron con suelos de zonas climáticas y manejo distinto, se adicionaron alfalfa (*Medicago sativa* L.) o paja de trigo (*Triticum aestivum* L.) a una dosis de 10 ton de materia seca ha^{-1} , incubados en laboratorio durante 20 semanas en cámaras de temperatura y humedad controlada. El N mineral se midió durante las incubaciones, a partir del cual se obtuvo el N potencialmente mineralizable (N_0). A partir de este, el N mineralizado de la fracción lábil (N_L), considerado de la semana 0 a 5, fue descrito por un modelo potencial, mientras que el N mineralizado de la fracción estabilizada (N_E), considerado de la semana 5 a 20, fue descrito por un modelo logístico. Las magnitudes estimadas de N_L con $93 \square g g^{-1}$ y el N_E con $128 \square g g^{-1}$ resultaron significativamente mayor ($p < 0.05$) en el Alfisol con plantaciones de cedro rojo; mientras que en el Entisol cultivado con maíz se obtuvo el menor N_L con $15 \square g g^{-1}$ y N_E de $34 \square g g^{-1}$. El N_L y el N_E se relacionaron significativamente con el uso del suelo.

ABSTRACT

The soil organic matter (SOM) has a positive effect on the productive capacity of soil. In order to carry out an efficient management of SOM, it is necessary an understanding of their dynamic, such as the interaction between SOM and soil characteristics. In this study, was evaluated the relationship between use of soil and labil (N_L) and stabilized nitrogen (N_E). The labil and stabilized nitrogen was evaluated measuring potentially mineralizable nitrogen (N_0). The measures were made in soils of different climatic zone and different tillage management, which were mixed with alfalfa (*Medicago sativa* L.) or wheat straw (*Triticum aestivum* L.) at doses of 10 ton dry matter ha^{-1} ; and incubated for 20 weeks under controlled temperature and humidity. The N mineralized was measured during the incubations and N_0 was obtained. From this, the relationship between measured N_L and incubation weeks (0 to 5) was described by a potential model, and the relationship between N_E and time (5 to 20) was described by a logistic model. The greatest estimated amounts of N_L ($93 \square g g^{-1}$) and N_E ($128 \square g g^{-1}$) were detected in an Alfisol planted with red cedar and the minimum values for N_L ($15 \square g g^{-1}$) and for N_E ($34 \square g g^{-1}$) in an Entisol cropped with corn. The N_L and N_E were significantly related to the use of soil.

INTRODUCCIÓN

Las prácticas de manejo extractivas y los bajos aportes de residuos orgánicos abaten el contenido de reservas orgánicas en el suelo, lo que repercute negativamente sobre la sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola. Por ello, ha surgido el interés de incrementar y en su caso mantener la magnitud de las reservas orgánicas edáficas, motivando el uso de insumos orgánicos por el efecto positivo que esto conlleva, como es el caso del incremento de la capacidad de almacenamiento de agua por el suelo, mayor resistencia contra la erosión, y aporte nutrimental

edáfico, entre otros. Esta meta puede lograrse de una manera más eficiente si se cuenta con un mejor entendimiento de los factores que afectan los procesos de descomposición y liberación de nutrientes, a través del estudio de la interacción del componente orgánico con edáfico. Los contenidos de C y N orgánico en el suelo son el resultado de una compleja interacción química entre las adiciones de C y N en los residuos orgánicos (vegetales y animales) e inorgánicos (fertilizantes), con las pérdidas de C y N a través de la descomposición y mineralización microbiana y erosión (Gregorich, *et al.*, 1994). Si se desea incrementar la cantidad de nitrógeno disponible para el cultivo, deben aplicarse residuos que sean de rápida descomposición y que no favorezcan la competencia por el nitrógeno inorgánico con la biomasa microbiana (Galvis y Hernández, 2004). Matus y Rodríguez (1994) señalan que el suministro de nitrógeno para los cultivos consiste del nitrógeno lábil contenido en los residuos del cultivo anterior y del nitrógeno estabilizado que se mineraliza por desprotección del suelo. Actualmente, los trabajos referidos a la función que tiene el componente edáfico sobre los procesos de mineralización de los materiales orgánicos son escasos; no obstante lo anterior, recientemente se ha incrementado el interés de estudiar la influencia del medio edáfico sobre la mineralización y protección de las reservas orgánicas. En esta investigación se evaluó la relación del uso del suelo sobre la mineralización de nitrógeno de la fracción lábil y estabilizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron dos Alfisoles, un Entisol y un Inceptisol del estado de Campeche y de Nayarit en México. Se colectaron muestras de suelo bajo uso agrícola, forestal ó vegetación natural. (Cuadro 1). Los suelos fueron clasificados de acuerdo a la USDA (2006). Se tomaron muestras compuestas de 0 a 20 cm de profundidad, formadas por 10 submuestras cada una. Las muestras fueron secadas al aire, bajo sombra, molidas y tamizadas a través de una malla de 2mm. El pH se midió con el método potenciométrico, 1:2 H₂O, la conductividad con un conductímetro, relación 1:5 (v/v).

Cuadro 1. Clasificación y uso de los suelos			
Procedencia	Uso del suelo	Clasificación del suelo (USDA, 2006)	Clave
Campeche	Maíz	Udorthent	C-M-ENT
Campeche	Cultivo de cedro rojo	Typic Ferrudalf	C-CD-ALF
Campeche	Selva mediana	Torrifluventic Haplustepts	C-SM1-EPTS
Campeche	Selva mediana	Typic Ferrudalf	C-SM2-ALF
Nayarit	Agave	Ustorthent	N-A-ENT
Nayarit	Caña de Azúcar	Torrertic Haplustepts	N-CA-EPTS
Nayarit	Caña de Azúcar	Kandiudalf	N-CA-ALF
Nayarit	Hortalizas	Kandiudalf	N-H-ALF

Se utilizó residuo de alfalfa (*Medicago sativa*, C/N13) y trigo (*Triticum aestivum* L.), previamente secados a 65°C, molidos y tamizados en malla 40. Este residuo fue adicionado a las muestras de suelo en dosis equivalente a 10 t ha⁻¹ de materia seca, cada tratamientos se evaluó por triplicado. Los análisis realizados al residuo de alfalfa y trigo fueron N total por el método semimicro-Kjeldahl (Bremner, 1965), C orgánico por digestión húmeda por el método de Walkey y Black (Nelson y Sommers, 1982), y la proteína fue estimada de manera indirecta a partir del contenido de N total (Macro-Kjeldahl) (AOAC, 1975). El contenido total de fibras (hemicelulosa, celulosa y ligninas) se determinó por el procedimiento de fibra detergente neutro y ácido (Van Soest, 1963). Los resultados de estos análisis se muestran en el Cuadro 2. Las muestra de suelo adicionados con residuo fueron incubados durante 20 semanas en cámaras de temperatura y humedad controlada. Se midió el N mineral periódicamente durante la incubación y se obtuvo el nitrógeno potencialmente mineralizable (N₀).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la tendencia del N mineral acumulado (N_{mac}) descrita de la semana 1 a la 5 de incubación, se obtuvo el N de la fracción lábil (N_L) y con la tendencia descrita de la semana 5 a la 20 se obtuvo el N de la fracción estabilizada (N_E).

Cuadro 2. Caracterización del residuo de alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Residuo	C	N	C:N	Proteína	Fibras*	Hemicelulos	Celulosa	Lignin
Orgánico	Orgánico	%		%	%	a	%	a
	%					%		%
Alfalfa	44.68	3.35	13	20.9	27.4	1.7	21.2	4.5
Trigo	46.00	0.60	77	3.8	71.1	23.1	39.6	8.4

*Porcentaje de fibras (hemicelulosa + celulosa + lignina)

Cuadro 3. Nitrógeno labil (N_L) y su tasa de mineralización (K_{NL}) en los diferentes usos de suelo

Suelo	N_L	DMS
	$\square \text{ g g}^{-1}$	
C-CD-ALFS	93 a	
C-SM-EPTS	86 ab	
C-SM2-ALFS	34 ab	
N-CA-EPTS	33 ab	
N-A-ENT	31 ab	
N-H-ALFS	31 ab	
N-CA-ALFS	21 ab	
C-M-ENT	15 b	76
Suelo	K_{NL}	DMS
	$\square \text{ g g}^{-1}/\text{semana}$	
N-CA-EPTS	2.8 a	
N-H-ALFS	2.1 ab	
N-CA-ALFS	1.5 bc	
N-A-ENT	1.3 bc	
C-SM-EPTS	0.8 c	
C-SM2-ALFS	0.8 c	
C-M-ENT	0.7 c	
C-CD-ALFS	0.7 c	0.97

Cuadro 4. Nitrógeno estabilizado (N_E) y su tasa de mineralización (K_{NE}) en los diferentes usos de suelo

Suelo	R_{NL}	DMS
	$\square \text{ g g}^{-1}$	
C-CD-ALFS	128 a	
C-SM-EPTS	122 ab	
N-CA-ALFS	116 ab	
N-H-ALFS	98 ab	
C-SM2-ALFS	81 ab	
N-CA-EPTS	68 ab	
N-A-ENT	48 ab	
C-M-ENT	34 b	52
Suelo	K_{RNE}	DMS
	$\square \text{ g g}^{-1}/\text{semana}$	
N-CA-EPTS	0.66 a	
N-A-ENT	0.59 ab	
C-M-ENT	0.56 abc	
N-CA-ALFS	0.49 abc	
C-SM-EPTS	0.49 abc	
C-SM2-ALFS	0.47 bcd	
N-H-ALFS	0.45 bc	
C-CD-ALFS	0.36 c	0.19

C=Campeche, N=Nayarit, SM=Selva Mediana, A=Agave, CA=Caña de azúcar, CD=Cedro, H=Hortalizas, M=Maíz, ALFS=Alfisol ENT=Entisol, EPTS=Inceptisol. Valores de medias con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes, Tukey ($\square = 0.05$). DMS=Diferencia mínima significativa

La tendencia que se presentó en el primer período se ajustó significativamente ($R^2 > 0.97$) a un modelo de tipo potencial, mientras que el segundo fue descrito por un modelo de tipo logístico con el mismo valor de ajuste, ambos a través de un proceso iterativo. La K_{NL} y la K_{NE} se obtuvo con el

valor la pendiente de la ecuación, por considerarse una medida indirecta de la actividad de la biomasa microbiana que se asocia a la tasa de mineralización (Galvis y Hernández, 2004). El valor máximo del modelo se obtuvo a través del límite extremo superior de la variable independiente, que para el caso del modelo potencial corresponde a la asíntota o cantidad máxima obtenida de N_{mac} a la quinta semana de incubación. En el Cuadro 3 se muestra la prueba de medias realizadas con el valor del N lábil (N_L) y su tasa de mineralización (K_{NL}), respecto al tipo de suelo, independientemente del residuo adicionado. En ambos parámetros se observan diferencias significativas por el uso y tipo de suelo evaluado. El N_L resultó superior ($p < 0.05$) con 93 g g^{-1} en el Alfisol bajo plantaciones de cedro rojo; mientras que en el Entisol cultivado con maíz se obtuvo el menor N_L con 15 g g^{-1} , ambos suelos procedentes del Estado de Campeche. Similar a lo obtenido con el N_L , el valor máximo y mínimo de N_E se obtuvo en el C-CD-ALF y C-M-ENT con 128 y 34 g g^{-1} respectivamente. En este caso, si hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) en la K_{NE} con 0.36 y 0.56 g g^{-1} /semana para cada suelo. Estas diferencias en el N_L y N_E se atribuyeron a que el laboreo del suelo promueve la desprotección de la MOS y el cultivo de maíz reduce la incorporación de material orgánico, lo que resulta en una disminución de ambas fracciones (N_L y N_E), en comparación a la plantación de cedro rojo donde se reduce el laboreo y se incrementa el aporte de MOS. Lo anterior mostró que el efecto combinado por el tipo y uso del suelo fue determinante en la magnitud del N_L y N_E en suelos de la misma zona edafoclimática.

CONCLUSIONES

El N mineralizado de la fracción lábil (N_L) se ajustó a un modelo potencial, mientras la fracción estabilizada (N_E) a un modelo logístico. Las magnitudes estimadas de N_L con 93 g g^{-1} y el N_E con 128 g g^{-1} resultaron significativamente mayor ($p < 0.05$) en el Alfisol con plantaciones de cedro rojo; mientras que en el Entisol cultivado con maíz se obtuvo el menor N_L con 15 g g^{-1} y N_E de 34 g g^{-1} . El N_L y el N_E se relacionaron significativamente con el uso del suelo.

LITERATURA CITADA

- AOAC.1975. Association of Official Agricultural Chemists Official Methods of Analysis.12th Edition, Published by the Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- BREMNER, J.M. 1965. Inorganic forms of nitrogen, pp. 1179-1237. In: Black, C.A. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy Monograph. 9. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- FOX, H.R. and PIEKIELEK, 1978. A rapid method for estimating the nitrogen-supplying capability of soils. Soil Science Society of American Journal 42:751-753.
- GALVIS, A. y HERNANDEZ, T. 2004. Calculo del nitrógeno potencialmente mineralizable. Interciencia 29:377 a 383 pp.
- NELSON, D.W. and SOMMERS, LE. 1982. Total Carbon, organic carbon and organic matter. Pp 539-579 en:Page, AL, Miller DH (Keeney Eds.) Methods of Soil Analysis, ASA, SSSA, Madison, WI, USA.
- USDA (United States Department of Agriculture) 2006. Keys to soil taxonomy. United States Department of Agriculture and Natural Resources Conservation Service. 10th Edition, 332 pp.
- VAN SOEST, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II A rapid method for the determination of fiber and lignin. Association Official of Agronomy Chemical Journal.46:829-835.

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE CÁRTAMO CON POTENCIAL DE ALTO RENDIMIENTO PARA EL VALLE DE MEXICALI B.C.

Eva Avila Casillas¹, Antonio Morales Maza¹ Jorge Iván Alvarado Padilla¹, Sergio Payán Ochoa¹ Mario Camarillo Pulido¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-CEMEXI). Km. 7.5 Carretera a San Felipe, Col. Colorado II, C.P. 21700. Mexicali B.C. México Tel/Fax. (686) 5-63-60-62. avila.eva@inifap.gob.mx, casillaseva27@hotmail.com.mx

Palabras clave: Producción, Oleicos, Linoleicos.

RESUMEN

La necesidad de cubrir las demandas de aceites vegetales comestibles de alta calidad por ciertos sectores de la población mundial se motivó la generación de variedades de cártamo con potencial de alto rendimiento. El Valle de Mexicali ofrece condiciones agroecológicas apropiadas para la producción del cultivo de cártamo tales como en el presente estudio se evaluaron 16 cultivares de cártamo mediante un diseño de bloques al azar, las variables evaluadas incluyeron: rendimiento de grano, altura de planta, días a inicio de floración, y días a floración. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento se obtuvo con la variedad CW-88 con 4.539 ton·ha⁻¹, con menor rendimiento fue S-518 con 2.813 ton·ha⁻¹. En conclusión, la variedad CW-88 obtuvo mayor rendimiento, es importante señalar que la diferencia entre los materiales mencionados fue de 1.726 ton·ha⁻¹.

ABSTRACT

The need to meet the demands of high quality vegetable oils grocery by certain sectors of the world's population has motivated the generation of cultivars of safflower with high performance potential. Mexicali Valley offers appropriate agroecological conditions for the production and the cultivation of safflower. In this study 16 cultivars of safflower were assessed using a complete randomized block design. Variables evaluated included grain yield, plant height, days at beginning of flowering, and days to full flowering. The results showed that the greatest performance was achieved with the CW-88 cultivar with 4,539 ton·ha⁻¹, with reduced performance was S-518 with 2.813 ton·ha⁻¹. In conclusion, the CW-88 cultivar obtained the greater grain yield, it is important to point out that the difference between the above-mentioned cultivars was that of 1.726 ton·ha⁻¹.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales productores de semilla de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) a nivel mundial, es el país que más aceite de cártamo exporta. En vista de que el cártamo es resistente a la sequía y se puede cultivar en zonas áridas y semiáridas, es una de las oleaginosas que se cultivan en mayor proporción en el Noroeste de México. Su aceite es ampliamente utilizado, con un alto contenido de ácido oleico y linoleico, que puede cambiar de acuerdo con las diferentes variedades y condiciones de clima (Paredes y Ordoica, 1986, citado por www.cmdrs.gob.mx/sesiones/2005/pres.../sist_prod_oleag.pdf).

En los últimos años se ha producido una creciente demanda de aceites vegetales comestibles de alta calidad por ciertos sectores de la población mundial preocupados por la calidad de su alimentación (Giayetto *et al.*, 1999).

El cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), especie cultivada durante más de 2000 años por sus características tintóreas, ha despertado interés en diversos países por su adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales y, más específicamente, por la calidad del aceite de sus semillas. Sin embargo, su difusión aun es inferior a la alcanzada por otros cultivos oleaginosos como girasol y colza (Giayetto *et al.*, 1999).

El cártamo se inició comercialmente en el Valle de Mexicali en el ciclo 1965 – 1966 y debido a su buena adaptación a las condiciones climatológicas regionales y a su adaptación ha permanecido como una opción para siembra de invierno durante los últimos años. (Camarillo *et al.*, 2005).

OBJETIVOS

Evaluar características agronómicas de 16 variedades de cártamo con alto potencial de rendimiento para el Valle de Mexicali B.C.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de los 16 cultivares linoleicos y oleicos de cártamo, se realizaron en el Lote # 47 de la Colonia Chapultepec, en suelos de textura Franco. La siembra se realizó de forma manual el 16 de enero del 2009, en surcos de 1.0 m de ancho por 6.0 m de longitud, y a doble hilera con una densidad de $15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. La unidad experimental fue de 6 m^2 . Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con 16 tratamientos y 4 repeticiones. Se aplicaron 4 riegos de auxilio y 1 de germinación. La dosis de fertilizante fue de $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de nitrógeno en 2 etapas, la primera antes de la siembra y la complementaria después del segundo riego de auxilio, se efectuaron 2 cultivos, y 2 limpiezas manuales para combatir la maleza presente, la cual fue principalmente: coquillo (*Cyperus spp.*), avena silvestre (*Avena fatua*), zacate de agua (*Echinochloa crusgalli*), zacate grama (*Cynodon dactylon*) y quelite (*Chenopodium álbum*). Las variables medidas fueron rendimiento de grano, altura de planta, días a Inicio de floración, y días a Floración. Se cosecharon 6 m^2 de la parcela experimental estos fueron trillados y su limpieza fue de forma mecánica. La altura de planta se obtuvo de la parte basal hasta su última roseta. El inicio de floración se tomó a partir de 5% de la presencia de flores, y el término de floración con el 50%. El análisis estadístico de las variables se hizo mediante el análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey ≤ 0.05), usando el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el rendimiento obtenido de cártamo $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ la variedad CW-88 ($4.5388 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$) presentó diferencia significativa con respecto a rendimiento al resto de las variedades, S-518 ($2.8130 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$) su rendimiento es estadísticamente el más bajo. En cuanto a las variables evaluadas de Altura y Días a Floración no presentaron diferencias significativas. Camarillo *et al.* (2005), realizaron evaluaciones en el Valle de Mexicali, con la variedades CW-88 la cual presentó un rendimiento de $3.866 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$; sin embargo en esta investigación para esta misma variedad se obtuvo un rendimiento de $4.5388 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, con una diferencia entre esta misma de $0.6728 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$.

En el valle de Mexicali la variedad comercial más importantes es Gila teniendo rendimientos promedios de $3.328 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Camarillo *et al.* 2003), sin embargo en esta investigación el rendimiento obtenido fue de $3.9225 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, superando con más de $0.5945 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$.

En el valle del yaqui Montoya, *et al.* 2008 evaluaron cinco de estas variedades (Ciano OL, RC-1002, RC-1005, RC-1033 y Ciano Lin), presentado rendimiento de $3.100 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ para los cuatro primeros y para Ciano Lin de $3.200 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$; en este estudio las mismas variedades superaron estos resultados con aproximadamente media tonelada.

CONCLUSIONES

La variedad de mayor rendimiento fue CW-88 con $4.5388 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$

Gila fue superada en rendimiento por CW-88 con $0.6163 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$

LITERATURA CITADA

- Camarillo Pulido M.; Guzmán Ruiz S.D.; López Lugo F.; 2005. Guía Para Producir Cártamo en el Distrito de Desarrollo Rural 002, Río Colorado. INIFAP Campo Experimental Valle de Mexicali. Folleto para Productores Núm. 46. 17p.
- Garduño, S.; 2005. Oleaginosas en Cadena. Boletín Bimestral Publicado por el Comité Sistema Producto Oleaginosas. 8p.
- Giayetto, O.; E. M. Fernández; W. E. Asnal; Cerioni G.A; L. Cholaky; 1999. Comportamiento de Cultivares de Cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) en la región de río cuarto, Córdoba (Argentina). Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 14 (1-2): 14p.

Montoya Coronado L., Ochoa Burgos F., Wong Perez J., Camarillo Pulido M. y Macías Cervantes J. 2008.. CIANO-OL, CIANO-LIN, RC-1002-L, RC-1005-L Y RC-1033-L Variedades de Cártamo altamente tolerantes a falsa cenicilla (*Ramularia carthami*). INIFAP Campo Experimental Valle del Yaqui. Folleto Técnico Num. 60. 27p.

SAS/STAT, 1990. User's Guide. Versión 6. Edición cuarta, Vol. I y II. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 851 p.

www.cmdrs.gob.mx/sesiones/2005/pres.../sist_prod_oleag.pdf, Las oleaginosas; Cártamo. Comité Nacional de Sistema Producto Oleaginosas. 15/09/09 18:00 Hrs.

Cuadro 1.- Rendimiento Grano $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, Altura de plantas, Días a Inicio de Floración, Días a Floración de 16 variedades de cártamo evaluadas en el Valle de Mexicali.

	RENDIMIENTO $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$	ALTURA (cm)	DIAS A INICIO DE FLORACION	DIAS A FLORACION
S-518	2.8133 c	1.26250 a	107.2500 abc	118.2500 a
CW-99	3.9123 abc	1.38750 a	106.5000 bc	117.5000 a
CW-88	4.5388 a	1.36250 a	107.7500 abc	119.7500 a
S-719	3.9703 abc	1.26250 a	106.5000 bc	118.2500 a
CIANO-OL	3.9973 abc	1.38750 a	108.0000 abc	118.5000 a
CIANO-LIN	3.6938 abc	1.33750 a	107.2500 abc	118.2500 a
RC-1033	3.9255 abc	1.33750 a	106.0000 bc	116.7500 a
RC-1005	3.5680 abc	1.28750 a	107.5000 abc	117.5000 a
RC-1002	3.7908 abc	1.22500 a	105.5000 c	117.5000 a
QUIRIEGO 88-3	2.9413 bc	1.31250 a	108.5000 ab	118.5000 a
OL-ALTA	4.1645 abc	1.37500 a	107.7500 abc	117.7500 a
OL-NAJA	3.8525 abc	1.41250 a	109.5000 a	118.2500 a
OL-SEMAI	3.7223 abc	1.36250 a	107.0000 abc	118.2500 a
0272-A	4.3173 ab	1.35000 a	108.2500 abc	119.0000 a
P-12-1=02272 FR	3.9023 abc	1.27500 a	107.5000 abc	118.7500 a
GILA	3.9225 abc	1.25000 a	107.5000 abc	119.0000 a
SIGNIFICANCIA	*	NS	**	NS
C.V.	15.22	7.13	1.07	1.13
DMS	1.4891	0.2423	2.962	3.4277

Medias con la misma letra en igual columna no son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05). Grado de significancia: **altamente significativo *significativo N/S no significativo.

ESTUDIO MELISOPALINOLÓGICO: UNA PROPUESTA PARA CARACTERIZAR LA MIEL POR SU CONTENIDO DE POLEN EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C..

Alaniz-Gutiérrez, L.¹; Medina-Cervantes², T.S.; Rodríguez-González, R.E²; Grimaldo-Juarez, O.¹.

¹Instituto de Ciencias Agrícolas Universidad Autónoma de Baja California. ¹Alumno del programa de Doctorado del Instituto de Ciencias Agrícolas. Blvd. a Delta s/n. tel 686 5230079 y 88. alanizgl@yahoo.com.mx

Palabras clave: miel, caracterización.

RESUMEN

Melisopalinología es una rama aplicada de la Palinología que estudia los granos de polen en muestras de miel y su aplicación en la apicultura. La palinología es una disciplina de la botánica dedicada al estudio del polen y las esporas. Esta se centra fundamentalmente en el análisis de su morfología externa que presenta patrones estructurales diferentes a tenor de las variaciones en la exina, que es la pared externa de los granos de polen. El estudio y análisis microscópico de su simetría, aperturas en las paredes, contorno, forma, tamaño, etc. tiene un valor taxonómico y permite distinguir taxones diferentes a distintos niveles (familia, géneros, especies). La evaluación de las plantas por su utilidad como fuentes de alimento para las abejas provee información necesaria para conocer el potencial de la apicultura en un área.

INTRODUCCIÓN

La diversificación de las actividades productivas en el medio rural, implica la búsqueda de alternativas de aprovechamiento de los recursos naturales, especialmente los botánicos y se ha propuesto a la apicultura como opción sustentable que genera recursos económicos y alimenticios y promueve el arraigo de los habitantes de las zonas rurales a su entorno, e incrementar los rendimientos potenciales de cultivos alimenticios y forrajeros. Se trata de una actividad que podría coadyuvar a reducir la pobreza y preservar la biodiversidad, rara vez se llega a convertirse en la única fuente de ingresos, tiene un papel secundario que genera alimentos, empleo y recursos económicos. El desarrollo de actividades complementarias a la producción de miel, como la polinización de cultivos favorece el incremento del nivel de vida de la población rural. La apicultura es lucrativa en distintas regiones de México, pero en Baja California parece estar limitada a unos pocos apicultores, que no siempre utilizan las técnicas de producción más modernas y eficientes, ni aprovechan la diversidad de climas y vegetación de la entidad. El estado contribuye con el 0.48% de la producción nacional de miel; entre 1996 y 2001 se produjo un promedio anual de 212 tn de miel. Para promover el desarrollo del sector se requiere realizar estudios de la vegetación nectario-polinífera ya que la información disponible es escasa, y la mayoría de los apicultores desconocen las épocas de floración de muchas plantas nativas aprovechadas por las abejas para producir miel y (Alaniz *et al.*, 2004). Se han identificado en Baja California al menos 202 especies de plantas de importancia apícola, las cuales pertenecen a 51 familias botánicas y son, en su mayoría, especies nativas; estas plantas presentan épocas de floración distintas en las diferentes regiones ecológicas de la entidad, por lo que la oferta de recursos nectario-poliníferos podría ser aprovechada en mayor grado si se diseñan programas de movilización de colmenas, pero para ello es necesario identificar, con precisión, los recursos florales que las abejas utilizan.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Los principales recursos alimenticios para la abeja melífera (*Apis mellifera* L.) son el polen y el néctar de las plantas. Las abejas colectan polen y néctar de algunos tipos de plantas, estos recursos son transportados por las abejas obreras hasta los nidos, en donde son almacenados, sin embargo, sin embargo las plantas que constituyen la fuente alimenticia de estas abejas han sido poco estudiadas (Quiroz-García y Arreguín Sánchez, 2008). La miel, sustancia dulce natural producida por abejas obreras a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de

plantas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje. El color de la miel varía desde casi incoloro a pardo oscuro. Su consistencia puede ser fluida, viscosa, total o parcialmente cristalizada. El sabor y el aroma varían, pero en general posee los de la planta que procede (DOF, 2009; Crane, 1980, citada por Moguel, *et al.*, 2005).

Melisopalinología

Es una rama aplicada de la Palinología que estudia los granos de polen en muestras de miel y su aplicación en la apicultura (Bhargava *et al.*, 2009). La palinología es una disciplina de la botánica dedicada al estudio del polen y las esporas. Esta se centra fundamentalmente en el análisis de su morfología externa que presenta patrones estructurales diferentes a tenor de las variaciones en la exina, que es la pared externa de los granos de polen. El estudio y análisis microscópico de su simetría, aperturas en las paredes, contorno, forma, tamaño, etc. tiene un valor taxonómico y permite distinguir taxones diferentes a distintos niveles (familia, géneros, especies) (Salamanca, *et al.*, 2007). La evaluación de las plantas por su utilidad como fuentes de alimento para las abejas provee información necesaria para conocer el potencial de la apicultura en un área (Moses *et al.*, 1987; y Ramanujam y Khatija, 1991, citados por Bhargava *et al.*, 2009). La mejor zona de producción es aquella que suceden ofertas de néctar y polen capaces de proporcionar recursos abundantes que superen las necesidades de la colonia y permitan sostener los niveles óptimos de producción (Salamanca, *et al.*, 2007). El análisis de los granos de polen contenidos en las mieles, permite determinar su origen botánico y geográfico, con el fin de controlar su calidad, además de reconocer la flora nectarífera y polinífera de una zona (Piedras y Quiroz, 2007). La caracterización floral de las mieles aumenta su valor en el mercado nacional e internacional, por lo que es importante fomentar este tipo de estudios que permitan establecer la normatividad melisopalinológica de las mieles mexicanas, permitiendo determinar los recursos florales de importancia para las abejas y corroborar el origen geográfico y botánico de las mieles. Siempre hay importantes fuentes de néctar que son desconocidas por el apicultor, por lo cual el análisis del producto final de la colmena puede revelar la verdadera naturaleza de las fuentes de néctar en el área y su contribución a la miel. El examen establece un espectro único de polen para cada miel, con el cual las muestras similares pueden ser identificadas y correlacionadas de manera confiable. Tal trabajo ha sido valioso en la planeación del desarrollo apícola de áreas previamente inexplotadas, ya que permite estimar el potencial de producción de miel y con ello es posible programar el sistema de manejo y movilización de colmenas para maximizar la producción (Sawyer, 1998).

OBJETIVO

Los estudios melisopalinológicos tienen el propósito de conocer las plantas explotadas por *Apis mellifera* L. para la obtención de néctar. Determinar si las mieles producidas son monoflorales o multiflorales para corroborar el origen botánico y geográfico de ellas y establecer el estrato de la vegetación mejor representado en las mieles (Molan, 1998; Ramalho *et al.*, 1991), cuando los recursos son abundantes las abejas se desplazan sólo algunos cientos de metros de sus colonias, pero cuando éstos son escasos, llegan a volar en su búsqueda hasta 14 kilómetros (Ichikawa *et al.*, 2000), o cubrir un área que puede superar las 5,000 hectáreas (Sawyer, 1998).

Variables a observar

De acuerdo con la clasificación de Müller (1996) se define el tipo de especialización de las abejas de acuerdo a la cantidad de especies de plantas que visitan y si existen marcadas preferencias por algún taxón: Oligoléctico. 95% ó más de los granos de polen contados pertenecen a una familia, subfamilia o tribu. Poliléctico con fuerte preferencia por una familia de plantas. 70 a 95% de los granos contados pertenecen a una familia o tribu. Poliléctico. Ninguna familia de plantas está representada por más del 70% de los granos de polen contados. Se clasifica a las mieles de acuerdo con su origen botánico en: Mieles monoflorales. Son aquellas en cuya composición predomina el néctar de una especie vegetal, en ese caso el polen de dicha especie debe ser

superior al 45%. Mieles multiflorales, mixta o polifloral. En su composición se encuentra el néctar de varias especies vegetales, sin que ninguna de ellas pueda considerarse predominante, es decir, que ningún tipo de polen representa el 45% del total (Tellería, 2001).

Metodología de análisis

Se procesan 20 g de miel con la técnica de acetólisis (Erdtman, 1943), utilizando agua acidulada caliente para diluir la miel, modificando los tiempos de centrifugación y manteniendo las muestras durante 20 minutos en la mezcla acetolítica; se prepararon dos laminillas por cada muestra, para su análisis microscópico. De cada muestra se cuentan 500 granos de polen tomados al azar, con el propósito de obtener las frecuencias porcentuales de cada tipo polínico observado y realizando el espectro polínico correspondiente para cada sitio. La identificación de los granos de polen se realiza con la ayuda de claves polínicas (Palacios, 1966; Kapp, 1969; Huang, 1972; Palacios-Chávez *et al.*, 1991; Roubik y Moreno, 1991; Palacios-Chávez *et al.*, 1995) y por comparación con la colección de referencia de algún laboratorio de palinología, se elaboran las descripciones palinológicas de los tipos polínicos mejor representados y se incluye una clave para su determinación. Los taxa identificados se clasificaron en cinco categorías (Louveau *et al.*, 1978): polen dominante (D: > 45%); polen secundario (s: 16-45%); polen de importancia menor (I: 3-15%); polen menor (m: 1-3%); polen presente (p: < 1%). Las mieles se designaron como monoflorales cuando un tipo de polen se encontró en cantidades superiores al 45% del total de los tipos polínicos contados y multiflorales cuando ninguna de las especies encontradas alcanzó este porcentaje.

LITERATURA CITADA

- Alaniz G., L.; I. Espejel C.; C. Echazarreta G.; H. Riemman G., P.K. Visscher; J.L. Reyes C. y G. Arámburo V. 2004. La Apicultura en el Norte de Baja California. Apitec, No. 43, p. 20-35.
- Bhargava H. R., Jyothi J.V.A., Bhushanam M. and Surendra N.S. 2009. Pollen Analysis of Apis Honey, Karnataka, India. *Apiacta* 44, p. 14-19.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2009. Modificación del inciso 4.2 y se eliminan los numerales 4.2.3 y 4.2.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-145-SCFI-2001, Información comercial-Etiquetado de miel en sus diferentes presentaciones, publicada el 23 de abril de 2001. (5 de agosto de 2009)
- Erdtman, G., 1943. *An introduction to pollen analysis*. The Ronald Press Company. Nueva York. 239 pp.
- Louveau, J., A. Mauricio & G. Vorwohl. 1978. "Methods of melissopalynology". *Bee World*, **59**(4): 139-157.
- Palacios, C.R., 1968. "Morfología de los granos de polen de árboles del estado de Morelos". *An. esc. Nal. Cienc. biol.* México. **16**: 41-93.
- Palacios, C.R., B. Ludlow-Wiechers y R. Villanueva, 1991. *Flora palinológica de la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. 321 pp.
- Piedras G. B. y D.L. Quiroz G. 2007. Estudio Melisopalínológico de dos Mieles de la Porción Sur del Valle de México. *Polibotánica*, **23**: 57-75.
- Piedras-Gutiérrez, B. y D. L. Quiroz-García, 2007. "Estudio melisopalínológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México". *Polibotánica*, **23**: 57-75.
- Quiroz-García D.L. y M. de la L. Arreguín-Sánchez. 2008. Determinación Palinológica de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el Estado de Morelos, México. *Polibotánica*. **26**: 159-173.
- Salamanca G. G. Guzmán R. S. y Osorio T. M. 2007. Aspectos relativos al polen apícola y su valoración estructural. *Apitec*. **62**: 4-12.
- Sawyer, R. 1998. *Honey Identification*. Cardiff Academic Press. Great Britain. 115 pp.

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE FRIJOL DE DISTINTO TIPO DE GRANO BAJO RIEGO POR GOTEÓ, EN EL VALLE DEL GUAYMAS-EMPALME, SONORA

Isidoro Padilla Valenzuela¹, José E. Ortiz Enríquez¹, Manuel Madrid Cruz¹, Ernesto Sánchez Sánchez¹, Inés Armenta Cárdenas¹ y Salvador Sepúlveda Martínez¹. INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui. Norman E. Borlaug Km 12, A. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora. Tel. (644)414553 padilla.isidoro@inifap.gob.mx

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., Rentabilidad, Calidad, Clima.

RESUMEN

Una de las principales causas que limitan la producción de 'frijol azufrado' en la región sur de Sonora es la virosis la cual puede ocasionar la pérdida total de la producción. Entre las limitantes de las variedades de frijol 'Pinto Americano' o nacional destacan la roya, cuyas epifitias entre 50 y 59% el rendimiento. Por lo anterior, antes de utilizar las variedades en forma comercial deben evaluarse en las condiciones de clima y al suelo de las áreas de producción, porque pueden influir negativamente en el comportamiento agronómico y en su respuesta a las enfermedades. El propósito de este estudio fue evaluar la respuesta de tres variedades de frijol pinto y dos tipo azufrado peruano en riego por goteo, durante el ciclo otoño-invierno 2008-09, en el Valle del Guaymas-Empalme, Sonora. De acuerdo con los resultados la variedad Pinto Saltillo sobresalió significativamente con un rendimiento de 2.208 t ha⁻¹, le siguió Pinto Bayacora con 1.961 t ha⁻¹. Estas variedades fueron superiores debido a su ciclo más corto que les permitió evadir el daño por bajas temperaturas y también a su tolerancia al chahuixtle. Adufrado Peruano 87 y Adufrado Higuera fueron inferiores con 1.642 y 1.764 t ha⁻¹, respectivamente, debido a que por su ciclo largo quedaron expuestas al daño por bajas temperaturas. El rendimiento más bajo se obtuvo en la variedad Pinto Bill-Z la cual produjo 1.589 t ha⁻¹, como consecuencia del ataque de chahuixtle. Pinto Saltillo y Adufrado Higuera sobresalieron con un B/C de 2.138 y 2.120 y con una ganancia neta de \$17,630 y \$17,355, respectivamente.

SUMMARY

One of the main causes that limit the production of yellow dry bean 'azufrado' in Southern Sonora are the viruses that can cause total loss of the production. The main obstacles of the varieties of pinto dry bean 'Pinto Americano' and/or national include rust (*Uromyces appendiculatus* bar. *appendiculatus*) whose outbreak population reduces the yield between 50 and 59%. Before marketing the varieties of dry bean commercially they must be evaluated under the climate and the soils of the production areas, because they might exert a negative impact upon the agronomic performance and their resistance to the diseases. Because of the above-mentioned, the intention of this investigation was to evaluate the agronomic response of three varieties of pinto dry bean and two yellow colored types under drip irrigation during the 2008-09 crop season, in the Guaymas-Empalme Valley, México. In agreement with the results the cv. Pinto Saltillo excelled significantly with a yield of 2.208 t ha⁻¹, followed Pinto Bayacora with 1,961 t ha⁻¹. These varieties were superiors due to a shorter that allowed them to evade the damage by low temperatures and to their tolerance to rust. Adufrado Peruano 87 and Adufrado Higuera were inferiors with 1.642 and 1.764 t ha⁻¹, respectively, with a long cycle they were exposed to the damage by low temperatures. The lowest yield was obtained in the Pinto variety Bill-Z which produced 1.589 t ha⁻¹, as a result of the attack of rust. The better money return was obtained with cv. Pinto Saltillo and Adufrado Higuera

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un alimento benéfico porque aporta polisacáridos, taninos, antocianinas, ácido fítico, lectinas, daizeína y genisteína, compuestos que ayudan a prevenir varios tipos de cáncer y problemas cardiovasculares (Maldonado y Acosta, 2007). No obstante, en los últimos años el consumo de frijol ha disminuido a 12 kg anuales *per cápita*, debido a la aparición de la comida rápida en un escenario en el que la mujer trabaja y tiene un tiempo reducido para la

preparación alimentos (Cámara de Diputados, 2004). En Sonora, México se cultiva frijol *Phaseolus vulgaris* L. en 7,600 ha de donde se obtienen 11,600 t y se estima una demanda anual de 50,000 t. En riego se siembra en dos épocas: primavera-verano y otoño-invierno en el sur de Sonora y contribuye con 70 a 80% de la superficie estatal (Padilla *et al.*, 2008). En el Valle del Guaymas se siembran alrededor de 12,000 ha anuales de las cuales el 90% se riegan con agua de bombeo, por lo que requiere hacer un uso eficiente del agua y en cultivos existe de alto valor como las hortalizas (Ortiz, 2009).

Las variedades predominantes en el sur de Sonora son de grano grande (> 40 g/100 semillas) y de color amarillo (azufrado) que ocupan el 90 % del área. Las principales variedades utilizadas son: Azufrado Peruano 87 (32.2%), A. Pimono 78 (21.6%), A. Higuera 94 (34 %), A. Noroeste 94 (2 %) y A. (0.4 %) (CRSV, 2009). Una de las principales causas que limitan la producción de frijol azufrado en la región es la virosis, entre las que destacan el mosaico común (BCMV), el mosaico sureño (BSMV), el mosaico clorótico (BCIMV), el mosaico dorado (BGMV) y el virus de la hoja enrollada de la calabaza (SLRMV) que al presentarse en forma combinada, pueden ocasionar la pérdida total de la producción (Padilla *et al.*, 2000). Entre las limitantes de las variedades de frijol 'Pinto Americano' o nacional destacan la roya o chahuixtle (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) cuyas epifitias reducen el rendimiento entre 50 y 59 % (Valenzuela y Armenta, 1990), la falta de variedades nacionales de ese tipo con calidad de grano y con larga vida de anaquel, pues la testa del grano de las variedades disponibles tiende a oscurecerse por oxidación después de tres meses de haber sido cosechado. Además debe considerarse la adaptación del frijol al clima y al suelo de las áreas de producción del sur de Sonora, porque influyen en su respuesta a las enfermedades. El propósito de esta investigación fue evaluar la respuesta de tres variedades de frijol pinto y dos tipos azufrados peruano bajo condiciones de riego por goteo en siembras de otoño-invierno en el Valle del Guaymas-Empalme, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó bajo condiciones de campo y con riego por goteo durante el ciclo otoño-invierno 2009, en terrenos del agricultor cooperante Sr. Mark Black, en suelo de aluvión ligero, en Las Margaritas, municipio de Guaymas. Los tratamientos fueron tres variedades de frijol pinto (Pinto Saltillo, Pinto Bayacora y Pinto Bill-Z) y azufrado Peruano (Azufrado Higuera y Azufrado Peruano 87). La variedad Pinto Bill-Z, se utilizó como testigo. La siembra se realizó el 22 de octubre de 2008, en húmedo en camas separadas 1.5 m, con dos hileras de plantas con 0.50 m de separación, con máquina de precisión a una densidad de 22 semillas/metro lineal. Al momento de la siembra se aplicaron 150 kg con la formulación 11-52-00 (22-104-00). Para la fertilización en planta, se aplicaron 100 kg de nitrato de amonio en plántula 14 y 22 días después de la siembra (dds), 50 kg en la etapa de botones florales 32 (dds), 50 kg de nitrato de amonio + 30 L de Dume Superphos (1-6-0) en floración 40 (dds) y 50 kg de nitrato de amonio + de ácido fosfórico (0-52-0) en formación de vainas (46 dds) para una fórmula de 140-00-00 y un total de 162-114.4-00. Se suministraron 3.2 millares de $m^3 ha^{-1}$ durante el ciclo del cultivo lo que equivale a 32 cm de lámina total. Las variables climáticas prevaletentes durante la estación de crecimiento del cultivo se tomaron de la estación climatológica automatizada "El Norteño", ubicada a 12 km del sitio experimental. Se utilizó el arreglo experimental en franjas con cuatro repeticiones, y para el muestreo se consideró una parcela útil de 5.1 m^2 . El manejo agronómico se realizó de acuerdo a las recomendaciones para el manejo del frijol de riego en el sur de Sonora (Padilla *et al.* 2000). Se midió el rendimiento y sus componentes; es decir, altura de planta, vainas por planta y número de granos por vaina, y peso de 100 semillas. Se obtuvieron cinco muestras por tratamiento para estimar el rendimiento para lo cual se cortaron las plantas de 5 metros de los dos surcos centrales mientras que para el conteo del número de vainas/planta y de semillas por vaina, se colectaron cinco plantas con competencia completa. El peso de 100 semillas (g) se tomó en todas las repeticiones. La información de rendimiento se agrupó por tipo de variedad para el análisis de rentabilidad para cual se calculó el Coeficiente de Costo-beneficio (B/C) y la ganancia neta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de grano

Los datos de rendimiento y rentabilidad en el Cuadro 1 y Figura 1. Se aprecia que la variedad Pinto Saltillo sobresalió significativamente respecto a las demás variedades con un rendimiento de 2.208 t ha⁻¹. Le siguió en rendimiento Pinto Bayacora con 1.961 t ha⁻¹. Azufrado Peruano 87 y Azufrado Higuera fueron inferiores con 1.642 y 1.764 t ha⁻¹, respectivamente. Tanto las variedades de frijol azufrado peruano como los tipos pinto poseen potencial de rendimiento superior a las 3.0 t ha⁻¹, sin embargo la presencia de bajas temperaturas muy cercanas a 0°C (Figura 2) afectaron la parte superior del dosel de las plantas con la consecuente disminución en el rendimiento. El rendimiento más bajo se obtuvo en la variedad Pinto Bill-Z la cual produjo 1.589 t ha⁻¹. Una característica importante en frijol es un ciclo relativamente corto el cual fluctúa alrededor de 3.6 a 3.8 meses al corte y de 3.9 a 4.2 meses a cosecha. Sin embargo, en siembras de otoño-invierno está expuesto a factores limitantes como es el caso de la presencia de mosquita blanca en siembras de septiembre (tempranas) y el riesgo de daño por heladas en siembras de octubre (tardías), según observaciones de Padilla *et al.* (2000). En el caso de las variedades de frijol azufrado se tiene un ciclo relativamente más largo y su principal limitante es la susceptibilidad a virosis (mosaico) en fechas de septiembre, mientras que en variedades de frijol pinto, son de ciclo más corto pero, tienen la desventaja de su reacción de susceptibilidad a chahuixtle. En siembras de primavera-verano, el mayor factor limitante son las altas temperaturas. En estudios previos realizados en el Valle del Guaymas-Empalme, en primavera-verano de 2008, se encontró una fluctuación en rendimiento 0.468, 0.606 y 1.314 t ha⁻¹ en las variedades Pinto Saltillo, Pinto Bayacora y Pinto Bill-Z, lo cual se debió a falta de humedad en el suelo y presencia de vientos calientes y temperaturas de arriba de 36 °C (Padilla *et al.*, 2009a). En Cambio en un estudio de fechas de siembra en ese mismo ciclo pero en primavera-verano de 2007, se observó un rendimiento de 2.724 t ha⁻¹ en siembras de la primera quincena de febrero, en la variedad Pinto Bill-Z (Padilla *et al.*, 2008). Hartz (1995) opina que el riego por goteo ofrece el potencial para el manejo preciso del agua, también proporciona el vehículo ideal para liberar los nutrientes de una manera eficiente y oportuna, da a conocer que el punto central de su manejo es una calendarización del riego apropiada, ambas en término de tiempo y volumen aplicado. En el sistema de goteo en frijol la eficiencia fluctuó de 1,449.3 a 1,948.8 litros/kg de frijol.

CUADRO 1. ANALISIS DE RENTABILIDAD DE DIFERENTES TIPOS DE FRIJOL EN RIEGO POR GOTEO EN EL VALLE DE GUAYMAS. INIFAP, 2009.

VARIEDAD	RENDIMIENTO (T HA ⁻¹)	B/C	GANANCIA (\$)
BAYACORA	1.961 b	1.900	13,925.00
BILL-Z	1.589 d	1.540	8,345.00
SALTILLO	2.208 a	2.138	17,630.00
HIGUERA	1.642 cd	2.120	17,355.00
PERUANO	1.764 c	2.040	16,262.00
DMS _(0.05)	0.1610		
CV (%)	5.83		
PRECIO FRIJOL PINTO= \$ 15.00 ASERCA 19 DE MARZO 2009			
PRECIO FRIJOL AZUFRADO HIGUERA = \$ 20.00/KG ASERCA 19 DE MARZO 2009			
PRECIO FRIJOL PERUANO = \$ 18.00/KG 19 DE MARZO DE 2009			
COSTO DE PRODUCCION \$ 15,490.00			

FIG. 1. RENDIMIENTO DE GRANO ($T\ HA^{-1}$) EN CINCO VARIEDADES DE FRIJOL BAJO RIEGO POR GOTEO EN EL VALLE DE GUAYMAS. CICLO O-I 2008-09. INIFAP 2009

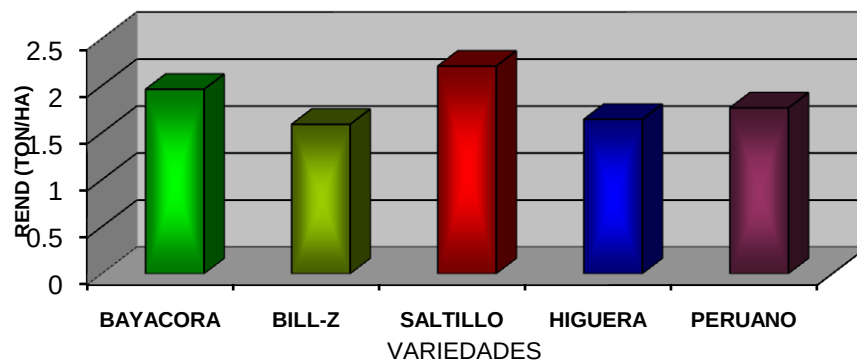
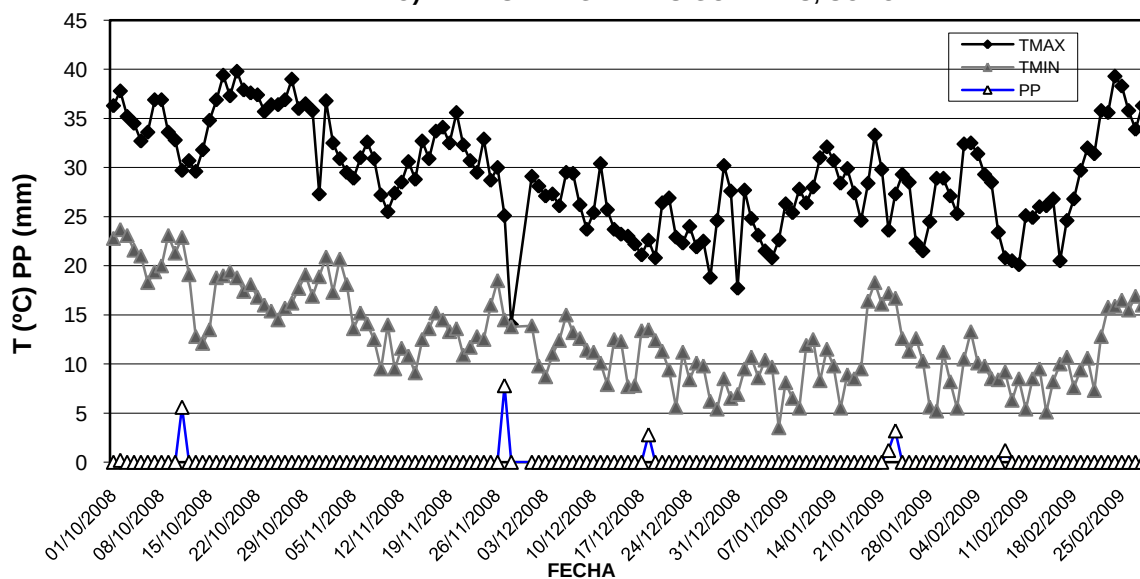


FIG. 2. COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN (OCTUBRE-FEBRERO) EN LAS MARGARITAS GUAYMAS, SONORA.



Análisis de rentabilidad

Durante los últimos dos ciclos agrícolas la cotización de frijol en los centros de abasto nacional ha mostrado condiciones favorables para los productores de frijol, de tal manera que en el caso de frijol azufrado se ha tenido un precio estable de \$18.50 y de \$12.00 en frijol pinto (Aserca, 2009 y Agronet, 2009).

En el Cuadro 1 se muestra el análisis de rentabilidad donde las variedades donde las variedades Pinto Saltillo y Aduardo Higuera sobresalieron con un B/C de 2.138 y 2.120 y con una ganancia neta de \$17,630 y \$17,355, respectivamente. Es importante mencionar que durante los últimos años

se ha presentado un cambio en los hábitos y preferencias de los consumidores, orientado a los tipos de frijol con un color amarillo más intenso y uniforme, grano peruano de tamaño grande características que reúne la variedad A. Higuera (Padilla *et al.*, 2009b). En el caso de la variedad pinto Saltillo, ésta tiene moteados con fondo claro en la semilla, además de que posee resistencia a la oxidación, cualidad que le permite durar hasta 24 meses en el almacén sin perder su calidad coloración (Sánchez, 2009). Por otro lado, el aumento en la superficie sembrada con Pinto Saltillo a nivel nacional se debe principalmente al incremento de la demanda y al precio preferencial otorgado por los comercializadores de grano.

Variables agronómicas y reacción a enfermedades

En el Cuadro 2 se observan las variables agronómicas de las cinco variedades de frijol. Los días a inicio de floración fluctuaron de 37 a 42 días, destacando Pinto Saltillo por su precocidad con 37 días. Las variedades Azufrado Peruano 87 y Pinto Bayacora tardaron más días en iniciar floración. Las variedades de grano amarillo A. Peruano 87 y A. Higuera resultaron más tardías a madurez fisiológica con 112 y 114 días, respectivamente. En reacción a roya o chahuixtle todas las variedades resultaron resistentes, excepto Pinto Bill-Z la cual tuvo una alta incidencia (9), lo cual significa que sufrió una fuerte defoliación con lo cual se afectó el llenado del grano. Respecto a altura de planta, los pintos fueron de mayor porte, destacando Pinto Bayacora y Pinto Bill-Z, con 73 y 61 cm. En cuanto a los componentes del rendimiento como es el caso de número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de la semilla, no se encontró diferencia entre variedades, solamente en Azufrado Higuera se observó una notoria reducción en el número de semillas por vaina, quizá debido a que su ciclo fue más largo, la presencia de las bajas temperaturas en el estado de desarrollo del grano provocaron un mayor aborto, el cual fue el más alto con 16.2%.

CUADRO 2. VARIABLES AGRONÓMICAS EN CINCO VARIEDADES DE FRIJOL EN RIEGO POR GOTEÓ. GUAYMAS-EMPALME CICLO O-I 2008-09.

	IF	MF	R	V	AP	VP	GP	PS	AB
PINTO SALTILLO	37	88	1	1,1 mad	56	18	3.5	28.9	12.7
AZUFRADO PERUANO 87	42	112	1	5,6 MAD	42	19	3.3	38.4	6.7
PINTO BAYACORA	42	105	1	1,1 mad	73	16	3.5	36.8	11.2
AZUFRADO HIGUERA	39	114	1	3,3 Mad	42	17	2.3	44.3	16.2
BILL-Z	39	97	9	1,1 mad	61	17	3.7	26.1	7.8

IF= DIAS INICIO DE FLOR; MF=DIAS A MADUREZ;R=ROYA;V=VIROSIS;AP=ALTURA DE PLANTA (CM);

VP=VAINAS/PLANTA; GV=GRANOS/VAINA; PS=PESO DE 100 SEMILLAS (G); AB=% DE ABORTO

CONCLUSIONES

Las mejores variedades en siembras de otoño-invierno fueron Pinto Saltillo y Pinto Bayacora debido a su ciclo más corto que les permitió evadir el daño por bajas temperaturas y también a su tolerancia al chahuixtle.

Las variedades Azufrado Higuera y Pinto Bill-Z fueron inferiores en otoño-invierno debido a su ciclo más largo y mayor exposición al daño por bajas temperaturas en A. Higuera y a la susceptibilidad a chahuixtle en P. Bill-Z.

El precio preferencial en las variedades Pinto Saltillo y Azufrado Higuera permitió una mayor rentabilidad.

Las siembras de frijol en la segunda quincena de octubre en el Valle del Guaymas tienen un alto riesgo de daño por heladas.

LITERATURA CITADA

- Agronet. 2009. Precios de productos agropecuarios. www.agronet.mx
- ASERCA. 2009. Apoyos y servicios a la comercialización Agropecuaria. www.aserca.gob.mx
- Cámara de Diputados. 2004. Impacto de las importaciones de maíz blanco y de frijol originarias de EUA en el mercado interno de México. Informe del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. Palacio legislativo de San Lázaro. Noviembre de 2004. www.croplifelatinoamerica.org/data/media/mexico.
- CSRV, 2009. Datos estadísticos del Comité Regional de Sanidad Vegetal. Navojoa, Sonora, México.
- Hartz, T.K. 1995. Manejo del agua en la producción de hortalizas con riego por goteo. Seminario Internacional de Plasticultura. Hermosillo, Sonora, México.
- Maldonado S. H. y J. A. Acosta G. 2007. Comunicación personal. Campo Experimental 'El Bajío'. INIFAP. Apartado Postal 112, Celaya, Guanajuato, México.
- Ortiz, E., J. E. 2009. El Valle de Guaymas Mantiene ambicioso proyecto de investigación. Revista Del Campo a su Mesa. Información para buenos y saludables alimentos. http://www.delcampoalamesa.com/desplegar_notas.asp?did=4610. Consultado el 8/10/2009.
- Padilla V., I. I. Armenta C., J. A. Ramírez A., M. Madrid C. 2000. Tecnología para producir frijol en el sur de Sonora. Folleto para Productores No 17. SAGARPA-INIFAP-Campo Experimental Valle del Mayo. Navojoa, Sonora, México. 24 p.
- Padilla V., F. Cabrera C., y R. A. Salinas P. 2008. Tecnología de producción para frijol el estado de Sonora. Memoria del día del Agricultor. Publicación Especial N° 15. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora. pp. 53-55.
- Padilla V., J. E. Ortiz E., I. Armenta C., y M. Madrid C. 2009a. Respuesta de variedades de frijol pinto en siembra tardía de primavera-verano en el Valle de Guaymas-Empalme, Sonora. Memoria del día del Agricultor 2008. Publicación Especial N° 16. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora. pp. 53-55.
- Padilla V., I. R. A. Salinas P., J. A. Acosta G., y F. G. Rodríguez C. 2009b. Impacto de la variedad de frijol Azufrado Higuera 94 en el sur de Sonora, México. Memoria de Res. 2° Congreso Internacional y feria Nacional de frijol (Eds. J. A. Acosta G., S. A. Ríos R. M. A. Mora A. y N. Morales C.). Celebrado del 5 al 7 de agosto de 2009 en Zacatecas, Zacatecas, México. pp. 203-204.
- Sánchez V., I., J. A. G., F. J. Ibarra P., R. Rosales S. y E. I. Cuéllar R. 2009. Pinto Saltillo, nueva variedad de frijol para el altiplano de México. Folleto Técnico N° 22. INIFAP-Campo Experimental Saltillo, Coahuila, México, 24 p.
- Valenzuela. J., y I. Armenta C. 1990. Guía para cultivar frijol en el sur de Sonora. Folleto para productores No 1. Campo Experimental Valle del Mayo. SAGARPA-INIFAP-CIANO. Cd. Obregón, Sonora, México. 16 p.

EFFECTO DEL PACLOBUTRAZOL EN PLÁNTULAS DE TOMATE

Antonio Morales Maza¹, Eva Avila Casillas¹, Esaú del Carmen Moreno Pérez², Felipe Sánchez del Castillo², María Teresa Colinas León², Aureliano Peña Lomelí². ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-CEMEXI). Km. 7.5 Carretera a San Felipe, Col. Colorado II, C.P. 21700. Mexicali B.C. Tel/Fax. (686) 5-63-60-62. ²Instituto de Horticultura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5, Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, C.P. 56230. Tel y Fax. 01(595) 215 00 am132002@yahoo.com.mx.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum* Mill, floración, Paclobutrazol.

RESUMEN

El objetivo para el presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones de Paclobutrazol (25 y 50 mg L⁻¹) en aplicación foliar a la tercera hoja, 50 mg L⁻¹ a la quinta hoja verdadera y el testigo sin aplicación en plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv Charleston de crecimiento indeterminado tipo bola. Se evaluó variables morfológicas, fisiológicas, número de flores y peso de fruto de las tres primeras. El experimento se realizó bajo invernadero, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que el paclobutrazol en aplicaciones foliares en concentraciones sencillas, dobles con aplicados en la tercera ó quinta hoja verdadera, reducen la altura de las plántula; afectando negativamente el peso seco de tallo solamente cuando se realizan dobles aplicaciones. Sin embargo, la aplicación foliar de paclobutrazol solamente incrementa el contenido de clorofila, el numero de flores del segundo racimo y totales.

ABSTRACT

The objective for this research was to evaluate the effect of different concentrations of treatment of paclobutrazole (25 and 50 mg L⁻¹) in the third foliar leaf, 50 mg L⁻¹ to the fifth true leaf and the witness has no application in seedling of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv Charleston indeterminate type growth. The evaluated was morphological, physiological, number of flowers and fruit weight of the first three clusters. The experiment was conducted in a greenhouse in a complete block design with four replications. The results showed that paclobutrazole foliar sprays at concentrations in single, double with implemented in the third or fifth true leaf, reduce the height of the seedling; negatively affect stem dry weight, but only when applications are made double. However, foliar applications of paclobutrazole only increases the chlorophyll content, number of flowers the second cluster and totals.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción a campo abierto o protegidos, requieren de la producción de plántulas en contenedores o charolas con diferentes números de celdas; sin embargo, uno de los problemas que se enfrentan la mayoría de los productores es el control del tamaño de las plántulas cuando en el semillero son cultivadas en alta densidad y contenedores restringidos, provocando que en etapas tardías del semillero las plántulas entren en competencia por radiación y se presente la elongación de los tallos de las plántulas y cuando son llevadas campo sufren un estrés que afecta el crecimiento y diferenciación de las flores de los primeros racimos.

Para incrementar la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) por unidad de superficie, por un lado se logra promoviendo la formación y crecimiento de más flores y amarre de frutos por racimo, dependiendo de diversas condiciones ambientales que afectan el periodo de transición floral de vegetativa a reproductiva (Bernier and Perilleux 2005), y aplicaciones exógenas de reguladores de crecimiento, que afectan las relaciones fuente-demanda de los órganos en crecimiento en etapas tempranas de las plántulas (Atherton y Harris, 1986; Morris y Newell, 1987; Russell y Morris, 1982), esto se puede lograr utilizando reguladores de crecimiento que mejoren las características de de las plántulas, aumentando la uniformidad al trasplante y mayor

diferenciación de flores en los primeros racimos. Se ha observado en investigaciones previas que se puede promover mayor diferenciación floral en los primeros racimos; ya sea con la aplicación de ácido abscísico (ABA) (Davis *et al.*, 1986) o retardadores de crecimiento (triazoles) que inhiban la formación de giberelinas (Hickman *et al.*, 1989; Briht *et al.*, 2007). Diversos estudios han demostrado el efecto de los retardadores del crecimiento que son responsables en la elongación celular de brotes y hojas (Barrett y Nell, 1995).

La aplicación de los retardadores del crecimiento provocan la disminución del crecimiento de las plántulas se reduce la altura y la distancia de los entrenudos, con la protección del estrés que sufren las plántulas del semillero al trasplante (Fletcher *et al.*, 2000; Partida *et al.*, 2007). Otras de las características de los triazoles incluye el incrementar el área foliar, fotosíntesis neta, floración temprana, también tienen propiedades fungicidas, herbicidas y antibacterial (Hickman *et al.*, 1989; Briht *et al.*, 2007). Abdul y Harris (1978) encontraron que el número de flores en la primera inflorescencia de las plántulas de jitomate se incrementan con la aplicación de triazoles que incrementaron el peso seco de hoja por unidad de área (Davis *et al.*, 1988).

El paclobutrazol inhibe la biosíntesis de las giberelinas (Davis *et al.*, 1988), que aplicado foliarmente es absorbido por los peciolos y tallos, que posteriormente es traslocado a través del xilema a los puntos de crecimiento (Barrett y Nell, 1995), reduciendo el crecimiento de los entrenudos del tallo, incrementa el crecimiento de las raíces, precocidad en la fructificación e incrementa la formación de semillas en jitomate y chile (Berova y Zlatev, 2000), con aplicación foliar en plántulas de jitomate, mejoraron el vigor y disminuyó el estrés pos-trasplante al trasplantes realizados desde los 18 a los 42 días después de la siembra (Souza-Machado *et al.*, 1999) y aplicado a las semillas (Pasian y Bennett, 2001; Still y Pill, 2004), las plántulas evaluadas a las 6 semanas se redujo en 43 % el peso seco total, 9 % el diámetro de tallo y fue 6 % mayor la materia seca en comparación con aquellas que no fueron tratadas. En aplicaciones al suelo el número de racimos por planta y el número de racimos con frutos incrementaron linealmente por el aumento de las aplicación de paclobutrazol (De Moraes *et al.*, 2005), que según Giovinnazzo *et al.* (2001), en los cultivares Franciset, Pavia y Montego, el PBZ redujo el tamaño de plántula hasta 45 %, e incremento el diámetro de tallo y rendimiento de frutos en 9 y 13 %, respectivamente. También se ha observado que en otros cultivares como Rio grande, Maya, H-9663 y H-289, el PBZ en dosis de 100, 150 ó 200 mg L⁻¹ redujo el crecimiento, mientras que con 250, 300 ó 350 mg L⁻¹ lo incrementan, respecto a las plántulas testigo (Partida *et al.*, 2005).

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de diferentes concentraciones de paclobutrazol como retardador del crecimiento con aplicaciones foliares en concentraciones sencillas y dobles en dos momentos de aplicación evaluando variables morfológicas, fisiológicas, número de flores y peso de fruto de las tres primeras.

MATERIALES Y MÉTODOS

La etapa de semillero se estableció el 19 de mayo del 2007 y finalizó con la última cosecha de frutos a los 154 días después de la siembra (dds), ubicados en la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México a 19° 29' de latitud norte, 98° 53' de longitud oeste y una altitud de 2251 m. Se utilizó el cv. Charleston de crecimiento indeterminado. El retardador de crecimiento utilizado fue Paclobutrazol con 0.4% (BONZI^{MR}), pero en concentraciones de acuerdo a los tratamientos. Para la aplicación de los reguladores de crecimiento se utilizó un atomizador individual para cada tratamiento, el cubrimiento de las hojas fue con gotas semejantes al rocío de tamaño uniforme hasta antes del punto de goteo, en las plántulas testigo solo aplicó agua destilada (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Distribución de tratamientos y testigo de acuerdo diferentes concentraciones de Paclobutrazol (PBZ) en distintos momentos de aplicaciones foliares en plántulas de jitomate cv Charleston.

Regulador de crecimiento	MOMENTO DE LA APLICACIÓN	
	3er. hoja verdadera	5ta. hoja verdadera
Paclobutrazol	25 ppm	No
Paclobutrazol	50 ppm	No
Paclobutrazol	25 ppm	25
Testigo	Sin aplicación	Sin Aplicación

Las variables evaluada fueron altura de plántula considerada desde la base del tallo hasta el ápice medido con una regla graduada en milímetros; el diámetro de tallo utilizando un vernier electrónico "Digimatic Caliper" (Mitutoyo, Modelo No. CD-6 CS); número de hojas; área foliar medida con un integrador de área foliar LI-3000A (LI-COR, Lincon, Nebraska); concentración de clorofila total de la hoja, utilizando un medidor de clorofila en unidades SPAD (Krugh *et al.*, 1994) de la hoja con un SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan) que mide la concentración relativa de clorofila por medio de la luz transmitida a través de la hoja en 650 nm (longitud de onda fotosintéticamente activa) y 940 nm utilizado en jitomate por Rodríguez *et al.* (1998); volumen de raíz por desplazamiento de volumen en agua; peso seco de hoja, tallo y raíces, órganos que fueron colocados en bolsas de papel por separado y secados por 72 horas en una estufa de flujo continuo. La primera evaluación de las variables fue altura de plántula, diámetro de tallo, área foliar, volumen de raíz y clorofila a los 30 dds, y para peso fresco de hoja, tallo y raíz se realizó a los 32 dds. Posteriormente a los 37 dds se evaluó peso seco de hoja, tallo y raíz. El número de flores del primer racimo a los 67 dds y a los 77 dds el número de flores del segundo y tercer racimo. Por último, los frutos fueron cosechando y pesados de acuerdo a la coloración completa del fruto en cortes subsecuentes a los 105, 112, 126, 133, 141 y 154 dds. Posteriormente se calculó el peso promedio de fruto por racimo, el número y peso de frutos por unidad de superficie.

En la conducción del semillero se utilizó un sistema de enfriamiento por panel evaporativo para mantener una temperatura de 25-30 °C y humedad relativa de 65 – 85 %. El sustrato utilizado fue una mezcla de arena de tezontle-perlita-vermiculita en proporción 2-1-1 (v/v/v), perfectamente tamizados y mezclados. Los contenedores utilizados fueron macetas de polietileno (250 cm³) bicolor (verde-negro), con densidad para los tratamientos de 100 plántulas·m². En las primeras etapas de la emergencia se aplicaron cuatro riegos por día con agua sin fertilizante y cuando aparecieron las primeras hojas verdaderas se aplicaron dos riegos por día con una solución nutritiva compuesta por las siguientes concentraciones de nutrimentos minerales en mg L⁻¹: 250 N, 50 P, 250 K, 280 Ca, 50 Mg, 2 Fe, 0.5 Mg, 0.5 B, 0.1 Cu y 0.1 Zn.

El desarrollo del cultivo a partir del trasplante fue en un invernadero con cubierta exterior de polietileno y piso cubierto con una tela blanca permeable de polipropileno (ground cover). Como sustrato se utilizó arena volcánica (tezontle rojo) con partículas de 1 a 4 mm de diámetro, los contenedores fueron camas revestidas de polietileno de 1.10 m de ancho por 22 m de largo y 45 cm de profundidad con densidad de 7 plantas·m². Se utilizó cinta de riego por goteo de polietileno negro marca T-Tape modelo TSX-508-20-500 de 0.20 mm de espesor, con distancia entre goteros de 10 cm y caudal de 13.5 L·min⁻¹, en sistema hidropónico abierto con cuatro riegos diarios de 15 minutos con la solución nutritiva indicada anteriormente. El trasplante se hizo 30 dds, a una densidad de 7 plantas m⁻² en doble hilera con pasillos de 0.50 m de ancho; las plantas se condujeron a tres racimos con eliminación de brotes laterales para que fueran conducidas a un tallo; el ápice o yema terminal se eliminó dos hojas por arriba del tercer racimo. Las plantas se guiaron individualmente con rafia a partir de los diez días después del trasplante.

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada tratamiento en semillero consistió de 50 plantas, utilizando 30 plantas de bordo y 20 plantas en competencia completa como la unidad experimental, de las cuales 10 fueron utilizadas para el análisis destructivo y mediciones en plántula, las otras 10 plantas fueron llevadas al invernadero

para evaluar el crecimiento, desarrollo, número de flores y frutos por inflorescencia y variables relacionadas con la producción comercial. Los datos obtenidos fueron sometidos a una prueba de análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias (Tukey $\alpha \leq 0.05$), utilizando para su análisis el programa computacional SAS (SAS, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El paclobutrazol (PBZ) en aplicación foliar a plántulas de jitomate, no presentaron diferencias estadísticas en diámetro de tallo (DT), área foliar (AF), peso seco de hoja (PSH), raíz (PSR) y total (PSTOT). Se encontraron diferencias estadísticas solamente para altura de plántula (AP), clorofila (CL) y peso seco de tallo (PST) en las concentraciones de (PBZ) evaluadas a los 30 días después de la siembra (dds) (Cuadro 1). Los valores absolutos más altos correspondieron al testigo (sin aplicación) para AP y PST, es claro que la aplicación del PBZ afecta negativamente el alargamiento de entrenudos y por tanto, la altura de las plántulas en etapas posteriores al semillero lo cual se refleja en el peso seco de tallo, aunque no en peso seco de hojas y raíz. Al respecto Duman and Düzyaman (2003), encontraron que aplicación de PBZ en semillero reduce 25 % de la altura de plántulas respecto, al testigo. Otros autores como Berova y Zlatev (2000), reportaron en el sentido que las aplicaciones de PBZ, reducen los entrenudos que como consecuencia se obtienen plántulas más pequeñas y compactas con mayor diámetro de tallo, aunque no precisamente se refleje en mayor acumulación de materia seca en hoja, raíz y total.

El contenido en CL el testigo obtuvo el valor más bajo (46.46 unidades SPAD), y fue estadísticamente inferior a la concentración de $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (52.64 unidades SPAD), es posible que la aplicación de PBZ aun cuando no reduce estadísticamente el área foliar incrementa la clorofila debido al aumento de citocinina endógena concentrándola por unidad de área foliar. Katherine y Beever (1981) al respecto encontraron que la aplicación de citocinina en forma de bencilaminopurina (BAP) en la yema terminal de plantas de jitomate ocasiona un retraso en la pérdida de clorofila en las hojas.

Cuadro 1.- Efecto de diferentes concentraciones de Paclobutrazol, en Diámetro de tallo (DT), Altura de plántulas (AP), Clorofila (CL), Área foliar (AF) y Peso seco de hoja, tallo, raíz y total en plántulas de jitomate cv. Charleston a los 30 días después de la siembra (dds).^z

Concentración de Paclobutrazol ($\text{ml} \cdot \text{L}^{-1}$)	DT (mm)	AP (cm)	CL*	AF (cm^2)	Peso seco (g)			
					PSH	PST	PSR	PSTOT
25 [£]	4.88a ^z	14.85b ^z	49.14ab ^z	200.23a ^z	0.88a ^z	0.20ab ^z	0.14a ^z	1.23a ^z
50 [£]	4.89a	15.51b	52.64a	205.91a	0.86a	0.23ab	0.14a	1.24a
25 + 25 [§]	4.46a	14.12b	46.16ab	176.86a	0.71a	0.17b	0.13a	1.02a
Testigo (Sin aplicación)	5.09a	24.82a	46.46b	202.26a	0.71a	0.30a	0.11a	1.20a
Significancia	NS	*	*	NS	NS	*	NS	NS
DMS	0.6571	6.8168	5.6375	90.698	0.18	0.099	0.041	0.294

^zValores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. [£]Tercera hoja verdadera, [§]Quinta hoja verdadera. *Contenido de clorofila en unidades SPAD. *=Significativo, **=Altamente significativo y NS=No significativo. DMS=Diferencia mínima significativa.

Para el número de flores por inflorescencia del primero y tercer racimo la aplicación de PBZ no tiene efectos estadísticos significativos, sin embargo, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas para el número de flores por inflorescencia del segundo racimo y por tanto, afecto el número de flores totales de los tres primeros racimos. El número de flores del segundo racimo con dos aplicaciones de PBZ ($25 + 25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) en la tercera y quinta hoja verdadera en la etapa de semillero fue estadísticamente inferior al testigo (sin aplicación), es decir la aplicación de PBZ afecto en 0.84 flores menos por racimo con dos aplicaciones, aunque debió ocurrir el efecto similar

a la aplicación de $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, por obtenerse la misma concentración, esto quiere decir que el efecto de PBZ es mayor en dobles aplicaciones que la misma concentración en una aplicación a la tercer hoja verdadera. Respecto al peso medio de fruto, rendimiento por planta y por metro cuadrado no hubieron diferencias estadísticas entre tratamientos y el testigo (Cuadro 3). Al respecto, se puede suponer que no es necesario hacer dobles aplicaciones del PBZ para obtener una reducción en la altura de planta, además con esto no hay afecto en el número de flores del segundo racimo y totales de los tres primeros racimos.

En general, la aplicación de PBZ no incrementa el rendimiento en etapas posteriores al trasplante, pero tampoco lo disminuye con respecto a las plántulas que no fueron tratadas con PBZ. Otros autores como Souza-Machado *et al.* (1999) encontraron que con aplicación de PBZ a semillas se incremento la precocidad a la maduración del 6 % y 13 % en rendimiento, aunque aplicaciones foliare en rendimiento total no hubieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, pero si las hubo en precocidad en la maduración a cosecha, por otro lado con aplicaciones al suelo el numero de racimos por planta y el numero de racimos con frutos incrementaron linealmente por el aumento de las aplicación de PBZ (De Moraes *et al.*, 2005; Partida *et al.*, 2005).

Cuadro 3.- Efecto de diferentes concentraciones de Paclobutrazol en número de flores por inflorescencia variables de rendimiento por planta, racimo y m^{-2} en plantas de jitomate a los 105, 112, 126, 133, 141 y 154 días después de la siembra (dds).^z

Concentración de Paclobutrazol ($\text{ml} \cdot \text{L}^{-1}$)	Número de flores por inflorescencia			Flores totales	Peso medio de fruto (gr)	Rendimiento	
	Primera	Segunda	Tercera			planta (kg)	($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
				22.15ab			
25 [£]	7.42a ^z	7.54ab ^z	7.17a ^z	^z	125.41a ^z	2.12a ^z	14.90a ^z
50 [£]	7.42a	7.15ab	7.15a	21.40b	135.30a	2.20a	15.45a
25 + 25 [§]	7.99a	7.85a	7.50a	23.34a	131.33a	2.24a	15.69a
Testigo (Sin aplicación)	7.00a	7.01b	6.81a	20.82b	134.27a	2.23a	15.66a
Significancia	NS	*	NS	**	NS	NS	NS
DMS	1.172	0.726	1.045	1.522	12.458	0.579	4.058

^zValores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. [£]Tercera hoja verdadera, [§]Quinta hoja verdadera. *Contenido de clorofila en unidades SPAD. *=Significativo, **=Altamente significativo y NS=No significativo. DMS=Diferencia mínima significativa.

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de paclobutrazol en la tercera y quinta hoja verdadera en etapa de semillero reduce el crecimiento de las plántulas, que se manifiesta con la reducción de la altura de plántula, área foliar y peso seco de tallo, así como el número de flores por inflorescencia del segundo racimo y total, pero no incrementan el peso medio de fruto, el rendimiento por planta ó por unidad de superficie.

LITERATURA CITADA

- Abdul K. S. and G. P. Harris (1978) Control of Flower Number in the First Inflorescence of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): The Role of Gibberellins. *Annals of Botany* 42: 1361-1367.
- Atherton, J.G. and Harris, G.P. (1986) Flowering. In: Atherton, J.G.; Rudisch, J., eds. *The Tomato Crop*. London: Chapman and Hall, pp. 167-200.
- Barrett, J. and T.A. Nell. 1995. Comparison of paclobutrazol and uniconazole on floriculture crops. *Acta Hort.* 251: 275-280.
- Bernier G, and Perilleux C (2005) A physiological overview of the genetics of flowering time control. *Plant Biotechnology Journal* 3: 3–16.
- Berova M and Z Zlatev (2000) Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plant (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Plant Growth Regulation*. 30(2): 117-123.

- Bisht R.; P. Singariya, N. Mathur and S. P. Bohra (2007) Triazoles: Their effects on net photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal resistance in *Setaria italica* plants grown in vivo. Asian J. Exp. Sci. 21(2): 271-276.
- Davis, T.D., F.L. Steffons, and N. Sankhla (1988) Triazole plant growth regulators, p. 63-105. In: J. Davis, W. J., J. Metcalfe, T. A. Costa and A. R. da Costa (1986) Plant growth substances and the regulation of growth under drought. Aust. J. Plant Physiol. 13: 105-125.
- De Moraes, P.J., Saraiva Grossi, J.A., de Araújo Tinoco, S., Henriques da Silva, D.J., Cecon, P.R. and Barbosa, J.G. (2005) Ornamental tomato growth and fruiting response to paclobutrazol. Acta Hort. (ISHS) 683: 327-332.
- Fletcher, A., A. Gilley, N. Sankhla and T. Davies (2000) Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. Hort. Rev. 24: 55-138.
- Giovinazzo R, y M V Souza, T K Hartz (2001) Paclobutrazol responses with processing tomato in France. Acta Hort. 542: 355-358.
- Hickman, G. W.; J. Perry, E.; J. Mullen, R. and R Smith (1989) Growth regulator controls tomato transplant height. California Agriculture 43(5): 19-20.
- Partida R L, T de J Velázquez A, B Acosta V, T Díaz V, J C Low L (2005) Eficacia del paclobutrazol para retardar el crecimiento de plántulas de tomate. Rev. Téc. Cient. Cidefruta 1: 13-17.
- Pasian C. C. and A. Bennett M. (2001) Paclobutrazol soaked marigold, geranium, and tomato seeds produce short seedlings. HortScience 36(4): 639-644.
- Rodríguez M. Ma de las N.; G. Alcántar G.; A. Aguilar S.; J. D. Etchevers B.; J. A. Santizó R. (1998) Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. Terra Latinoamericana 16 (2): 135-141.
- Russell C. R. and d. A. Morris (1982) Invertase Activity, Soluble Carbohydrates and Inflorescence Development in the Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Annals of Botany 49: 89-98.
- SAS/STAT, 1990. User's Guide. Versión 6. Edición cuarta, Vol. I y II. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 851 p.
- Souza-Machado, V., Pitblado, R., Ali, A. and May, P. (1999) Paclobutrazol in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) for improved tolerance to early transplanting and earlier harvest maturity. Acta Hort. (ISHS). 487: 139-144.
- Still J. R. and G. Pill W (2004) Growth and stress tolerance of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in response to seed treatment with paclobutrazol. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 79: 197-203.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE CULTIVARES DE SORGO DULCE PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL EN VALLE DE MEXICALI

Jorge Iván Alvarado Padilla¹, Eva Ávila Casilla¹, Antonio Morales Maza¹, Mario Camarillo Pulido¹ y J. Jesús Medina Esparza². ¹Investigadores del INIFAP-Valle de Mexicali. ²Academia Estatal de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Carretera a San Felipe Km. 7.5 Colonia Colorado II C.P. 21100, Mexicali, B. C. México. alvarado.jorge@inifap.gob.mx

Palabras clave: variedades, híbridos, rendimiento y azúcares.

RESUMEN

La necesidad de generar fuentes de energía renovable ha estado enfocándose a cultivos con potencial para la producción de biocombustibles. El sorgo dulce es un cultivo que se adapta a las condiciones agroecológicas del Valle de Mexicali. En este estudio se evaluaron nueve cultivares mediante un diseño de bloques completamente al azar, en el cual las variables evaluadas fueron; el peso fresco del follaje por metro cuadrado, peso de panoja por metro cuadrado, peso de caña por metro cuadrado, la producción en mililitro de jugo por metro cuadrado y los grados Brix del jugo extraído de la caña. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento fue en Sorgo Dulce Sabrosa con $5.55 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ de caña del cual se obtuvo $1554.68 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2}$ de jugo con 10.1 grados Brix. El cultivar de menor rendimiento fue Cow Vittles con $2.89 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ de caña y $637.87 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2}$ de jugo. En conclusión, sorgo dulce Sabrosa presentó mayor rendimiento de jugo al obtener $1554.68 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2}$.

ABSTRACT

The need to generate renewable energy sources have been focus on crops with potential for biofuel production. The sweet sorghum is a crop that is adapted to the agro-ecological conditions in the Mexicali valley. In the study, nine cultivars were analyzed with a random complete block design. The variables evaluated were; fresh weight of leaves per square meter, weight of panicle per square meter, weight of cane per square meter, production in ml of juice per square meter and the degrees Brix of juice extracted of the cane. The results showed that the highest yield of cane was in Sorgo Dulce Sabrosa with $5.55 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ with $1554.68 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2}$ of juice and 10.1° Brix. The lowest yield was in cultivar Cow Vittles with $2.89 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ of cane and $637.87 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2}$ of juice. In conclusion, Sorgo Dulce Sabrosa produced the highest yields of juice with $1554.68 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2}$.

Key Words: variety, hybrid, produced and sugar

INTRODUCCIÓN

El incremento poblacional que demanda mayor consumo de energía así como el agotamiento de las fuentes de energía fósiles y a su vez la contaminación ambiental, prevén una crisis energética (Medina *et al.*, 2008). Esta situación es preocupante y existe un interés muy marcado por encontrar fuentes de energía renovable, económicas y con reducido efecto ambiental (Ley del desarrollo y promoción de bionergéticos, 2008). Una de las opciones son los biocombustibles, obtenidos a partir de grasas animales, aceites y azúcares vegetales. Estos biocombustibles son destinados a su uso directo o mezclado con combustible fósil. Para el caso de etanol los cultivos más utilizados son: remolacha azucarera, caña de azúcar y sorgo dulce. Algunos cultivares de sorgos dulces presentan el 11 % de azúcares solubles en la savia (Yerbes *et al.* 2009); esta gramínea tiene varios usos pero su interés por producir biocombustibles se debe a su contenido de azúcares fermentables combinado con alto rendimiento de biomasa (Olvera *et al.*, 2009). Al respecto Montoya *et al.*, 2008, encontró que los sorgos dulces ofrecen una opción a los productores dentro del patrón de cultivos establecidos para los productores del Valle del Yaqui en Sonora.

OBJETIVO

Generar y validar información tecnológica en el manejo agronómico de cultivares de sorgos dulces con potencial para la producción de biocombustible en Valle de Mexicali.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue establecido el 25 de febrero de 2009 en un suelo franco del lote 47, colonia Chapultepec, Valle de Mexicali, B.C. Los genotipos utilizados fueron: Beef Builder, Cow Vittles II, Sorgo Dulce Sabrosa, Sorgo Forrajero Reyna, Silo Miel II, Silo Milo III, Sorgo Excelencia, Silo Select NC y Fortuna. Estos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de 4 surcos de 5 m de longitud, separados a 1 m (20 m^2), se consideró la parcela útil de la parte central de la unidad experimental con una dimensión de dos surcos de 3 m de longitud (6 m^2). La siembra se hizo en forma manual, se sembró a doble hilera que dando cada hilera en los costados del surco a 40 cm de separación entre hilera. Se fertilizó con 100-52-00, se aplicaron seis riegos, el control de cogollero, pulga saltona y pulgón del cogollo, se controló con cloropirifos etil (Lucaban^{MR}) y el control de la maleza se realizó de manera mecánica y manual. La evaluación de los diferentes cultivares se hicieron en la etapa de grano lechoso masoso, el corte de las plantas se hizo en la parte basal hasta el nudo de la última hoja formada, posteriormente se deshojó hasta dejar solo la caña. El jugo se extrajo de tres cañas y con el refractómetro digital (ATAGO 4410) se midió el contenido de grados Brix ($^{\circ}\text{B}$). Las variables evaluadas por unidad experimental fueron: peso de panoja, peso fresco de follaje, peso fresco de caña, mililitros de jugo por caña y $^{\circ}\text{B}$ del jugo extraído de la caña. El análisis estadístico de las variables se hizo mediante el análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey ≤ 0.05), usando el paquete estadístico MSTATC.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la producción de jugo por kg de caña (ml), los cultivares Sorgo excelencia ($300.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$) y Fortuna ($328.37 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$) son estadísticamente iguales (Cuadro 1), pero diferentes de Forrajero reyna ($187.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$) y Beef builder ($184.25 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$).

En la producción ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) de caña en fresco, Dulce Sabrosa obtuvo un rendimiento de $5.55 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, esto lo coloca como el cultivar de mayor rendimiento, y estadísticamente diferente a Fortuna ($2.89 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) y Cow vittles ($2.89 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$).

La producción de jugo en $\text{ml}\cdot\text{m}^{-2}$ es un factor muy importante para determinar el cultivar con mayor potencial para la producción del bioetanol; por el que Dulce Sabrosa mostro mejor rendimiento con $1554.68 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}$ de jugo, con un porcentaje de azúcares de 10.1° Brix; Forrajero reyna, Beef builder y Cow vittles estadísticamente son diferentes en producción de jugo por m^2 a Dulce sabrosa, pero con mayor contenido de $^{\circ}\text{Brix}$.

Silo Select NC numéricamente obtuvo mayor contenido de azúcares en el jugo de caña con 14.28° Brix, pero menor peso de caña en fresco ($3.99 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), y por lo tanto menor contenido de jugo ($842.17 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}$).

Cuadro 1: Rendimiento de biomasa y producción de jugo en los diferentes cultivares de sorgo dulce.

Tratamiento	Producción de jugo ml·kg de caña	Producción de caña kg·m ⁻²	Producción de jugo ml·m ⁻²	Grados Brix (°B)
Dulce sabrosa	279.85 abc*	5.55 a	1554.68 a	10.1 a
Sorgo excelencia	300.5 a	4.35 ab	1317.98 ab	12.66 a
Silo Miel II	261.85 abcd	4.86 ab	1275.14 ab	12.29 a
Silo Milo III	293.27 ab	4.31 ab	1247.15 ab	9.47 a
Fortuna	328.37 a	2.89 b	953.41 ab	8.76 a
Silo select NC	214.95 bcd	3.99 ab	842.17 ab	14.28 a
Forrajero reyna	187.5 d	3.92 ab	789.80 b	13.20 a
Beef builder	184.25 d	3.85 ab	709.00 b	11.13 a
Cow vittles	204.65 cd	2.89 b	637.87 b	11.20 a
Grado de significancia	**	*	**	N/S
Coefficiente de variación	13.93	24.53	30.27	21.00

*Medias con la misma letra en igual columna no son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05). Grado de significancia: **altamente significativo *significativo N/S no significativo

Montoya *et al.* (2008) realizaron una evaluación de estos híbridos en el Valle del Yaqui, encontrando a Fortuna como el de mayor contenido de azúcares con 18.88 °Brix; sin embargo, en esta investigación Fortuna presentó el menor contenido de azúcares (8.76 °Brix), aun cuando Silo Select NC obtuvo el mayor contenido de azúcares (14.28 °Brix), es posible que la diferencia entre el contenido de azúcares en el jugo de caña obtenido en el Valle del Yaqui y en Valle de Mexicali se debió a las diferentes, ya que en el Valle de Yaqui se sembró en verano y en Valle de Mexicali se sembró en primavera.

CONCLUSIONES

Sorgo Dulce sabrosa fue el cultivar que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco de caña con 5.55 kg·m⁻², 1554.68 ml·m⁻² de jugo y 10⁰ Brix.

Silo select NC con 14.28⁰ Brix fue el cultivar que mayor porcentaje de sólidos solubles presento, pero al ser estimado el rendimiento de biomasa y producción de jugo, fue de los intermedios con 3.99 kg·m⁻² de caña y 842.17 ml·m⁻² de jugo.

LITERATURA CITADA

- Medina Juárez Luis Ángel, Alejandro E. Castellanos Villegas y Nohemí Gómez Meza. 2008. Cultivos con potencial para obtener biodiesel en México. *Biotechnia*. 5:(1) 3-11.
- Montoya Coronado Lope, Alberto Borbotón García, Xóchitl Ochoa Espinoza y Arturo Morales Cuen. 2008. Validación de híbridos de sorgo dulce. *Editorial Agro Síntesis*. 12:13-16
- Ley del desarrollo y promoción de bionergéticos, 2008.
- Olvera Vargas Jesús A., Francisco Zavala García, José E. Treviño Ramírez, Eduardo A. García Zambrano e Hilda Gámez González. 2009. Evaluación de sistemas de producción en base a fertilización y arreglos topológicos en sorgo dulce para la producción de etanol. XXX Ciclo de Seminarios de Posgrado e Investigación. 137-142.
- Yerbes Vázquez José A. Francisco Zavala García, Ciro G.S. Valdés Lozano y José Butrón Rogríguez. 2009. Heterosis en características asociadas con la producción de etanol en sorgo dulce (*Sorghum bicolor* L. Moench): I. Formación de híbridos. XXX Ciclo de Seminarios de Posgrado e Investigación. 113-115.

EVALUACIÓN DE LA SALINIDAD DEL SUELO EN HUERTAS DE NOGAL PECANERO [(*Carya illinoensis* (WANGENH.) K.KOCH)] EN HERMOSILLO, SONORA

José Grageda Grageda¹, Rodolfo Sabori Palma¹, Alejandro Valenzuela Martínez², Alejandro Quijada Flores², J. Humberto Núñez Moreno¹, Julio César Rodríguez³. ¹Investigador del INIFAP-CECH. Carretera a Bahía de Kino km. 12.6. Col. La Manga. ²Asistente de Investigador. INIFAP-CECH. ³Profesor-Investigador del Departamento de Agricultura y Ganadería. UNI-SON. grageda.jose@inifap.gob.mx. Hermosillo, Sonora.

Palabras clave: Sodio, conductividad eléctrica, goteo, bicarbonatos.

RESUMEN

El nogal pecanero y el almendro, están entre las especies de frutales de nueces sensibles a las sales cuando se cultivan bajo irrigación. Actualmente los productores no se convencerán de que las sales pueden afectar el rendimiento, quizá porque los síntomas de árboles afectados son similares a falta de humedad en el suelo. En el norte de México y oeste de E.U. la evaporación es elevada (>1500 mm anuales) y existe poca precipitación (300-600 mm/año), las cuales son condiciones propicias para la acumulación de sales en el suelo. El estudio se realizó durante el ciclo 2007-08 en cinco huertas comerciales. Se realizaron dos muestreos los cuales se hicieron el 15 de marzo de 2007 y el 16 de enero de 2008. Se seleccionaron cuatro árboles de la variedad Western Schley donde en cada uno se hizo un perfil de muestreo a profundidades de 0-5, 5-40, 40-80 y 80-120 cm. Se analizó la información como un arreglo factorial 2x5x4 con diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron bicarbonatos, sodio, conductividad eléctrica, sulfatos y cloruros. Hubo diferencia significativa entre fechas de muestreo, sitios y profundidades de muestreo para todas las variables excepto para sodio entre fechas. Las texturas pesadas tienden a acumular mayor cantidad de sales, aunque se desplaza favorablemente hacia estratos inferiores, pero se generaliza el problema en todos los sitios. La conductividad eléctrica es mayor en los sistemas de riego por goteo, especialmente en los estratos superiores.

ABSTRACT

Pecan and almond trees are the most sensible species of tree nuts to the salts growing under irrigation. Growers are not yet convinced that the salts can affect yield, maybe because symptoms of salt affected trees are similar to low moisture in the soil. In the northern of Mexico and the west of the EU evaporation rates (>1500 mm) is high and precipitation is low (300-600 mm/year), which are proper conditions for the accumulation of salts in the soil. The study was carried out during cycle 2007-08 in five commercial orchards. Two samplings were made the first in March 15th of 2007 and the second in 16th January of 2008. Four trees of Western Schley variety were selected and samples were taken at 0-5, 5-40, 40-80 and 80-120 cm depths. The information was analyzed as a factorial arrangement 2x5x4 with experimental design at completely randomized with four replications. The evaluated variables were bicarbonates, sodium, electrical conductivity, sulphates and chlorides. There were significant difference between dates of sampling, sites (orchards) and depths of sampling for all the variables except for sodium between dates. The heavy textures tend to accumulate higher amount of salts, although it favorably moves towards lower layers, but the problem in all the sites becomes general. The soil electrical conductivity is greater in drip irrigation systems specially in upper layers.

INTRODUCCIÓN

En México, las áreas de producción agrícola que presentan problemas de salinidad se localizan principalmente en los distritos de riego del norte del país. Debido a que son áreas agrícolas muy productivas, la salinidad es considerado como un problema serio ya que aproximadamente el 30% del área total de riego del país (6.2 millones de hectáreas) está afectada por las sales en diferentes grados. Esta situación es causa de que se obtengan menores rendimientos, se subutilice la infraestructura hidroagrícola y se produzca desempleo, entre otras consecuencias (Fernández,

1990). El nogal pecanero *Carya illinoensis*, junto con el almendro y la nuez encarcelada, están entre las especies de árbol sensibles a las sales cultivadas bajo riego (Miyamoto, 2006). Con todo esto, todavía los productores no se convencerán de que las sales pueden afectar el rendimiento, probablemente porque los síntomas de árboles afectados son difíciles de diferenciar de los de árboles con problemas de falta de agua de riego. En el norte de México y oeste de E.U. la evaporación es elevada y existe poca precipitación (300-600 mm/año), las cuales son condiciones propicias para la acumulación de sales en el suelo, que provocan un paulatino deterioro de la productividad de los suelos. Debido a que este cultivo se explota principalmente en zonas agrícolas bajo riego de agua del subsuelo, se han acentuado los problemas, ya que el abatimiento de los acuíferos se ha tornado dramático, por lo que ha disminuido el volumen de agua disponible y su calidad, razón por la que se ha incrementado notoriamente la superficie bajo sistemas presurizados. Todas las regiones productoras de nogal presentan en mayor o menor grado problemas de salinidad. El objetivo del estudio fue detectar la dinámica de sales que se presentan en algunas huertas de la Costa de Hermosillo establecidas en diferentes sistemas de riego y tipos de suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló durante el ciclo 2007-08 en las huertas que se describen en el Cuadro 1, las cuales son de productores cooperantes.

Cuadro 1. Sitios seleccionados para el estudio de evaluación de la salinidad del suelo en la región de Hermosillo, Sonora.

Sitio o Huerta	Sistema de Riego	Textura de suelo por profundidad de muestreo (cm)			
		0-5	5-40	40-80	80-120
1	Rodado	Franco	Franco arenoso	Franco	Franco limoso
2	Goteo enterrado	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco	Franco limoso
3	Goteo enterrado	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco arenoso	Franco
4	Goteo enterrado	Franco arenoso	Arena francosa	Arena	Franco
5	Aspersión	Franco	Franco arenoso	Arena francosa	Arenoso

Se realizaron dos muestreos en la temporada los cuales se hicieron los días 15 de marzo de 2007 y el segundo el 16 de enero de 2008. Se seleccionaron cuatro árboles de la variedad Western Schley donde en cada uno se hizo un perfil de muestreo a las profundidades de 0-5, 5-40, 40-80 y 80-120 cm. Se analizó la información como un arreglo factorial 2x5x4 con diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas y su método de análisis son las siguientes: Bicarbonatos (mEq/L): neutralización con ácido sulfúrico, Sodio (ppm): extracción con acetato de amonio y absorción atómica, Conductividad eléctrica (dS/m): extracto de pasta saturada. Sulfatos (mEq/L): precipitación con sulfato de bario y Cloruros (mEq/L): titulación con nitrato de plata.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sodio. La sodicidad se refiere en particular a los iones de sodio en ausencia de la componente osmótica característica de la salinidad. Es de los elementos más indeseables en la salinidad de los suelos, ya que además de afectar el metabolismo de las plantas, incrementa el pH, lo cual afecta la nutrición del cultivo y también influye grandemente en la compactación de los mismos, ya que degrada la cantidad de materia orgánica que pudiera existir en ellos lo cual destruye su estructura, y disminuye la capacidad de retención de humedad aprovechable para el cultivo. El análisis estadístico de los resultados detectó diferencia significativa para los factores profundidad del suelo,

sitios de muestreo y sus interacciones, pero no para las fechas de muestreo. En el Cuadro 2 se presenta la separación de medias para la interacción entre sitios y profundidades, donde se puede observar que este elemento va incrementando su concentración a mayores profundidades del suelo, lo cual se podría considerar positivo debido a que las prácticas de manejo del suelo y agua, lo alejan de la zona de raíces con mayor actividad. En el Cuadro 3 se observa que las concentraciones fueron más significativas en la huerta del sitio 3, lo cual se ve favorecido por la textura pesada del suelo, que dificulta su lavado.

Cuadro 2. Concentración de sodio en el suelo (ppm) en la interacción Sitios x Profundidades.

Prof. (cm)	Sitios (Huertas)					Media
	1	2	3	4	5	
0-5	239	386	540	729	308	440 b
5-40	212	357	679	665	380	459 b
40-80	253	394	874	638	408	514 ab
80-120	338	388	1,222	560	368	575 a
Media	260 d	382 c	829 a	648 b	366 cd	497

$\alpha=0.05$ Nivel adecuado < 200 ppm

Cuadro 3. Concentración de sodio en el suelo (ppm) en la interacción Sitios x Fechas de muestreo (M).

Sitios	Fechas		Diferencia M1-M2
	Muestreo 1	Muestreo 2	
1	238	283	-45 d
2	368	395	-27 c
3	944	714	+230 a
4	590	706	-116 b
5	343	389	-46 cd
Media	497	497	0

$\alpha=0.05$

Conductividad eléctrica. La conductividad eléctrica es la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica, que generalmente se expresa en mmhos/cm o en dSiemens/m a 25°C. Es una propiedad de las soluciones que se encuentra muy relacionada con el tipo y valencia de los iones presentes, sus concentraciones total y relativa, su movilidad, la temperatura del líquido y su contenido de sólidos disueltos. La determinación de la conductividad eléctrica es por lo tanto una forma indirecta de medir la salinidad del agua o extractos de suelo, ya que es un problema porque se incrementa la presión osmótica de la solución del suelo que dificulta su disponibilidad para las raíces de las plantas (Chhabra, 1996).

El análisis estadístico detectó diferencia significativa para los factores fechas y sitios de muestreo, las interacciones fechas x sitios y profundidades x sitios. En los Cuadros 4 y 5 se presenta un resumen de los resultados obtenidos, donde puede señalarse que el sitio 3 (textura pesada) tiende a acumular mayor cantidad de sales, lo cual coincide con la mayoría de autores, que señalan que este tipo de textura desfavorece el proceso de lavado, lo cual si ocurre con el sitio 1, el cual es de textura más ligera y además de que su sistema de riego es convencional o rodado.

Cuadro 4. Información de conductividad eléctrica (dS/m) obtenida en la interacción Sitios x Profundidades.

Prof. (cm)	Sitios (Huertas)					Media
	1	2	3	4	5	
0-5	1.26	2.00	2.14	4.22	1.34	2.19
5-40	1.11	1.75	2.47	3.05	1.19	1.91
40-80	0.97	1.84	3.42	1.68	1.21	1.82
80-120	1.29	1.66	3.67	1.47	1.12	1.84
Media	1.16 c	1.81 b	2.92 a	2.60 a	1.22 c	1.94

$\alpha = 0.05$ Nivel adecuado < 1.5

En cuanto a la interacción de sitios con fechas de muestreo, en el Cuadro 5 se muestra la información que señala que en este estudio existe en términos generales un proceso de acumulación de sales, con un valor general de 410 ppm/año, por lo que se deberá sugerir un programa agresivo de aplicación de prácticas de desalinización, especialmente en los sitios 3 y 4, los cuales obtuvieron los mayores valores, y que coincidentemente son los sistemas de riego por goteo, en los cuales se deberá tener especial cuidado en el manejo de este problema. Los sitios 1 (rodado) y 5 (aspersión) son los que tuvieron valores menores de acumulación, que confirma que estos sistemas son más favorables para evitar o mitigar el problema, lo que apoya lo afirmado por Medina (1997) que señala que en zonas áridas en las que no existe posibilidad de lavado, el uso sistemático y frecuente durante varios años de agua de mala calidad puede arruinar los terrenos de cultivo si no se riega de forma adecuada.

Cuadro 5. Información de conductividad eléctrica (dS/m) obtenida en la interacción Sitios x Fechas de muestreo (M).

Sitios	Fechas		Diferencia M1-M2
	Muestreo 1	Muestreo 2	
1	0.98	1.34	-0.36 c
2	1.68	1.94	-0.26 b
3	2.59	3.26	-0.67 a
4	1.99	3.22	-1.23 a
5	1.04	1.39	-0.35 c
Media	1.66 b	2.23 a	-0.57

$\alpha = 0.05$

Bicarbonatos. Este elemento es muy común en los suelos alcalinos de alto pH que son comunes en zonas áridas y semiáridas. El análisis estadístico detectó diferencia significativa para los factores fechas de muestreo, profundidades, sitios de muestreo y la interacción sitios x fechas muestreo (M). En el Cuadro 6 se presenta un resumen de ésta última interacción, donde puede observarse que los valores afortunadamente todavía no llegan a niveles dañinos, pero existen en dos sitios (4 y 5) un proceso de acumulación el cual más bien puede deberse a la calidad del agua del pozo. Hubo significancia entre las profundidades, lo cual señala que el proceso de acumulación es mayor a nivel de la superficie (0-5) con 2.56 meq/lit y va descendiendo paulatinamente hasta 1.88 meq/lit a la profundidad de 80-120 cm, lo cual se asocia seguramente con los procesos de humedecimiento del suelo, ya que las mayores concentraciones se dan entre 0 y 80 cm de profundidad del suelo, que es el volumen donde se desarrolla la mayor cantidad de raíces del nogal.

Cuadro 6. Resultados de la variable bicarbonatos (HCO_3^-) en meq/lit obtenida en la interacción Sitios x Fechas de muestreo (M).

Sitios	Fechas		Diferencia M1-M2
	Muestreo 1	Muestreo 2	
1	2.05	2.00	0.05 b c
2	3.31	2.24	1.07 a
3	2.59	2.19	0.40 b
4	1.85	2.15	-0.30 b c
5	1.59	1.72	-0.13 c
Media	2.28 a	2.06 b	0.22

$\alpha=0.05$ Nivel adecuado < 4

Cloruros. El Cl^- es necesario para el funcionamiento óptimo de los sistemas de evolución del oxígeno durante la fotosíntesis. La concentración de Cl^- requerida por la fotosíntesis varía según la especie. El análisis estadístico detectó diferencia significativa entre fechas de muestreo, sitios y la interacción de sitios por profundidades. En el Cuadro 7 se observan los datos los cuales muestran que ya existen sitios como la huerta número 3, que empiezan a acumular este elemento por arriba del óptimo, y se confirma la bondad de los sistemas de riego rodado y aspersión para favorecer su lavado.

Cuadro 7. Resultados de la variable cloruros (Cl^-) en meq/lit en la interacción Sitios x Profundidades.

Prof. (cm)	Sitios (Huertas)					Media
	1	2	3	4	5	
0-5	6.25	9.88	12.88	18.38	6.12	10.70
5-40	6.25	7.50	16.38	10.50	5.25	9.18
40-80	4.62	6.88	23.62	5.50	5.00	9.12
80-120	5.88	5.12	25.75	5.25	5.25	9.45
Media	5.75 c	7.34 c	19.66 a	9.91 b	5.41 c	9.61

$\alpha=0.05$ Nivel adecuado <10

Sulfatos. Los cultivos agrícolas raramente responden al azufre aplicado. La carencia de respuesta del cultivo al fertilizante de azufre, es la mayoría de las veces, el resultado de la presencia de sulfato-S en el subsuelo o la deposición de azufre atmosférico de fuentes industriales, particularmente en la vecindad a grandes áreas metropolitanas. Aunque tanto las formas orgánicas y el sulfuro pueden contribuir a la nutrición vegetal en el tiempo, las plantas absorben primeramente el azufre en la forma SO_4^{2-} . El análisis estadístico detectó diferencia significativa entre fechas de muestreo, sitios (huertas) y su interacción. En el Cuadro 8 se observa la información que señala que ya existen puntos en los que los niveles de este elemento empiezan a superar el umbral, lo cual se ha observado en forma consistente en diferentes lugares de la Costa de Hermosillo.

Cuadro 8. Resultados de la variable sulfatos (SO_4^{--}) en meq/lit en la interacción de Fechas muestreo x Profundidades.

Sitios	Fechas		Diferencia M1-M2
	Muestreo 1	Muestreo 2	
1	3.00	4.62	1.62 c
2	6.57	9.28	2.71 b
3	3.71	10.75	7.04 b
4	9.89	18.38	8.49 a
5	4.11	6.13	2.02 b c
Media	5.46 b	9.83 a	4.38

$\alpha=0.05$ Nivel adecuado <15

CONCLUSIONES

- Las texturas pesadas tienden a acumular mayor cantidad de sales, aunque existe un desplazamiento a estratos inferiores.
- La conductividad eléctrica es mayor en los sistemas de riego por goteo, especialmente en los estratos superiores, por lo que éstos deben manejarse con mayor precaución.

LITERATURA CITADA

- Chhabra, R. 1996. Soil salinity and water quality. A.A. Balkema Publishers. Old Post Road. Brookfield, VT. USA. P.37.
- Fernández, G.R., 1990. Algunas experiencias y proposiciones sobre recuperación de suelos con problemas de sales en México. Terra, Vol. 8, Núm. 2, pp. 226- 240.
- Miyamoto, S. 2006. Diagnosis and management of salinity problems in irrigated Pecan production. Texas Water Resource Institute. El Paso, TX. TR-287. P.1.
- Medina S. J. A. 1997. Riego por goteo. 4^{ta} edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

EFFECTO ALELOPATICO DE RESIDUOS VERDES DE CINCO MALEZAS SOBRE LA GERMINACION Y DESARROLLO INICIAL DE CEBOLLIN (*Allium cepa* L)

M. Cruz-Villegas¹, J. F. Ponce Medina¹, A. M. García-López¹, Leopoldo Partida Ruvalcaba³, R. Medina¹, C. Ceceña¹ y J. U. Murillo². ¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, B. C. mcruz1410@hotmail.com. ²Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, B. C. Tesista de Licenciatura del Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC loguas_13@hotmail.com. ³Profesor-Investigador, Facultad de Agronomías. Universidad Autónoma de Sinaloa.

Palabras clave: Interferencia, alelopatía, peso seco.

RESUMEN

Se condujo un experimento con el objeto de evaluar el efecto alelopático de cinco malezas en la germinación y desarrollo inicial del cultivo de cebollín. Las malezas utilizadas fueron, girasol (*Helianthus annuus*), coquillo (*Cyperus rotundus*), grama (*Cynodon dactylon*), quelite rojo (*Amaranthus palmeri*) y fibra (*Sesbania macrocarpa*) y la variedad de cebollín fue Green Banner. Las malezas se dividieron en raíz, parte foliar y planta entera las cuales fueron los tratamientos mas un testigo sin maleza, con tres repeticiones. La germinación fue afectada significativamente en la mayoría de los tratamientos respecto al testigo y los que mostraron mayor efecto alelopático fueron planta entera de coquillo, raíz de quelite, planta entera de quelite, foliar de quelite, foliar de girasol y foliar de grama, con valores de 0.33, 1.33, 2.66, 3.66, 3.66 semillas. Al analizar la longitud de las plántulas de cebollín a los 15 dds, se pudo apreciar que los tratamientos raíz de fibra, planta entera de girasol, planta entera de grama, foliar de coquillo, raíz de quelite y planta entera de fibra con valores en cm de 4.41, y 3.70, 3.61, 2.41, 1.16 y 0.83 respectivamente, presentaron diferencia significativa, con respecto al testigo que presento un valor de 7.02 cm. Los tratamientos de planta entera de coquillo, foliar de fibra, foliar de girasol, foliar de grama, foliar de quelite y planta entera de quelite no mostraron valores. Todos los tratamientos fueron diferentes al testigo estadísticamente al evaluar peso seco.

ABSTRACT

An experiment were carry out with the objective to evaluate allelopathic effect of five common weeds in Valley of Mexicali B.C. on the seed germination and initial development of onion (*Allium cepa* L.). The weeds evaluated were sunflower (*Helianthus annuus* L.), nutsedge (*Cyperus rotundus* L.), Bermuda grass (*Cynodon dactylon* L.), amaranth (*Amaranthus palmeri* S. wats) y hemp sesbania (*Sesbania macrocarpa* Muhl.). Onion Green Banner variety was used, which is recommended for temperate climate. Weeds root, foliage and whole plant were used like treatments and control without weed with three repetitions. Germination were significantly affected in the majority of the treatments against control eight days after sowing (das); nutsedge whole plant, amaranth root, whole plant and foliage, sunflower foliage and Bermuda grass foliage were shown the best allelopathic effect with 0.33, 1.33, 2.66, 3.66 and 3.66 seeds, respectively. Hemp sesbania root, sunflower plant, Bermuda grass plant, nutsedge foliage, amaranth root, hemp sesbania plant treatments affected the length of onion seedlings 15 das with values in centimeters of 4.41, and 3.70, 3.61, 2.41, 1.16 and 0.83, respectively, control has a value of 7.02 cm. No length values were observed in nutsedge whole plant, hemp sesbania, sunflower, Bermuda grass and amaranth foliage, and amaranth whole plant treatments. When evaluating dry weight of the whole plant all treatments were statistically different.

INTRODUCCIÓN

En el valle de Mexicali los principales cultivos agrícolas son: cebollín, espárrago, trigo, algodón, alfalfa entre otros, que cada año se ven afectadas por diferentes factores incluyendo la interferencia de malezas. En la actualidad la agricultura enfrenta el gran reto de satisfacer las

demandas de alimentación de una población que crece cada día, y no solo eso, también crecen los obstáculos para obtener productos de calidad y en mayores cantidades debido a factores como plagas, suelos mas pobres en nutrientes, la interferencia de malezas y dentro de estos problemas encontramos la adopción de la resistencia a herbicidas. La producción de hortalizas en el valle de Mexicali es una de las principales actividades económicas y se sitúa como una gran generadora de empleo. De estos cultivos destaca la producción de cebollín para exportación, ya que es indispensable para condimentar y aromatizar platillos así como consumo en fresco. En el valle de Mexicali se produce casi la totalidad del cebollín que exporta México, gracias a su cercanía con el principal mercado que es Estados Unidos por lo que se reducen los costos de transporte y acceso al mercado. En los últimos dos años se han sembrado alrededor de 3,852 hectáreas con una producción de 11 ton h⁻¹ (SAGARPA, 2008).

La interferencia de las malezas en el cebollín es un factor que influye en la calidad del cultivo y en la producción final, como este cultivo se caracteriza por poseer una zona radicular superficial, es un blanco fácil para ser afectado en su rendimiento, debido a que la competencia con otras plantas indeseables ocasiona una pérdida de nutrientes, esto además, se traduce en aumento de los costos de producción. La simple convivencia con malezas puede acarrear otros problemas además de la lucha por elementos vitales. Los efectos dañinos causados por las malezas pueden ser de dos tipos: competencia y alelopatía. Este ultimo comprende la producción de sustancias químico toxicas en el follaje, raíces y otras partes subterráneas e igualmente la acción de los residuos de estos órganos, que son liberados al ambiente y resultan nocivos o estimulantes para la germinación o el crecimiento de otras plantas (García y Fernández, 1991), esto influyendo de igual modo en la calidad y producción final de un cultivo. Productores de hortalizas en la actualidad estar utilizando la fibra para incorporar como abono verde antes de la siembra de cebollín desconociendo los efectos secundarios que esta maleza pueda provocar.

OBJETIVO

Basado en lo explicado anteriormente el objetivo de este trabajo fue determinar los efectos alelopáticos de cinco especies de malezas sobre la germinación y desarrollo inicial de cebollín.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el laboratorio de malherbología del Instituto de Ciencias Agrícolas dependiente de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicado en el ejido Nuevo León, B. C. México, se realizó un experimento, entre octubre y diciembre del año 2008, para evaluar los efectos alelopáticos de 5 malezas comunes del valle de Mexicali, sobre la germinación y desarrollo inicial del cebollín (*Allium cepa* L.). Para el ensayo, las malezas utilizadas fueron recolectadas de predios dedicados la producción de cebollín distribuidos en el valle de Mexicali, ente los que se encuentran, girasol (*Helianthus annuus* L.), coquillo (*Cyperus rotundus* L.), grama (*Cynodon dactylon* L.), quelite rojo (*Amaranthus palmeri* S. wats) y fibra (*Sesbania macrocarpa* Muhl.).

Para el ensayo en laboratorio con residuos verde, las malezas fueron lavadas con abundante agua corriente para eliminar residuos de suelo y se dividieron en raíz, parte foliar y planta entera. Cada una de estas partes constituyeron los tratamientos, además, de un testigo sin maleza como referencia con tres repeticiones, para un total de 48 unidades experimentales. Cada parte de maleza fueron cortadas en trozos pequeños con un cuchillo, los cortes se realizaron momentos después de la recolección cuando las plantas estaban verdes por la facilidad de desprendimiento.

En capsulas Petri (16 cm diámetro por 2 cm hondo) previamente lavadas con jabón y enjuagadas con agua destilada, se colocaron 12 g de cada tratamiento, para los tratamientos de planta entera se agregaron seis gramos de raíz y seis gramos de parte foliar. Para *C. rotundus* el tratamiento de planta entera se hizo con 8 g de parte foliar y 4 de raíz, esto por la diferencia de volumen proporcional de los dos partes con el resto de las malezas.

Encima de los residuos verde de maleza se coloco papel secante Interstate 02350 de color azul (el color es un importante indicador de la presencia de sustancia alelopática) y se humedeció con agua destilada para mantener el papel adherido sobre los residuos. La variedad de cebollín utilizada fue Green Banner una variedad recomendada para clima fresco con características de

buena calidad de un color verde fuerte con un numero de hojas mayor que las otras variedades sembradas en el valle de Mexicali. Sobre el papel se colocaron 20 semillas de cebollín equidistantes por capsula, y se taparon para evitar contaminación externa y perdida de agua. Los riegos fueron cada tercer día con 8 ml de agua destilada por capsula hasta la última evaluación (15 dds). La temperatura media en el laboratorio fue de 24° C. La semilla fue desinfectada previamente con hipoclorito de sodio (NaClO) al 1 % por 15 min., para evitar el desarrollo de hongos durante el ensayo.

Las evaluaciones se realizaron cada 48 horas después de la primera evaluación que coincidió con el 50% de germinación del testigo. Y las variables fueron:

- . días para la germinación >50%;
- . total de semillas germinadas;
- . longitud de plántula;
- . peso seco de plántula entera;
- . cambios biológicos visuales;

El primer conteo de semillas germinadas se realizo a los 8 dds cuando el testigo contaba con el 50 % realizando la evaluación cada 48 h. A los 15 dds y para evitar contaminación de enfermedades fungosas que interfieran con el comportamiento de las plantitas se realizo la evaluación de longitud de cada una de las plantas de cada capsula y analizando visualmente los efectos de las sustancias aleloquímicas sobre el desarrollo y apariencia de las plántulas, una vez medidas, se depositaron en pequeñas bolsas de papel y se colocaron en una cámara incubadora (Fisher Scientific) por tres días a 55° C para secar las plantas y evaluar peso seco. Después de este tiempo las muestras fueron pesadas para conocer su contenido de materia seca.

Las temperaturas media durante el experimento (25° C) fue el apropiado a los efectos de la germinación de la semilla. Para la interpretación de los datos se sometieron a un análisis de varianza totalmente aleatorizado con testigo de referencia (Statistix8, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos bajo condiciones de laboratorio con el uso de residuos verdes de diferentes malezas, para determinar la existencia o no de efecto alelopático sobre la germinación de semillas de cebollín y desarrollo inicial de plántulas, aparecen expuestos en la Tabla 1.

Los análisis estadísticos demuestran que el promedio de germinación de semillas de cebollín, a los ocho días después de la siembra (dds), fue afectada significativamente en la mayoría de los tratamientos respecto al testigo, entre los tratamientos que mostraron mayor efecto alelopático se encuentran planta entera de coquillo (Figura 2), raíz de quelite, planta entera de quelite (Figura 1), foliar de quelite, foliar de girasol y foliar de grama, con valores de 0.33, 1.33, 2.66, 3.66, 3.66 y 4.0 respectivamente, contra 14.33 semillas germinadas del testigo sin maleza. Al analizar visualmente el papel secante de las cajas petri que contenían sus residuos se apreciaba una visible decoloración tornándose oscuro con un olor fétido, sin duda provocado por las sustancias exudadas de los tejidos vegetales. Según Cruz (1995) en trabajos realizados para determinar el efecto alelopático de malezas sobre germinación en maíz (*Zea mays* L.) afirma que un olor fuerte generalmente va asociado a sustancias alelopáticas.

Los tratamientos planta entera de fibra, foliar de coquillo, foliar de fibra y planta entera de girasol con valores de 5.0, 6.0, 6.33 y 6.66 respectivamente, también mostraron una diferencia significativa con respecto al testigo, pero mostraron una tendencia a ser menos afectado alelopáticamente que los tratamientos antes analizados.

En la misma Tabla 1, se puede apreciar que los tratamientos que observaron los valores mas altos y que no mostraron diferencia significativa en comparación con el testigo, fueron raíz de coquillo, raíz de girasol, raíz de fibra, raíz de grama y planta entera de grama con valores de 12.66, 12.00, 11.66, 10.0 y 10.0 en el mismo orden. Se puede apreciar que los residuos verdes de raíz no afectaron estadísticamente, probablemente esto se debe a que los metabolitos secundarios encontrados en la raíz de algunas malezas, tardan mas tiempo en emitirlos al medio.

Al analizar la longitud de las plántulas de cebollín a los 15 dds, se pudo apreciar que los tratamientos raíz de fibra, planta entera de girasol, planta entera de grama, foliar de coquillo, raíz de quelite y planta entera de fibra con valores en cm de 4.41, y 3.70, 3.61, 2.41, 1.16 y 0.83 respectivamente, presentaron diferencia significativa, con respecto al testigo con un valor de 7.02 cm. Los tratamientos planta entera de coquillo, foliar de fibra, foliar de girasol, foliar de grama, foliar de quelite y planta entera de quelite no mostraron valores y no porque no hayan germinado, sino porque, germinaron y no se desarrollaron o murieron durante el proceso del ensayo, esto debido al fuerte efecto de las sustancias aleloquímicas. Estos resultados, respecto a coquillo (Figura 3), concuerdan con los obtenidos por Labrada *et al* (1986) cuando realizaron una serie de investigaciones y concluyeron que los extractos de maleza como *C. rotundus* inhiben la longitud y masa seca de plántulas de diferentes cultivos. En el caso de quelite, estudios realizados por Dharmara (1985) señala el efecto alelopático de *A. palmeri* sobre el desarrollo de diversos cultivos, debido principalmente a la partenina contenida en sus órganos. En igual forma, estudios realizados por Cruz (1995) demostró que la parte aérea de quelite contiene efectos negativos para la germinación y desarrollo inicial de plántulas de *Zea mays* L.

El resto de los tratamientos poseen valores similares matemáticamente al testigo y los más elevados fueron para raíz de grama con 5.92 y raíz de coquillo con 5.17 cm. (Tabla 1). Es interesante aclarar que se esperaba un desarrollo mas abundante en raíz de fibra debido a las nodulaciones de sus raíces, las cuales almacenan nitrógeno que se fija del medio ambiente, sin embargo, este desarrollo esperado no se dio, posiblemente a que los exudados en las raíces se encontraban en altas concentrados, por lo que afecto en forma negativa al desarrollo de las plántulas.

Cuadro 1. Efecto alelopático de residuos verdes de maleza sobre la germinación de semillas y altura de cebollín.

Tratamiento	Semillas		Longitud de plántula (cm)		Peso Seco (g)	
	Germinadas		15 dds			
Testigo	14,33	a	7,02	a	0,0596	a
Girasol Planta E.	6,66	bcde	3,70	cd	2,70E-03	b
Girasol Raíz	12,00	ab	4,93	abc	0,0147	b
Girasol Foliar	3,66	ef	0,00	f	0,00	b
Fibra Planta E.	5,00	def	0,83	ef	6,33E-04	b
Fibra Raíz	11,66	abc	4,41	bcd	0,0142	b
Fibra Foliar	6,33	cde	0,00	f	0,00	b
Quelite Planta E.	2,66	ef	0,00	f	0,00	b
Quelite Raíz	1,33	ef	1,16	ef	4,67E-04	b
Quelite Foliar	3,66	ef	0,00	f	0,00	b
Grama Planta E.	10,00	abcd	3,61	cd	6,30E-03	b
Grama Raíz	10,00	abcd	5,92	ab	0,0156	b
Grama Foliar	4,00	ef	0,00	f	0,00	b
Coquillo Planta E	0,33	f	0,00	f	0,00	b
Coquillo Raíz	12,66	a	5,17	abc	0,0158	b
Coquillo Foliar	6,00	de	2,41	de	4,27E-03	b

Tratamientos unidos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey, 0.05)

Al evaluar el peso seco de las plántulas de cebollín se observó que todos los tratamientos presentaron una gran diferencia significativa con respecto al testigo que demostró un valor de 0.0596 (Tabla 1). Las plántulas de cebollín que se encontraban en las cajas petri con residuos de grama tenían características muy similares y en algunos casos superiores a las del testigo, por mencionar un ejemplo la coloración era de un verde intenso, además de que las plántulas se veían más firmes que en el testigo.



Figura 1. Efecto Alelopático de residuos secos de planta entera de quelite comparado con testigo sin residuos.

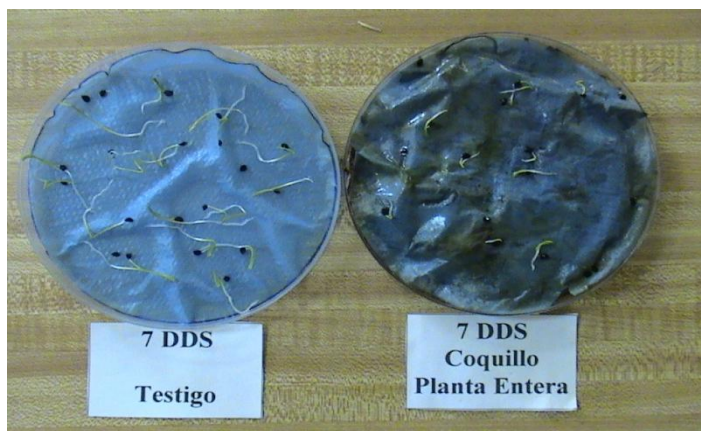


Figura 2. Efecto alelopático de residuos secos de planta entera de coquillo comparado con testigo sin residuos.

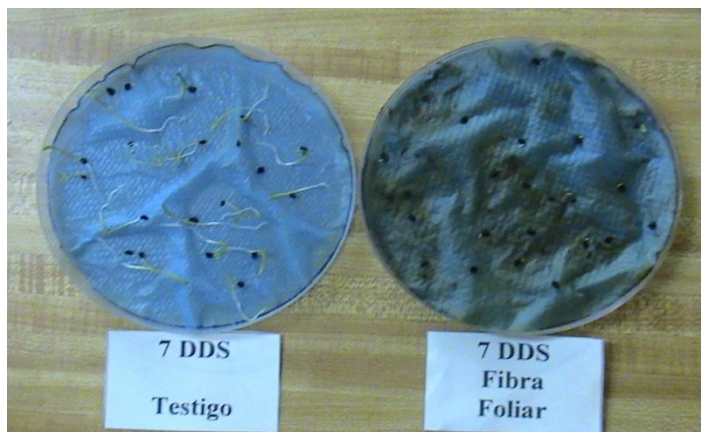


Figura 3. Efecto alelopático de residuos secos de parte foliar comparado con testigo sin residuos.

Los tratamientos restantes no mostraron diferencia significativa con respecto al testigo, pero cabe destacar que el valor más alto fue el de coquillo raíz mostro un tendencia a producir mayor masa seca con 0.0158, dos décimas por arriba del testigo. Las plántulas desarrolladas en este tratamiento poseían características muy similares con el, aquí cabe destacar que el efecto alelopático sobre la germinación es muy pequeño ya que en el cuadro 1 (de germinación), este tratamiento fue el que menor diferencia presento con el testigo.

La fibra raíz fue uno de los tratamientos que mas se acerco al testigo, sin embargo su valor esta muy por debajo de las suposiciones hechas debido a su característica especial de fijar nitrógeno al suelo y que creíamos le daría una ventaja sobre los demás tratamientos.

CONCLUSIONES

Los ensayos realizados nos indica que el efecto alelopático puede ser originado por la interacción de las partes de la planta entera o por una parte específica dependiendo de la especie que se este estudiando.

La utilización de la *S. macrocarpa* incorporada al suelo como abono verde para producir cebollín, podría ocasionar un efecto adverso si se incorpora al suelo frecuentemente, ya que la parte aérea, siendo la parte de mayor volumen de masa verde, ocasiona un fuerte efecto alelopático.

La mayoría de las malezas interfirieron negativamente en las tres variables que se evaluaron (germinación, desarrollo de plántula y peso seco).

Al analizar las tres variables evaluadas, el quelite fue la especie que presenta mayor efecto alelopático.

LITERATURA CITADA

- CRUZ, M (1995). Periodo crítico de interferencia en el maíz (*Z. maiz*) y alelopatía de algunas malezas en su germinación. La Habana.1995. Tesis de doctorado.
- DHORMARAJ, G. y ALI, A. M. 1985. Allelopathic potencial of partenium (*Partenium hysterophorum* L) extrats. Abst. Ann. Conf. Indian Soc. Weed Scil, Coimbatore, India. P:46.
- GARCIA, T. Y FERNANDEZ, C. 1991. Fundamento sobre malas hierbas y herbicidas. Ministerio de agricultura, Pesca y Extensión Agraria. Primera Edición. Madrid: Mundi; p; 348, Prensa.
- LABRADA, R.; CARIDAD, F.; POSOS, R. Y HERNANDEZ, J. 1986. Alelopatía de malezas perennes sobre plántulas cultivables. I. Efecto sobre la germinación. CIENC. TEC. AGRIC. Protección de plantas. 9 (4): 71-84.
- SAGARPA, 2008. Serie histórica de producción de hortalizas en el Distrito de Desarrollo Rural 002, Río Colorado. Jefatura de Fomento Agrícola. Delegación Baja California. Mexicali, B.C., México. 32 p.
- STATISTIX8. 2007. User Guide. Version 2.0.

FERTIGACIÓN CON FOSFITOS EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleraceae* L. Var. Itálica Plenck) HÍBRIDO HERITAGE, EN LA REGIÓN DE LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA

José Jiménez León¹, Jesús López Elías¹, Marco A. Huéz L.¹, Fco. A. Preciado F.¹. ¹Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Rosales y Blvd. Luis Encinas. 83000 Hermosillo, Sonora, México. josejim59@guayacan.uson.mx

Palabras clave: *Brassica oleraceae*, ácido fosforoso, fertigación, *Heritage*.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el campo Agrícola Experimental de la Universidad de Sonora, en un módulo de riego por goteo en cinta. La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo utilizando el método de fertigación. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos de P fueron la aplicación de P-Suelo 4 l ha⁻¹, Magnum 3 l ha⁻¹, Cytophite 3 l ha⁻¹, Orofos P+K 3 l ha⁻¹ y un testigo. El trasplante se realizó el 15 de noviembre de 2006, la aplicación de los tratamientos fueron siete días después del trasplante, más tres aplicaciones en intervalos de quince días hasta la cosecha. Los días de trasplante a cosecha fueron de 83 días, realizándose un total de cinco cortes. El mejor tratamiento de acuerdo ANOVA, prueba de rango múltiple de Duncan con nivel de probabilidad del 5 % resultó ser P-suelo 4 l ha⁻¹ con una producción de 5.815 t, el tratamiento Magnum 3 l ha⁻¹ fue el segundo mejor con 5.157 t ha⁻¹, siguiéndoles Orofos P+K, Cytophite y el testigo con 4.615, 4.447 y 4.065 toneladas respectivamente. La aplicación de fosfitos mediante fertigación presenta grandes ventajas como fácil aplicación, ahorro de agua y mano de obra. Además el ión fosfito resulta ser más móvil en el suelo haciéndolo más asimilable, estimulando el metabolismo de la planta acortando los días a cosecha.

ABSTRACT

This study was performed in the Agriculture Experimental Farm of the Sonora University under tape drip irrigation. Application of the P treatments was through fertigation in an experimental design completely randomly replicated four times. The P treatments were P-Soil 4 l ha⁻¹, Magnum 3 l ha⁻¹, Cytophyte 3 l ha⁻¹, Orofos 3 l ha⁻¹ and a control. Broccoli was transplanted on November 15, 2006, and the P treatments were applied seven days after transplanting and three more every 15 days until harvest. The days after transplanting were 83 days, with five harvests. P-Soil 4 l ha⁻¹ was the best treatment according to ANOVA and Duncan multiple range test (5%) with a yield of 5.157 t ha⁻¹ followed by Orofos p+k, Cytophyte and the control with 4.615, 4.447 y 4.065 t ha⁻¹ respectively. Phosphite application through fertigation represents great advantages because of its easy application, water and work force save. Additionally, phosphite ion is more mobile and available and stimulates the plant metabolism shortening the harvest days.

INTRODUCCIÓN

El fósforo es un componente esencial en el ciclo de vida de las plantas. Es necesario en casi todos los procesos metabólicos e influye en la capacidad de la planta de aprovechar al máximo otros importantes nutrientes. Este elemento desempeña un papel crítico en el proceso de maduración y de formación de semilla, promueve la maduración temprana del cultivo y mejora la calidad. La deficiencia de éste elemento hace que la planta no utilice eficazmente el agua, que disminuyan la calidad y la producción, que maduren más lentamente y que sean más susceptibles a problemas por temperaturas extremas.

El fósforo siempre ha sido uno de los nutrientes que más dificultad tiene en llegar dentro de la planta. Aunque prácticamente todos los suelos contienen fósforo, pueda que no tengan la cantidad adecuada y disponible para satisfacer las necesidades de los cultivos modernos y altamente productivos. Por eso, es necesario utilizar un fertilizante complementario, y los fosfitos son una herramienta superior que garantiza el suministro y la absorción del fósforo.

Tradicionalmente, la fuente de fósforo más utilizada en agricultura ha sido el ácido fosfórico, que cuando se neutraliza con una base forma una sal ó fosfato. En cambio los fosfitos se derivan del ácido fosforoso cuando se neutralizan con una base.

El fosfito es una forma de fósforo muy eficaz y eficiente debido a que su configuración molecular es diferente a la del fosfato. Esta diferencia molecular es la que lo hace más asimilable en la planta.

La acción del fósforo en forma de ión fosfito, estimula el crecimiento y actúa sobre los mecanismos de autodefensa de las plantas, produciendo un fortalecimiento de los tejidos, fundamentalmente, en tronco, cuello y raíz.

El término fertigación se refiere a la aplicación de fertilizantes junto con el agua de riego. La característica de este método es que manejado adecuadamente nos arroja resultados superiores en cantidad y calidad de los productos cosechados comparado con los obtenidos con el riego por gravedad.

El objetivo principal de este trabajo de investigación es evaluar una nueva forma de suministrar fósforo en los cultivos hortícolas mediante fertilizantes a base de fosfitos en diferentes concentraciones utilizando el método de fertigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se estableció en un módulo de riego por goteo en cinta para el cultivo de Brócoli ubicado en el campo agrícola experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, localizado en carretera Hermosillo-Bahía Kino km 21 municipio de Hermosillo, Sonora, México.

La siembra en vivero se realizó el 20 de Noviembre de 2006, para ser transplantadas el 15 de Febrero, esperándose la cosecha el mes de Mayo. El área de cultivo estuvo ocupada por un módulo con brócoli a una densidad de plantación de tres plantas por metro a doble hilera y una distancia entre surcos de un metro. Esta parcela constó de 4 surcos de 20 metros de largo, dejando un surco muerto entre cada tratamiento; haciendo una superficie total del experimento de 500 metros cuadrados.

El diseño experimental fue completamente al azar, compuesto de cinco tratamientos y cuatro repeticiones, se realizó el análisis de varianza de los datos, obteniéndose también la prueba de rango múltiple de Duncan con nivel de probabilidad del 5 %.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el cultivo de brócoli mediante el método de fertigación

Tratamientos	Dosis l.ha ⁻¹	Época de aplicación
1. P-Suelo®	4 l ha ⁻¹	Siete días del transplante más tres aplicaciones cada 15 días.
2. Magnum®	3 l ha ⁻¹	, , , ,
3. Orofos®	3 l ha ⁻¹	, , , ,
4. Cytophite®	3 l ha ⁻¹	, , , ,
5. Testigo	-----	-----

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se indica en el cuadro 2 de acuerdo al ANOVA, prueba de rango múltiple de Duncan con nivel de probabilidad del 5% la producción total en t ha⁻¹ en el cultivo de brócoli indicó que hubo diferencias significativas entre el tratamiento P-suelo 4 l ha⁻¹ con el resto de los tratamientos dando una producción de 5.815 t ha⁻¹.

El tratamiento Nutri-phite Magnum 3 l ha⁻¹ resultó también significativamente diferente a todos los tratamientos y fue el segundo mejor con 5.1575 t ha⁻¹.

En cuanto a los tratamientos Orofos P+K 3 l ha⁻¹ y Cytophite 3 l ha⁻¹ resultaron estadísticamente iguales con 4.615 t ha⁻¹. para Orofos y 4.4475 t ha⁻¹. para Cytophite, a su vez el tratamiento cytophite resultó ser estadísticamente igual al testigo que tuvo un rendimiento de 4.065 t ha⁻¹.

Los días de trasplante a cosecha fueron 83, y el número de cortes totales fueron cinco, siendo el primero el día seis de Febrero de 2007.

En la parcela experimental donde se aplicó el tratamiento P-suelo 4 l ha⁻¹ se observó que hubo un mejor desarrollo de la planta y fue donde se inició primero la cosecha con cinco días de diferencia con respecto a los demás tratamientos.

En este trabajo se utilizó una nutrición complementaria a base de fosfitos que resultaron muy importantes ya que mejoran el transporte de los demás nutrientes esenciales para la planta, como lo menciona Mendoza (2000).

CONCLUSIÓN

La aplicación de fósforo en forma de ión fosfito resulta ser más móvil en el suelo, haciéndolo más asimilable, estimulando el metabolismo de la planta.

LITERATURA CITADA

- C. Burt, K. O'Connor, T. Ruehr. 1995. Fertigation. Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, California.
- Lauer, D.A. 1988. "Vertical Distribution in soil of Sprinkler-Applied Phosphorus". Soil Science Society of America Journal. 52:862-868.
- Mendoza, H. 2000. Fundamentos de fertirriego: química de los fertilizantes y dinámica de los nutrientes en el bulbo de riego. Fertirrigación y control en frutales y viñas. Primer simposium internacional-Bioamerica. 24 p.
- Raunshkolb, R.S., D. E. Rolston, R.J. Miller, A.B. Carlton, and R.G. Burau. 1976. "phosphorus Fertilizer with Drip irrigation". Soil Science Society of America Journal.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1985. "Soil fertility and Fertilizers." Fourth Edition. Mac Millan Publishing Company, New York, N. Y.

Cuadro 2. Resultados de la aplicación de los productos en brócoli, utilizando el método de fertigación.

Tratamiento	Producto	Rendimiento Ton/ha	Duncan* □ □ □ □ □ □
T1	Nutri-phite P-suelo	5.815	a
T2	Nutri-phite Magnum	5.1575	b
T3	Orofos P + K	4.615	c
T4	Cito-phite	4.4475	c d
T5	Testigo sin aplicar	4.065	d

*Medias con la misma letra son consideradas estadísticamente iguales.

EVALUACIÓN DE 12 LÍNEAS Y VARIEDADES DE CÁRTAMO (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.) TOLERANTES A FALSA CENICILLA (*RAMULARIA CARTHAMI* SACC) EN EL CENTRO DE SINALOA

Alberto Borbón Gracia¹, Xochilt M. Ochoa Espinoza¹ y Lope Montoya Coronado¹. ¹INIFAP, Campo Experimental Valle de Culiacán. Carretera Culiacán-El Dorado Km 16.5, Apdo. Postal 80430, Culiacán, Sinaloa, México. C.P. 80000 Tel. (667) 846 10 35. borbon.alberto@inifap.gob.mx

Palabras clave: Genotipos, Rendimiento, Enfermedad, Mejoramiento genético.

RESUMEN

El principal problema para la producción de cártamo en México es atribuible a un hongo conocido como falsa cenicilla (*Ramularia carthami*). De ahí que el objetivo del presente trabajo sea identificar las líneas y variedades de cártamo tolerantes a falsa cenicilla que mejor se adapten a las condiciones de clima y suelo del Centro de Sinaloa. El experimento se realizó en el Campo Experimental Valle de Culiacán, Sinaloa durante el ciclo O-I 2008-2009. Se utilizaron un total de 12 materiales entre variedades de compañías privadas, variedades del INIFAP y líneas sobresalientes del programa de mejoramiento genético del Campo Experimental Valle del Yaqui. Con respecto a falsa cenicilla sobresalieron 4 variedades del INIFAP (RC-1002, RC-1005, RC-1033 y CIANO-LIN) que presentaron cero presencia de la enfermedad, además de 2 líneas avanzadas (OL-PAT y OL-DEZ) que presentaron una alta tolerancia a dicha enfermedad, las variedades S-518, CW-99 y S-719 presentaron un daño del 100%. En cuanto a rendimiento de grano el análisis estadístico encontró diferencias altamente significativas entre genotipos, sobresaliendo las variedades RC-1002 y RC-1033 con rendimientos de 2368 y 2254 kg/ha respectivamente, mientras que las variedades S-518, CW-99 y S-719 presentaron un rendimiento de 782, 754 y 657 kg/ha respectivamente, dicho rendimiento representan una disminución de alrededor del 70% comparado con las variedades altamente tolerantes a falsa cenicilla.

ABSTRACT

The main problem for the production of safflower in Mexico is attributable to a fungus known as false mildew (*Ramularia carthami*). Hence the aim of this study is to identify the lines and safflower varieties tolerant to false mildew best suited to the climate and soil conditions of the Center of Sinaloa. The experiment was conducted in the Experimental Valle de Culiacán, Sinaloa O-I cycle 2008-2009. We used a total of 12 varieties of materials between private companies and lines INIFAP varieties of outstanding breeding program of the Experimental Valle del Yaqui. With respect to false mildew stood 4 varieties of INIFAP (RC-1002 RC-1005 RC-1033 and CIANO-LIN) presented zero occurrence of the disease, plus 2 advanced lines (OL-PAT and OL-DEZ) that had a high tolerance to the disease, varieties S-518, CW-99 and S-719 showed a 100% damage. Regarding grain yield statistical analysis found highly significant differences between genotypes, excelling varieties and RC-1002 RC-1033 with yields of 2368 and 2254 kg / ha respectively, while those to the S-518, CW-99 and S -719 had a performance of 782, 754 and 657 kg / ha respectively, that yield a decrease of about 70% compared with the highly tolerant varieties false mildew.

INTRODUCCIÓN

El cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) es una planta oleaginosa conocida también como alazor, originaria de la India; se considera que es uno de los cultivos más antiguos, ya que su semilla se ha encontrado en tumbas de Egipto de más de 4000 años de antigüedad y su uso fue reportado en China hace aproximadamente 2200 años. (Robles S. R., 1980). La deficiencia en la producción nacional de cártamo y otras oleaginosas ocasiona una fuerte fuga de divisas por concepto de importaciones. Esta situación hace necesario mejorar las tecnologías de producción de las oleaginosas, mediante la formación y liberación de variedades de mayor capacidad de producción y buena calidad industrial de grano que puedan ayudar a mejorar la rentabilidad de estos cultivos. Dentro de los cultivos oleaginosos, el cártamo es considerado como

uno de los más importantes, esto se debe a la composición de los ácidos grasos linoleico y oleico, los cuales evitan la acumulación de colesterol sanguíneo. Por lo tanto, es necesario buscar aquellos materiales de cártamo que muestren mayor capacidad de producción de grano, aceite de buena calidad industrial y tolerantes a enfermedades.

El principal problema para la producción de cártamo en México es atribuible a un hongo que induce la enfermedad conocida como falsa cenicilla (*Ramularia carthami*). Este hongo sobrevive en el suelo y en restos de la cosecha anterior, en forma de pseudosclerocios, hasta por un periodo de dos años. La humedad relativa superior al 70% y temperaturas entre 5 a 25 °C favorecen la formación de las estructuras reproductivas del patógeno (Pérez *et al.*, 2004). Esta enfermedad se manifiesta en las hojas como manchas circulares hasta de 1 cm de diámetro de color café claro con aspecto blanquecino, que corresponde a las esporas hialinas y generalmente bicelulares del hongo (Ramírez, 2006).

En la zona centro del estado de Sinaloa existen condiciones de clima y suelo en las cuales el cultivo del cártamo puede cultivarse eficazmente durante el ciclo otoño invierno. Se tiene registrado que en la zona de temporal del municipio de Salvador Alvarado con la humedad residual de las lluvias se pueden obtener rendimientos de 1.5 toneladas por hectárea y en la zona de riego del municipio de Angostura se pueden obtener rendimientos de 3.0 toneladas por hectárea con el solo riego de presiembra.

De ahí que el objetivo del presente trabajo sea identificar las líneas y variedades de cártamo tolerantes a falsa cenicilla (*Ramularia carthami*) que mejor se adapten a las condiciones de clima y suelo del Centro de Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo otoño-invierno 2008-2009 en terrenos del Campo Experimental Valle de Culiacán, Sinaloa. La fecha de siembra fue el 16 de diciembre de 2008. Se evaluaron 5 variedades del INIFAP (RC-1002, RC-1005, RC-1033, CIANO-LIN y CIANO-OL), 3 variedades de compañías privadas utilizadas como testigo comercial (S-518, CW-99 y S-719) y 4 líneas experimentales del programa de mejoramiento genético del Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY). Se utilizó un diseño experimental de arreglo en franjas. La parcela experimental constó de 4 surcos de 30 m de longitud, separados a 80 cm y se cosecharon al azar 4 muestras de 2 surcos de 4 m de longitud (6.4 m²). La densidad de plantas utilizada fue de 14 plantas por metro lineal. Para el control de malezas se realizó un cultivo mecánico y un deshierbe manual antes del primer riego de auxilio. La fertilización utilizada fue con la formula 92-00-00, la siembra se realizó en seco y posteriormente se le aplicó el riego de nacencia y 2 riegos de auxilio. Para el control de plagas se realizaron 2 aplicaciones terrestres de insecticida. Para el control de enfermedades no se realizaron aplicaciones preventivas ni curativas, esto fue con el propósito de que las variedades mostraran la tolerancia que tienen a la enfermedad falsa cenicilla, a consecuencia de esto algunos materiales presentaron muy bajos rendimientos. Las variables medidas fueron: días a inicio de floración, madurez fisiológica, altura de planta, tolerancia a falsa cenicilla (0= 0% de daño a 10= 100% de daño) y rendimiento de grano, el cual se analizó estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza presentó un coeficiente de variación de 15.18%, lo cual indica una buena confiabilidad de los datos analizados. En el Cuadro 1 se presentan la comparación de medias de rendimiento de grano con la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), así como el promedio de las variables medidas.

Con lo que respecta a la falsa cenicilla se tiene que las variedades que resultaron altamente tolerantes fueron: RC-1002, RC-1005, RC-1033 y CIANO-LIN con cero presencia de la enfermedad, seguidos por las líneas OL-PAT y OL-DEZ que presentaron un daño de 3, los genotipos OL-BAJ, OL-NAV y OL-ALT presentaron una severidad de 7, 8 y 8 respectivamente (DUDA, qué diferencia hay entre daño y severidad, porque primero se hablo de daño). Las variedades S-518, CW-99 y S-719 que se utilizaron como testigos presentaron un daño de 10, lo

que indica una alta incidencia de la enfermedad, lo cual confirma la alta tolerancia que presentan algunos de los materiales aquí evaluados (Cuadro 1).

Con respecto al rendimiento de grano, el análisis estadístico encontró diferencias altamente significativas entre los materiales. Las variedades RC-1002 y RC-1033 con rendimientos de 2368 y 2254 kg/ha respectivamente fueron estadísticamente superiores al resto de los materiales, el segundo grupo estadístico lo conformaron las variedades RC-1005 y CIANO-LIN con rendimientos de 1852 y 1555 kg/ha respectivamente. Las variedades utilizadas como testigo presentaron los rendimientos más bajos de todos los materiales evaluados, los cuales fueron de 657, 754 y 782 kg/ha para las variedades S-719, CW-99 y S-518 respectivamente, cabe destacar que las 4 variedades que no presentaron daño de falsa cenicilla fueron las que presentaron los mejores rendimientos de grano.

CUADRO 1.- Rendimiento y tolerancia a cenicilla de 12 líneas y variedades de cártamo. Campo Experimental Valle de Culiacán, Sinaloa. Ciclo O-I 2008-2009

GENOTIPO	Días a flor	Madurez Fisiológica	Altura de planta (cm)	Cenicilla (0-10)	Rendimiento (kg/ha)	Separación de medias
RC-1002	87	133	125	0	2368	a
RC-1033	91	135	140	0	2254	a
RC-1005	91	134	135	0	1852	b
CIANO-LIN	91	135	130	0	1555	bc
OL-PAT	91	136	140	3	1484	cd
OL-DEZ	91	136	135	3	1387	cde
OL-NAV	87	134	140	8	1325	cde
OL-ALT	91	135	140	8	1231	de
OL-BAJ	87	133	135	7	1145	e
S-518	87	133	125	10	782	f
CW-99	87	134	130	10	754	f
S-719	87	134	130	10	657	f

Cenicilla (0= 0% de daño, 10= 100% de daño)

C. V. = 15.18 %

DMS_{0.05} = 304.9241

CONCLUSIONES

Partiendo de que las variedades S-518, CW-99 y S-719 que se utilizaron como testigos presentaron un daño del 100% inducido por la enfermedad falsa cenicilla, indica una alta incidencia de la enfermedad, lo cual confirma una alta tolerancia de algunos de los materiales bajo las condiciones evaluadas.

Las variedades S-518, CW-99 y S-719, presentaron una disminución en el rendimiento de alrededor del 70% comparado con las variedades que no presentaron síntomas de falsa cenicilla, lo que da una idea de la importancia que representa dicha enfermedad en el cultivo de cártamo.

LITERATURA CITADA

- Pérez V. J., G. M. Avilés, P. J. Wong, S. J. Arrellano, T.J. Garzón, P. R. García 2004. Falsa cenicilla (*Ramularia carthami* Sacc) enfermedad de alto impacto en el cultivo de cártamo. Folleto para productores No. 51. INIFAP. Culiacán Sinaloa. pp. 3-7.
- Ramírez A. A. 2006. Niveles de severidad e intervalos de aplicaciones para el control de la mancha foliar (*Ramularia carthami*) en cártamo en el valle del mayo, Sonora México. MEMORIA IX Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. p. 119.
- Robles S. R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. México Editorial Limusa. p. 339.

CONDICIONES ACTUALES DEL ORIGEN, CALIDAD Y VOLUMEN DEL AGUA EN LA CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO HARDY, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO Y EL IMPACTO EN SUS USUARIOS

Rubén Roa Quiñonez¹ y Jorge Ramírez-Hernández² y Héctor Campbell Ramírez². ¹Centro de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, México. ²Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, México.

Palabras clave: Hidrología, Río Hardy.

RESUMEN

En este trabajo se hace un análisis del estado actual de las descargas al Río Hardy y el impacto en los usuarios de su rivera como primer paso a la propuesta de un esquema de manejo de su cuenca hidrológica. El origen del agua del Río Hardy ha sido desde el desarrollo del Distrito de Riego 014, producto del agua excedente de riego con variaciones en sus volúmenes de descargas asociadas a las épocas de mayor volumen regado. Aunado a estos volúmenes de agua de origen agrícola se encuentran las descargas de aguas residuales sin tratamiento de diversos poblados en el Valle de Mexicali. A partir del año 2007 se ha iniciado el vertido de 264 litros por segundo de agua residual tratada de la planta de tratamiento “Las Arenitas” lo que ha aumentado de forma significativa el caudal presente en el cauce, la carga orgánica del agua, pero ha disminuido la cantidad de sales en el sistema. Los principales usuarios del Río Hardy son los integrantes de la tribu Cucapah, los operadores y residentes de los campos turísticos, la actividad cinegética y el usuario ambiental. Se concluye que este nuevo régimen de flujo que incluye el aumento en la disponibilidad del agua impactará positivamente a los distintos usuarios si es posible disminuir la carga orgánica del efluente de “Las Arenitas”.

ABSTRACT

This paper presents a review of the current state of the water discharges to the Rio Hardy and their impacts on users of Río Hardy riverfront, as a first step of a proposal of management scheme of its watershed. The origin of the Hardy River water has been since the development of the Irrigation District 014, the excess of irrigation water with varying amounts of discharges associated to periods of increased volume watered. Additionally to these volumes of water from agricultural sources are discharges of untreated wastewater from several villages in the Mexicali Valley. From 2007 has begun the release of 264 liters per second of treated wastewater from the treatment plant “Las Arenitas”, which has increased significantly the flow in the channel, the organic load of water, but has decreased the amount of salts in the system. The main users of the Rio Hardy are community of the tribe Cucapah, workers and residents of tourist camps, hunting activity and environment followers. As conclusion, this new flow regime that increases the water availability will impact positively to the different users provided that it is possible reduce the organic load of effluent from “Las Arenitas”.

INTRODUCCIÓN

El Río Hardy (RH) fluye desde la antigua Laguna Vulcano ahora laguna de evaporación de la planta geotérmica de Cerro Prieto hasta su confluencia con el Río Colorado (RC), muy cerca del parque turístico en Campo Flores. Su cuenca de escurrimiento se extiende al norte desde el parteaguas que forma el bordo del Canal Alimentador Central y los sedimentos de piedemonte del Volcán Cerro Prieto, al oeste está limitado por la sierra Cucapah, al este por un parteaguas de poco relieve entre el cauce del RC, al sur se adelgaza uniéndose de forma meándrica con el RC (Figura 1). Ancestralmente la laguna Vulcano era llenada por la descarga de aguas del acuífero del Valle de Mexicali y del yacimiento geotérmico de Cerro Prieto observándose manifestaciones hidrotermales (Ramírez-Hernández, 1997) y drenada al cauce del RC por el RH. La explotación del yacimiento geotérmico requirió la construcción de una laguna que permitiera disponer de la salmuera residual en el mismo sitio de la antigua laguna Vulcano. Desde el inicio de los años 70s y

hasta aproximadamente 1994 la salmuera excedente del Campo Geotérmico Cerro Prieto (CGCP) era vertida parcialmente al cauce del RH aumentando el caudal y degradando su calidad. La creación del Distrito de Riego 014 requirió la construcción de drenes agrícolas a cielo abierto, los volúmenes drenados en la cuenca del RH fueron concentrados a su cauce. La red de irrigación del valle de Mexicali tiene una longitud aproximada de 2902 km, y cuenta con 17 drenes. Los drenes principales que descargan al RH son Dos Tubos, Menor Uno, Sonora, Caimán y Carranza. El agua de drenaje agrícola conformaban el caudal del RH conduciendo de 7.4 a 13.6 millones de metros cúbicos anuales (Sonoran Institute, 2002).

Inicialmente la vegetación riparia del RH era la misma del RC, las descargas de aguas de desecho agrícola con 3400 partes por millón (ppm) de sólidos totales disueltos (STD) en promedio y las salmueras del CGCP con 25,000 ppm de STD cambiaron drásticamente la conformación de la vegetación en el RH sobreviviendo únicamente las especies resistentes a la alta salinidad tal como la especie invasora: *Tamarix ramossissima*. La calidad y cantidad del agua en el RH está estrechamente ligada a la calidad del agua de las aguas de drenaje agrícola que en él descargan, bajando su calidad particularmente en los períodos en que las tasas locales de riego son bajas y el flujo de los drenes disminuye. La disminución de los volúmenes de riego aumenta de forma considerable su contenido salino. Además de considerar que el volumen total anual de descarga de los drenes agrícolas es de $63.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ con un total de 70,000 toneladas de fertilizantes por año y 400,000 litros de insecticidas por año. (Valdés-Casillas et al., 1998). Estos cambios drásticos en la calidad química del agua impactan adversamente a la vegetación riparia y el ecosistema acuático, por lo que es necesario estabilizar estas variaciones.

Sonoran Institute (2002) analizó el impacto de estas variaciones y proponen la necesidad de obtener flujos adicionales de agua dulce con baja salinidad a fin de diluir los flujos de drenaje agrícola y alcanzar una meta de salinidad de 1400 ppm o menor.

Por otro lado, existen dos tipos de poblaciones que habitan la rivera de la parte baja del cauce del RH: Por un lado la tribu Cucapah que ancestralmente ha ocupado esta zona y cuya principal actividad es la pesca de especies dulceacuícolas y estuarinas en la confluencia del RH con el RC y en la desembocadura al Mar de Cortéz de éste último; por otro, recientemente se han establecido campamentos turísticos en los que se ofertan diversas atracciones relacionadas con el ecosistema ripario y acuático del RH. Ambas comunidades se han visto impactadas por estas descargas y actualmente se han organizado para hacer frente al problema proponiendo soluciones a corto, mediano y largo plazo.

En el año 2007 la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM), con el fin de brindar los servicios saneamiento del 100% del agua residual producida por la ciudad de Mexicali, con apoyo binacional, inició la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) "Las Arenitas". Esta PTAR tiene una capacidad de 880 L/s de los cuales la CESPM se ha comprometido a verter el 30% del agua tratada lo que representa 264 L/s al cauce del RH por lo que tanto la calidad del agua como el volumen conducido ha variado de forma significativa.

La concentración de STD es de 1000 ppm en promedio lo que ha contribuido a reducir la salinidad del agua. No obstante al inicio de la operación de la PTAR no se cumplió con la norma de descarga de agua residual tratada en aguas o bienes nacionales NOM-001-ECOL-1996 con lo cual se han presentado problemas de calidad diferentes a los tradicionales y cuyos impactos han sido diversos. Se hace necesaria la

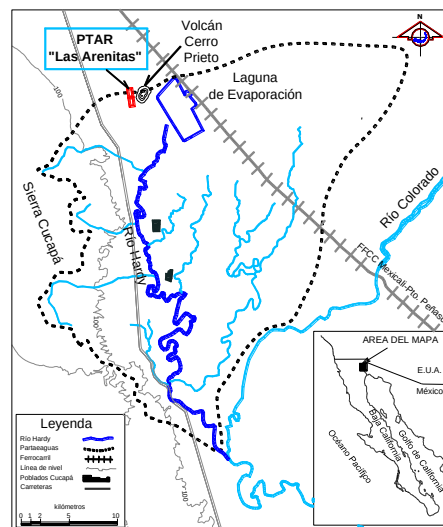


Figura 1. Zona de estudio y subcuenca hidrológica del Río Hardy.

postulación de un Plan de Manejo de la Cuenca del RH que incluya a todos los usuarios del agua y que permita un manejo sustentable del recurso hídrico.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es hacer un análisis del régimen actual de flujo y calidad del agua en el RH considerando el inicio de la operación de la PTAR “Las Arenitas” y su impacto con los principales involucrados en el uso del agua del RH.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de enmarcar este análisis en la situación actual del RH se hace un análisis de la calidad y volumen de agua en los últimos años a partir de la puesta en operación de la PTAR “Las Arenitas”. Se identifican los principales usuarios del agua así como los volúmenes y calidad de agua requeridos.

RESULTADOS

Evolución de la calidad del agua en el RH en sus diferentes frentes.

Para realizar un análisis de la calidad del agua en el RH se hizo una revisión histórica de los datos disponibles en la literatura y en las agencias públicas relacionadas con el uso y manejo del agua, encontrando que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) cuenta con un registro de la calidad del agua vertida al RH en la compuerta ubicada en el Campo Mosqueda. De igual forma la Comisión Federal de Electricidad (CFE) cuenta con registros de calidad de agua vertida al cauce del RH en la zona de descarga al sur de la Laguna de Evaporación. Por su parte la CESPM cuenta con una importante base de datos de sus descargas al cauce del RH.

Estimaciones del caudal del RH en diferentes periodos de observación.

De igual forma que los datos de calidad de agua, se procedió a obtener datos del caudal de agua en el RH, encontrando que los sitios de medición del caudal están relacionados con el interés de las instituciones públicas que los recopilaron. El volumen total vertido en el cauce del RH reportado por la CONAGUA se presenta en la Figura 2. La CFE en la descarga de la Laguna de Evaporación y la CESPM en la descarga de la PTAR.

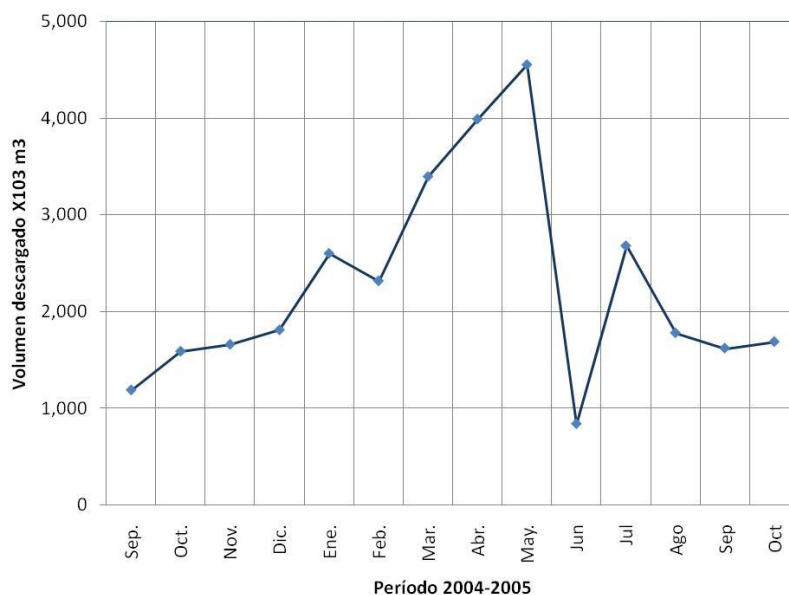


Figura 2. Volúmenes descargados al RH por los principales drenes agrícolas de septiembre del 2004 a octubre del 2006. Datos compilados de archivos de la CONAGUA.

Análisis de los involucrados.

La comunidad Cucapah posee el territorio más extenso de todas las comunidades indígenas de Baja California con 143000 ha. Habita principalmente en el poblado El Mayor ubicada en el km 55-60 de la carretera Mexicali-San Felipe otros están dispersos en poblados aledaños al RH en el Valle de Mexicali. Desde 1937 se les dotó de forma oficial de 2160 ha que conforman el Ejido Cucapah indígena, en el cual se avicindaron. Actualmente la comunidad está compuesta por menos de 300 personas. La sociedad Cucapah, al igual que otras comunidades indígenas de la península, ha sido caracterizada como simple o primitiva, conformada por una sociedad tribal. Dentro del territorio en el que se desenvolvían los Cucapah, se pueden distinguir cuatro zonas naturales, entre las que se encuentra la denominada: Bajo Delta del Río Colorado que incluye el RH. La relación de los cucapah con el río Colorado y con la pesca se ha transformado drásticamente a partir de 1900, pese a un escenario de asimilación cultural, en el que se siguen construyendo las definiciones de "*lo cucapá*", la pesca continúa siendo un elemento importante en los procesos de organización social y de autoidentificación de los miembros de este grupo étnico como sujetos indígenas (Navarro, 2008). Su pesquería principal es la curvina de golfo y el camarón para lo cual dependen de la conexión del RH y el Río Colorado con el Golfo de California así como mantener un caudal base y una calidad de agua aceptable para la ecología de estas especies.

Los residentes y operadores turísticos. Desde mediados del siglo pasado se asentaron en la rivera del RH varios campamentos de turistas que realizaban actividades de pesca y cacería. Estos campos turísticos llegaron a ser muy numerosos (39). Inundaciones entre 1979 y 1987 acabaron con casi todos estos asentamientos. Actualmente su número es muy reducido (16) y están organizados en una asociación llamada Asociación Ecológica de Usuarios del Río Hardy-Colorado A.C. (AEURHYC) mediante la cual han realizado diversas actividades con el propósito de promover la restauración ecológica y económica de esta parte del Delta. Las principales actividades realizadas en estos campos turísticos son: los deportes acuáticos, la pesca deportiva, la cacería menor y las caminatas. Tanto la calidad del agua como el bajo caudal de la misma en la zona son los dos elementos que han determinado la ocurrencia y permanencia de turistas nacionales y extranjeros en la región.

El establecimiento y mantenimiento de la vegetación depende principalmente del volumen de los flujos del RH y la salinidad del agua y el suelo. Las relaciones ecológicas entre los flujos del RH, los tipos de vegetación, y el valor del hábitat para avifauna e ictiofauna son las relaciones más importantes para la zona de influencia.

Sanjurjo y Carrillo (2007) establecen que el valor de uso directo se encuentra en las actividades recreativas en el río y el disfrute paisajístico. Sin embargo, anotan que entre los valores de uso indirecto se encuentran aquellas actividades que se ven influenciadas positivamente por la existencia de flujos de agua en Río Colorado, como la pesca, la observación de aves, la cacería y la mejora en las condiciones recreativas del Río Hardy.

La alta salinidad del agua y el suelo, que resulta del origen de drenaje agrícola del agua y la falta de escurrimientos naturales, ha promovido el establecimiento y crecimiento del pino salado y ha impedido el crecimiento de vegetación nativa como álamos y sauces. Afortunadamente las especies de mezquite, nativas de la región, pueden tolerar la salinidad. Los mezquites en la zona de influencia están localizados principalmente al lado del canal del río. Aun así, el hábitat que resulta de las áreas de pino salado, mezquite, y de las lagunas en el río mantiene una abundancia de aves migratorias (Zamora et al., 2005).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El RH antiguamente una corriente de agua del RC no utilizada, creó una zona natural rica en atractivos naturales para el turismo y actividades cinegéticas, entre otras. Posteriormente, se degrada por descargas de drenes agrícolas, del CGCP y de aguas residuales del desarrollo urbano, aumento del contenido de sales y de cargas orgánicas impactando negativamente esta zona natural con la reducción de flujo, pero fundamentalmente por la reducción del flujo en el Río

Colorado. El proyecto, construcción y operación de la Planta de “Las Arenitas” puede darle una nueva vida a esta zona con el aporte de un caudal adicional constante a lo largo del año o puede hacer más crítica su situación por la baja calidad química del efluente. En este punto, es urgente establecer un diagnóstico hidrológico, hidráulico, de calidad del agua y ecológico, que permita establecer las directrices para el desarrollo e implementación de un plan de manejo de la cuenca hidrológica, cuyo objetivo total sea la sustentabilidad del Río Hardy, creando el soporte vital para la comunidad Cucapah, el turismo y las actividades cinegéticas como elementos para el desarrollo económico, todo ello soportado en la inducción de una cultura ambiental.

LITERATURA CITADA

- Navarro, S.A. (2008) Cucapás, derechos indígenas y pesca. Dilemas del sistema productivo pesquero vis a vis las políticas de conservación de las especies en el Golfo de California. Revista Chilena de Antropología Visual No. 12, 171-196 pp.
- Ramírez-Hernández, J. (1997) “Estudio de las Relaciones Hidrogeológicas del Acuífero Superior del Valle de Mexicali con Aguas Geotérmicas Superficiales”. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá de Henares, España.
- Sanjurjo R. E. y Y. Carrillo G. (2006) Beneficios económicos de los flujos de agua en el delta del Río Colorado: consideraciones y recomendaciones iniciales. Gaceta ecológica 80, 51-62 pp.
- Valdés-Casillas, C., E.P.Glenn, O. Hinojosa-Huerta, Y. Carrillo-Guerrero, J. García-Hernández, F. Zamora-Arroyo, M.Muñoz-Viveros, M. Briggs, C.Lee, E.Chavarría-Correa, J.Riley, D.Baumgartner, and C.Cogdon, (1998) Wetland management and Restoration in the Colorado River Delta: The first Steps. Guaymas, Sonora, Mexico: CECARENA-ITEMS campus Guaymas.
- Zamora-Arroyo, F., J. Pitt, S. Cornelius, E. Glenn, O. Hinojosa-Huerta, M. Moreno.,J. Garcia, P. Nagler, M. de la Garza, y I. Parra, (2005) Conservation Priorities in the Colorado River Delta Mexico and the United States. Reporte preparado por Sonoran Institute, Environmental Defense, University of Arizona, Pronatura Noroeste Dirección de Conservación Sonora, CIAD and WWF.

COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DEL TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.) EN CONDICIONES ÁRIDAS DE LA COSTA DE HERMOSILLO

Luís Jorge Durón Noriega¹ y Benjamín Valdez Gascón¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Carr. A Bahía de Kino Km. 12.6. Hermosillo, Sonora. México. duron.luisjorge@inifap.gob.mx.

Palabras clave: Nuevas opciones, fenología, desarrollo, adaptación, clima.

RESUMEN

Ante los altos costos de producción y escasez de agua para riego, así como la baja rentabilidad de algunos cultivos, los productores de la Costa de Hermosillo están en permanente búsqueda de nuevas opciones, con demanda en los mercados, y sobre todo con alto potencial de rentabilidad. El INIFAP en la Costa de Hermosillo ha introducido diferentes especies de frutales para su evaluación en las condiciones áridas de la región. Dentro de estas acciones, se plantaron en 1999, en terrenos del Campo Experimental Costa de Hermosillo árboles de tamarindo (*Tamarindus indica* L.), del tipo café, en un suelo migajón arcillo-arenoso, bajo riego por goteo. Durante los ciclos 2004 y 2005 se llevaron a cabo observaciones sobre el desarrollo fenológico y productivo de los árboles.

ABSTRACT

Given the high production costs and shortage of irrigation water and the low profitability of some crops, producers of the Costa de Hermosillo are constantly searching for new options, with market demand, especially with high potential for profitability. INIFAP in the Costa de Hermosillo has introduced different species of fruit trees for assessment in the arid conditions of the region. Within these actions, were planted in 1999 in the grounds of Campo Experimental Costa de Hermosillo tamarind trees (*Tamarindus indica* L.), brown type, in a sandy clay loam soil under drip irrigation. During 2004 and 2005 cycles were carried out observations on the phenological and productive development of the trees.

INTRODUCCIÓN

La Costa de Hermosillo, con su clima árido, semidesértico, desarrolla una actividad agrícola dependiente 100% del riego, y como fuente única de este el agua del subsuelo. Con una creciente escasez de este recurso y costos de producción al alza, los productores son ávidos buscadores de nuevas opciones con mayor rentabilidad, principalmente cultivos hortofrutícolas.

En respuesta a esa demanda, el INIFAP, en el Campo Experimental Costa de Hermosillo, introdujo en 1999, dentro de las acciones de un proyecto de evaluación de nuevas opciones, árboles de frutales tropicales como mango, guayaba y tamarindo.

En el desarrollo de frutales tropicales en los subtropicos encontramos que, cuanto más nos alejamos del ideal climático, es más lento el crecimiento y mayor la duración de las fases de desarrollo, a excepción del cambio de fase juvenil a adulta que se acelera por el frío invernal. La temperatura es el principal fenómeno a tener en cuenta, pues no sólo ejerce influencia primordial sobre todos los procesos de crecimiento y desarrollo, sino que, además, es el factor climático más difícilmente modificable por la acción del hombre. (Galán, S, 1990).

Dentro de los frutales tropicales se encuentra el tamarindo (*Tamarindus indica* L.), el cual es originario de las sabanas secas del África tropical (Etiopía), pero cultivado en América, también en Asia y en otros países tropicales donde con se ha adaptado bien. El único país que explota extensivamente el cultivo es la India con 250 mil toneladas al año (Samson, 1991).

En el continente americano se ha cultivado y a menudo naturalizado a lo largo de las Antillas y desde México hasta Brasil. Se ha plantado en el sur de Florida, Los Cayos, Bermudas, Cuba, Puerto rico y Panamá. El Tamarindo está clasificado como una de las 32 especies frutícolas más importantes. (Academia Nacional de Ciencias, 1979).

En México, el cultivo de tamarindo ha cobrado importancia en los últimos años en regiones de clima tropical y subtropical, donde de acuerdo con datos de SAGARPA, 2004, Colima es el

principal estado productor con 2220 ha que corresponden a 33.5% del total nacional y una producción de 9866 ton de las 29757 ton de la cosecha nacional (Universidad de Colima, 2006).

El aumento de la demanda para fines de exportación, unido a la demanda local para consumo en forma de jugo y otras especialidades hace de este un cultivo de mucho potencial. La pulpa del fruto, tiene un variado número de usos, que van desde la preparación de refrescos, confitería, conservas, salsas, hasta como medicina natural. Otros usos son de adhesivo, condimento (especias), madera para construcción, forrajero, curtientes, insecticida, medicinal, uso doméstico (PRIDEX, 1999).

Casi no se han desarrollado variedades mejoradas y se reconocen dos tipos clasificados por el color de sus frutos, el rojo y el café. El tipo café es el más común produciéndose comercialmente en abundancia. Hay cultivares selectos que proporcionan pulpa dulce. Uno en Tailandia "Makham Waan" y el otro en Florida (USA) llamado "Manila Sweet" (Samson, 1991).

Respecto de su hábitat, desarrolla en una amplia distribución en las zonas tropicales y subtropicales, en altitudes de 0 a 1,200 m. Su rango de precipitación va de 800 a 1,400 mm por año. Crece a orillas de caminos y es común alrededor de las casas. Prospera bien en terrenos profundos con buen drenaje, textura de migajón-arcillo arenoso y un pH de 6.5 a 7.5, puede sin embargo vegetar en suelos ligeramente ácidos, relativamente pobres o crecer en terrenos calcáreos siempre y cuando se le dé una buena fertilización y se cuente con agua para riegos en períodos secos. Tolerancia desde un suelo aluvial profundo hasta un suelo rocoso y poroso. En cuanto a heladas, los árboles jóvenes son muy sensibles, pero los adultos pueden soportar hasta -3°C sin sufrir daños serios. (PRIDEX, 1999).

El objetivo del presente trabajo es obtener información del comportamiento fenológico y adaptación de este frutal en condiciones áridas de la Costa de Hermosillo, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en la Costa de Hermosillo, Sonora, en terrenos del Campo Experimental Costa de Hermosillo de INIFAP con árboles de tamarindo (*Tamarindus indica* L.), los cuales fueron plantados en 1999, procedentes de un vivero comercial en Navojoa, Sonora, en un lote con suelo de textura arcillo-arenosa y de reacción alcalina, bajo riego por goteo y en un distanciamiento de 8 x 8 m. Se plantaron cuatro arbolitos de tamarindo dentro de un lote de evaluación de varios frutales tropicales. Durante los ciclos 2004 y 2005, se colectó y registró, semanalmente, información fenológica de inicio y terminación de las diferentes fases en el crecimiento anual, así como de las características de los frutos. Durante la cosecha se clasificaron los frutos por categorías de tamaño. Paralelamente se recabaron datos de clima del área proveniente de la estación CECH del portal en INTERNET de la red del Sistema de Información Agroclimática, operada por Fundación Sonora Produce, A.C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas prevalecientes desde el mes de febrero hasta el mes de junio de 2005 en el Campo Experimental Costa de Hermosillo aparecen en la Figura 1, con temperaturas mínimas de 5 a 15°C de inicios de febrero a mediados de mayo y alrededor de los 20°C durante finales de mayo y el mes de junio. Las temperaturas máximas fluctuaron de 20 a 30°C durante febrero, marzo y primera quincena de abril, y de 30 a 40°C el resto de abril hasta junio. La humedad relativa promedio fue de 60 a 70% en febrero y marzo, descendiendo en abril, mayo y junio a rangos entre 40 y 50%.

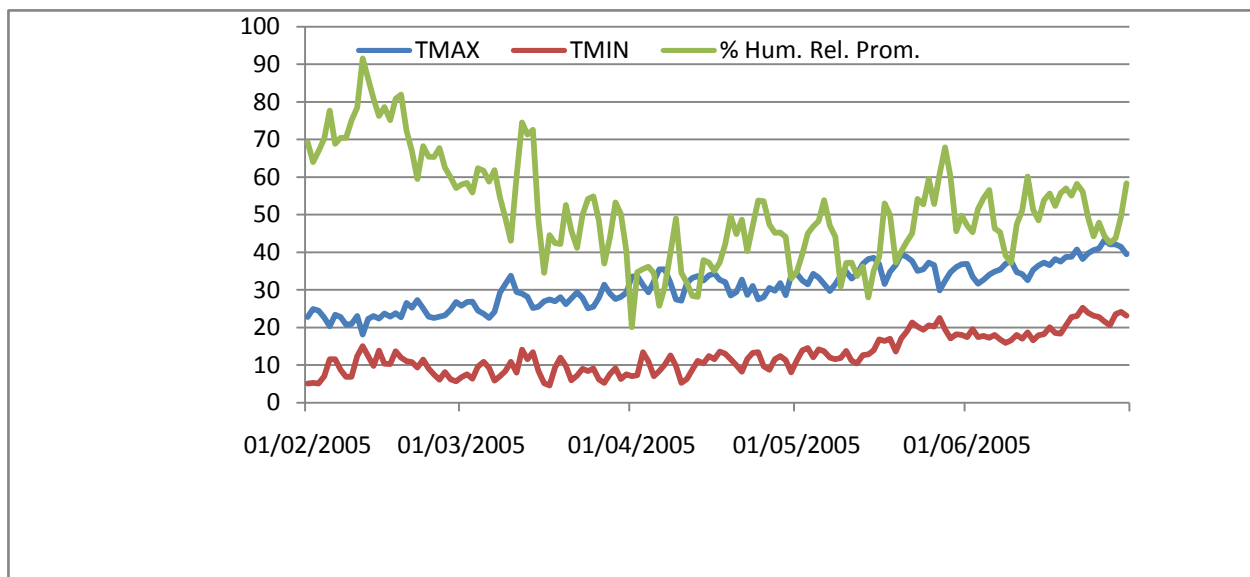


Figura 1. Condiciones climáticas de la Costa de Hermosillo durante brotación, floración y pegado de frutos del tamarindo..

Los árboles de cinco años de edad promediaban 3.5 m de altura, con ancho de copas de 3 m y troncos con diámetro promedio de 25 cm.

Brotaciones: Se presentó un flujo vegetativo generalizado en primavera, iniciando a mediados de abril y prolongándose hasta junio. Las yemas se alargan y toman un color rojizo antes de abrir en hojas de color verde claro. El proceso de crecimiento y apertura de las yemas vegetativas se inicia en las bases de las ramas y avanza hacia la punta. Otro flujo de menor intensidad se presentó en otoño en el mes de noviembre, principalmente en las puntas de las ramas. Brotes de color verde-amarillo que alcanzaron un promedio de 10 cm. Se considera que alrededor del 70% de los brotes son vegetativos.

Floración: Dentro del flujo de primavera, además de los brotes vegetativos se presentan brotes florales y también brotes mixtos que producen hojas y flores. Las flores se producen en racimos que van abriendo botones de la base a la punta. Los primeros botones florales se observaron desde finales de abril y continuaron produciéndose hasta mediados de junio. Los botones de color verde claro, se vuelven blancos al abrir los pétalos que pasados unos días se tornan rojizos. En el flujo de otoño, también se presenta una ligera floración en las puntas de ramas. Se observaron abejas visitando las flores.

Fructificación: Desde finales de mayo y durante el mes de junio ocurre la caída de los pétalos de las flores fecundadas y con ello el prendimiento de las primeras vainas (espaditas). El crecimiento de los frutos que se inicia en esta etapa es lento, ya que desde el amarre del fruto hasta la cosecha se llevó más de 8 meses, alargando más su ciclo que regiones tropicales donde requieren 245 días (Hernández-Unson, 1982). Aunque los frutos alcanzaron su tamaño final a finales de enero, la maduración se logró hasta mediados de mayo. Una vaina pesa de 10 a 15 gramos.

Cosecha. La cosecha se llevó a cabo al iniciar junio. En regiones tropicales de México la cosecha se efectúa entre febrero y abril, que es cuando los frutos alcanzan su madurez fisiológica, manifestando un cambio de color en su vaina, tornándose de un color café claro. Se reporta que la primera cosecha se logra los 4 años en árboles injertados y a los 8-10 años en árboles de semilla.

El rendimiento en esta primera cosecha fue bajo con un promedio de 2.5 kg por arbolito. Árboles mayores de 15 años producen de 80 a 90 kg por árbol cuando se dejan a libre crecimiento y pueden llegar a producir hasta 200 kg/árbol en edad adulta (Samson, 1991). Las vainas presentaron en general un tamaño pequeño, clasificándose de 1, 2 y 3 semillas, con un longitud promedio de 2, 4 y 6 cm respectivamente.

Para las condiciones de la Costa de Hermosillo los árboles presentan algunos problemas como un ciclo muy largo por las temperaturas frías de otoño e invierno, producción baja principalmente por el bajo pegado de vainas en las inflorescencias y el tamaño pequeño alcanzado por los frutos.

Deben observarse los árboles por más ciclos para determinar su potencial en edad adulta.

LITERATURA CITADA

Academia Nacional de Ciencias. Legumbres Tropicales: Recursos para el futuro. Librería del Congreso de Washington 1979. Pág. 117 – 121.

Galán, S. V. 1990. Los frutales tropicales en los subtrópicos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 133 p.

Hernández-Unson, H.Y. y Lakshminarayana, S. 1982. Development physiology of tamarind fruit. Hortscience 17:938-940.

Programa Nacional de Exportaciones PRIDEX, Manual técnico del cultivo de tamarindo. Documento L01018

Samson, J.A. 1991. Fruticultura Tropical. Editorial LIMUSA. México. 393 p.

Universidad de Colima. 2006. Plan rector del sistema producto tamarindo (*Tamarindus indica* L.) en el estado de Colima.

INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE SENSORES DE HUMEDAD DEL SUELO EN FRUTALES DE LA COSTA DE HERMOSILLO

Luís Jorge Durón Noriega¹, Benjamín Valdez Gascón¹, Ramón Sesma León¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Carr. A Bahía de Kino Km. 12.6. Hermosillo, Sonora. México. duron.luisjorge@inifap.gob.mx.

Palabras clave: Tensiómetros, Vid de mesa, Nogal, Cítricos, Monitoreo humedad.

RESUMEN

Ante la progresiva escasez de agua para uso agrícola en el Noroeste de México, en la Costa de Hermosillo, Sonora, durante los ciclos 2007-08, 2008-09 y 2009-10 se ha operado un proyecto de transferencia de tecnología de riego para eficientar el uso del agua en vid, nogal y cítricos. La herramienta principal de estas acciones es la instalación y operación de sensores de humedad del suelo, para que a través de un monitoreo de tensiones a diferentes profundidades en el perfil de los suelos y el uso de un software, permitan una programación de riegos con láminas reducidas sin menoscabo del rendimiento y la calidad de las frutas. La transferencia de esta técnica se ha extendido a 2,600 hectáreas de estos frutales en la Costa de Hermosillo y también del Valle del yaqui con resultados muy positivos que se proyectan al resto de las zonas del estado de Sonora.

ABSTRACT

In front of the progressive shortage of water for agricultural use in the Northwest of Mexico, in the Coast of Hermosillo, Sonora, during the cycles 2007-08, 2008-09 and 2009-10 has operated a project of transfer of technology of watering for efficient use of the water in vineyard, pecan and citrus groves. The main tool of these actions is the installation and operation of sensors of humidity of the soil, so that through monitoring tensions to different depths in the profile of the soils and the use of a software, allow a irrigation programming with plates reduced without reducing yields and the quality of the fruit. The transfer of this technology has extended to 2,600 hectares of these crops in the Coast of Hermosillo and also of the Yaqui Valley with results very positive that project to the rest of the zones of the state of Sonora.

INTRODUCCIÓN

El manejo de riegos tiene que ver con decidir cuándo regar y qué tanta agua aplicar. Cuando esto se hace adecuadamente hay suficiente humedad para la fotosíntesis y transpiración de las plantas durante el ciclo y la pérdida de agua se minimiza. Los rendimientos pueden afectarse si los riegos se retrasan y se reduce considerablemente la disponibilidad de humedad en la zona de raíces. También la eficiencia baja si el agua se aplica en exceso. Por ello es crítica la información sobre el estado hídrico del suelo para maximizar la eficiencia y obtener los más altos rendimientos y calidad. (Harms, 2005).

El suelo actúa como un depósito en el que se almacena el agua entre riegos, de manera que las plantas disponen de ella según la van necesitando para su desarrollo. La finalidad de utilizar sensores para medir el agua del suelo es la de tener un mejor conocimiento de cómo se va consumiendo en los diferentes puntos de los lotes, de manera que pueden programarse mejor los riegos y eliminar estimaciones para lograr ahorros de agua. (Urzainqui, 2003)

Los beneficios del monitoreo de humedad del suelo y uso de los datos son muchos, entre los que se incluyen:

- Mantenimiento de condiciones óptimas de humedad para el desarrollo de cultivos.
- Posibilidad de determinar con efectividad cuando regar.
- Determinar con exactitud cuánta agua aplicar.
- Evitar desperdicio de agua y con ello bajar costos.
- Evitar agobio a las plantas y con ello afectar rendimiento y calidad.

- Monitorear un déficit de riego planeado.

Existen muchos métodos para medir o monitorear el contenido de humedad del suelo, algunos miden directamente la humedad del suelo, otros miden la tensión de humedad en el suelo y requieren calibración entre tensión de humedad y contenido de agua (Hanson et al, 2004). Entre los tipos de dispositivos se encuentran:

Barrenas para toma de muestras de suelo para determinar contenidos de humedad.

Tensiómetros con cápsulas porosas en un extremo y un manómetro en el otro.

Bloques de resistencia eléctrica con electrodos colocados en el interior de bloques de yeso.

Dispersores de neutrones con una fuente radioactiva y un detector que contabiliza los neutrones desacelerados por los átomos de hidrógeno del agua y los relaciona con la cantidad de humedad presente.

Sensores dieléctricos de humedad que miden la constante dieléctrica del suelo.

Aunque ninguno es el mejor ya todos tienen ventajas y desventajas, los bloques de resistencia eléctrica son de los más utilizados para uso agrícola por su bajo costo, facilidad de instalación y de operación. Además, al estar enterrados, el daño por maquinaria o animales es mínimo.

Al irse secando el suelo, el agua fluye fuera del bloque de resistencia. Su resistencia eléctrica se incrementa porque el área de conducción para la corriente eléctrica se ve reducida, mientras que al volver a humedecer el suelo, el agua fluye dentro del bloque, incrementando el área de conducción y reduciendo la resistencia eléctrica. (Hanson et al, 2004)

El objetivo del presente trabajo es proporcionar información práctica para la instalación y manejo de dispositivos para medición de la humedad del suelo en huertas de frutales de la Costa de Hermosillo, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en la Costa de Hermosillo, Sonora, durante los ciclos 2007-08, 2008-09 y 2009-10 dentro de la operación de un proyecto de transferencia de tecnología de riego para eficientar el uso del agua en vid, nogal y cítricos. La herramienta principal de estas acciones es la instalación y operación de sensores de humedad del suelo, para que a través de un monitoreo de tensiones a diferentes profundidades en el perfil de los suelos y el uso de un software, permitan una programación de riegos con láminas reducidas sin menoscabo del rendimiento y la calidad de las frutas. Se emplearon sensores de resistencia eléctrica del tipo "Watermark" modelo 200SS, con medidores digitales de la misma compañía, indicados para medir la humedad del suelo y controlar la frecuencia y volúmenes de agua. Un medidor permite realizar las lecturas de todos los sensores disponibles, estableciendo conexión mediante pinzas cocodrilo, y proporcionando lecturas digitales de 0 a 200 centibares. (Figura 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los tres años de instalados los sensores, en un 95% han mantenido un funcionamiento excelente, sin necesidad de reparaciones como sucede con otro tipo de tensiómetros. Los problemas de operación han sido mínimos.

Para las condiciones de las plantaciones de frutales de la Costa de Hermosillo los costos aproximados de esta tecnología son de \$30 US dólares por hectárea por concepto de sensores y un medidor para operar 50 hectáreas de un costo de 500 dolares, lo que hace un total de \$40 US dólares por hectárea (aproximadamente \$520 en moneda nacional). Esto representa costo significativamente más bajo que el resto de sensores disponibles.

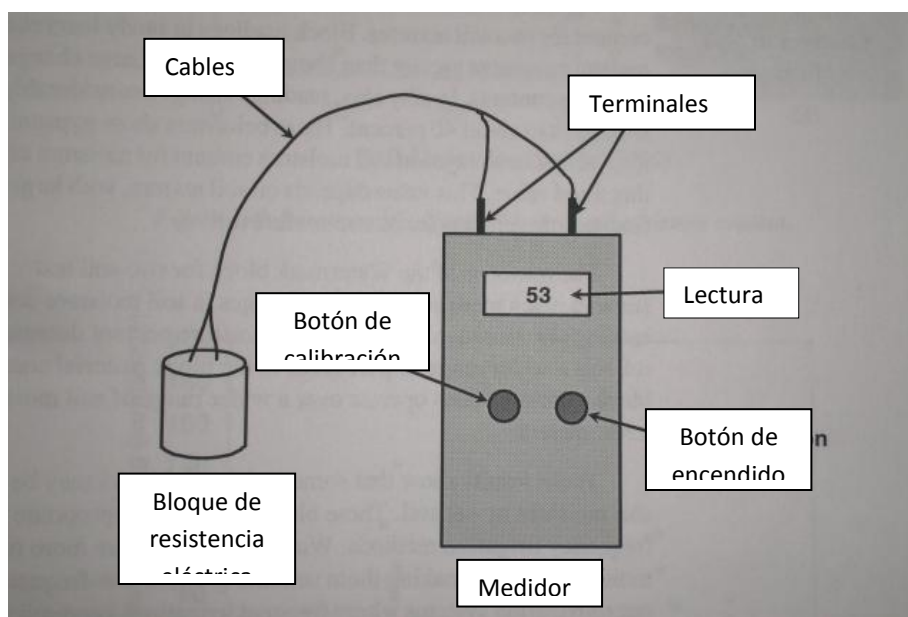


Figura 1. Componentes del sistema de monitoreo instalado.

Todas estas ventajas han hecho que la transferencia de esta técnica tenga gran aceptación, por lo que en su primera etapa abarcó a 2,600 hectáreas donde 700 ha correspondieron a viñedos, 960 ha en huertas de nogal y 940 ha en lotes de cítricos en la Costa de Hermosillo y también del Valle del yaqui con resultados muy positivos que se proyectan al resto de las zonas del estado de Sonora, ya que permitieron operar correctamente reducción de láminas de riego en los tres cultivos, con la seguridad de no afectar el desarrollo, rendimiento y calidad de las cosechas, ya que la tecnología consiste en la aplicación del agua con base en las demandas reales de agua del cultivo, apoyándose con monitoreo de la humedad del suelo y el manejo de estaciones agrometeorológicas automatizadas para mayor eficiencia en la programación de los riegos.

Los volúmenes de agua aplicados en los viñedos que operaron todo el ciclo fue de 4,590 millares de m³, representando un ahorro de 1,035 millares de m³ por ciclo, respecto a la lámina tradicional. Los rendimientos obtenidos en promedio en las variedades Perlette, Flame Seedless y Sugraone fueron de 2012, 2700 y 3181 cajas/ha respectivamente.

En nogal, los volúmenes de agua aplicados en las huertas que operaron todo el ciclo fue de 3,391 millares de m³, representando un ahorro de 1001 millares de m³, respecto a la lámina tradicional. Los rendimientos promedio obtenidos en estas huertas superaron las 1.7 ton/ha, considerando este como un año de alternancia en la región.

En las huertas de cítricos, los volúmenes de agua aplicados fueron de 2,751 millares de m³, representando un ahorro de 825 millares de m³, respecto a la lámina tradicional. Los rendimientos promedio obtenidos en estas huertas superaron las 35 ton/ha.

Los problemas menores que ha encontrado esta técnica están en áreas compactadas o de estructura laminar que limitan la penetración y movimiento del agua, provocando lecturas altas de tensión, que en ocasiones rebasan el límite del medidor que es 199 centibares.

También se han presentado daños aislados al cableado por roedores y perros, debiéndose proteger las estaciones con cajas especiales.

El paso frecuente de maquinaria puede ocasionar daños a las estaciones ya que están ubicadas en zona de laboreo, por lo cual deben señalizarse para ser vistos por los operadores.

Los sensores se colocaron en el último tercio de la línea regante, por ser esta zona la de menor presión en la manguera y al suroeste del tronco, por ser esta la zona de más insolación. De acuerdo a la profundidad del sistema de raíces que desarrolla cada uno de estos frutales, se colocaron los sensores con el siguiente criterio: 45 y 90 cm para cítricos, 40 y 80 cm para vid y 40, 80 y 120 cm para nogal.

Para determinar el número de estaciones de monitoreo adecuadas se siguió el criterio de ubicar una estación cada 10 ha en promedio, cuidando la selección de lotes representativos de la huerta.

Para una buena programación del riego, se requiere que el usuario dedique el tiempo preciso a leer regularmente (entre 2 y 3 veces por semana) los valores de los sensores para tener una imagen viva de lo que realmente está pasando en la zona radicular. Las lecturas se pueden llevar a una computadora, que mediante un programa genera gráficos para cada estación observada a fin de apreciar la tendencia general de la zona estudiada.

Según la textura del suelo las lecturas corresponden aproximadamente a

0 - 10 centibares Suelo saturado

10 - 30 centibares Suelo con suficiente humedad, excepto suelos de arena gruesa que empiezan a secarse.

30 - 60 centibares Margen para iniciar el riego excepto en suelos muy arcillosos

60 - 80 centibares Margen para iniciar el riego en los suelos muy arcillosos

más de 80 cb El suelo se está secando peligrosamente.

LITERATURA CITADA

- Evans, R.; Cassel, D.K. and Sneed, R.E. Calibrating soil water measuring devices
- Hanson, B.; Schwankl, L. and Fulton, A. 2004. Scheduling irrigation: When and how much water to apply. University of California Irrigation Program. Publication 3396. 202 p.
- Harms, T.E. 1996. Soil moisture monitoring devices. North Carolina Cooperative Extension Service. Publication Number: AG 452-3
- Urzaínqui, P.M. 2003. La medición de la humedad del suelo. Proyectos e instalaciones de riego. Pamplona.
- Valdez, G. B., Payán, O. S.; Durón, N. L. y Ortiz, E.J. 2007. Monitoreo de potencial hídrico en planta y suelo de vid de mesa en postcosecha. Memoria electrónica del X Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. Pp. 246-249.

EFFECTO DE DE AMIFOL K Y BORAMIN CA EN LA CALIDAD Y PRODUCCIÓN DE VID CV FLAME SEEDLESS

Gerardo Martínez Díaz¹ y JL Miranda Blanco¹. ¹Campo Experimental de la Costa de Hermosillo. INIFAP. Carr. a Bahía de Kino Km. 12.6. Hermosillo, Son., germadz@hotmail.com

Palabras clave: coloración, sólidos solubles, reventado de bayas.

RESUMEN

La viticultura es una de las actividades agrícolas más importantes en La Costa de Hermosillo, Sonora, donde la uva se exporta y debe de cumplir con ciertas características de calidad. Entre estas características están el contenido de sólidos solubles, la coloración y ausencia de bayas reventadas. Este experimento se llevó a cabo con el fin de evaluar el efecto de Amifol K, un producto que contiene 46.6% de potasio, y Boramin Ca, un producto que contiene 10.4 % de calcio, en la acumulación de sólidos solubles, coloración, reventado de bayas y producción en el cv Flame Seedless. Los tratamientos evaluados fueron Amifol 1.5 y 3 L/ha, Boramín 1 y 2 L/ha y testigo. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones y la unidad experimental fue una hilera de 160 plantas. Cada una de las dosis se aplicó en cuatro ocasiones desde el amarre de bayas hasta antes del envero. Las aplicaciones de Amifol K favorecieron la acumulación de sólidos solubles e incrementaron la coloración de las bayas ($p<0.05$) mientras que las de Boramin Ca no tuvieron efecto en esas variables ($p<0.05$). El reventado de bayas se redujo con las aplicaciones de Boramin Ca ($p<0.05$). Los tratamientos no alteraron el rendimiento de este cultivar de vid.

ABSTRACT

Viticulture is one of the most important agricultural activities in La Costa de Hermosillo, Sonora, where grapes should fulfill requirements of good quality to be exported. Among these traits are acceptable levels of soluble solids, good color and berries without cracking. The objective of this experiment was to evaluate the effect of Amifol K, product with 46.6 potassium, and Boramin Ca, product that contains 10.4% of calcium, on the accumulation of soluble solids, color, berry cracking and yield of the grape Flame Seedless. The treatments were 1.5 and 3 L/ha of Amifol K, 1 and 2 L/ha of Boramin Ca, and control. The treatments were distributed in a completely randomized block design with three replications and the experimental unit was one row with 160 grapevines. Each rate of the products was applied four times from berry set to veraison. Amifol K stimulated the accumulation of soluble solids and increased berry color ($p<0.05$) while Boramin Ca did not affect these traits. Berry cracking was reduced by Boramin Ca ($p<0.05$). The treatments did not affect yield of the grape Flame Seedless.

INTRODUCCIÓN

La viticultura es una de las actividades más importantes en Sonora donde uno de los cultivares más utilizadas es Flame Seedless. Entre los parámetros de la calidad de los racimos se encuentra el diámetro de las bayas, contenido de sólidos solubles, color y reventado.

La acumulación de sólidos solubles en las bayas depende de la aportación de carbohidratos por las hojas. Una vez que los carbohidratos se han sintetizado en las hojas estos se exportan hacia los racimos a través del floema requiriéndose de energía. Ya en las bayas, la sacarosa se convierte en glucosa y fructosa por la acción de una enzima denominada invertasa (Mullins *et al.*, 1992).

La concentración de azúcar en la baya ocurre en función del tamaño. A mayor tamaño menor es la acumulación de azúcar. Aparentemente en este proceso está implicada la transpiración, la cual es más alta si existe mayor superficie por unidad de volumen, condición que ocurre en bayas de menor diámetro. La transpiración tiene influencia en la acumulación de azúcar después del envero

ya que el transporte de carbohidratos y agua hacia las bayas ocurre solo por el floema, debido a que el xilema deja de funcionar (Bondada *et al.*, 2004).

La acumulación de azúcar en las bayas entonces está en función de su producción en las hojas y en su transporte. En este segundo proceso el potasio es un nutriente que juega un papel importante. El potasio es a menudo el catión más abundante en los tejidos vegetales. El potasio juega un papel crucial en la osmoregulación de las células y tiene un efecto dominante en el potencial de las membranas lo cual determina la absorción de diferentes cationes, aniones y azúcares. En las bayas de vid, el potasio es el catión más abundante donde contribuye al balance de la carga y puede estar relacionado con el transporte de azúcares (Lang, 1983).

Durante el desarrollo de las bayas, el potasio puede tener varias funciones. Antes del envero las células se dividen y expanden y el potasio puede ser un osmoregulador. Después del envero las bayas continúan su crecimiento, pero se supone que en esa fase la expansión celular en esa fase es controlada por la acumulación de azúcares en la vacuola y el potasio juega un papel secundario en la acumulación de azúcares. La acumulación de azúcares no ocurre antes del envero, pero en esa fase las frutas son importadoras de carbohidratos y crecen por división y expansión celular. Durante esa fase el potasio puede ser quien determina la expansión celular. Después del envero la expansión celular puede ocurrir mediante una coordinación de transportadores de sacarosa, transportadores de potasio y expansinas, como ocurre en fibras de algodón (Ruan *et al.*, 2001). En las bayas en maduración la piel contiene hasta cuatro veces más potasio que el mesocarpio (Coombe, 1987; Storey, 1987).

En lo que respecta al calcio este es un nutriente esencial que forma parte estructural de paredes celulares. Su deficiencia lleva a tener paredes celulares con deficiente desarrollo que hace a los órganos sensibles al ataque de enfermedades y en el caso de las bayas al reventado, un problema común en el cv Flame Seedless, especialmente cuando se presentan altas condiciones de humedad relativa (Martínez *et al.*, 2006).

Este experimento se llevó a cabo con el fin de evaluar el efecto de Amifol K, un producto que contiene potasio, y Boramin Ca, un compuesto que contiene calcio en la acumulación de sólidos solubles, coloración, reventado de bayas y producción en el cv Flame Seedless.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en un lote comercial de vid de la variedad Flame, en el viñedo La Ventanita localizado en la Costa de Hermosillo, Sonora, en el ciclo 2008/2009. El viñedo se riega por goteo y el sistema de conducción es pérgola. La densidad de población del viñedo es de 3300 plantas por ha.

Los productos evaluados fueron: 1. Amifol K (Nombre común: K_2O) en solución concentrada donde el % en peso del ingrediente activo es de 46.5% p/v de óxido de potasio y 7.5% p/v aminoácidos y 2. Boramin Ca (Nombre común: CaO) en solución concentrada donde el % en peso del ingrediente activo es de 10.4% p/v de óxido de calcio, 0.27% p/v boro y 6.5% p/v aminoácidos libres.

Las dosis evaluadas de los productos mencionados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en vid cv Flame Seedless para evaluar su efecto en la calidad de las bayas.

Producto y dosis (L/ha)	Número de aplicaciones	Dosis por aplicación M.C./HA
1. Amifol K	4	1.5 L/ha
2.- Amifol K	4	3 L/ha
3.- Boramin Ca	4	1 L/ha
4- Boramin Ca	4	2 L/ha
5. Testigo absoluto	-	-

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue una hilera de 160 plantas de vid y la parcela útil fue el total de la hilera.

Las aplicaciones se realizaron después del amarre de los frutos, iniciándolas antes de las aplicaciones de ácido giberélico para tamaño. Las aplicaciones de Amifol Ca se efectuaron el 7, 14, 21 y 28 de abril del 2009 y las de Boramin Ca fueron el 7, 10, 13 y 16 de abril del 2009. Las aspersiones se realizaron con una mochila manual motorizada utilizando 800 litros de agua por ha.

El manejo general del viñedo lo llevó a cabo el agricultor cooperante evitándose la aplicación de nutrientes foliares en la sección en que se llevó a cabo el experimento. Esto se realizó con el fin de evitar duplicaciones en la aplicación de los nutrimentos evaluados.

Las variables evaluadas fueron rendimiento (cajas/ha por corte), contenido de sólidos solubles, coloración y reventado de las bayas. Para evaluar la cosecha se hizo un recuento de las cajas cosechadas en las diferentes fechas en cada una de las unidades experimentales (hileras). El contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) y color (%) se midió en 140 bayas procedentes de diferentes racimos en cada unidad experimental. Las bayas reventadas por racimo se midieron en 140 racimos por unidad experimental procedentes de 70 plantas donde se consideraron dos racimos por planta. Las evaluaciones de contenido de sólidos solubles, color y reventado de bayas se realizaron en dos fechas donde la primera fue al inicio de la cosecha (14/05/2009) y la segunda una vez que esta ya había comenzado (21/06/2009).

Los datos se sometieron a un análisis de varianza y se realizó comparación de medias mediante la Prueba de Duncan al 0.05% utilizando el paquete SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de cajas cosechadas no fue modificada por los tratamientos en ninguna de las fechas en que se realizó la recolección (Datos no presentados). Sin embargo, se encontró que en las dos fechas de evaluación la cantidad de sólidos solubles en las bayas fue estadísticamente mayor en los tratamientos con Amifol K que en el testigo absoluto (Cuadro 2). En la primera fecha de evaluación el tratamiento de Amifol en dosis comercial de 3 litro por ha en cada fecha de aplicación fue estadísticamente diferente a todos los restantes tratamientos (Cuadro 2). En la segunda evaluación ambas dosis de Amifol aportaron un mayor contenido de sólidos solubles que el testigo absoluto (Cuadro 2). El Boramin Ca no tuvo efecto alguno en esta variable ya que presentó un mismo contenido de sólidos solubles que el testigo absoluto. Los resultados confirman lo mencionado por Lang (1983) en el sentido de que el K está relacionado con el transporte de azúcares, en este caso hacia las bayas. Sin embargo, la respuesta hacia este nutriente puede variar según los cultivares. Previos experimentos no presentaron un aumento en el contenido de sólidos solubles al aplicar K en el cv Superior (Martínez et al., 2009).

El color de las bayas fue más intenso en los tratamientos con Amifol K, sin embargo, estos tratamientos fueron estadísticamente similares al testigo absoluto (Cuadro 3). No obstante, los tratamientos de Amifol K fueron estadísticamente diferentes al tratamiento de Boramín Ca en dosis de 1 litro por ha en la evaluación del 13 de mayo, indicando que este tratamiento redujo la coloración de las bayas. En la segunda evaluación realizada el 20 de mayo ya no se detectaron diferencias en la coloración de las bayas entre los tratamientos (Cuadro 3). Se conoce que la concentración del K es más alta en la piel de las uvas que en el mesocarpio (Coombe, 1987). Es posible que al aplicar el potasio este se concentre más en la piel cuando está en condiciones limitantes y permita una mayor translocación de carbohidratos hacia la piel los cuales son sustrato en la biosíntesis de pigmentos.

La intensidad de reventado de bayas, medida por el número de bayas reventadas por racimo fue mayor en el tratamiento con Amifol K 1.5 L/ha y menor el tratamiento Boramin Ca 1 L/ha, en la primera fecha de evaluación (Cuadro 4). En la segunda fecha de evaluación no se detectaron diferencias entre los tratamientos. En este año la cantidad de bayas reventadas por racimo fue baja ya que no existieron condiciones de alta humedad por largo tiempo después del envero de las bayas. Se requiere continuar evaluando estos tratamientos para determinar su efecto real. Previos trabajos han demostrado que las aplicaciones de cloruro de calcio redujeron la intensidad de reventado de bayas en el cv Flame Seedless (Martínez et al., 2006).

En conclusión, las aplicaciones de Amifol K favorecieron la acumulación de sólidos solubles e incrementaron la coloración de las bayas en las bayas mientras que las de Boramin Ca no tuvieron efecto en esas variables. El reventado de bayas se redujo con las aplicaciones de Boramin Ca.

LITERATURA CITADA

- Bondada BR, Shackel K and Matthews MA. 2004. Existence of intact xylem in postveraison. Technical abstracts. 55 Ann. Meeting of ASEV. p:39.
- Coombe BG. 1987. Distribution of solutes within the developing grape berry in relation to its morphology. American Journal of Enology and Viticulture 38:120–127.
- Lang A. 1983. Turgor-related translocation. Plant, Cell and Environment. 6:683–689.
- Martínez DG. 2006. Desórdenes fisiológicos de la vid. Folleto técnico 31. CECH-CIRNO- INIFAP. 32 p.
- Martínez DG y Marquez AC. 2009. Effect of ethephon, etanol and potassium on soluble solids accumulation in the grape cv. Sugraone. 59 th Ann. Meeting. Amer. Soc. Enol. Vitic. Tech Abstr. P:27.
- Ruan Y-L, Llewellyn DJ, Furbank RT. 2001. The control of single-celled cotton fiber elongation by developmentally reversible gating of plasmodesmata and coordinated expression of sucrose and K⁺ transporters and expansin. The Plant Cell 13:47–60.
- Storey R. 1987. Potassium localization in the grape berry pericarp by energy-dispersive X-ray microanalysis. American Journal of Enology and Viticulture 38:301–309.
- Mullins MG, Bouquet A. and Williams LE. 1992. The biology of the grapevine. Cambridge University Press. P:231.

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos en el contenido de sólidos solubles de las bayas cv. Flame Seedless. CECH 2009.

Producto	Dosis (L PC/ha)	Contenido de sólidos solubles °Brix	
		14/05/09	21/05/09
Amifol K	1.5	14.5 b	16.5 a
Amifol K	3	15.2 a	16.1 a
Boramín Ca	1	14.0 c	15.9 ab
Boramín Ca	2	14.1 bc	14.9 c
Testigo		14.4 bc	15.5 bc

*Medias en la misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05.

Cuadro 3 Efecto de los tratamientos en la coloración de las bayas cv. Flame Seedless. CECH 2009.

Producto	Dosis (L PC/ha)	Coloración %	
		14/05/09	21/05/09
Amifol K	1.5	91.9 a	97.2 a
Amifol K	3	91.8 a	96.0 a
Boramín Ca	1	88.5 b	96.3 a
Boramín Ca	2	91.0 ab	96.2 a
Testigo		91.3 ab	96.0 a

*Medias en la misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en la coloración de las bayas cv. Flame Seedless. CECH 2009.

Producto	Dosis (L PC/ha)	Número de bayas reventadas/racimo	
		14/05/09	21/05/09
Amifol K	1.5	2.8 a	2.2 a
Amifol K	3	2.4 ab	2.2 a
Boramín Ca	1	2.0 b	1.6 a
Boramín Ca	2	2.6 ab	2.5 a
Testigo		2.5 ab	2.2 a

*Medias en la misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05.

FACTIBILIDAD DE USO EN LA AGRICULTURA DE LODOS DE AGUAS RESIDUALES URBANAS, CIUDAD DE LA HABANA, CUBA

Omelio León Delgado¹, Tomás Díaz Valdés¹, Wilfredo Pérez Duarte¹, Carlos Balmaseda Espinosa³, Daniel Ponce de León Lima³, Leopoldo Partida Ruvalcaba², Fernando Escoboza García⁴, Ángel López López⁴, Ramón Lizárraga Jiménez². ¹MSc. Ing. Prof. de la Universidad Agraria de La Habana, Dpto. Riego, Drenaje y Ciencias del Suelo. Autopista Nacional Km 23 ^{1/2} carretera de Tapaste, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. omelio_leon@isch.edu.cu, telf. 53 47 860 274. ²Universidad Autónoma de Sinaloa, Cuerpo Académico Manejo del Agua, Suelo y Fisiología Vegetal, México. ³Universidad Agraria de La Habana, Dpto. Riego, Drenaje y Ciencias del Suelo, Cuba. ⁴Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Blvd. Delta s/n, Ejido Nuevo León, Mexicali BC, CP 21705 México.

Palabras clave: Lodos urbanos, Materia Orgánica, Nitrógeno.

RESUMEN

El vertido de lodos urbanos a los ríos, lagos u océanos está prohibido, sin embargo es una práctica común de varios países, estos vertidos provocan serios problemas ambientales, por lo que se deben emplear estrategias en la utilización de los mismos, que mitiguen el impacto ambiental y se tenga una utilidad económica en su uso. Es por ello, que el objetivo de este estudio fue evaluar la factibilidad de los lodos procedentes de la estación depuradora de aguas residuales urbanas (EDAR) "María del Carmen", ubicada en Ciudad de la Habana, Cuba, para su uso en la agricultura. El proceso de muestreo, evaluación de los parámetros analizados y el procesamiento de los resultados de la investigación se realizaron en los años 2005 al 2008. Los parámetros determinados fueron: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Fósforo (P), Materia Orgánica (M.O.), Nitrógeno (N), Metales Pesados (MP), pH y porcentaje de humedad (% de humedad). Después de la evaluación realizada se comprobó que los lodos estudiados presentan potencialidades agronómicas para ser usados en la agricultura en cuanto al contenido de M.O. (32.43%), N (2.33%), y P (0.82%).

ABSTRACT

The pouring of Sewage sludges into rivers, lakes or oceans is forbidden, however it is a common practice of several countries, these flows cause serious environmental problems, thus, strategies should be used to mitigate their environmental impacts and provide an economic utility in their use. That is why the objective of this study was to evaluate the feasibility of the sludges coming from the purifying station for urban residual waters (EDAR) "María del Carmen", located in City of Havana, Cuba, for its use in agriculture. The sampling process, evaluation of the analyzed parameters and the processing of the results of the investigation were carried out in the years 2005 to 2008. Certain parameters were: Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Match (P), Organic Matter (M.O.), Nitrogen (N), Heavy Metals (MP), pH and percent of humidity (% of humidity). After carrying out the evaluation it was proven that the sludges studied present agronomic potentialities to be used in agriculture as to the content of M.O. (32.43%), N (2.33%), and P (0.82%).

INTRODUCCIÓN

El vertiginoso crecimiento de la población a nivel mundial ha traído como consecuencia en las últimas décadas un acelerado proceso de investigación en el contexto de la ingeniería sanitaria y ambiental, teniendo como objetivo fundamental la preservación y cuidado de los recursos hídricos, así como la búsqueda de soluciones eficientes y económicas para el tratamiento y reuso de las aguas residuales y los subproductos derivados de ellas (León y D'rouville, 2005).

Dentro de las soluciones al manejo de los residuos urbanos está el tratamiento mediante los diferentes procesos existentes en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), estos deben ser dispuestos finalmente mediante algunas alternativas que se ponen en práctica a nivel mundial, las cuales frecuentemente no son las más adecuadas, el vertido a los océanos, ríos y lagos es una práctica prohibida por las leyes de diferentes países, por causar serios problemas al ambiente; la incineración, es una alternativa práctica pero no económica y ambientalmente favorable, ya que mediante esta gestión se

generan gases contaminantes a la atmósfera, por otra parte, con la alternativa de vertederos controlados se desaprovechan los elementos benéficos para la agricultura presentes en estos residuos, siendo el uso agrícola mediante sus distintas variantes (jardinería, agroforestería, acondicionamiento de suelos y compost) la alternativa más adecuada teniendo en cuenta las potencialidades que presentan estos residuos (Polo *et al.*, 1998; Beltrán *et al.*, 2002; Nascimento *et al.*, 2004; León y D´rouville, 2005; Utria, 2007). El esparcir lodos orgánicos sobre el suelo le provee a este de un humus que sirve como acondicionador y fertilizante, ya que no solo se le suministra nutrientes fundamentales para el crecimiento de las plantas tales como: materia orgánica (M.O.), nitrógeno(N), fósforo (P) y potasio (K); sino que además contribuye a mejorar las propiedades físicas del mismo, por ejemplo la porosidad, la estructura, la permeabilidad, la retención de humedad, además disminuye la acidez potencial del suelo (Utria, 2007).

Si bien estos residuos presentan grandes potencialidades para la nutrición de las plantas y el mejoramiento de las propiedades físicas de los suelos, su aplicación en la agricultura presenta algunos aspectos negativos, como son: la presencia de MP (Calvo y Walter, 2002) y microorganismos patógenos (Dumontet *et al.*, 2001), los cuales pueden influir negativamente en las propiedades de los mismos, la calidad de las cosechas de las plantas cultivadas y finalmente en la salud humana(Miralles *et al.*, 2002; Delgado *et al.*, 2000; Illera *et al.*, 2001).

Teniendo en cuenta el impacto ambiental que provoca el vertimiento de las aguas residuales y sus subproductos (lodos), es necesario desarrollar estrategias de uso encaminadas a dos principios fundamentales, el primero, mitigar en cierta medida el impacto ambiental provocado por estos residuos y segundo darles una utilidad económica mediante un uso técnicamente viable. Por lo que, el objetivo que se planteó en este estudio fue evaluar la factibilidad de los lodos de la estación depuradora de aguas residuales urbanas “María del Carmen”, Ciudad de la Habana, Cuba, para ser usados en la agricultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento y periodo de muestreo

El estudio se desarrolló en la estación depuradora de aguas residuales urbanas (EDAR), María del Carmen, ubicada en la Ciudad de La Habana, Cuba. El proceso de muestreo, evaluación de los parámetros analizados y el procesamiento de los resultados de la investigación se encuentra enmarcado entre los años 2005 al 2008. El volumen promedio de generación anual de lodos seco de la EDAR es de 1054.8 t.

Durante el proceso de evaluación se tomaron muestras en diferentes meses de lodo seco en los lechos de secado de la EDAR, una vez transcurrido el tiempo de desecación natural del lodo (aproximadamente 28 días). Las muestras fueron recogidas en pequeñas porciones y en de manera aleatoria en diferentes puntos de cada lecho de secado, con el objetivo de lograr la toma de una muestra uniforme. Los parámetros analizados fueron Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) mediante complexometría y valoración con EDTA, Fósforo (P) por colorimetría con el desarrollo del color azul de molibdofosfórico, Materia Orgánica (M.O.) por el método de Walkley y Black, Nitrógeno (N) por el método de Nessler, Metales Pesados (MP) mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica, pH mediante método potenciométrico y el porcentaje de humedad (% de humedad) por el método gravimétrico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características Físico – Químicas de los Lodos.

En el Cuadro 1, aparecen las características fundamentales de los lodos, las cuales definen sus posibilidades para ser utilizados en los sistemas de producción agrícolas. El contenido de N (2.33%), M.O. (32.43%), P (0.82%), Ca (13.38%), Mg (2.66%) y pH (7.11) es similar a los referenciados por (Quintero *et al.*, 1998) quienes encontraron que al caracterizar un lodo de depuradora, el mismo tenía un contenido de materia orgánica de 46.10% y nitrógeno de 2.64%, por su parte, (Hipólito *et al.*, 2003), encontraron contenidos N y P del lodo utilizado en sus experimentos cercanos 2.49 y 1.99%, respectivamente, mientras que (Miralles *et al.*, 2002; Miralles *et al.*, 2003), reportaron que al caracterizar el lodo deshidratado (25% humedad) utilizado en su investigación, el mismo tenía un 46% de M.O., 3.9% de N, 6.4% de P, 0.4% de K₂O.

Cuadro 1. Valores promedios de P, Ca, Mg, M.O., N, C: N y pH de los lodos en estudio.

Elementos	Rango	Valor promedio*
*N %	1.44 - 3.36	2.33
*M.O. %	14.00 - 62.90	32.43
*C:N	9.17 - 31.93	14.11
*P %	0.72 - 1.11	0.82
*Ca %	8.80 - 28.00	13.38
*Mg %	1.40 - 5.40	2.66
**Na (cmol/kg)	0.20 - 0.63	0.43
*pH (H ₂ O)	6.80 - 7.30	7.11
**Humedad (%)	7.00 - 12.00	10.00

* Meses de muestro Febrero a marzo del 2005.

** Los valores de sodio (Na) y % de humedad se determinaron en mayo 2007

Si comparamos los valores promedios obtenidos de los lodos en estudio con los de los abonos orgánicos mas utilizados en la agricultura según (Paneque y Calaña, 2004), se puede comprobar que los niveles de M.O. y N, de los lodos están por encima de los alcanzados por estos abonos orgánicos. Sólo el contenido de P presente en el Guano de Murciélago (12%) supera al de los lodos (0.82%). Por otra parte presentan mejor relación C/N (14/1) que el resto de los abonos referenciados por estos investigadores, la cual según (Gross, 1966), se clasifica de optima, teniendo en cuenta que la relación(C/N) de un suelo agrícola es de 12/1, lo que infiere que al ser aplicado y mezclado adecuadamente estos residuos con el suelo serán fácilmente transformado por la actividad microbiana y no se presentará una depresión del contenido de nitrógeno en el suelo que afecte el desarrollo de las plantas sino mas bien una mineralización que las favorezca. La rápida descomposición de la materia orgánica debido a la estrecha relación C/N de estos residuos y la formación de ácidos orgánicos bajo condiciones de pH neutro, permite la formación de humatos de calcio, compuestos órgano-mineral de alta capacidad de estructuración de los suelos, lo que determina mayor resistencia a la erosión hídrica artificial, mayor capacidad de retención de agua útil a las plantas, mejora el drenaje del suelo, además de aumentar la capacidad de retención de nutrientes a disposición de los cultivos, lo que conlleva a que se mejore la fertilidad física del suelo (Duran, 2008). Otro parámetro de importancia evaluado fue el contenido de humedad de estos abonos orgánicos, donde el guano de murciélago es el de menor humedad (23%) y supera al contenido de humedad de los lodos en estudio ya que la humedad de los mismos oscila entre 7 y 12% (10% valor promedio) una vez transcurrido su tiempo de secado (28 días), lo que facilita en gran medida su maniobrabilidad y transporte.

Otro indicador de factibilidad en el uso de los lodos está dado por la posible sustitución de fertilizantes químicos a partir del contenido de Nitrógeno (2.33%), Fósforo (0.82%) y Materia Orgánica (32.43%) que presentan los lodos de la EDAR María del Carmen en base al volumen de lodos secos que genera esta EDAR anualmente (1054.8 t/año). En el Cuadro 2 aparecen los volúmenes de N, P y M.O. que se generan anualmente en al EDAR a partir de los porcentajes antes mencionado y la producción de lodos secos de dicha entidad y en el Cuadro 3 se reflejan las potencialidades que presentan los lodos estudiados para sustituir fertilizantes químicos.

Cuadro 2. Volumen de Nitrógeno y Fósforo en los lodos secos de la EDAR M. del Carmen.

Lodos secos, t/año	Contenido de N*, t/año	Contenido de P*, t/año	Contenido de M.O.*, t/año
1054.8	24.60	8.64	342.07

* El contenido de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Materia Orgánica (MO) se calculó a partir de los porcentajes de N, P y M.O. determinados en los lodos secos, para los meses de febrero, marzo y abril 2005.

Cuadro 3. Ahorro de fertilizantes químicos mediante la utilización de lodos secos procedentes de la EDAR María del Carmen en la agricultura.

Fertilizante químico	N o P que produce la EDAR M. del Carmen, t/año	Fertilizante químico sustituido, t/año
Urea (46 % N)	24.6	53.5
Súper fosfato triple (46% P ₂ O ₅)	8.6	18.7
Total	33.2	72.2

Análisis del contenido de metales pesados de los lodos de la EDAR María del Carmen.

El contenido de metales pesados de los lodos en estudio se presenta en el Cuadro 4. Los metales que se determinaron en el estudio fueron Cd, Cr, Ni, Pb, Cu y Zn. Los niveles de todos estos elementos excepto los del plomo (Pb) y el cinc (Zn) están por debajo de los límites máximos permisibles según las normativas que regulan el uso de lodos en la agricultura de distintos países (Bontoux, 1999; NOM-004-ECOL- 2001, 2002)

Cuadro 4. Valores de metales pesados de los lodos de la EDAR M. del Carmen Vs. Estándares internacionales para uso de lodos en la agricultura.

Metal	Alemania ¹	México ²		Lodos de la EDAR M. del Carmen			
	mg/kg	Excelente mg/kg	Bueno mg/kg	mg/kg			
				Feb.	Mar.	Abr.	May.**
Cd	20	35	85	19	15	5	10
Cr	1200	1200	3000	190	180	157	142
Ni	200	420	420	99	79	80	75
Cu	1200	1500	4300	300	300	191	192
Pb	1200	300	840	2200	1700	844	839
Zn	3000	2600	7500	1340	1235	1334	1289

1. Directiva 86/ 278 (EEC) (Bontoux, 1999)

2. (NOM-004-ECOL- 2001, 2002)

3. ** La muestra del mes de mayo analizada corresponde al año 2007, el resto de los meses pertenecen al 2005.

CONCLUSIONES

Los lodos de la EDAR María del Carmen desde el punto de vista de su contenido de nutrientes están aptos para la agricultura, presentando un contenido de N, P y M.O. como elementos esenciales para los suelos y los cultivos dentro de los agroecosistemas de producción agrícola de 2.33, 0.82 y 32.43%, respectivamente, no siendo así desde el punto de vista del análisis de metales pesados, debido a que existen dos elementos, Pb y Zn que presentan valores elevado en algunos de los meses en estudios llegando a sobrepasar los estándares recomendados internacionalmente para el uso de estos residuos en la agricultura. Por lo que, se plantea que en esta primera etapa de evaluación dichos residuos deben ser usados en variantes de la agricultura que no interfieran en la salud humana, como lo es la florestaría, agroforestería, jardinería, patios viveros de plantas ornamentales y maderables y la producción de compost. Por otra parte se recomienda realizar un monitoreo periódico de los lodos de la EDAR donde se evalúen además de lo parámetros de calidad ya analizados, las poblaciones microbiológicas que presentan estos residuos ya que este es otro factor que puede influir en las potencialidades y limitantes del uso de los lodos en la agricultura.

LITERATURA CITADA

Beltrán, E. M.; Miralles, R.; Porcel, M. A.; Delgado M. M.; Beringola, J. V.; M. Bigeriego. 2002. Effect of sewage sludge compost application on ammonium-nitrogen and nitrate-nitrogen contents of an

- olive grove soil. In: Proceedings 12th International Soil Conservation. Organization Conference. Pekín. Tsinghua University Press. III: 395 - 402.
- Bontoux, L.; Vega, M.; Papameletiou, D. Tratamiento de las aguas residuales urbanas en Europa: el problema de los lodos. [Consultado 12-3-2003].
- Calvo, R.; Walter, I. 2002. Emergencia de seis cultivos tratados con lodo, fresco y compostado, de estaciones depuradoras. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 18 (3): 139 - 146.
- Delgado, M.; Porcel, M. A.; Miralles, R.; Beltrán, E.; García, J.; Bellido, N.; Bigeriego, M. 2000. Empleo de compost de depuradora como fertilizante en el cultivo de Maíz. *Vida Rural*, 109: 24 - 26.
- Dumontet, S.; Scopu, A.; Kerje, S.; Krovacek, K. J. 2001. The importance of pathogenic organisms in sewage and sewage sludge. *J. Air Waste Manage Assoc.*, 51: 848 - 860.
- Duran, A. J.L. 2008. Comunicación personal, Profesor Consultante del Departamento de Riego, Drenaje y Ciencias del Suelo, Facultad de Agronomía, UNAH, Cuba.
- Gross, A. 1966. Abonos. Guía práctica de la fertilización. Edición Revolucionaria. La Habana, Cuba.
- Hipólito J.A.; Barbarick K. A.; Gourd T. 2003. Application of Anaerobically Digested Biosolids to Dryland Winter Wheat. Technical Report (TR03-6), Colorado State University. US.
- Illera, V.; Walter, I.; Cala, V. 2001. Niveles de metales pesados en *Thymus zygis* desarrollado en suelos enmendados con residuos orgánicos urbanos. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 17 (4): 170 - 186.
- León, D. O.; D'rouville, P. Y. 2005. Evaluación de la operación de la PTAR María del Carmen con vista a la utilización de lodos albañales con fines agrícolas. (Tesis en opción al título de ingeniero Hidráulico): ISPJAE, 111 p.
- Miralles, R.; Beltrán, E.; Porcel, M. A.; Delgado, M.; Beringola, M. L.; Valero, J.; Calvo, R.; Walter I. 2002. Emergencia de seis cultivos tratados con lodo, fresco y compostado, de estaciones depuradoras. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 18 (3): 139 - 146.
- Miralles, R.; Beltrán, E.; Porcel, M. A.; Beringola, M. L.; Valero, J.; Calvo, R.; Delgado, M. 2003. Disponibilidad de nutrientes por el aporte de tres tipos de lodo de estaciones depuradoras. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 19 (3): 127.
- Nascimento, C. W. A.; Barros, D. A. S.; Melo, E. E. C. 2004. Soil chemical alterations and growth of maize and bean plants after sewage sludge application. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 28 (2): 385 - 392.
- NOM-004-ECOL-2001. 2002. Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental; lodos y biosólidos; especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. SEMARNAT. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de febrero de 2002.
- Paneque; Calaña J. M. 2004. Abonos orgánicos. Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. ACTAF, La Habana, 54 p.
- Polo, M. J.; Ordóñez, R.; Giráldez, J. V. 1998. Caracterización de los fangos de depuradora de la EDAR de Córdoba. Estudio de su aptitud agronómica. *Tecnología del Agua*, 172: 20 - 27.
- Quintero M. P.; Andrade M.L.; De Blas E. 1998. Efecto de la adición de lodo residual sobre las propiedades del suelo: Experiencia de campo. *Edafología*, 5: 1-10.
- Utria, B. E. 2007. Uso agrícola de los biosólidos de aguas residuales urbanas y su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta fisiológica del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). (Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas): INCA. 99 p.

FENOLOGÍA, PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FRUTO DE NOGAL PECANERO “WESTERN”, EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO

Ernesto Sánchez Sánchez¹, Jesús Arturo Samaniego Russo¹, Rafael Valenzuela Borbón¹, Isidoro Padilla Valenzuela¹, José Alfonso Ramírez Arredondo¹ y Manuel de Jesús Beltrán Fonseca¹.
¹INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. y Fax (642) 42 3 30 45 y 3 30 46. sanchez.ernesto@inifap.gob.mx

Palabras clave: *Carya illinoensis* Kock, variedad, rendimiento, características del fruto.

RESUMEN

El cultivo de nogal representa una opción factible y rentable para los productores del sur de Sonora, debido a que este cultivo manejado con una tecnología adecuada produce en promedio 2.5 ton ha⁻¹, con un valor promedio de los últimos 3 años de \$35,000.00 por tonelada y con un costo de producción de \$35,000.00 por hectárea, incluyendo comercialización, lo que representa una utilidad neta de \$52,500.00 por hectárea por año. El objetivo de este trabajo fue evaluar fenología, producción y características del fruto de nogal pecanero “Western”, en el sur de Sonora, en dos ciclos de producción. Se apreció un adelanto de 10 días en el año 2007 para iniciar brotación, comparado con el ciclo 2006. Los árboles de la variedad “Western” tuvieron baja producción en el año 2006, comparado al año 2007, donde los árboles casi triplicaron su producción, pues hubo una diferencia de 16.56 kg de un año al otro y el cual fue significativo estadísticamente. En cuanto al porcentaje de almendra, se contempló también un ligero incremento de 0.8% en el año 2007 comparado con el 2006.

ABSTRACT

The pecan culture represents a feasible and profitable option for the producers of southern Sonora, because this culture handled with a suitable technology yield an average 2.5 ton/ha, with a value average of last 3 years of \$35,000 per ton and with a production cost of \$35,000 per hectare, including commercialization, which represents a net utility of \$ 52,500/ ha/year. The objective of this work was to evaluate fenology, production and characteristics of the fruit of pecan cv. “Western”, in southern Sonora in two crop seasons. An advance of 10 days in 2007 was appraised to initiate budding, compared to 2006. The trees of cv. “Western” had low production in 2006, compared to 2007, where the trees almost tripled their production, because there was a difference of 16.56 kg among years, which was a significant difference. As far as the percentage of almond, a slight increase of 0.8% in compared 2007 with the 2006 was also observed.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de nogal representa una opción factible y rentable para los productores del sur de Sonora, debido a que este cultivo manejado con una tecnología adecuada produce en promedio 2.5 ton ha⁻¹, con un valor promedio de los últimos 3 años de \$35,000.00 por tonelada y con un costo de producción de \$35,000.00 por hectárea, incluyendo comercialización, lo que representa una utilidad neta de \$52,500.00 por hectárea por año. El sur de Sonora por tener una mayor certidumbre hidrológica con respecto a la mayoría de las zonas productoras del norte del país, de donde es este originario, tiene potencialmente capacidad para plantar 10,000 hectáreas en los próximos 10 años, que de llevarse a cabo generarían 350,000 jornales por año. Sin embargo, para lograr lo anterior, además del rendimiento potencial, es necesario conocer la calidad de fruto que se obtiene en esta región, lo cual es de suma importancia para competir en los centros de comercialización del producto.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue evaluar fenología, producción y características del fruto de nogal pecanero “Western”, en el sur de Sonora, en dos ciclos de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante los años 2006 y 2007, en el sur de Sonora, específicamente en el valle agrícola del Yaqui, donde se encuentran localizadas huertas comerciales de nogal. Esta localidad presenta un clima BW(h')hw, que se define como muy seco cálido (de acuerdo a Koppen y modificado por Enriqueta García, 1981) y una altura de 40msnm. La huerta seleccionada para este estudio fue de un productor cooperante, localizada en el entronque a La Tinajera, de la carretera Obregón-Bácum, establecida en un terreno de 10 hectáreas, que presenta un suelo de textura franca y riego por gravedad, donde se tienen árboles de la variedad de nogal Western, de 8 años de reinjertados sobre patrones criollos, establecidos bajo un sistema de plantación marco real, 10 x 10m. A estos árboles se les dio un manejo agronómico adecuado. La fecha de cosecha en ambos años fue el 8 de Noviembre. Las variables consideradas fueron inicio de brotación, aparición de flor masculina, aparición de flor femenina, apertura del ruezno, rendimiento por árbol, número de frutos por kilogramo, porcentaje de frutos germinados, peso del fruto y porcentaje de almendra. Se realizó un análisis estadístico completamente al azar con 4 repeticiones y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 muestra el comportamiento fenológico del árbol de nogal pecanero variedad "Western" en dos ciclos de producción y en él se puede apreciar un adelanto de alrededor de 10 días en el año 2007 para iniciar brotación, comparado con el ciclo 2006. En el caso de la aparición de flor masculina y femenina, fue un comportamiento similar a la de brotación, sin embargo en esta última se observó un ligero acortamiento de días entre estos años, se acortó a 8 días la diferencia. Sin embargo, la apertura del ruezno sucedió en la misma fecha, en ambos ciclos. El adelanto de la brotación y de las apariciones de flor masculina y femenina en el año 2007, se debió a la fecha de aplicación de Cianamida de Hidrogeno que realizó el productor, que fue más temprana que en el año 2006.

Cuadro 1. Fenología del árbol de nogal pecanero "Western" en el sur de Sonora. INIFAP

Año	Brotación	Aparición de flor:		Apertura del ruezno
		Masculina	Femenina	
2006	09-abr	14-abr	25-abr	01-oct
2007	31-mar	04-abr	17-abr	01-oct

En cuanto a la producción, en la figura 1 se observó que los árboles de la variedad "Western" tuvieron baja producción en el año 2006, comparado al año 2007, donde los árboles casi triplicaron su producción, pues hubo una diferencia de 16.56 kg de un año al otro y el cual fue significativo estadísticamente. Pero esto se debió a la alternancia que presentan los árboles de nogal de un año a otro, siendo en este caso el año de baja producción el 2006 y 2007 de alta producción.

La figura 2 muestra el número de nueces por kilogramo y se puede apreciar que Western en el año 2006 requirió de 144 frutos en promedio, mientras que en el 2007 fue de 130 frutos, sin embargo no existió diferencia significativa. Lo anterior es contrario a lo esperado, ya que este último año tuvieron más producción los árboles, y con ello una mayor competencia entre frutos de nutrientes. Sin embargo, lo anterior pudo deberse a que hubo un mejor manejo agronómico de los árboles por parte del productor durante ese ciclo. También, se observó que hubo diferencia estadística en el porcentaje de germinación de frutos en ambos años, pues la diferencia fue del 13.51% entre un año y otro. Estos resultados muestran que bajo las condiciones climatológicas y edáficas del sur de Sonora los árboles de la variedad "Western" producen frutos de mayor tamaño en comparación con

otras regiones, pues Clark y Carpenter (2000), reportan 171 frutos en Arizona; mientras que Núñez (2001), menciona un promedio de 151 frutos en La Costa de Hermosillo, Sonora. Con respecto a nuez germinada concuerdan los resultados con lo reportado por Núñez y Martínez (2001), que mencionan que el grado de ocurrencia de este desorden varía de año con año y entre variedades. Kilby y Gibson (2000), reportan porcentajes que varían desde 6 hasta 39% de nuez germinada en Western en el estado de Arizona.

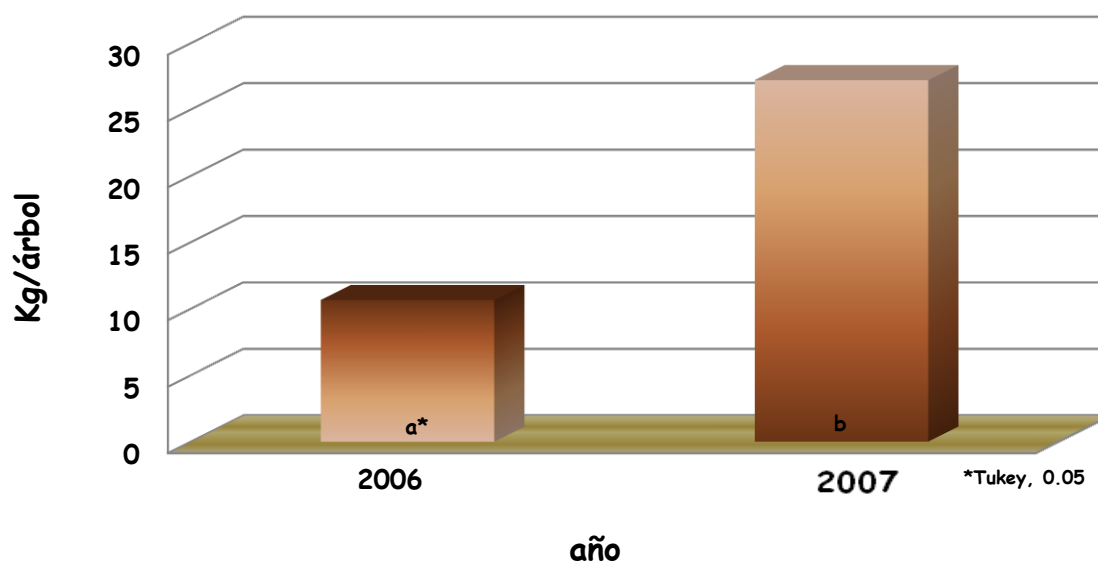


Figura 1. Rendimiento del árbol de nogal pecanero “Western”, en el sur de Sonora. INIFAP.

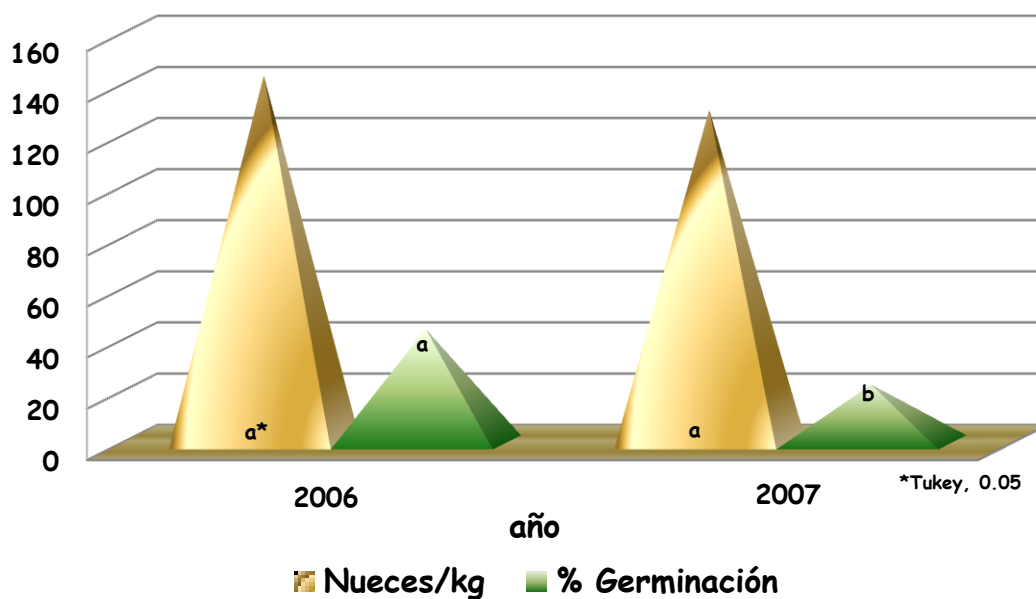


Figura 2. Número de frutos y porcentaje de germinación de nueces del nogal pecanero “Western”, en el sur de Sonora. INIFAP.

Se observó en la variable peso del fruto, una ligera diferencia de tan solo 0.56 g a favor de los frutos del año 2007, la cual no fue significativa (Figura 3). Sin embargo, este resultado supera a los obtenidos en Arizona por Olsen *et al*, (2000), pues ellos reportan un peso promedio de fruto de 3.80g para Western. Cabe hacer mención que mucho de esto depende del manejo agronómico y de las condiciones edafoclimáticas de cada región. En cuanto al porcentaje de almendra, se contempló también un ligero incremento de tan solo 0.8% en el año 2007 comparado con el 2006, que tampoco fue significativo. Estos resultados se ubican dentro del rango obtenido en otras regiones productoras de nogal pecanero, pues en el caso de Western se reportan porcentajes desde 50 hasta 59 % (Clark y Carpenter, 2000; Kilby y Gibson, 2000; Olsen *et al*, 2000; Núñez, 2001; Núñez *et al*, 2006).

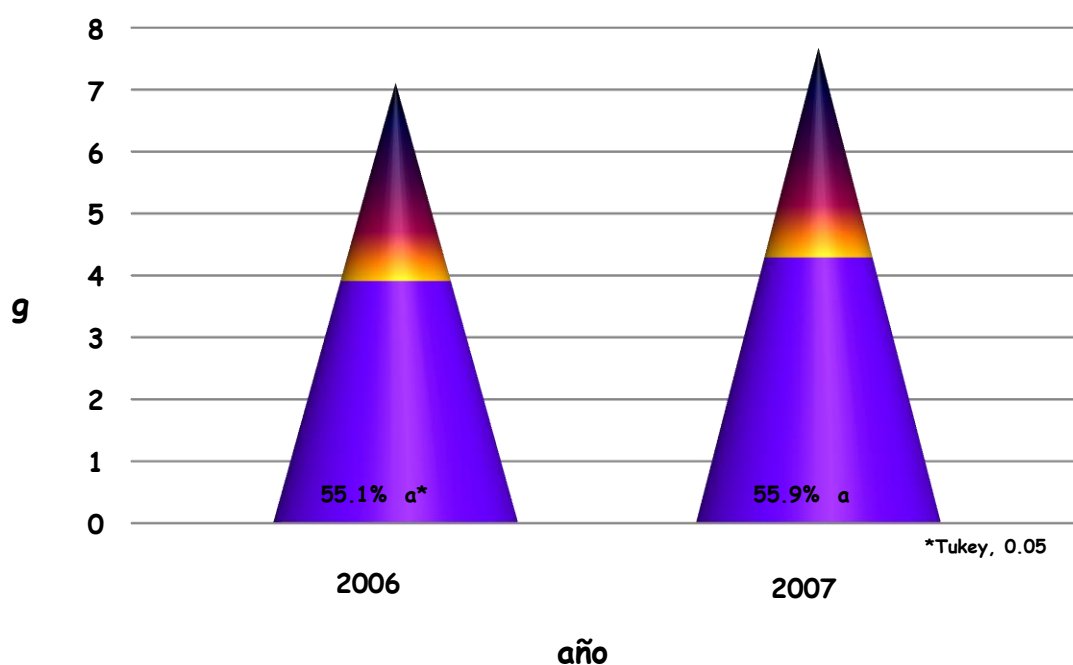


Figura 3. Peso del fruto y porcentaje de almendra de la nuez del nogal pecanero “Western”, en el sur de Sonora. INIFAP.

CONCLUSION

Los árboles de la variedad de nogal pecanero Western establecidos en huertas comerciales del sur de Sonora, presentan un comportamiento muy similar a otras regiones productoras de nuez, existiendo alternancia de producción entre los años, pero también producción y calidad de fruto.

LITERATURA CITADA

Clark, L. J. y E. W. Carpenter. 2000. Pecan variety study on the Safford Agricultural Center 1999. En: 2000 citrus and deciduous fruit and nut research report. Wright, G. y M. Kilby (Eds.) October 2000. Agricultural Experiment Station. The University of Arizona. Tucson, AZ. Series P-123: 77-80.

- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, D.F. 217 p.
- Kilby, M. y R. Gibson. 2000. Performance of mature pecan varieties in the low desert of Pinal County 1997-1999. En: 2000 citrus and deciduous fruit and nut research report. Wright, G. y M. Kilby (Eds.) October 2000. Agricultural Experiment Station. The University of Arizona. Tucson, AZ. Series P-123: 84-86.
- Núñez, M. J. H. 2001. Planeación y establecimiento de la huerta. En: El nogal pecanero en Sonora. SAGARPA-INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Costa de Hermosillo (Ed.). Libro Técnico No. 3: 39-62.
- Núñez, M. J. H., J.A. Márquez C. y G. Martínez D. 2006. Efecto del riego de melgas alternadas en nogal pecanero. En: Seminario de nogal pecanero 2006. SAGARPA-INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Costa de Hermosillo (Ed.). Memoria Técnica 21: 5-7.
- Núñez, M. J. H. y G. Martínez D. 2001. _Manejo integrado de plagas, enfermedades y maleza. En: El nogal pecanero en Sonora. SAGARPA-INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Costa de Hermosillo (Ed.). Libro Técnico No. 3: 123-174.
- Olsen, M., Rasmussen, S., Nischwitz C. y M. Kilby. 2000. Effect of powdery mildew on pecan nut weight and quality. En: 2000 citrus and deciduous fruit and nut research report. Wright, G. y M. Kilby (Eds.) October 2000. Agricultural Experiment Station. The University of Arizona. Tucson, AZ. Series P-123: 73-76.

EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE DOS VARIEDADES Y SEIS LÍNEAS AVANZADAS DE GARBANZO EN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Gustavo A. Fierros Leyva¹, Pedro Francisco Ortega Murrieta¹, Pedro Manjarrez Sandoval¹, Rafael A. Salinas Pérez¹, Isidoro Padilla Valenzuela¹, Nemecio Castillo Torres¹ y Erasmo Gutierrez Pérez¹.

¹INIFAP-CIRNO-CECH. Carretera a Bahía de Kino, Km. 12.6 Hermosillo, Sonora, México. e-mail: fierros.gustavo@inifap.gob.mx

Palabras clave: Adaptación, Calibre de exportación, Genotipo Riego por goteo.

RESUMEN

Con el objetivo de conocer la adaptación de seis líneas avanzadas de garbanzo en un sistema de producción manejado con riego por goteo después de hortalizas en la Costa de Hermosillo, esta leguminosa posee la característica de tener bajo requerimiento de agua, colocándolo como el de mayor rentabilidad por metro cúbico de agua aplicado.

Se evaluaron 6 líneas avanzadas de garbanzo, (HOGA 012, HOGA 490-2, HOGA 021, HOGA 067, HOGA MOGA 36 y HOGA 508,) y dos variedades como testigos (Costa 2004 y Blanco Sinaloa 92) durante el ciclo 2008-2009. Se sembró el 08 de enero del 2009 en plano sobre terreno húmedo, se fertilizó con 52 kg de nitrógeno por hectárea aplicado a través del sistema de riego. Se evaluó: Rendimiento de grano, porcentaje de exportación, calibre de exportación, rendimiento de exportación y tipo de planta.

El genotipo que mostró mejor adaptabilidad en rendimiento de grano fue HOGA 067 con 3.72 t ha⁻¹, seguido por MOGA 36 con 3.39 t ha⁻¹, las variedades Costa 2004 y Blanco Sinaloa 92, rindieron 3.03 y 3.13 t ha⁻¹, respectivamente. En calibre de grano, la línea HOGA 508, presentó el mejor con 35 granos en 30 gramos pero tuvo rendimiento bajo (2.31 t ha⁻¹), seguida por HOGA 067 con 38 granos. El mejor porcentaje de exportación fue obtenido con HOGA 067 y la variedad Costa 2004 con 97.3% de exportación cada una.

ABSTRACT

With the objective of knowing the adaptation six forward lines of chick-pea in a production system handled with irrigation by dripping after vegetables in the Coast of Hermosillo, this legume owns the characteristic to have under water requirement, placing it like the one of the best rentability by cubic meter of applied water.

6 lines of chick-pea were evaluated, (HOGA 012, HOGA 490-2, HOGA 021, HOGA 067, HOGA MOGA 36 and HOGA 508,) and two varieties like witnesses (Coast 2004 and White Sinaloa 92) during cycle 2008-2009. The sowing date was the 08 of January of the 2009 in plane on humid land, was become fertile with 50 kg of nitrogen by hectare applied through irrigation system. It was evaluated: Grain yield, percentage of export, caliber of export, yield of export and type of plant.

The genotype that showed better adaptability in grain yield was HOGA 067 with 3,72 t ha⁻¹, followed by MOGA 36 with 3,39 t ha⁻¹, the varieties Costa 2004 and Blanco Sinaloa-92 yield 3,13 and 3,03 t ha⁻¹ respectively. In grain caliber, line HOGA 508, presented the best one with 35 grains in 30 grams but it had yield low (2,31 t/ha), followed by HOGA 067 with 38 grains. The best percentage of export was obtained with 067 HOGA and the variety Costa 2004 with 97.3% of export each one.

INTRODUCCIÓN

Entre las leguminosas de grano seco, el garbanzo ocupa el segundo lugar en importancia mundial después del frijol. (FAO 2006). México figura entre los países productores y exportadores de esta leguminosa más importantes del mundo, la superficie en promedio nacional es de 150,000 hectáreas. Siendo la segunda leguminosa más importante en el país (Gómez y col., 1998). En la Costa de Hermosillo como en todas las áreas agrícolas del mundo, el problema de la escasez de agua para riego se agudiza cada vez mas, reduciendo año tras año la disponibilidad de agua para esta actividad, ante esta perspectiva los cultivos de baja rentabilidad por metro cúbico de agua

aplicada como trigo y maíz, han, reducido su superficie de siembra. Bajo estas condiciones de restricción de agua, el garbanzo constituye un cultivo cuyos requerimientos hídricos son bajos, además del buen precio en el mercado internacional el cual resulta atractivo para los productores que han tomado la opción de producir esta leguminosa incrementando su superficie de siembra en esta región. El establecimiento de garbanzo en riego por goteo después de hortalizas es una práctica que se ha estado haciendo cada vez mas frecuente con buenos resultados en rendimiento, calidad y rentabilidad debido a que se cuenta con la infraestructura de riego del ciclo anterior, lo que reduce los costos de producción por concepto de cinta de riego en aproximadamente 500 dólares/ha. Este sistema contempla diferentes distancias entre cintas de riego, desde 1.60 hasta 2.0 metros de separación, lo que plantea la expectativa de respuesta del garbanzo a estas separaciones, este sistema de producción incrementa la eficiencia en la aplicación de agua y fertilizantes, disminuyendo lámina de riego total, y reducción del riesgo de enfermedades foliares (Durón y col., 2004). El objetivo de este estudio fue el de determinar las líneas de garbanzo que se adaptan mejor a este sistema de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Costa de Hermosillo, en el ciclo 2008-2009 en el Campo SPR Kino bajo las condiciones del agricultor cooperante. Se evaluaron 2 variedades de garbanzo: Blanco Sinaloa 92, y Costa 2004, además 6 líneas avanzadas de garbanzo blanco resultado del programa de mejoramiento genético de garbanzo en la Costa de Hermosillo, (HOGA 012, HOGA 490-2, HOGA 021, HOGA 067, HOGA 447-6 y HOGA 508,). Se sembró el 08 de enero del 2009, cosechándose el 28 de mayo del mismo año, en plano en terreno húmedo regado con cinta de goteo Streamline 6000 con goteros a 30 cm y gasto de 0.77 l/g/h, las cintas estaban separadas a 2.0 m sembrándose 4 hileras por cinta separadas a 40 centímetros entre hileras, se utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimental fue de 4 hileras por 20 m de largo y la parcela experimental de 4 hileras por 5 m de largo (10m²). La siembra se hizo con sembradora mecánica MX-71, depositando de 11 a 13 semillas por metro lineal (240,000 semillas /ha). La semilla se trató con Carbendazim + Captan 250 gr + 250 gr/100 kg de semilla para protegerla del ataque de hongos. Antes de la siembra no se aplicó fertilizante, posteriormente se hicieron dos aplicaciones por el sistema de riego, la primera a los 34 días después de la siembra con 26 kg de nitrógeno por hectárea y la segunda a los 51 días después de la siembra con la misma dosis, no se aplicó fósforo. Durante el desarrollo del cultivo se dieron 8 riegos con lámina total de 36.5 centímetros (Figuras 1 y 2). Las variables evaluadas fueron: Rendimiento de grano, porcentaje de exportación, rendimiento de exportación, calibre de exportación y tipo de planta.

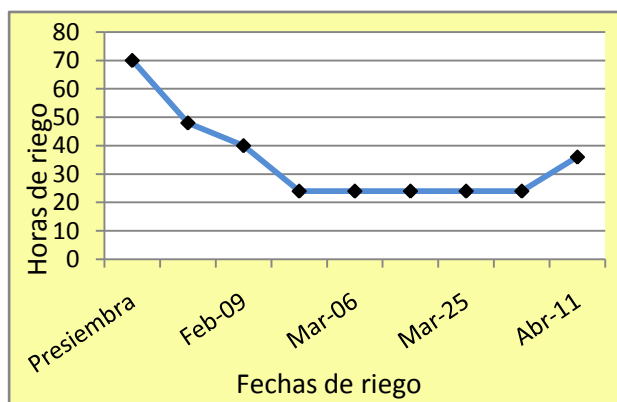


Figura 1. Horas de riego y fechas de aplicación en garbanzo, C.E. Costa de Hermosillo 2008'09

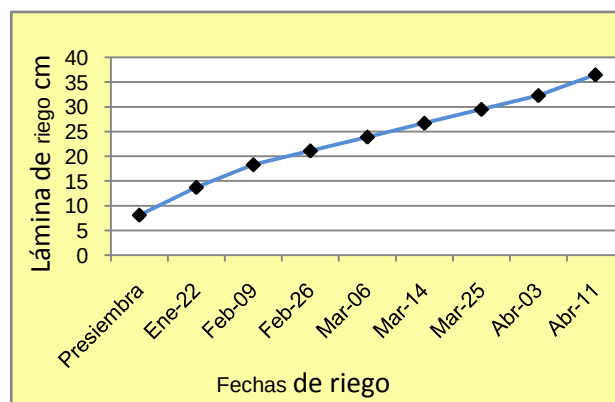


Figura 2. Lámina de agua acumulada aplicada en garbanzo C.E. Costa de Hermosillo 2008'09

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de grano: El análisis estadístico de esta variable detectó diferencias (DMS 0.05) significativas entre los genotipos evaluados. HOGA 067 fue la línea que significativamente superó en 16% y 17.5% en rendimiento a las variedades Blanco Sinaloa 92 y Costa 2004. Le siguieron en valores absolutos las líneas MOGA 36 que superó en 6.7 % a Blanco Sinaloa 92 y en 8.7% a Costa 2004, HOGA 021, tuvo rendimiento superior a Blanco Sinaloa 92 y Costa 2004 en 4% Y 6.8% respectivamente. HOGA 012 y HOGA 508, no tuvieron la mejor adaptación, con rendimientos de 2.75 y 2.31 t ha⁻¹ (Cuadro1). Esto concuerda con los resultados encontrados por Padilla, *et al*, (2008), al evaluar cinco variedades de garbanzo blanco bajo riego por goteo en el Valle de Guaymas-Empalme aplicando 31 centímetros de lámina obteniendo rendimiento de 2.4 toneladas con la variedad Costa 2004, la separación de cintas fue de dos metros en donde se sembraron dos hileras separadas a 70 centímetros, depositando 25 semillas por metro por hilera (312,500 semillas por hectárea), el día 23 de noviembre del 2006, la ganancia neta obtenida bajo este sistema en el mejor tratamiento fue de \$7,908.00 por hectárea con la variedad Tequí Blanco 98. Estos resultados tienen relación a lo encontrado por Geraldo (2003). En un estudio en el Campo Experimental Valle de Santo Domingo, al evaluar la productividad de variedades de garbanzo en dos sistemas de labranza: labranza de conservación, y labranza convencional utilizando cinta de goteo en camas a 1.60 m con dos hileras de plantas, separadas a 30 centímetros sembrando de 80 a 85 kilogramos de semilla por hectárea, la lámina total aplicada en el sistema de labranza de conservación fue de 18 centímetros y en labranza convencional de 20 centímetros distribuidos en 8 riegos, el rendimiento obtenido fue de 2.0 y 1.8 t/ha para labranza de conservación y convencional respectivamente.

Cuadro 1. Rendimiento de grano de los genotipos evaluados y su significancia estadística

Genotipo	Rendimiento t ha ⁻¹
HOGA 067	3.72 a*
MOGA 36	3.39 ab
HOGA 021	3.25 abc
B. Sinaloa-92	3.13 bc
Costa 2004	3.03 bc
H 490-2	2.88 bc
HOGA 012	2.75 cd
HOGA 508	2.31 d

*Valores con la misma letra no son significativamente diferente (DMS 0.05).

Porcentaje de exportación: De acuerdo al análisis de varianza no hubo diferencia significativa entre genotipos, Costa 2004 presentó el porcentaje de exportación mas alto con 97.3%, al igual que la línea HOGA 067, el resto de los materiales obtuvieron porcentajes superiores a 96%, excepto MOGA 36 con 95.3%, el promedio general de porcentaje de exportación fue de 96.5%(Cuadro3). Los resultados anteriores indican que la producción de garbanzo bajo el sistema de riego por goteo suma a los genotipos evaluados la calidad en porcentaje de exportación, debido a la distribución mas uniforme del agua de riego, lo cual no sucede cuando se utiliza riego por gravedad, lo cual concuerda con lo obtenido por Fierros (2008), obteniendo promedios de porcentaje de exportación en 8 genotipos evaluados de 89% al aplicar solo dos riegos de presiembra, coincidiendo la mayor demanda de humedad de la planta con temperaturas mas elevadas y menor disponibilidad de agua en el suelo denominándosele a este fenómeno sequía terminal.

Rendimiento de exportación: Está en función del volumen total cosechado y el porcentaje de exportación expresado por cada genotipo de acuerdo al manejo agronómico, la calidad de grano obtenido debido al sistema de riego aplicado y el contenido genético de estos materiales. Este

resultado es elevado de tal manera que de rezaga o mochote que no se comercializa es de 3 a 4% en la mayoría de los genotipos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de exportación y rendimiento de exportación de dos variedades y 6 líneas avanzadas de garbanzo blanco

genotipo	Porcentaje de exportación	Rendimiento de exportación t ha ⁻¹
Costa 2004	97.3 a*	2.95 a*
HOGA 067	97.3 a	3.62 a
HOGA 012	96.9 a	2.67 a
B. Sinaloa-92	96.8 a	3.03 a
HOGA 021	96.7 a	3.03 a
HOGA 490-2	96.1 a	2.77 a
HOGA 508	96.1 a	2.22 a
MOGA 36	95.3 a	3.23 a
PROMEDIO	96.6	2.94

*Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (p=0.05)

Calibre. Esta variable está en función de la cantidad de granos que hay en 30 gramos y la muestra debe tomarse del grano de calidad de exportación (Morales *et al* 2004). De acuerdo al análisis estadístico, se encontró diferencia en esta variable en los genotipos evaluados, HOGA 490-2, MOGA 36 y Blanco Sinaloa 92, tuvieron 44, 44 y 43 granos en 30 gramos respectivamente y de acuerdo a la escala de clasificación Española (Cuadro 4). (Morales *et al* 2004), en donde se observa que de acuerdo a los valores obtenidos la clasificación (calibre) corresponde a XXX, Los genotipos que presentaron menor cantidad de granos en 30 gramos fueron: HOGA 012, HOGA 067 y HOGA 508, con 40, 38 y 35 respectivamente y de acuerdo a la escala Española de clasificación presentan mejor calibre de comercialización, estarían en las categorías XXX HOGA 012 , XXXXX HOGA 067 y XXXXXXXX HOGA 508, este último genotipo fue especialmente desarrollado para obtener tamaño de grano grande y color blanco el cual es muy apreciado en el mercado internacional, sin embargo el rendimiento es menor al resto de los materiales lo cual es compensado por las características anteriormente señaladas. Estos resultados concuerdan por los obtenidos en el CEVA.U en Sinaloa por Manjarrez (2008), al promediar tres localidades en donde se evaluaron estos materiales, HOGA 340-2 fue el genotipo que presentó mayor cantidad de granos en 30 gramos, con 46.6 calibre X , y HOGA 508, la que presentó menor cantidad con 38, categoría XXXX ,obteniendo sobrepeso de 5 dólares por cada punto arriba a partir de la categoría 0, en esta región se obtuvo mayor calibre que en la Costa de Hermosillo, debido a que el sistema de producción consiste en dar 1 ó 2 riegos de auxilio al cultivo.

Cuadro 3. Número de granos contenidos en 30 gramos, categoría (calibre) y significancia estadística de 8 genotipos de garbanzo blanco.

Genotipo	Granos en 30 gramos	Categoría
HOGA 490-2	44 a*	XXX
MOGA 36	44 a	XXX
B. Sinaloa-92	43 ab	XXX
Costa 2004	43 ab	XXX
HOGA 021	42 abc	XXX
HOGA 012	40 bc	XXXXX
HOGA 067	38 cd	XXXXX
HOGA 508	35 e	XXXXXXX

*Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (p=0.05)

Cuadro 4. Clasificación Española por su tamaño y su valor 2001/2002, (Morales *et al* 2004).

Categoría	Granos por 30 g	Dólares/t
XXX	42-44	515
XX	44-46	510
X	46-48	505
0	48-50	500
2	50-52	490
4	52-54	440
6	54-56	430
8	56-58	420
10	58-60	410

Tipo de planta: Se modificó ligeramente el tipo de planta bajo este sistema de producción, los materiales evaluados tienen la formación y selección genética de tipo de planta erecta con el objetivo de facilitar la trilla mecánica la cual es posible que se realice con la menor pérdida de grano, el porte y dosel de la planta fueron genotípicamente y fenotípicamente los esperados para que estos materiales tuvieran buena adaptación a este sistema de producción, lo que se reflejó en rendimiento, calibre y porcentaje de exportación, la cobertura del total de la superficie no se logró debido a la fecha de siembra, y a las temperaturas que se presentaron durante el ciclo de desarrollo del cultivo (Figura 3), lo que se tradujo en mejor rendimiento y calidad de grano. Llevar a cabo esta siembra bajo este sistema de producción es posible inclusive en materiales como HOGA 508 que su porte de planta es semi-erecto con ramas semi-abiertas aún cuando no tiene rendimientos buenos lo cual es una característica genética, si incrementa la calidad del grano.

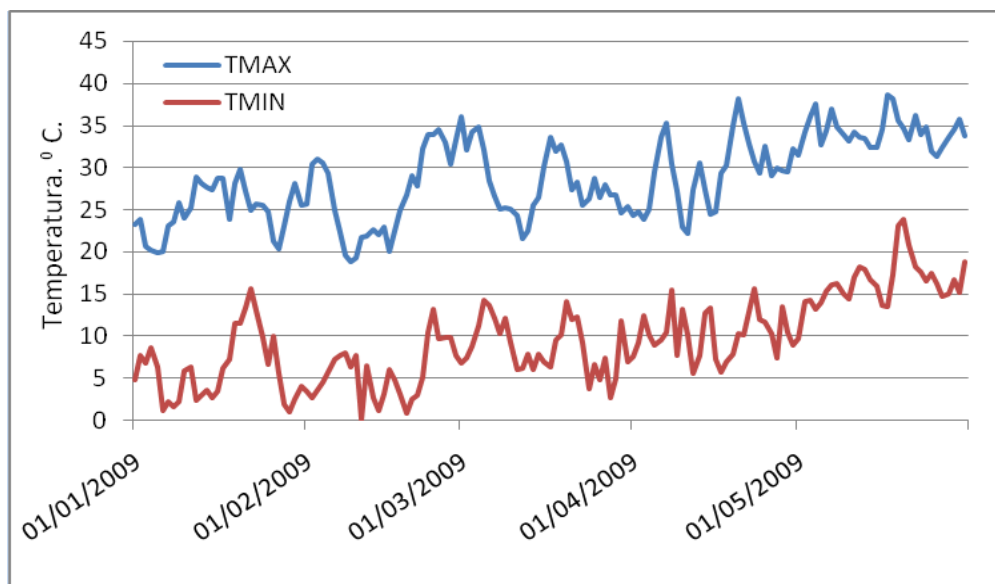


Figura 3. Temperatura máxima y mínima durante el ciclo del cultivo. Estación climatológica: "El Perico 1" de la Costa de Hermosillo, Sonora.

CONCLUSIONES

La siembra de garbanzo en sistema de riego presurizado después de hortalizas es rentable modificando el manejo agronómico.

Los genotipos y variedades de garbanzo evaluados mostraron buena adaptación al sistema de producción de riego por goteo.

El rendimiento de grano y componentes de rendimiento cumplen las expectativas del mercado Internacional.

LITERATURA CITADA

- Durón, N.J.L., B. Valdéz G., y J.A. Morales G. 2004. Manejo del agua, capítulo 6. *In*. El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. INIFAP-CIRNO-CECH. p.136.
- FAO. 2006. Producción Mundial de Garbanzo. <http://fao.org>.
- Fierros, L. G. A., J.A. Morales, G., M., P.F. Ortega, M., y J. Grageda, G. 2008. Comportamiento de seis líneas y dos variedades de garbanzo en la Costa de Hermosillo. XI Congreso Internacional en ciencias agrícolas, Mexicali Baja California.
- Geraldo, M. J. B. 2003. Validación de tecnología de labranza de conservación en el Valle de Santo Domingo, Baja California Sur. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro Regional del Noroeste, Campo Experimental Valle de Santo Domingo. pp 5,7.
- Gómez, G.R.M., G.Avilés.J., Pérez, V., y P. Manjarrez, S. 1998. El cultivo del garbanzo blanco en el Centro de Sinaloa. Folleto para productores No. 41. Campo Experimental Valle de Culiacán. p. 32
- Manjarrez, S. P. 2008. Parcelas de validación de 6 líneas avanzadas y 2 variedades de garbanzo en 3 localidades del centro de Sinaloa. Reporte Técnico. INIFAP-CIRNO-CEVACU. p 6.
- Morales, G. J. A., L.J. Durón N., G. Martínez D., J.H. Núñez M., y A. Fú C. 2004. El cultivo de garbanzo. Libro técnico No. 6. INIFAP- CIRNO-CECH. p.5-271.
- Padilla, V. I., J. E. Ortiz, E., M. Madrid, C., I. Armenta, C., y S. Sepúlveda, M. 2008. Evaluación de cinco variedades de garbanzo blanco (*Cicer arietinum*, L.) bajo riego de goteo en el valle de Guaymas-Empalme., *in*. Investigación y validación de prácticas agrícolas en el valle de Guaymas-Empalme, Sonora 2007-2007. Publicación especial No. 17. INIFAP-CIRNO CEVY. P. 19-22.

TOLERANCIA DEL ALGODÓN LL25XGLYTOL A GLUFOSINATO DE AMONIO Y GLIFOSATO DURANTE EL CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008 EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Luis Miguel Tamayo Esquer¹ y Luis Miguel Tamayo Peñuñuri¹. ¹Campo Experimental Valle del Yaqui (CIRNO-INIFAP). tamayoluis@gmail.com

Palabras clave: Resistencia, transgénico, herbicidas, selectividad, control.

RESUMEN

Las variedades de algodón transgénicas actuales, cuentan con una ventana de aplicación muy limitada; lo que ocasiona reinfestación en maleza perenne; por lo que se requiere de materiales con mayor flexibilidad en su época de aplicación y evaluar si éstas afectan su desarrollo, lo que coincide con el objetivo del presente, confirmar la tolerancia de las variedades con el evento LL25xGlyTol, a la aplicación de glifosato y glufosinato de amonio. El ensayo se realizó en el Valle del Yaqui; usándose una variedad convencional y una mejorada genéticamente con el evento LL25xGlyTol (FM Convencional y FM GTLL). Se usó un diseño completamente al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones. Se realizaron tres aplicaciones con varias dosis y mezclas de ambos herbicidas, en 3 épocas; en algodón con dos hojas verdaderas, 6-8 hojas y al cierre del cultivo. Se registró altura de planta promedio a los 0, 7 y 14 días y a la cosecha. Además, se evaluó el rendimiento. Los resultados muestran que en la altura de la variedad FM GlyTol LL, no se apreciaron efectos en ninguna de las épocas de aplicación. La mayoría de los tratamientos aplicados, no afectaron el rendimiento del cultivo; con excepción de Liberty®-Liberty®-LIBERTY® y la mezcla de Liberty®+Glyphos® 1X, aunque este último tratamiento en dosis duplicada (2X) no presentó daños al cultivo como para que su rendimiento se viera afectado.

ABSTRACT

The present transgenic varieties of cotton plant, count on a window of application very limited; what causes reinfestation in perennial weeds; reason why it is required of materials with greater flexibility at his time of application and to evaluate if these affect their development, which of the present, to confirm the tolerance of the varieties with the LL25xGlyTol event, to the application of glifosato and glufosinato of ammonium. The test was realised in the Valley of the Yaqui; being used a conventional variety and one improved genetically with the LL25xGlyTol event (FM Conventional and FM GTLL). A design at random with 9 treatments and 4 repetitions was used completely. Three applications with several doses and mixtures of both weed killers were realised, at 3 times; in cotton with two true leaves, 6-8 leaves and to the closing of the culture. Average to the 0 was registered height of plant, 7 and 14 days after applications and to the harvest. In addition, the yield was evaluated. The results show that in the height of variety FM GlyTol LL, effects in any of the times of application were not appraised. The majority of the applied treatments, did not affect the yield of the culture; except Liberty®-Liberty®-LIBERTY® and the mixture of Liberty®+Glyphos® 1X, although this last treatment in duplicated dose (2X) did not present/display damages to the culture like so that its yield was affected.

INTRODUCCIÓN

El algodón LL25xGlyTol producido por cruzamiento convencional de los eventos LL25 (Liberty®Link) y GlyTol (Glyphosate tolerant) que le confieren tolerancia a los herbicidas glufosinato de amonio (LIBERTY®200) y glifosato (Glyphos®), respectivamente. El gen *bar*, el cual le confiere tolerancia al herbicida glufosinato de amonio al organismo receptor, fue aislado a partir del microorganismo *Streptomyces hygroscopicus*, cepa ATCC21705 (Murakami *et al.*, 1986), el cual tiene una amplia distribución en la naturaleza. El gen *bar* se encuentra en cepas de *Streptomyces* que producen bialaphos, y codifica la enzima PAT que metaboliza el componente fosfotricina a un derivado acetilado inactivo; este gen bacteriano ha sido expresado en plantas bajo el control de un promotor de plantas específico (Thompson *et al.*, 1987).

Las variedades transgénicas ocupan un lugar importante en la superficie sembrada con este cultivo en la región; sin embargo, la superficie correspondiente a las variedades usadas actualmente a nivel comercial, cuentan con una ventana de aplicación muy limitada (2 a 3-5 hojas), lo que permite en el caso de especies perennes, la rebrotación y establecimiento de las poblaciones de las especies dentro de la etapa de período crítico de competencia. Lo que hace necesario contar con variedades con un margen mas amplio en su época de aplicación como el algodón LL25xGlyTol; para las que se requiere evaluar la eficacia de los transgenes con respecto a la tolerancia a ambas clases de herbicidas y subsecuentemente determinar si alguna de las varias aplicaciones de los herbicidas afecta el crecimiento de la planta o su desempeño agronómico, lo que coincide con los objetivos del presente estudio que consisten en: Confirmar la tolerancia de las variedades que contienen el evento LL25xGlyTol a la aplicación de los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio en distintas dosis y subsecuentemente determinar si alguna de estas aplicaciones de los herbicidas afecta el crecimiento de la planta o su comportamiento agronómico; asimismo, confirmar la efectividad de los herbicidas glufosinato de amonio y glifosato en las distintas malezas presentes en el predio bajo las condiciones de la región aldonera del Valle del Yaqui, Sonora para desarrollar la recomendación del sistema de control de maleza Liberty®Link - GlyTol. Además, desarrollar un estudio de dinámica poblacional de maleza presente en el sitio de liberación (predio).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en los terrenos del Campo Experimental Valle del Yaqui en condiciones de aislamiento, durante el ciclo agrícola primavera verano 2008. El cultivo del algodón con una variedad convencional y una variedad mejorada genéticamente con el evento LL25xGlyTol. (FM Convencional y FM Glytol LL). Se usó un diseño estadístico completamente al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones. Cada tratamiento fue en cuatro surcos de aproximadamente 30 metros de largo. Los tratamientos se presentan en el Cuadro 1, los cuales consistieron en tres aplicaciones de diferentes dosis y mezclas de los herbicidas glufosinato de amonio (nombre comercial LIBERTY®200) y/o glifosato (nombre comercial Glyphos®); los cuales, fueron aplicados en parcelas experimentales de cuatro surcos separados a un metro por 30 metros de largo (120 m²). La siembra se realizó con una densidad de 22-23 semillas por metro lineal; donde la parcela útil fue de dos surcos centrales por cinco metros de largo (10 m²), separándose por un surco entre parcelas (1 m).

CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS PARA DETERMINAR LA SELECTIVIDAD DE GLUFOSINATO DE AMONIO Y GLIFOSATO EN TRES FECHAS DE APLICACIÓN BAJO LAS CONDICIONES DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Variedad	Herbicida (dosis)
1. FM Convencional	Testigo enhierbado todo el ciclo
2. FM GlyTol LL	Testigo limpio todo el ciclo
3. FM GlyTol LL	Glyphos®+ Glyphos®+ Glyphos® (1121 IA gr/ha por aplicación)
4. FM GlyTol LL	LIBERTY® 200+ LIBERTY® 200+ LIBERTY® 200 (600 gr IA/ha por aplicación)
5. FM GlyTol LL	LIBERTY®200 (600 gr IA/ha) + Glyphos® (1121 IA gr/ha)+ LIBERTY®200 (600 gr IA/ha)
6. FM GlyTol LL	Glyphos® (1121 IA gr/ha) – LIBERTY® 200 (600 gr IA/ha) – Glyphos® (1121 IA gr/ha)
7. FM GlyTol LL	Mezcla de tanque: LIBERTY® 200 (600 gr/ha) + Glyphos® (1121 gr/ha) por cada aplicación
8. FM GlyTol LL	Mezcla de tanque: LIBERTY®200 (1200 gr/ha) + Glyphos® (2242 gr/ha) por cada aplicación

Las aplicaciones de los herbicidas se efectuaron en tres etapas de crecimiento del algodón; la primera cuando el algodón contaba con dos hojas verdaderas, la segunda en la etapa de 6-8 hojas verdaderas y la tercera en la etapa de cierre del cultivo, por lo que se realizaron tres aplicaciones independientemente de la maleza presente. Para la aplicación de los tratamientos herbicidas, se utilizó una aspersora de mochila motorizada provista de un aguilón con boquillas de abanico plano 8002, con un gasto de aproximadamente 200 litros de agua por hectárea. Para determinar si alguna de las varias aplicaciones de los herbicidas afecta el crecimiento de la planta o su desempeño agronómico se tomaron las siguientes variables: 1) Altura promedio de 4 plantas al momento de la aplicación a los 0, 7 y 14 días después de aplicado DDA; además, se registró la altura final cuando 100% de las bellotas han abierto antes de la cosecha. y 2) Rendimiento de algodón hueso reportado en kg/hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2, presenta la altura de planta como resultados de los tratamientos correspondientes a la primera fecha de aplicación (etapa de 2 hojas verdaderas); donde se aprecia que desde antes de la aplicación, se presentan diferencias significativas entre algunos de los tratamientos, las cuales variaron entre 7.0 y 11.3 centímetros de altura en el caso de FM GlyTol LL. En el caso de la variedad FM Convencional, los tratamientos uno y nueve presentaron 9.8 y 10.5 centímetros de altura, no registrando diferencias significativas entre ambos tratamientos.

En la evaluación realizada siete días después de la aplicación de los tratamientos, los resultados muestran entre 6.9 y 8.7 centímetros de altura para los tratamientos aplicados en la variedad FM GlyTol LL; no registrándose diferencias significativas entre los tratamientos a base de herbicidas y el testigo limpio todo el ciclo. Asimismo, la variedad FM Convencional no presenta diferencias significativas entre el testigo limpio y el testigo enhierbado, ni con el testigo limpio de la variedad FM GlyTol LL.

CUADRO 2. ALTURA DE PLANTAS DE ALGODÓN COMO RESULTADO DE LA PRIMERA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Tratamiento	Altura de planta (cm)			
		0	7	14dda	Cosecha
1	FM Convencional: Testigo enhierbado todo el ciclo	9.8 abc	6.4 c	10.3 bc	46.25 c
2	FM GlyTol LL: Testigo limpio todo el ciclo	10.5 ab	7.5 abc	12.8 a	107.5 ab
3	FM GlyTol LL: Glyphos®-Glyphos®-Glyphos® (1121 ia/ha)	11.3 a	7.5 abc	11.4 ab	110.0 ab
4	FM GlyTol LL: Liberty®-Liberty®-LIBERTY®(600 ia/ha)	7.0 c	7.5 abc	12.5 a	100.0 b
5	FM GlyTol LL: Liberty®-Glyphos®-LIBERTY®(600-1121-600)	9.3 abc	7.8 ab	12.5 a	105.0 ab
6	FM GlyTol LL: Glyphos®-Liberty®-Glyphos® (1121-600-1121)	8.8 abc	7.2 bc	11.9 ab	100.0 b
7	FM GlyTol LL: Mezcla Liberty®+Glyphos®/aplic.(600+1121)	8.5 abc	6.9 bc	9.2 c	120.0 a
8	FM GlyTol LL: Mezcla Liberty®+Glyphos®/aplic(1200+2242)	8.3 bc	8.7 a	12.8 a	111.3 ab
9	FM Convencional: Testigo limpio todo el ciclo	10.5 ab	6.8 bc	10.7 abc	116.3 a

Letras iguales sin diferencias C. V. = 21.76% 12.76% 13.11% 10.83%
DMS = 2.9387 1.3585 2.1967 15.9956

Para la evaluación realizada 14 días después de la aplicación de los tratamientos, la altura de la variedad FM GlyTol LL varió entre 9.2 y 12.8 centímetros; registrándose diferencias significativas

sólo entre el tratamiento a base de la mezcla de Liberty®+ Glyphos® (600+1121 g i.a./ha) que registró una altura de sólo 9.2 centímetros y el testigo limpio con 12.8 centímetros de altura, aunque el tratamiento a base de la dosis duplicada de esta mezcla, no presentó diferencias significativas con el testigo limpio todo el ciclo. En el caso de la variedad FM CONVENTIONAL, los resultados no muestran diferencias significativas entre el testigo limpio y enhierbado durante esta fecha de observación.

En la evaluación realizada durante la cosecha del cultivo, los resultados muestran que no se registran diferencias significativas entre los tratamientos aplicados con herbicida en la variedad FM GlyTol LL y el testigo limpio todo el ciclo; con la sola excepción del tratamiento correspondiente al testigo enhierbado para la variedad FM Convencional, que sólo alcanzó una altura de 46.25 centímetro al final del ciclo del cultivo. Lo anterior, indica que no se aprecian efectos de los diferentes tratamientos con herbicidas y mezclas, aplicados en la etapa de dos hojas verdaderas (1era aplicación) sobre la altura de plantas de algodón en la variedad FM GlyTol LL.

El Cuadro 3, presenta los resultados de la altura de las plantas de algodón, como efecto de la segunda aplicación, realizada cuando el cultivo contaba con un desarrollo entre 6 y 8 hojas verdaderas; donde puede apreciarse que en el momento de la aplicación, el desarrollo de la variedad FM GlyTol LL, presentaba entre 11.9 y 19 centímetros de altura en las parcelas tratadas con herbicidas, no registrando diferencias significativas en relación al testigo limpio (tratamiento 2), con excepción del tratamiento 7 (Liberty®+Glyphos®/aplic.(600+1121)) y el testigo enhierbado, que registraron sólo 11.9 y 10.3 centímetros de altura respectivamente.

Para la evaluación realizada 7 días después de la segunda aplicación, se aprecia que sólo los tratamientos tres, cinco y seis (Glyphos®-Glyphos®-Glyphos®, Liberty®-Glyphos®-Liberty y Glyphos®-Liberty®-Glyphos®) no presentaron diferencias significativas con el testigo limpio todo el ciclo que registró una altura de 31 centímetros (tratamiento 2); el resto de los tratamientos a base de herbicidas, presentaron una altura inferior, sobresaliendo el tratamiento siete (Liberty®+Glyphos® 1X), que sólo registró una altura de 19.4 centímetros, igualando al testigo enhierbado que presentó un desarrollo de sólo 15.5 centímetros de altura.

CUADRO 3 ALTURA DE PLANTAS DE ALGODÓN COMO RESULTADO DE LA SEGUNDA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Tratamiento	Altura de planta (cm)			
		0	7	14dda	Cosecha
1	FM CONVENTIONAL : Testigo enhierbado todo el ciclo	10.3 b	15.5 c	15.9 d	46.25 c
2	FM GlyTol LL: Testigo limpio todo el ciclo	18.2 a	31.0 a	39.5 a	107.5 ab
3	FM GlyTol LL: Glyphos®-Glyphos®-Glyphos® (1121 ia/ha)	17.8 a	29.1 ab	38.8 a	110.0 ab
4	FM GlyTol LL: Liberty®-Liberty®-LIBERTY®(600 ia/ha)	15.5 a	25.4 b	33.2 bc	100.0 b
5	FM GlyTol LL: Liberty®-Glyphos®-LIBERTY®(600-1121-600)	19.0 a	28.9 ab	37.2 ab	105.0 ab
6	FM GlyTol LL: Glyphos®-Liberty®-Glyphos® (1121-600-1121)	17.4 a	27.5 ab	36.4 ab	100.0 b
7	FM GlyTol LL: Mezcla Liberty®+Glyphos®/aplic.(600+1121)	11.9 b	19.4 c	29.9 c	120.0 a
8	FM GlyTol LL: Mezcla Liberty®+Glyphos®/aplic(1200+2242)	17.2 a	25.8 b	36.2 ab	111.3 ab
9	FM Convencional : Testigo limpio todo el ciclo	17.4 a	26.7 ab	38.9 a	116.3 a

Letras iguales sin diferencias C. V. = 15.27% 11.70% 9.46% 10.83%
DMS = 3.5588 4.3203 4.6670 15.9956

Para la evaluación realizada 14 días después de la segunda aplicación de los tratamientos, se registra un desarrollo entre 29.9 y 39.5 centímetros de altura, para la variedad FM GlyTol LL; observándose diferencias significativas sólo entre los tratamientos números cuatro y siete (Liberty®-Liberty®-Liberty® y Liberty®+Glyphos® 1X) en relación al testigo limpio todo el ciclo de esta variedad, que presentó un desarrollo de 39.5 centímetros de altura en esta fecha de observación, aunque éstos tratamientos a base de herbicidas, superaron al testigo enhierbado que sólo presentó un desarrollo de 15.9 centímetros. Lo anterior, indica que en el caso del tratamiento a base de la mezcla de Liberty®+ Glyphos® (600+1121 g i.a./ha), las diferencias apreciadas, se registraron desde antes de la aplicación de los tratamientos, por lo que no puede atribuirse a esta segunda aplicación; además, ya no se aprecian estas diferencias a la cosecha del cultivo. En el caso del tratamiento cuatro, a base de Liberty®(600 g i.a./ha), las diferencias en desarrollo, sólo se registraron entre los 7 y 14 días después de la aplicación de los tratamientos.

En el Cuadro 4, se presentan los resultados concerniente al desarrollo del cultivo como resultado de la tercera aplicación de los tratamientos; donde se puede apreciar que sólo el testigo enhierbado (19 cm) registra diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos, que presentan una altura entre 48.9 y 56.2 centímetros. En la evaluación efectuada siete días después de la aplicación, los resultados muestra un desarrollo del cultivo entre 53.9 y 68.2 centímetros de altura; donde se aprecia que sólo el tratamiento cuatro (Liberty®-Liberty®-Liberty®), presenta diferencias significativas con respecto al testigo limpio todo el ciclo, además del testigo enhierbado que sólo presentó una altura de 20.6 centímetros en esta fecha de observación.

CUADRO 4. ALTURA DE PLANTAS DE ALGODÓN COMO RESULTADO DE LA TERCERA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

N° de Trat	Tratamiento	Altura de planta (cm)			
		0	7	14dda	Cosecha
1	FM CONVENTIONAL : Testigo enhierbado todo el ciclo	19.0 b	20.6 c	19.5 d	46.25 c
2	FM GlyTol LL: Testigo limpio todo el ciclo	53.0 a	64.7 a	69.1 abc	107.5 ab
3	FM GlyTol LL: Glyphos®-Glyphos®-Glyphos® (1121 ia/ha)	50.5 a	62.0 ab	68.2 abc	110.0 ab
4	FM GlyTol LL: Liberty®-Liberty®-Liberty®(600 ia/ha)	51.8 a	53.9 b	63.9 c	100.0 b
5	FM GlyTol LL: Liberty®-Glyphos®-Liberty®(600-1121-600)	52.2 a	64.6 a	67.0 bc	105.0 ab
6	FM GlyTol LL: Glyphos®-Liberty®-Glyphos® (1121-600-1121)	53.5 a	63.3 a	64.1 c	100.0 b
7	FM GlyTol LL: Mezcla Liberty®+Glyphos®/aplic.(600+1121)	48.9 a	68.2 a	73.8 a	120.0 a
8	FM GlyTol LL: Mezcla Liberty®+Glyphos®/aplic(1200+2242)	49.5 a	63.1 a	70.9 ab	111.3 ab
9	FM Convencional : Testigo limpio todo el ciclo	56.2 a	66.7 a	71.2 ab	116.3 a
Letras iguales sin diferencias		C. V. =	10.84%	10.03%	6.53%
		DMS =	7.5897	8.6975	6.1008
					15.9956

Para la evaluación realizada 14 días después de la aplicación, el desarrollo de las plantas varía entre 64.1 y 73.8 centímetros de altura, no registrándose diferencias significativas entre los tratamientos herbicidas y el testigo limpio, en el caso de la variedad FM GlyTol LL; sólo los tratamientos cuatro, cinco y seis (Liberty®-Liberty®-Liberty®, Liberty®-Glyphos®-Liberty® y Glyphos®-Liberty®-Glyphos®), fueron superados estadísticamente por el tratamiento siete (73.8 cm) a base de la mezcla de Liberty® + Glyphos® (600+1121 g i.a./ha). Lo anterior indica, que en general el desarrollo del cultivo no se ve afectado significativamente con los diferentes tratamientos en

relación al testigo limpio; aunque se aprecian algunas tendencias que aparentemente no están relacionadas con el efecto de los herbicidas.

Los resultados de rendimiento del algodón se presentan en el Cuadro 6, donde puede apreciarse que los mejores rendimientos corresponden a los tratamientos a base de Liberty®-Glyfos®-Liberty® (600-1121-600 g i.a./ha), Glyfos®-Liberty®-Glyfos® (1121-600-1121 g i.a./ha), testigo limpio, mezcla de Liberty®+Glyfos® (1200+2242 g i.a./ha) y Glyfos®-Glyfos®-Glyfos® (1121 g i.a./ha), que registraron un rendimiento de 2,409.4, 2,354.7, 2,321.9, 2,304.7 y 2,257.9 kilogramos por hectárea respectivamente.

Los tratamientos que presentaron diferencias significativas en rendimiento con respecto al testigo limpio, corresponden a Liberty®-Liberty®-Liberty® (600 g i.a./ha) y la mezcla de Liberty®+Glyfos® (600+1121 g i.a./ha), que rindieron 2,143.1 y 1,884.6 kilogramos por hectárea respectivamente, es decir 178.8 y 437.3 kilogramos por hectárea respectivamente; El testigo enhierbado no presentó rendimiento alguno, lo cual fue debido a la competencia severa con las poblaciones de maleza, que influyeron además en la presencia de rata de campo que se encargaron de destruir la mayoría de las plantas en esta parcela. Lo anterior, indica que la mayoría de los tratamientos aplicados en la postemergencia del cultivo, no afectaron significativamente el rendimiento del mismo; con excepción de los tratamientos a base de Liberty®-Liberty®-Liberty® (600 g i.a./ha) y la mezcla de Liberty®+Glyfos® (600+1121 g i.a./ha), aunque este último tratamiento en dosis duplicada (1200+2242 g i.a./ha) no presentó daños al cultivo como para que su rendimiento se viera afectado de manera significativa.

CUADRO 6. RENDIMIENTO DE ALGODÓN COMO RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN LA POSTEMERGENCIA DEL CULTIVO PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

N° de Trat	Tratamiento	Rendimiento	
		Kg/ha	S. E.
1	FM CONVENTIONAL : Testigo enhierbado todo el ciclo	0.0	e
2	FM GlyTol LL: Testigo limpio todo el ciclo	2,321.9	abc
3	FM GlyTol LL: Glyfos®-Glyfos®-Glyfos® (1121 ia/ha)	2,257.9	abc
4	FM GlyTol LL: Liberty®-Liberty®-Liberty® (600 ia/ha)	2,143.1	c
5	FM GlyTol LL: Liberty®-Glyfos®-Liberty® (600-1121-600)	2,409.4	a
6	FM GlyTol LL: Glyfos®-Liberty®-Glyfos® (1121-600-1121)	2,354.7	ab
7	FM GlyTol LL: Mezcla Liberty®+Glyfos®/aplic.(600+1121)	1,884.6	d
8	FM GlyTol LL: Mezcla Liberty®+Glyfos®/aplic(1200+2242)	2,304.7	abc
9	FM CONVENTIONAL : Testigo limpio todo el ciclo	2,221.9	bc

Letras iguales sin diferencias

C. V. =

6.43%

DMS =

185.6351

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones particulares en las que se realizó este estudio, se deducen las siguientes conclusiones:

No se apreciaron efectos de los diferentes tratamientos con herbicidas y mezclas, aplicados en la etapa de dos hojas verdaderas (1era aplicación) sobre la altura de plantas de algodón en la variedad FM GlyTol LL.

No se apreciaron efectos de los diferentes tratamientos con herbicidas y mezclas, aplicados en cualquiera de las etapas de aplicación (1era, 2da y 3era), sobre la altura de plantas de algodón en la variedad FM GlyTol LL; aunque se apreciaron algunas tendencias que aparentemente no están relacionadas con el efecto de los herbicidas.

La mayoría de los tratamientos aplicados en la postemergencia del algodón, no afectaron significativamente el rendimiento del cultivo; con excepción de los tratamientos con Liberty®-

Liberty®-Liberty® y la mezcla de Liberty®+Glyfos® 1X, aunque este último tratamiento en dosis duplicada (2X) no presentó daños al cultivo como para que su rendimiento se viera afectado.

LITERATURA CITADA

- Murakami, T., Anzai, H., Imai, S., Sathah, A., Nagaoka, K. and Thompson, C.J. 1986. The bialaphos biosynthetic genes of *Streptomyces hygroscopicus* : Molecular cloning and characterization of the gene cluster. *Molecular and General Genetics*, 205, 42-50. #A50613 .
- Rosales, R. E. Y Sánchez de la C. R. 2005. Control post-emergente de maleza en variedades de algodón tolerantes a glufosinato de amonio. *Memorias del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. Cd Victoria, Tamaulipas, México. (En anexo en letra I).
- Thompson, C.J., Movva Rao, N., Tizard, R., Cramer, R., Davies, J.E., Lauwereys, M., Botterman, J. 1987. Characterization of the herbicide resistance gene *bar* from *Streptomyces hygroscopicus*. *The EMBO Journal*, 6(9), 2519-2523. # A40266.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE VID PARA UVA PASA, EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C.

Rubén Ramos Velásquez¹ y Jesús Manuel Valenzuela Ruíz². ¹Investigador del INIFAP-Valle de Mexicali. ² Investigador del INIFAP-Caborca. Carretera a San Felipe Km. 7.5 Colonia Colorado II C.P. 21100, Mexicali, B. C. México. ramos.ruben@inifap.gob.mx

Palabras clave: brotación de yemas, rendimiento, sistema de espaldera.

RESUMEN

La vid en el Valle de Mexicali, en 2008 cubre una superficie 209 has, de estas 130, se dedican a la producción de uvas pasa. Casi el 90 % es de la variedad Thompson seedless, variedad que se puede destinar a uvas de mesa, elaboración de aguardiente y para pasas. La superficie con vid a través de los años ha mostrado una disminución continua, como consecuencia de problemas en la comercialización; en ocasiones por bajos precios en el mercado y en otras por falta de liquidez económica de los compradores al momento del pago de las cosechas. Las condiciones del mercado han cambiado, ahora se pagan hasta \$ 12.50 por kilogramo de pasa en greña. Sin embargo, los compradores ponen como condicionante mejorar la calidad de las pasas, pues a su juicio, las pasas que se producen en el Valle de Mexicali, carecen de calidad, pues son vanas, de tamaño des-uniforme y con problemas de pudrición.

El presente proyecto de transferencia de tecnología, pretende validar el paquete tecnológico que el INIFAP ha desarrollado para producir pasa de calidad en la región de Caborca, Sonora. El paquete fue aplicado en dos módulos de transferencia, situados en lugares estratégicos dentro del Valle de Mexicali. En resumen, el paquete tecnológico involucra modificaciones al sistema de espaldera actualmente utilizado, así como programas de aplicación de ácido giberelico, manejo de fertilización nitrogenada y potásica, así como programas preventivos para el combate de plagas y enfermedades y aplicaciones de productos químicos para acelerar el proceso de deshidratación de las uvas.

Con la implementación de esta tecnología se obtiene un incremento en la brotación de un 8 %, y que tiene impacto en incrementar la producción, ya que se obtiene un mayor número de racimos (hasta 102 racimos por planta) contra 51 con el sistema de producción del agricultor. Lo anterior es consecuencia de una mejora en la calidad de las cañas que se dejaron en la poda, siendo estas de mayor número en las plantas que tuvieron la cruceta adicional. Los incrementos en producción fueron de 30 % en el rendimiento de uva pasa en greña, equivalente a 1.3 ton/ha. Asimismo, se obtiene más pronto la acumulación de azúcar, 1 grado Brix mas, fue obtenido de diferencia a favor de la tecnología.

ABSTRACT

In the Mexicali Valley there are 460 acres of grapes. Thompson seedless being the principal variety, 90 % of this area. Some problems have been with the grapes: low prices and low quality raisins grapes too. To improve the quality of raisins grapes in this area, we transfer some technology realize in Caborca. This technology involves some changes in trellis system, giberelic acid applications and nutrition. We increase the levels of bud sprouting in 8 %, thus result in increase of the yield in about 30 %. We improved the level of sugar in grapes, in about 1 Brix degree, to compare with control.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la vid en el Valle de Mexicali, actualmente cubre una superficie de 209 has, de las cuales 130 has se dedican a la producción de uvas pasa. De esa superficie que se dedica a uvas pasas, cerca del 90 % es de la variedad Thompson seedless, variedad que fue seleccionada al inicio de las plantaciones, pues su fruto se puede destinar al consumo en fresco (como uvas de mesa), al uso industrial (para la elaboración de aguardiente) y para la elaboración de pasas. La superficie con vid en el Valle de Mexicali, a través de los años ha mostrado una disminución continua, como consecuencia de problemas en la comercialización; en ocasiones por bajos precios

en el mercado y en otras por falta de liquidez económica de los compradores al momento del pago de las cosechas. Los precios por kilogramo de la pasa en greña durante los años malos han sido de \$ 4.00 a \$ 6.00, lo que no permitió la recuperación de los costos de producción. De igual manera, aún con precios altos por el producto, en varios años fueron sorprendidos por compradores que se llevaban sus cosechas sin recibir ninguna retribución a cambio y debido a que esto se repitió por varios años, descapitalizó al productor, orillándolo a tomar la decisión de sacar las plantas de vid y volver a los cultivos tradicionales como trigo y algodón.

Afortunadamente las condiciones del mercado han cambiado a tal grado que actualmente se pagan hasta \$ 12.50 por kilogramo de pasa en greña. Sin embargo, las empresas compradoras de uva pasa, ponen como condicionante mejorar la calidad de las pasas, pues a su criterio y opinión, las pasas que actualmente se producen en el Valle de Mexicali, carecen de calidad, pues las pasas son vanas, de tamaño des-uniforme y con problemas de pudrición.

OBJETIVOS

- Incrementar el tamaño y el contenido de azúcar de las uvas pasa, reducir los niveles de pudrición y el tiempo de secado.
- Elaborar publicaciones técnicas y folletos para productores, que describan los avances de investigación sobre el presente proyecto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuadro 1. Paquete tecnológico transferido a viticultores del Valle de Mexicali, B. C. INIFAP 2008.

Aspecto	Observación
Sistema de espaldera	Se agrega una cruceta de 1.7 m, colocada cada 5 plantas y 30 cm por encima de la cruceta normal. Se agregan 2 alambres, para sostener el follaje.
Poda invernal	Poda en función del vigor de las plantas, guardando la relación de 1.5 espolones por cada caña y de 70 a 100 yemas por planta.
Programa de fertilización	Se aplicó la fórmula 100-50-100, desde brotación, hasta antes de cosecha. Como fuente de potasio, se usó Sulfato de potasio, aplicado al suelo.
Uso de ácido giberelico	Se utilizaron dosis de 16 y 20 ppm, aplicadas en floración e inicio de crecimiento de bayas.

- 1) Las actividades de campo iniciaron en el mes de diciembre de 2007 y concluyeron a principios del mes de octubre de 2008.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados que se obtuvieron de la implementación del paquete tecnológico anterior se discuten a continuación:

Cuadro 1. Respuesta en brotación de yemas de plantas de vid Thompson seedless sometidas a dos sistemas de espaldera. Valle de Mexicali, B. C. INIFAP 2008.

No. planta	Cañas/planta	Yemas/planta	Yemas brotadas	% Brotación
Sistema de espaldera con cruceta adicional				
8	8	146	102	69.9
10	6	110	88	80.0
13	7	109	90	82.6
Suma	21	365	280	232.4
Media	7	121.7	93.3	77.5
Sistema de espaldera sin cruceta adicional				
9	4	54	37	68.5
11	5	63	44	69.8
14	5	79	56	70.9
Suma	14	196	137	209.2
Media	4.7	65.3	45.7	69.7

De este cuadro 1, podemos notar que aquellas plantas que contaron con la cruceta adicional de 1.7 m y que sostiene dos alambres adicionales, presentaron un mayor número de cañas por planta y por consiguiente un mayor número de yemas por planta. Los valores para cada una de estas modalidades son 7 cañas para la cruceta adicional y menos de 5 para las plantas sin cruceta adicional.

De este mismo cuadro 1, es evidente que las plantas no solo presentaron un mayor número de yemas, sino que además se contó con mayor número de yemas brotadas, con valores de 93.3 para las plantas con cruceta adicional y 45.7 para aquellas plantas sin cruceta adicional.

Los valores finales de brotación de yemas resultaron en 77.5 % para las plantas con cruceta adicional y solo 69.7 % para las plantas sin cruceta adicional.

Cuadro 2. Respuesta en producción de racimos y fertilidad de yemas de plantas de vid Thompson seedless, a dos sistemas de espaldera en el Valle de Mexicali, B. C. INIFAP 2008.

No. planta	Yemas brotadas	Racimos/planta	Relación Racimo:Yema
Sistema de espaldera con cruceta adicional			
8	102	110	1.07
10	88	98	1.11
13	90	101	1.12
Suma	280	309	3.3
Media	93.3	103	1.1
Sistema de espaldera sin cruceta adicional			
9	37	48	0.88
11	44	50	0.79
14	56	56	0.71
Suma	137	154	2.38
Media	45.7	51	0.8

Del cuadro 2, puede notarse que las plantas que tuvieron cruceta adicional, presentaron en promedio 103 racimos por plantas, contra solo 51 racimos por plantas, en las plantas sin cruceta adicional. Lo anterior, es debido a la mayor capacidad de las plantas con cruceta adicional, de portar un mayor número de cañas por planta.

De igual manera puede notarse del cuadro 2, que las cañas de las plantas que tuvieron cruceta adicional, mejoraron su fertilidad de yemas, pues el promedio es de 1.1 racimos por cada yema brotada. Las plantas que no tuvieron la cruceta adicional, presentaron un valor de 0.8 racimos por

yema brotada. La fertilidad de yemas se entiende como la capacidad que tienen las yemas de portar racimos.

Como se justificó con anterioridad, las plantas que cuentan con cruceta adicional, permiten a las plantas un mejor desarrollo y acomodo de los brotes, sobre los dos alambres adicionales con que cuenta el sistema de cruceta adicional, mejorando sustancialmente la fertilidad de las yemas, al permitir una mejor penetración de luz y aire, hacia el sitio donde se desarrollan las yemas.

Cosecha de uva con adecuado contenido de azúcar: el momento para decidir el inicio de la cosecha, es de vital importancia, pues se sabe que entre mayor contenido de azúcar tengan las uvas, se requerirá una menor cantidad de uva para hacer una tonelada de pasa. Sin embargo, esto tiene sus limitaciones, pues después de ciertos valores altos de contenido de azúcar, se incrementan las posibilidades de tener un mayor desgrane de racimos y por consecuencia pérdidas en rendimiento. De muestreos del contenido de azúcar en las uvas, llevados a cabo en los dos módulos de transferencia, los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro 3.

Cuadro 3. Contenido de azúcar* en respuesta a dos sistemas de espaldera en vid Thompson seedless. Valle de Mexicali, B. C. INIFAP 2008.

Tratamientos	No. Uvas	Grado Brix
Espaldera con cruceta adicional	20	14.4
Espaldera sin cruceta adicional	20	13.0

* En muestreo realizado el 28 de junio.

Del cuadro anterior puede notarse que las plantas que desarrollaron su follaje sobre dos alambres sujetos en una cruceta adicional, presentaron un mejor contenido de azúcar, al compararlas con plantas que no contaron con una cruceta adicional. Las diferencias superan el grado Brix..

Los datos de producción obtenidos en los dos módulos de transferencia se presentan el cuadro 4.

Cuadro 4. Rendimiento de pasa en greña obtenido en dos viñedos del Valle de Mexicali, B. C. INIFAP 2008.

Viñedo	Producción de pasa en greña (ton/ha)
Ej Morelos	5.0
Col Rodríguez	3.5

De este cuadro 4, puede notarse que el viñedo del ejido Morelos, produjo 1.5 ton/ha mas uva pasa en greña, que el viñedo de la Colonia Rodríguez. Estas diferencias son atribuibles a la presencia de daños por lluvia en el viñedo de la Colonia Rodríguez.

LITERATURA CITADA

- García de Luján, Al. 1997. La viticultura del Jerez. Ediciones Mundi-prensa. 163 pp.
- Marquez, C. A., Osorio, A. G., Martínez, D. G., Nuñez, M. H., Fu, C. A., Grageda, G. J., Valdez, G. B. y J. L. Miranda B. 2004. Vid de mesa. Establecimiento y manejo en la Costa de Hermosillo y Pesqueira. Folleto técnico número 27, Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Costa de Hermosillo. ISBN-968-5580-66-9.
- Weaver, R. J. 1981. Cultivo de la uva. Ediciones CECSA. 418 pp.

EFFECTO DEL ESPACIAMIENTO DE HILERAS DE PLANTAS EN EL DIAMETRO Y PESO DE BULBO DE AJO (*Allium sativum* L.) BAJO RIEGO POR GOTEO

Marco A. Huez López¹, J. López E.¹, F.A. Preciado F.¹, A. Alvarez A.¹, J. Jimenez L.¹, y P. Valenzuela C.¹. ¹Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Sonora. 83000. mhuez@guayacan.uson.mx

Palabras clave: densidad de plantación, calidad de bulbo, lamina de riego.

RESUMEN

Se estudió el efecto de tres densidades de plantación en base a dos, tres y cuatro líneas de plantas por cinta de riego sobre el diámetro y peso de bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) cv. Tocumbo, bajo tres tratamientos de riego por goteo. El experimento fue realizado en el campo Experimental de la Universidad de Sonora usando un sistema de riego por goteo con una cinta de riego (Aqua-Traxx_PC 8000, The Toro Company) por cama de siembra de 0.8 m con tres emisores por metro lineal (1.0 l h^{-1}). Tres tratamientos de riego fueron aplicados y el diámetro y peso de bulbo fueron evaluados. Ambos parámetros disminuyeron conforme la densidad de plantas aumento, atribuido principalmente a la competencia por nutrientes y agua entre las plantas.

ABSTRACT

The effect on bulb diameter and weight of garlic (*Allium sativum* L.) cv. Tocumbo of three different plant densities based on two, three and four plant lines per irrigation tape under three drip irrigation scheduling was studied. The experiment was conducted at the Experimental Field of the University of Sonora using a drip irrigation system with a irrigation tape (Aqua-Traxx_PC 8000, The Toro Company) per bed of 0.80 m with three emitters per lineal meter (1.0 l h^{-1} per emitter). Three irrigation treatments were applied and the garlic bulb diameter and weight were evaluated. Both parameters decreased as the plant density increased attributed mainly to water and nutrients competence between plants.

INTRODUCCIÓN

El ajo es un cultivo muy susceptible a los factores de manejo destacándose entre ellos la disponibilidad hídrica. El sistema radicular del ajo es de arraigamiento superficial y con distintas densidades de siembra se puede inducir, en determinados estados de crecimiento y desarrollo, una competencia diferencial por los nutrientes, el agua del suelo, la luz y el espacio físico. Además, el manejo de una apropiada densidad de plantación puede contribuir de manera significativa a mejorar la rentabilidad y sustentabilidad del sistema productivo de ajo (Lipinski y Gaviola, 2006). Las recomendaciones sobre la densidad óptima de plantación han cambiado a lo largo del tiempo. Existen recomendaciones de densidades desde 300 mil a 900 mil plantas ha^{-1} y distribuidas en camas de siembra desde 50 cm hasta 2.0 m y sembradas a simple y mas hileras (Singh, 1984; Escribano et al, 2000; Castellanos et al, 2004).

La distribución de la humedad del suelo tiene un efecto en el peso y diámetro de bulbo de ajo. El peso individual del bulbo es un componente importante del rendimiento. El diámetro de bulbo es una característica importante para la clasificación de la calidad comercial requerida en los mercados nacional e internacional. En muchos casos el precio del producto es proporcional al diámetro de los bulbos, por lo tanto, la obtención de un calibre mayor implica una mayor rentabilidad del cultivo respecto al aumento del rendimiento por sí mismo (Lipinski y Gaviola, 2003). Castillo et al., (1996) aseguran que altas poblaciones de plantas disminuyen la calidad del bulbo y establecen que densidad de plantación bajas (140,00 a 180,000 plantas ha^{-1}) aseguran un buen diámetro de bulbo. Por ello el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la colocación espacial de plantas con respecto a la cinta de riego por goteo en el peso y diámetro del bulbo de ajo sembradas a dos, tres y cuatro hileras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en el campo experimental de la Universidad de Sonora utilizando un sistema de riego por goteo en un suelo franco arenoso con una CE de 1.5 dS m^{-1} . Se utilizó una cinta de riego por cama de 0.80 m colocadas superficialmente con tres emisores por metro lineal con un gasto unitario de 1.0 L h^{-1} por emisor (Aqua-Traxx_PC 8000, The Toro Company). La separación entre plantas fue de 0.08 m y separación entre líneas de 0.125 m. Se evaluaron tres tratamientos de densidad de plantación los cuales consistieron en dos, tres y cuatro hileras de plantas por cama (D1, 310,000; D2, 460,000 y; D3, 625,000 plantas ha^{-1} respectivamente). Se aplicaron tres tratamientos de riego, 447, 483 y 525 mm calculados en base a la ETo multiplicada por los coeficientes de cultivo en cada una de las cuatro etapas fenológicas del cultivo, para los tratamientos de riego R1, R2 y R3 respectivamente. Los riegos se aplicaron 3 veces por semana con agua del pozo con una CE de 0.75 dS m^{-1} . Se aplicaron 300 kg N ha^{-1} para todo el ciclo del cultivo, fraccionada en 10 aplicaciones. Los tratamientos fueron distribuidos como un diseño experimental de parcelas divididas en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas grandes fueron los tratamientos de riego y las parcelas chicas, el número de hileras de plantas por cama. Las variables analizadas fueron diámetro y peso de bulbo entre hileras de plantas. Se utilizó el paquete estadístico SAS para realizar el análisis de varianza y para hacer la comparación de medias, la prueba de rango múltiple de Duncan con un nivel de probabilidad del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diámetro y peso de bulbo disminuyó conforme el número de hileras de plantas por cinta de riego aumento. Esto mismo fue observado por Burba et al (1987) y por Castellanos et al (2004) en experimentos donde probaron el efecto de la densidad de plantación en los mismos parámetros.. En la Figura 1 se observa el diámetro de bulbo resultado de la colocación de las líneas de plantas en la cama de siembra con una cinta de riego. El ANOVA mostro diferencias significativas entre los tratamientos de riego ($P = 0.0082$) y altamente significativo ($P < 0.0001$) entre las densidades de plantación. El diámetro promedio de bulbo para las tres densidades de plantación irrigadas con el tratamiento de riego R1 fue estadísticamente diferente (51.362 mm) a los otros dos tratamientos de riego (estadísticamente similares con 53.142 mm para R2 y 53.000 mm para R3). Por otra parte, el diámetro promedio de bulbo entre las densidades de plantación vario significativamente desde 57.799 mm para los ajos sembrados a doble hilera, 53.209 mm para los sembrados a tres hileras y 49.320 mm para aquellos sembrados a cuatro hileras. En este ultimo arreglo, se presentaron diferencias significativas entre las líneas de plantas, siendo menores los valores del diámetro de bulbo en aquellas líneas de plantas más alejadas de la cinta de riego. Contrariamente, Lipinsky y Gaviola (2006) encontraron que las líneas externas rindieron más que las internas en ajos sembrados a cuatro hileras y este efecto fue debido principalmente al efecto de una mejor distribución de N hacia las partes externas del bulbo de mojado. En nuestro estudio, sin embargo, en ajo sembradas a doble y triple hileras no hubo diferencias significativas con respecto a la posición de las plantas respecto de la línea de goteo.

En la Figura 2 se observa el peso individual del bulbo resultado de la posición de las plantas. El ANOVA mostro diferencias significativas entre los tratamientos de riego ($P = 0.0023$) y altamente significativo ($P < 0.0001$) entre las densidades de plantación para los pesos promedios individuales de bulbo. El peso promedio de bulbo para las tres densidades de plantación irrigadas con el tratamiento de riego R1 fue menor estadísticamente (46.455 g) a los otros dos tratamientos de riego (estadísticamente similares con 51.887 g para R2 y 51.884 g para R3). El peso promedio de bulbo entre las densidades de plantación vario significativamente desde 65.556 g para los ajos sembrados a doble hilera, 51.596 g para los sembrados a tres hileras y 41.194 g para aquellos sembrados a cuatro hileras. Esto puede deberse a la inadecuada distribución de humedad dentro de la cama de siembra. Letey (1985) recomienda un manejo del riego que contemple riegos de mayor duración y menor frecuencia que formen bulbos húmedos más amplios y profundos, con condiciones de humedad y aireación adecuadas para el crecimiento de las plantas. Sin embargo,

dentro de cada densidad de plantación no hubo diferencias significativas con respecto a su posición de la cinta de riego.

CONCLUSIONES

Debido a que no se presentaron diferencias significativas por el efecto del riego y a que el ajo sembrado a doble hilera presentó los mayores diámetros de bulbo se puede recomendar una lamina de riego de 447 mm para esta densidad de plantación.

La disminución en el diámetro y peso de bulbo para aquellos ajos sembrados a tres y cuatro hileras por cinta de riego se atribuye principalmente a la competencia entre plantas por los nutrientes y agua.

Los bulbos de ajo colocados más cerca a la cinta de riego fueron los que presentaron mayor diámetro y peso de bulbo por lo que es factible instalar doble cinta por cama de siembra cuando se pretenda sembrar a cuatro hileras. Sin embargo, un factor determinante en la elección de esta densidad de siembra es el precio de la semilla y de misma cinta.

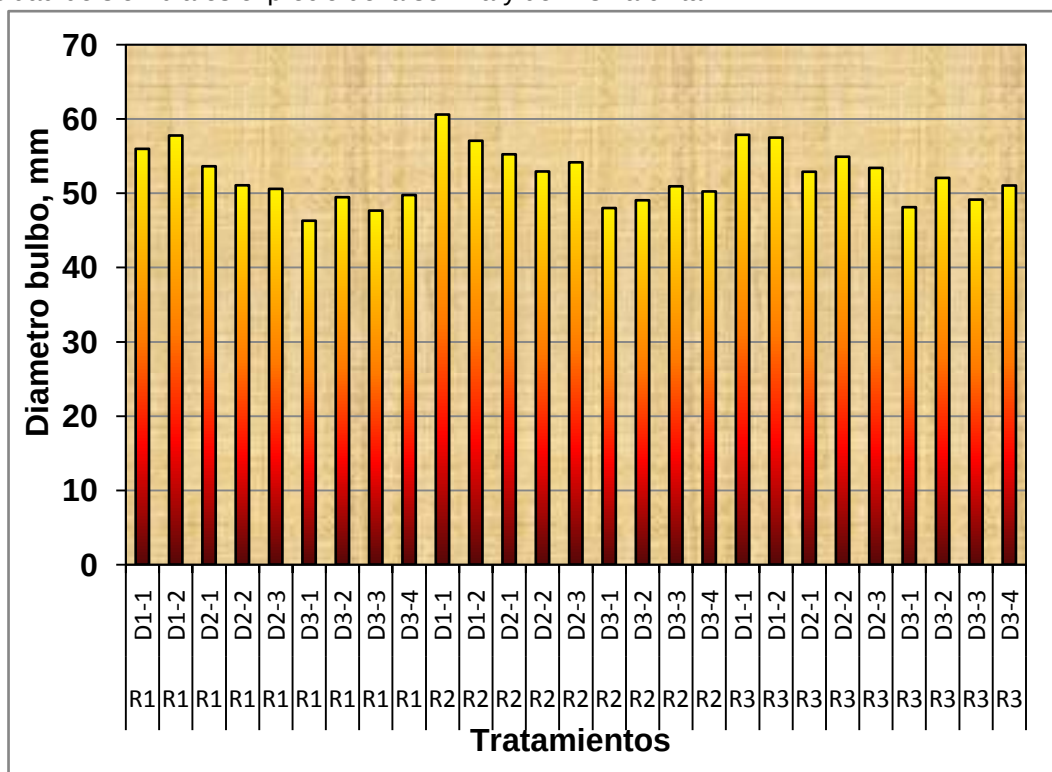


Figura 1. Diámetro de bulbo de ajo (mm) afectado por la densidad de plantación bajo tres tratamientos de riego por goteo: R1 = 447 mm, R2 = 483 mm y R3 = 525 mm; D1, D2 y D3 son las densidades de plantación en base a dos, tres y cuatro hileras. Los números seguidos a ellas corresponden al número de hilera dentro de la cama de siembra.

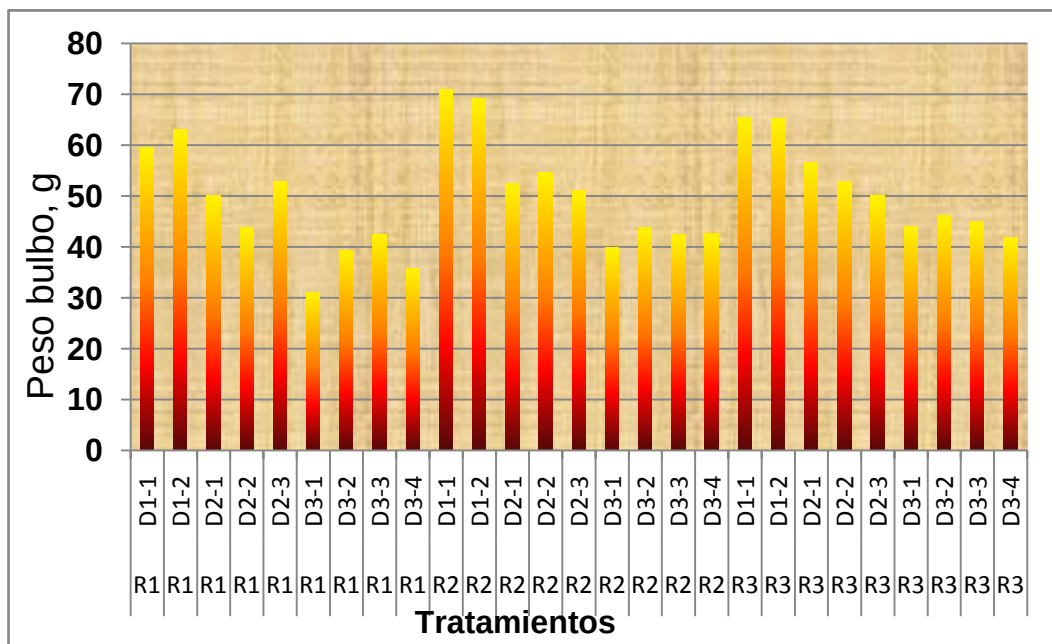


Figura 2. Peso promedio de bulbo de ajo (g) afectado por la densidad de plantación bajo tres tratamientos de riego por goteo: R1 = 447 mm, R2 = 483 mm y R3 = 525 mm; D1, D2 y D3 son las densidades de plantación en base a dos, tres y cuatro hileras. Los números seguidos a ellas corresponden al número de hilera.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Burba, J.L., J.A. Saluzzo, and M.P. Blanzi. 1987. Propuesta de modificación del sistema del manejo cultural del ajo. I: Efecto de la densidad de plantación y tamaño del bulbillo "semilla" sobre el rendimiento de ajo (*Allium sativum* L.) T.C. Rosado Paraguayo. Horticultura argentina 6(12-14):137-145.
- Castellanos, J.Z., P. Vargas-Tapia, J.L. Ojo de agua, G. Hoyos, G. Alcantar-Gonzalez, F.S. Méndez, E. Alvarez-Sánchez y A.A. Gardea. 2004. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size, planting density and planting method. HortSci. 39:1272-1277.
- Castillo, J.E., L. López-Bedillo, E.J. Fernández, and F.J. López. 1996. Influence of plant geometry on growth, yield and quality of rainfed garlic (*Allium sativum* L.) cultivated under Mediterranean conditions. J. Hort. Sci. 71:867-879.
- Escribano, M.J., y W. Cabañas. 2000. Ensayo de ajos. Resultados del ensayo en densidad de siembra en ajo morado. Memoria ITAP 2000. p. 171-173.
- Letey, J. 1985. Relationship between soil physical properties and crop production. Adv. Soil Sci. 1:277-294.
- Lipinski, V.M. y S. Gaviola. 2003. Densidad de plantación y fertirrigación nitrogenada en ajo Nieve INTA. Rev. FCA UNCuyo. 35:87-93.
- Lipinski, V.M. y S. Gaviola. 2006. Evaluación del rendimiento y calidad de cultivares de ajo colorado fertirrigados con nitrógeno. Rev. FCA UNCuyo. 38:37-48.
- Singh, C.B. 1984. Effect of nitrogen doses and plant spacing on growth, yield and quality of garlic (*Allium sativum* L.). Indian J. Agric. Res. 18:83-86.

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANEJO DEL AGUA DE RIEGO EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA (SIMARBC).

Guzmán Ruíz Sergio Decarlo¹, Jiménez Trejo Arturo², Ruiz Carvajal Salvador³. ¹Campo Experimental Valle de Mexicali (INIFAP-CIRNO-CEMEXI) Carretera a San Felipe Km. 7.5 Mexicali BC guzman.sergio@inifap.gob.mx. ²Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California ³ UABC San Quintín.

Palabras clave: Riego, Automatización, Evapotranspiración, Coeficientes Cultivo.

RESUMEN

Con el objetivo de proveer de tasas de Evapotranspiración Potencial (ETp) de los cultivos, se estableció una red de estaciones Agrometeorológicas Automatizadas (EAA), en el Estado de Baja California. Se distribuyeron 15 EAA en todo el estado, estas estaciones recopilan información de variables climáticas cada minuto, los valores se promedian y almacenan cada hora. En esa hora cada estación, calcula y almacena los valores de ETp, mediante la ecuación de Penman-Monteith, Allen et al (1998), modificada por la ASCE Wallter et al (2000). Una computadora central recopila la información por periodos de 24 horas, con acceso público mediante Internet (<http://www.sfa.gob.mx/SIMARBC>). Los valores de ETp se validaron mediante el uso del modelo de simulación SIMETAW Snyder et al (2005), calculando los valores de Evapotranspiración de Cultivo (ETc), a partir los valores de ETp recopilados durante tres años. Los resultados indican que la ETp reportada por las estaciones, puede ser utilizada para el calculo de los requerimientos hídricos de los cultivos, ya que al comparase con ETc obtenidas a partir de lisímetros, en varios cultivos arroja resultados similares.

ABSTRACT

With the objective of providing Evapotranspiration of reference rates (ETr) of the crops, a network of automated meteorological stations (AMS) were established in Baja California state. 15 AMS were distributed along the state, these stations collect information of the weather variables every minute, every hour an average of these values is stored. During this hour (when the average of the last 60 reads gets stored) every station calculates and stores the ETr values through the Penman-Monteith equation, Allen et al (1998) which was modified by the ASCE, Wallter et al (2000). A central computer collects the resulting information in 24 hours periods, such information is available to the general public through the internet (<http://www.sfa.gob.mx/SIMARBC>). The ETr values were validated by the simulation model SIMETAW Snyder et al (2005), calculating the Crop Evapotranspiration (ETc), values from the ETr values collected during the last 3 years. The results show that the ETr reported by the stations can be use to calculate the hydric requirements of the crops, since the comparison between these ET with ETc from other crops which were calculated with lisimeters are similar.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es frecuente observar que la agricultura, haga una transferencia de sus recursos hídricos a las ciudades y la industria. Agua que durante siglos estuvieron acostumbrados a manejar, pero debido a criterios legales y económicos hoy se ven precisadas a cederla en favor de usos más valiosos, que representan mayores beneficios para la sociedad. Se inicia ahora un intenso proceso de competencia, por el agua, de tal manera que es posible predecir que la agricultura de riego del futuro, se verá obligada a ser más eficiente, es de producir un mayor volumen de productos, pero consumiendo menos agua. En el panorama futuro el agua bajo estas condiciones, de alta productividad, habrá de ser escasa y cara.

De acuerdo con Comisión Nacional del Agua (2006) en México, el 76.87% del agua es de uso agropecuario, el resto se destina al uso urbano e industrial. Específicamente en Baja California se destina un poco más al uso agropecuario (82%), de ahí la importancia de las medidas para

eficientizar el uso del agua del agua en ese sector, ya que tendrán un mayor impacto sobre los volúmenes disponibles mediante el mejor uso. Una forma de incrementar la eficiencia en uso del agua de riego, es utilizando software y hardware adecuados para calcular las necesidades de agua de los cultivos, en tiempo real, como lo demuestran Ojeda et al (2001) quienes Al probar un programa de riego en tiempo real, para mejorar la gestión del agua a nivel distrito, encontraron un incremento en el rendimiento debido a la oportunidad con que se aplicó el riego. Además reportan una reducción de las láminas aplicadas. Para efectuar éstas determinaciones de demandas de riego en tiempo real se requiere de acceso a la información de clima actualizada en la misma forma (tiempo real). Como ejemplos de esto se encuentran en operación las redes automatizadas de estaciones climatológicas en California USA con el programa CIMIS (Davidoff B. et al 2000) y en Arizona con el programa AZMET (Brown y Russel 1995).

OBJETIVOS

Proveer la información de tasas de Evapotranspiración potencial para uso en la agricultura, con el objetivo de optimizar el uso del agua de riego en los cultivos del estado de Baja California.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un proceso que inicia en Enero de 2002 con los esfuerzos coordinados de la Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA), la Universidad de California (UC), el Departamento de Recursos del Agua de California (CDWR), Fundación Produce, A.C. y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), establecen dos Estaciones Agro-climatológicas Automatizadas (EAA) en el Valle de Mexicali, con la finalidad de proveer tasas de evapotranspiración de potencial (ETp) a los productores agrícolas, y al público en general. La instalación culmina con el establecimiento de 15 EAA en las principales zonas agrícolas del estado de Baja California, con una distribución como se observa en la figura 1. Con esta distribución se pretende asegurar al menos una estación, en cada área agrícola del estado.

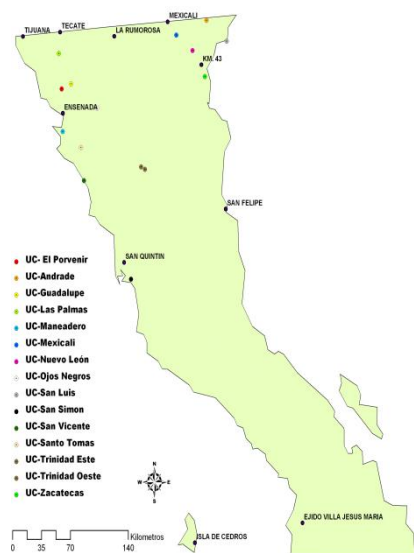


Figura 1 Distribución de Estaciones Climatológicas Automatizadas en el Estado de Baja California

Los datos agroclimatológicos se registran en cada estación de la red y son transferidos, mediante una llamada de teléfono celular, a una computadora central que esta ubicada en el Centro de Atención al campo, (CECAM) del Gobierno del estado, en el Ejido Sinaloa, del Valle de Mexicali.

Los datos se recopilan 24 horas después de haber sido medidos por los sensores de la estación. Una vez que han sido analizados y validados se almacenan y están disponibles a los productores.

La información de SIMARBC se puede obtener por medio de Internet, ingresando a la página, <http://www.sfa.gob.mx/SIMARBC>, del servidor de la Secretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno del Estado de Baja California. Aquí se encuentra la información de 14 variables agroclimatológicas desglosadas por hora, día, mes y año. La página web, cuenta con un menú de acceso a las opciones: SIMARBC, Estaciones, Datos, Descargas, Ligas de Interés y Buzón de sugerencias. En la opción de SIMARBC, encontrará la información necesaria para conocer más a detalle la función y alcances del SIMARBC. En la opción de ESTACIONES, se presentarán las 15 estaciones establecidas en todo el estado, la ubicación geográfica con imagen fotográfica de cada una, así como el status de las mismas.

Cada hora se calcula en cada estación la ETp, mediante el uso de la ecuación de Penman-Monteith presentada por Allen et al (1998) y modificada por la ASCE Walter et al (2000), de tal manera que se tienen dos tipos de cálculo de ETp, uno utilizando como cultivo de referencia la Alfalfa y otro utilizando pasto. Para validar el uso de los valores de evapotranspiración potencial, reportados por el SIMARBC, se utilizó el modelo de simulación SIMETAW (Synder et. al. 2005) para estimar los requerimientos hídricos de los principales cultivos sembrados en el estado de Baja California, utilizando los valores de ETp recopilados durante los primeros tres años de operación del sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la estimación de la Evapotranspiración de cada cultivo se consignan en la tabla 1, donde pueden verse además lo reportado por Erie et. al. (1982), para una región de características climatológicas similares a las del Valle de Mexicali como lo es Valle de Yuma en USA.

Tabla 1 Evapotranspiración de Cultivo obtenida mediante modelo de simulación y reportada por lisímetro en el Estado de Arizona en USA

Cultivo	Evapotranspiración de Cultivo (ETc)	
	Calculada (cm)	en Arizona USA
Región Valle de Mexicali		
Alfalfa	189	189
Algodonero	105	105
Cártamo	86	115
Cebada	43	64
Espárrago	174	
Maíz (Primavera)	87	
Maíz (Verano)	50	50
Sorgo (Primavera)	76	
Sorgo (Verano)	52	
Trigo	57	66
Región Zona Costa (Ensenada, San Quintín)		
Cebolla	68	59
Fresa	35	
Olivo	113	
Tomate (Primavera)	43	
Tomate (Otoño)	30	
Vid	113	

En la tabla 1 puede observarse que en los cultivos de Algodonero y Alfalfa numéricamente la cantidad de agua que requieren ambos cultivos son iguales a lo reportado por la literatura para la región de Arizona en USA. En otros cultivos como Cártamo, Cebada y Trigo existen diferencias mínimas, debidas principalmente a que han cambiado la los genotipos con la tendencia actual a usar variedades de ciclo mas corto.

Adicionalmente se presenta un uso inmediato que se le puede dar a la información de clima implicada en el cálculo de la evapotranspiración potencial. Como se muestra en la figuras 2 y 3 las EAA han servido para regionalizar el estado en función de su demanda evapotranspirativa, identificándose regiones de igual demanda. Para el caso del estado de baja California hasta donde existen EAA (no cubren todo el estado) puede verse que se como la zona de mayor demanda evapotranspirativa (color rojo) se presenta en el valle de Mexicali donde las temperaturas son mas altas. Conforme se avanza hacia las regiones costeras va disminuyendo gradualmente la evapotranspiración (color verde) debido a que se las temperaturas son mas frescas y existe una mayor humedad relativa.

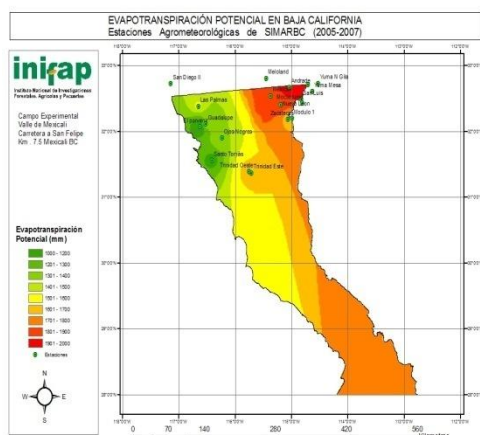


Figura 2 Distribución de áreas homogéneas de evapotranspiración potencial en el estado de Baja California

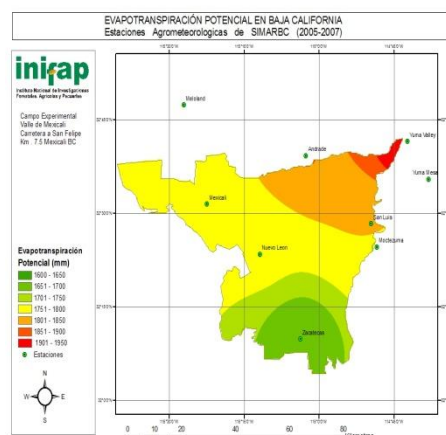


Figura 3 Distribución de áreas homogéneas de evapotranspiración potencial en el Valle de Mexicali.

En el caso de valle de Mexicali donde se tiene la explotación agrícola mas intensiva (se concentra cerca del 80% de los recursos hídricos) ahí se tiene una mayor concentración de estaciones, y las áreas se definen con mayor detalle como puede observarse en la figura 3.

CONCLUSIONES

- El sistema de Información para el manejo del agua de riego representa un potencial uso para eficientizar el manejo del agua, en la medida que se haga uso de la información podrán lograrse mayores mayores beneficios al incrementar la disponibilidad de agua tanto para uso agrícola como urbano e industrial.

LITERATURA CITADA

- Allen, R.K., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. Guideline for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. United Nations Food and Agricultural Organization, Rome.
- Brown, P. and Russell, B. 1987-1995. Weather Data and On-Line Documentation. The Arizona Meteorological Network (AZMET) Computer Bulletin Board. The University of Arizona Cooperative Extension Service, Tucson, AZ
- Comisión Nacional del Agua Estadísticas del Agua en México, 2006, Cuarta edición. Impreso en México ISBN 968-817-758-X
- Davidoff B., Eching S., Moellenberndt D. 2000 CIMIS California Irrigation Management Information System, Agriculture Resource Book California Department of Water Resources. California USA
- Erie L.J., French O.F., Bucks D.A. and Harris K.. 1982 Consumptive Use of Water by Major Crops in the Southwestern United States. USDA-ARS Conservation Research Report Number 29.
- Ojeda B. W. , Camacho G. JM., Castillo G. J., Guillén J. A., Peña P. E. y Sifuentes I. E. 2001 "Sistema De Pronóstico Del Riego En Tiempo Real Aplicado A La Operación De Una Zona De Riego" XI Congreso Nacional De Irrigación Simposio 1. Ingeniería de Riego. Guanajuato, México
- Rodríguez JC, I Lizcano, C Watts, Grageda J, C Lizarraga, M Armenta, L Perez y F Robles 2004 Automatización de una red Agrometeorológica en Sonora: Programación, Transferencia, Procesamiento, Almacenamiento y Despliegue de Datos VII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas, Mexicali Baja California México.
- Snyder R, Orang M, Geng S, Maytag S and Sarreshteh S. 2005 "SIMETAW (Simulation of Evapotranspiration of Applied Water)" California Water Plan Update. UC Davis and DWR, USA.
- Walter, I.A., R.G. Allen, R. Elliott, M.E. Jensen, D. Itenfisu, B. Mecham, T.A. Howell, R. Snyder, P. Brown, S. Eching, T. Spofford, M. Hattendorf, R.H. Cuenca, J.L. Wright, D. Martin. 2000. ASCE's Standardized Reference Evapotranspiration Equation. Proc. of the Watershed Management 2000 Conference, June 2000, Ft. Collins, CO, American Society of Civil Engineers, St. Joseph, MI.

EVALUACION DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGANICOS PARA CONTROL DE *Dytilenchus dipsaci* EN AJO (*Allium sativum* L.), EN LA SIERRA BAJA EN LOS RÍOS SAHUARIPA Y BACANORA, SONORA

Manuel A. Valenzuela Irigoyen¹, Patricio Valenzuela Cornejo², Manuel Chávez Cajigas³, Erasmo Valenzuela Cornejo³, Alfonso Álvarez Aviles². ¹Tesista, Depto. AGRI-GAN, Universidad de Sonora; ²UNI-SON; ³INIFAP. Luis y Encinas y Rosales s/n Col. Centro, C.P. 83000. Hermosillo, Sonora. mavi_chino@hotmail.com

Palabras clave: ajo, *Dytilenchus dipsaci*.

RESUMEN

En el Distrito de Desarrollo Rural de Sahuaripa en 1993 se reportó un área sembrada de diferentes cultivos, 6,369 ha, mientras que en 1999 esta superficie fue de sólo 2,224 ha, esto es, 35% menos respecto a 1993. Este es un grave problema debido a falta de apoyo y opciones de cultivos rentables y competitivos para los productores. El objetivo de este proyecto fue evaluar productos químicos y orgánicos para el control de *Dytilenchus dipsaci* en el cultivo de ajo como unas de las problemáticas que conlleva este cultivo. Se evaluaron 7 productos entre químicos y orgánicos y un testigo en parcelas experimentales de ajo, en el municipio de Bacanora. Para este experimento se sembró la variedad Tocumbo el 30 de septiembre. Los rendimientos estimados variaron de 8.0 hasta 14.8 ton/ha, sin diferencia estadística significativa; las pérdidas por nemátodos variaron de 526 hasta 2133 kg/ha, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. De acuerdo con los resultados algunos de los productos mostraron tendencias a mas control de la población de nematodos que otros, aunque en esta ocasión estadísticamente no se reflejó en el rendimiento. Es recomendable continuar este trabajo para determinar que productos realmente pueden controlar eficientemente este nematodo en ajo, ya que el productor sigue teniendo problemas.

ABSTRACT

In 1993, in the Sahuaripa District Rural Development were reported 6,369 ha of different crops, while in 1999 this area was only 2.224 ha; 35% less compared to 1993. This is a big problem due to lack of support and options for profitable and competitive crop to growers. The objective of this project was to evaluate organic and chemicals agents to control *Dytilenchus dipsaci* in garlic as one of the problems associated with this crop. Seven products were evaluated between chemical and organic agents, and a control in garlic experimental plots in the municipality of Bacanora. The Tocumbo variety was planted on 30 September. The estimated yields ranged from 8.0 up to 14.8 t ha⁻¹, with no statistically significant difference; Losses by nematodes ranging from 526 to 2133 kg / ha, and no significant difference between treatments was found. According to the results some of the products showed trends to control more of the nematode population than others. However, these losses were not reflected in the yield. In the standards. It is necessary to continue these research in order to know the best products to control *Dytilenchus dipsaci*, because these specie continuing as a big problem in garlic growers.

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) se considera originario de Europa y Asia, pero se cultiva ampliamente en países tropicales y templados (Buwalda, 1986, citado por Castellanos, *et. al.*, 2006). Alrededor de 80 países son productores de ajo en el mundo y es una de las 20 hortalizas de mayor importancia; de acuerdo con la FAO en 2004, el ajo ocupa el decimocuarto lugar de las hortalizas producidas a nivel mundial, con una producción de 14.5 millones de toneladas (Trejo, 2006).

México tiene poca relevancia en la producción mundial de ajo, ya que China produce alrededor del 75% y el 25% restante es producido por varios países, donde sobresalen Estados Unidos, La India y Corea; sin embargo, México aparece entre los principales exportadores de ajo, aunque con baja participación con respecto a las ventas mundiales (Robles *et. al.*, 2006). México se ubica en el lugar 22 con una superficie variable de 6,000 a 10,000 ha, aportando poco mas del 0.4% de la

producción mundial. Zacatecas, Guanajuato, Aguascalientes, Baja California, Puebla y Sonora son los estados productores de mayor importancia en el país (Trejo, 2006).

Por otra parte, los rendimientos son variables en los diferentes países, de 1994 a 1998, en Estados Unidos se menciona un promedio de 18.16 t ha⁻¹ China 14.25 t ha⁻¹; Corea del Sur 18.6 t ha⁻¹; España 10.46; India 4.24 t ha⁻¹; el promedio mundial en ese mismo período fue de 10.8 t ha⁻¹ (Claridades Agropecuarias, 2008, www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/068/ca068.pdf). En Argentina obtienen rendimientos de 12 t ha⁻¹ de ajo seco y limpio en los productores de primera línea, con 85% exportable (Burba, 2006). En México los rendimientos andan por debajo del promedio mundial señalado anteriormente, por ejemplo en Guanajuato considerado el primer productor en el ámbito comercial señalan 8.0 t ha⁻¹, pero hasta 42 t ha⁻¹ experimentalmente (Heredia, 1992, citado por Castellanos, *et. al.*, 2006). En Sonora los rendimientos también son bajos, los promedios oscilan entre 7.0 y 8.0 t ha⁻¹.

En Sonora se tienen problemas de competitividad en la cadena productiva de ajo, de manera que en los últimos años ha habido una tendencia a reducción de la superficie sembrada de este cultivo. Dentro de la problemática de producción, las enfermedades son un factor determinante en la obtención de altos rendimientos y calidad. Una de los problemas importantes lo constituye el nematodo del ajo (*Ditylenchus dipsaci*), el cual ha sido reportado anualmente o consistentemente con perdidas de 30-80% (en el mundo).

Ditylenchus dipsaci es considerado mundialmente como el nematodo más importante del cultivo de ajo. Se desarrolla y reproduce en los bulbos, hojas y tejidos del tallo (Greco *et. al.*, 1991). Poblaciones con <0,1 individuos/cm³ de suelo pueden provocar graves daños y, la pérdida completa de la plantación, es causada por 1 individuo/cm³ de suelo (Sikora y Greco, 1990). En Venezuela, desde 1955 se hace referencia a esta especie, encontrada en campos de cebolla; hacia finales de 1956 fue señalada en ajo en los Estados Trujillo, Lara y Aragua (Dao, 1961a). En 1960 fue observada en el Estado Táchira, luego, Yépez y Meredith (1970), la reportaron en todos los estados andinos y en el Estado Miranda. Actualmente se encuentra en todas las zonas altas de producción de ajo del país (Meredith, 1976a; Márquez *et. al.*, 1991). Conjuntamente con el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk., *D. dipsaci* es considerado el principal patógeno del ajo en Venezuela (Márquez *et. al.*, 1991). Se conocen muchas razas fisiológicas (Sikora y Greco, 1990); sin embargo, su estudio e identificación no se han realizado en el país de Venezuela.

No existen materiales resistentes (Greco *et. al.*, 1991), por lo que la principal medida de control es la aplicación de nematicidas químicos (Servicio Shell para el Agricultor, 1960; 1964; Dao, 1961a; FUSAGRI, 1978; Crozzoli *et. al.*, 2001). Estrictos controles sanitarios y utilización de material de propagación libre del nematodo son también prácticas muy importantes para prevenir la infestación de nuevas áreas de cultivo (Sikora y Greco, 1990). El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de productos químicos y orgánicos para el control de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de ajo. Este experimento forma parte del proyecto de investigación: Alternativas tecnológicas para mejorar la producción de ajo en la sierra de Sonora, realizando conjuntamente entre Universidad de Sonora e INIFAP, apoyado por Fundación Produce Sonora.

MATERIALES Y METODOS

Este experimento se realizó con un agricultor cooperante, en Bacanora, en el predio el "Pilar", ubicado en el Distrito de Desarrollo Rural de Sahuaripa en la sierra Sonorense. La siembra se realizó el 30 de septiembre del 2008, en surcos a .80 m de ancho; se sembraron a 3 hileras por surco, la separación fue de 15 cm entre hileras y de 7 cm entre plantas; se utilizó ajo jaspeado variedad "Tocumbo". Siendo que en este suelo donde se estableció el experimento anteriormente no se había sembrado ajo, pero alrededor del experimento el suelo tenía presencias de este nematodo *Ditylenchus Dipsaci*. El diseño experimental fue de bloques al azar, la parcela experimental consistió de dos surcos con diez metros de longitud, la parcela útil fue de un metro, con cuatro repeticiones por tratamiento; Se utilizó sistema de riego por goteo, se colocó una cinta por surco, las cintas presentaban tres goteros por metro. Los riegos y fertilizantes fueron

suministrados por el agricultor, de acuerdo a las recomendaciones para la región. Las dosis de los productos que se evaluaron fueron, para Nemaicur 12 Lt/ha, para Ditera DF 12kg/ha, Trichoderma, Nematrol, y QL35 25Lt/ha, para Bioxer 20Lt/ha y para Nemafin 8Lt/ha, todos estos fraccionados en 6 fechas de aplicación (cada mes). Las variables evaluadas fueron: población de nematodos en suelo, para lo cual en total fueron seis fechas de muestreo realizándose cada mes; el rendimiento por tratamiento por unidad de superficie, y porcentaje de producción por calibre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente cuadro 1 observamos la población de nematodos por cada tratamiento en diferentes fechas de muestreo que tuvimos en el ciclo, resultando no diferencia significativa entre los tratamientos en cuestión de la presencia de este nematodo *Dytilenchus dipsaci* en el suelo.

Cuadro 1. Muestra la población del nematodo *Dytilenchus dipsaci* en los tratamientos en diferentes fechas de muestreo de ajo evaluadas en el ciclo 2008-09, Bacanora, Sonora

Tratamiento	30-sep-08	30-oct-08	30-nov-08	30-dic-08	06-feb-09	28-feb-09	total
Nemaicur	4.0a	0.25a	0.25a	1.0a	0a	0.75a	6.25a
Ditera DF	0a	0a	0.25a	0.25a	0a	0.5a	1.0a
Nematrol	2.0a	0a	6.5a	2.5a	0a	0a	11.0a
QL35	0a	4.0a	0a	0.25a	0.5a	0.25a	5.0a
Trichoderma	0.25a	0a	1.0a	1.0a	0.75a	0.5a	3.5a
Bioxer	0a	0a	1.5a	0.5a	0a	1.25a	3.25a
Nemafin	0a	4.0a	2.25a	0.25a	2.5a	0a	9.0a
Testigo	0a	0a	0.25a	0.25a	1.5a	2.25a	4.25a
CV	265.21	398.50	307.23	277.93	245.83	153.45	159.22

Analizando el cuadro anterior los totales nos dicen que no hay diferencias entre las poblaciones que se encontraron en los tratamientos pero es bueno saber que solamente necesitamos de 1 individuo/cm³ de suelo (Sikora y Greco, 1990), para tener daños en nuestro cultivo.

En el cuadro 2 se muestra el peso en kilogramos obtenidos por calibre y el rendimiento estimado por hectárea. Para calibres no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. El rendimiento estimado varió desde 8.0 hasta 14.8 t ha⁻¹, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, mostrando un coeficiente de variación de 30.84 (véase el cuadro 2), esto nos dice que no tuvimos suficiente población de nematodos que dañara a las plantas y que ocasionara pérdidas en el rendimiento, el testigo se comportó muy bien, como dijimos en materiales y métodos en este suelo no se había sembrado ajo anteriormente lo que por eso tuvimos un rendimiento aceptable estadísticamente.

Cuadro 2. Rendimiento estimado por calibre en kilogramos y en toneladas por hectárea para cada tratamientos (t ha⁻¹) evaluados en el ciclo 2008-09, Bacanora, Son.

Tratamiento	Gigante	Extra Gigante	Jumbo	Super Jumbo	Colosal	Súper Colosal	ton/ha
Nemaicur	716.9a	2560.6a	4750a	3918a	1722.2a	9.063a	13677a
Ditera DF	982.2a	1664.4a	3154a	2202a	0.0a	0.0a	8003a
Nematrol	683.4a	2611.9a	5833a	4185a	1513.1a	0.0a	14826a
QL35	880.3a	2972.8a	4041a	2139a	1253.8a	0.0a	11287a
Trichoderma	830.9a	1996.3a	5176a	3906a	1712.5a	0.0a	13622a
Bioxer	8284a	2551.6a	4630a	2794a	1836.6a	0.0a	12641a
Nemafin	13355a	2934.7a	5033a	1722a	457.2a	0.0a	11483a
Testigo	630.6a	1578.1a	3266a	2853a	1623.1a	0.0a	9951a
CV	57.3	44.22	33.81	56.68	69.11	565.68	30.84

En el siguiente cuadro 3, observamos la producción que se perdió en Kg./Ha en plantas dañadas por nemátodos en cada uno de los tratamientos que fueron evaluados; también se presenta una estimación en kilos por hectárea de las pérdidas.

Cuadro 3. Peso obtenido de las plantas que se muestrearon enfermas por el nematodo *Dytilenchus dipsaci* en ajo, estimación de la producción que se esta perdiendo por cada tratamiento evaluado, ciclo 2008-09, Bacanora, Son.

Tratamiento	extra flor	Gigante	Extra Gigante	Jumbo	Súper Jumbo	Colosal	Súper Colosal	Kg/ha
Nemacur	0a	0a	12.55a	0a	13.93a	0a	15.60a	526a
Ditera DF	8.575a	21.23a	23.2a	20.90a	13.05a	15.30a	0a	1278a
Nematrol	0a	0a	0a	27.73a	24.98a	87.05a	0a	1747a
QL35	0a	35.65a	56.12a	47.68a	13.20a	18.0a	0a	2133a
Trichoderma	0a	14.98a	13.77a	60.78a	11.70a	0a	0a	1265a
Bioxer	0a	7.78a	17.3a	39.33a	11.83a	0a	0a	953a
Nemafin	8.075a	25.5a	10a	0a	12.20a	16.50a	0a	903a
Testigo	0a	13.3a	7.67a	37.35a	12.83a	16.98a	0a	1102a
CV	286.78	153.89	165.49	146.04	189.24	209.08	565.68	118.05

Aquí en el cuadro 3 vemos que estadísticamente no hubo diferencia entre los tratamientos en la producción que se esta perdiendo por el nematodo *Dytilenchus dipsaci* en ajo, lo que nos dice que la población de este nematodo es mas o menos homogénea entre los tratamientos.

En el cuadro 4 podemos observar la distribución porcentual del rendimiento por calibre, también se puede observar que en los primeros cuatro calibres no se encuentra diferencia significativa, los tratamientos Trichoderma y Bioxer estuvieron estadísticamente igual en el calibre colosal, pero diferentes del tratamiento Ditera DF, no sabemos si influyo los tratamientos ya que en este suelo no se había sembrado antes ajo por lo que debemos seguir evaluando estos productos pero en un suelo donde se halla sembrado antes ajo y si hubo presencia de nematodo mejor.

Cuadro 4. Muestra la distribución porcentual del rendimiento por calibre, obtenido de los tratamientos de ajo evaluadas en el ciclo 2008-09, Bacanora, Son.

Tratamiento	Gigante	Extra Gigante	Jumbo	Super Jumbo	Colosal
Nemacur	5.5a	18.75a	34.75a	29.25a	12.25ab
Ditera DF	14.75a	24.25a	39.5a	21.75a	0.0b
Nematrol	4.75a	17.75a	39.0a	28.25a	10.0ab
QL35	9.25a	25.0a	37.25a	17.0a	11.0ab
Trichoderma	5.75a	15.0a	37.5a	28.0a	13.5a
Bioxer	6.25a	20.0a	36.75a	22.0a	14.75a
Nemafin	11.25a	26.0a	44.0a	14.5a	4.0ab
Testigo	4.5a	13.0a	24.25a	21.25a	11.75ab
CV	58.33	40.54	27.33	50.23	58.82

En la evaluación de los tratamientos químicos y orgánicos no sabemos que tanta acción tuvo sobre este nematodo *Ditylenchus Dipsaci* ya que en este suelo no se había sembrado antes ajo por lo que posiblemente repercutió, percibimos que no hubo diferencias significativas en el rendimiento obtenidos por los tratamientos.

Comparando la población que obtuvimos que es uno de los parámetros evaluados vemos que no hay diferencia estadísticamente pero sabemos que con 1 individuo/cm³ en el suelo (Sikora y Greco) es suficiente para producir daños en las plantas de ajo.

Cabe mencionar que el agricultor cooperante aplico el tratamiento de Namacur igual o poco menos preciso (siempre se paso del mes en aplicar) que el experimento aplicándose en la fecha correspondiente a la aplicación del producto, siendo así que el productor tuvo pérdidas de 20-30%.

CONCLUSIONES

En la evaluación de la población de nematodos no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Los productos químicos y orgánicos evaluados para el control del nematodo *Ditylenchus dipsaci* no muestran diferencias significativas en cuanto al rendimiento que se obtuvo entre cada tratamiento, ni en el rendimiento por calibre.

En la distribución porcentual del rendimiento por calibre no hubo diferencias significativas en los primeros calibres, pero en el ultimo si, resaltando los tratamientos de Trichoderma y Bioxer siendo estos los que presentaran mayor producción de este calibre.

Es importante continuar con este trabajo para determinar los productos que mejor controlen a *Ditylenchus dipsaci*, ya que los productores siguen teniendo problemas con este nematodo.

LITERATURA CITADA

- Robles, P.J.; R.A. Armenta C. y E. Valenzuela C. 2006. México en el Contexto Global de Producción de Ajo. En memorias, Seminario Técnico: Tecnología para la Producción de ajo en la Sierra de Sonora. Universidad de Sonora, INIFAP, Municipio de Arizpe, Fundación Produce Sonora. p. 7-14.
- Trejo, P.P. 2006. Presentación, II Foro Nacional del Ajo, Memorias. Gobierno de Zacatecas; INIFAP, Fundación Produce, Zacatecas; SAGARPA; FIRA; Consejo estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A.C. Zacatecas, Zac., México. P. v.
- Dao F, González PA, Oostenbrink M (1962) Problemas nematológicos observados en la agricultura venezolana. *III Jornadas Agronómicas* (Cagua) (mimeo). S/p.
- Dao F (1961a) El nematodo del ajo *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1858) Filipjev, 1936 y medidas de control. *Ingeniería Agronómica* (Caracas) 6: 26-28.
- FUSAGRI (1978) Desinfección de semillas de ajo. *Noticias Agrícolas*. VIII(13). 2 pp.
- Greco N, Vovlas N, Inserra R (1991) *The stem and bulb nematode Ditylenchus dipsaci*. Fla. Dept. Agric. Consumer Serv. Division of Plant Industry. Nematology Circular N° 187. 4 pp.
- Meredith J (1976a) *El control de Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1858) Filipjev, 1936, en "semillas" de ajo (*Allium sativum* L.) en Venezuela. Trabajo de Ascenso. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 114 pp.
- Yépez G (1972) *Los nematodos enemigos de la agricultura*. Trabajo de Ascenso. Universidad Central de Venezuela. Maracay.

*Los autores expresan su agradecimiento a Fundación Produce Sonora por el apoyo para la realización de este proyecto.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE RIEGO EN HUERTAS DE NARANJO EN LA COSTA DE HERMOSILLO

Benjamín Valdez Gascón¹, Luis J. Durón Noriega¹, José E. Ortiz Enríquez¹, Ramón Sesma León¹, Uriel B. Valdez Nevarez¹ y Sergio Payan Ochoa¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Carr. A Bahía de Kino Km. 12.6. Hermosillo, Sonora. México. bvaldezg@hotmail.com

Palabras clave: Programación del riego, Monitoreo humedad, Evapotranspiración, Sensores humedad.

RESUMEN

La rentabilidad por m³ en huertas de naranjo es de las más bajas en la región, esto junto a la baja disponibilidad de agua hacen necesario mayores esfuerzos para incrementar el nivel de aprovechamiento del agua. La tecnología de riego desarrollada en el CECH-CIRNO y que inicia su transferencia en este ciclo, permite incrementos superiores al 30% en el aprovechamiento del agua, al pasar de los 13,500 m³/ha anuales usados convencionalmente a 10,000 m³/ha, sin afectar rendimiento y calidad de fruta. La tecnología transferida en cítricos consiste en la aplicación de programas de riego atendiendo etapas fenológicas en las variedades tempranas y tardías y una reducción controlada del volumen de agua. Los programas de riego son: 100-75-50% de la evapotranspiración (ET_c) en naranjas tardías y 100-100-25% de ET_c para naranjas tempranas, correspondiendo estas tres etapas a floración y amarre, rápido crecimiento del fruto y etapa final de lento crecimiento de fruto. En este primer año de transferencia, se tuvieron tres huertas de cítricos en los campos: Europa, Aranjuez y San José. Los volúmenes de agua aplicados en la superficie de 147 ha, comprendida en estos campos, representó una disminución de 676 millares de m³ en el ciclo. Los rendimientos promedio obtenidos en estas huertas superaron las 35 ton/ha.

ABSTRACT

The profitability for m³ in citrus groves is of the lowest in the region. Because the low availability of water they make major efforts to increase the level of utilization of the water. The technology of irrigation was developed in the CECH-CIRNO and we initiate its transfer in this cycle, it allow increases up to 30 % in the utilization of the water, instead the 13,500 m³/ha annual used conventional, we can down it to 10,000 m³/ha, without affecting yield and quality of fruit. The technology transferred in citrus plantations consists of the application of programs of irrigation attending to phenological stages in the early and late varieties and a reduction controlled of the water volume. The programs of irrigation are: 100-75-50 % of the evapotranspiration (ET_c) in late oranges and 100-100-25 % of ET_c for early oranges. This stages are flowering and fruit set, fast fruit growing and final slow fruit growing. In this first year of transfer was carried out in the fields: Europe, Aranjuez and San Jose. The water volumes applied in the surface of 147 hectares, reaching in these fields a decrease of 676 thousands of m³ in the cycle. Yields obtained in these orchards overcame the 35 ton/ha.

INTRODUCCIÓN

La rentabilidad por m³ en huertas de naranjo es de las más bajas en la región, esto junto a la baja disponibilidad de agua hacen necesario mayores esfuerzos para incrementar el nivel de aprovechamiento del agua. La tecnología de riego desarrollada en el Campo Experimental Costa de Hermosillo, permite incrementos superiores al 30% en el aprovechamiento del agua, al pasar de los 13,500 m³/ha anuales usados convencionalmente a 10,000 m³/ha, sin afectar rendimiento y calidad de fruta. La transferencia de tecnología (TT), es una actividad importante en el INIFAP y es desarrollada en este trabajo para llevar al productor los avances en materia de investigación en el manejo del agua en cítricos. Después de un proceso de validación de la tecnología se acordó junto con la Asociación de Usuarios del DR 051 y el apoyo de la Fundación Produce Sonora transferir la tecnología de riego en campos de productores cooperantes. A la par del establecimiento de la

tecnología, en cada campo se realizó capacitación del personal involucrado como son: regador, técnico, administrador y productor.

La Costa de Hermosillo, al igual que otras regiones de bombeo del Noroeste de México, tiene limitada disponibilidad de agua, debido a características topográficas y geográficas que producen una condición hidrológica desfavorable comparada con otras zonas del país. Lo anterior no es modificable y requiere de un esfuerzo mayor por parte de los sectores involucrados en la administración del agua, para alcanzar altos niveles de eficiencia en el aprovechamiento de este recurso. La Costa de Hermosillo se encuentra dentro de las regiones clasificadas por autoridades del ramo, como de fuerte presión sobre el recurso agua considerando su baja disponibilidad y su alta demanda (SEMARNAT y CNA 2003).

El INIFAP desarrolla importantes proyectos de transferencia de tecnología (TT) para beneficio de los productores, pero aún falta una estrategia clara para mejorar este importante proceso. Actualmente se tienen proyectos de TT en diferentes regiones del país, como el desarrollado en Durango y Coahuila para eficientar el uso del agua de riego en nogal mediante monitoreo ambiental (INIFAP 2008).

Es conocido que las plantas necesitan agua para su crecimiento, sin embargo la máxima producción de los cultivos se obtienen solo si se aplica la cantidad adecuada de agua en los tiempos correctos. Demasiada agua reduce la producción e incrementa las pérdidas, mientras que poca agua también reduce la producción. Ambos pueden reducir los beneficios, por ello es importante conocer la respuesta de la planta al agua para una buena programación del riego. Hanson et. al (2004), citan que el objetivo de mejorar la programación del riego es incrementar los beneficios de los campos. El incremento puede resultar por las reducciones de agua y costos de energía, incrementando la producción del cultivo y sus ganancias o alguna combinación de estos. Referente a la programación del riego, Valdez y Durón (2004), citan que es un aspecto importante en la operación de un sistema de riego por goteo y se refiere al cuanto y cuando regar basándose en las demandas del cultivo.

Pehrson (1992), señala que cuando se tenga que limitar el agua en cítricos, las etapas de floración, fijado de fruto y períodos iniciales de crecimiento del fruto, deberá evitarse déficit de agua, y realizarse en todo caso posterior a ellas.

Valdez y Durón (1995), señalan que los programas de riego restringido afectan principalmente a los portainjertos carrizo y troyer no siendo tan importante en los agrios, y que una programación del riego del 100% de ET_c durante la floración y amarre y rápido crecimiento del fruto y una reducción al 50% de la ET_c en la etapa de lento crecimiento del fruto (oct-ene) no representan efectos en la calidad y rendimiento de la naranja valencia.

Valdez et.al (2005), citan que un procedimiento para proporcionar riegos adecuados es mediante el monitoreo de la humedad en el suelo, los beneficios del monitoreo son muchos, como son:

- Mantener adecuada humedad para óptimo crecimiento de la planta y racimos.
- Determinar cuando y cuanto regar.
- Evitar el sobre-riego.
- Mantener un déficit regulado de riego en etapas del cultivo.

Los niveles de humedad se miden en unidades de tensión como centibars (cb) o kilo-pascales (-Kpa), así como en contenido volumétrico de agua. Las mediciones de tensión son fáciles de obtener con el uso de tensiómetros o sensores de resistencia eléctrica, proporcionando una medida del estado de energía del agua en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La tecnología transferida consiste en la aplicación de programas de riego en las huertas cítricas atendiendo etapas fenológicas en las variedades tempranas y tardías y una reducción controlada del volumen de agua. Los programas de riego son: 100-75-50% de la evapotranspiración (ETc) en naranjas tardías y 100-100-25% de ETc para naranjas tempranas. Las etapas del cultivo son: a) floración y amarre (feb-abr); b) rápido crecimiento del fruto (may-sep) y c) lento crecimiento del fruto (oct-ene).

La humedad del suelo se registra con sensores de resistencia eléctrica del tipo "Watermark" modelo 200SS, utilizándose medidores digitales de la misma marca para medir la humedad del suelo y controlar la frecuencia y dosis de los riegos. Un medidor permite realizar las lecturas de todos los sensores disponibles, estableciendo conexión mediante pinzas cocodrilo, y proporcionando lecturas digitales de 10 a 200 centibares. Estos dispositivos se colocan a dos profundidades en el perfil del suelo, 45 y 90 cm, para obtener información de la humedad en la zona de mayor densidad de raíces, obteniéndose lecturas en centibars (cb) dos veces por semana, las cuales fueron capturadas en computadora provista de un software que permite graficar automáticamente las curvas de tensión.

Los programas inician justo antes de la brotación, proporcionando un riego de establecimiento o formación de bulbo con el suministro de 30 a 40 horas continuas para posteriormente reponer la demanda de agua o ETc prevista en cada etapa. La transferencia es útil en huertas de cítricos irrigadas con sistemas de microirrigación como son la microaspersión y el goteo. En este primer ciclo 2007-2008 se tuvieron bajo transferencia tres huertas de cítricos en los campos: Europa, Aranjuez y San José, con superficies de 22 ha, 25 ha y 100 ha respectivamente.

Las demandas de agua que sirvieron de base para el establecimiento de los programas de riego en las variedades de naranja "Marrs" y "Valencia", se ilustran en los siguientes cuadros:

Cuadro 1. Demandas de agua y coeficientes de cultivo (Kc), en naranja "Marrs" en la Costa de Hermosillo.

	MARRS				
	LÁMINA DE CONSUMO		ETo		Kc
	Mensual	Acumulado	Mes	Acumulada	
ENERO	22.0	22.0	85.0	85.0	0.3
FEBRERO	*68.0	90.0	93.9	178.9	0.3
MARZO	74.0	164.0	150.9	329.8	0.5
ABRIL	98.0	262.0	177.8	507.5	0.5
MAYO	133.0	395.0	216.0	723.5	0.6
JUNIO	133.0	528.0	205.5	929.0	0.6
JULIO	135.0	663.0	202.3	1131.3	0.6
AGOSTO	135.0	798.0	183.5	1314.8	0.7
SEPTIEMBRE	135.0	933.0	170.4	1485.2	0.8
OCTUBRE	68.0	1001.0	151.1	1636.3	0.5
NOVIEMBRE	31.0	1032.0	118.6	1754.8	0.3
DICIEMBRE	22.0	1054.0	102.9	1857.7	0.2

*Se incluye fondo de humedad

Cuadro 2. Demandas de agua y coeficientes de cultivo (Kc), en naranja “Valencia” en la Costa de Hermosillo

	VALENCIA				
	LÁMINA DE CONSUMO		ET _o		Kc
	Mensual	Acumulado	Mes	Acumulada	
ENERO	22.0	22.0	85.0	85.0	0.3
FEBRERO	*68.0	90.0	93.9	178.9	0.3
MARZO	74.0	164.0	150.9	329.8	0.5
ABRIL	98.0	262.0	177.8	507.5	0.5
MAYO	101.0	363.0	216.0	723.5	0.5
JUNIO	101.0	464.0	205.5	929.0	0.5
JULIO	131.0	595.0	202.3	1131.3	0.7
AGOSTO	131.0	726.0	183.5	1314.8	0.7
SEPTIEMBRE	131.0	857.0	170.4	1485.2	0.7
OCTUBRE	56.0	913.0	151.1	1636.3	0.4
NOVIEMBRE	38.0	951.0	118.6	1754.8	0.3
DICIEMBRE	22.0	973.0	102.9	1857.7	0.2

*Se incluye fondo de humedad

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este primer año de transferencia, se tuvieron tres huertas de cítricos en los campos: Europa, Aranjuez y San José. Los datos de tensión de humedad en el suelo en las estaciones de monitoreo instaladas en cada huerta generaron curvas como las que se reproducen en las figura 1

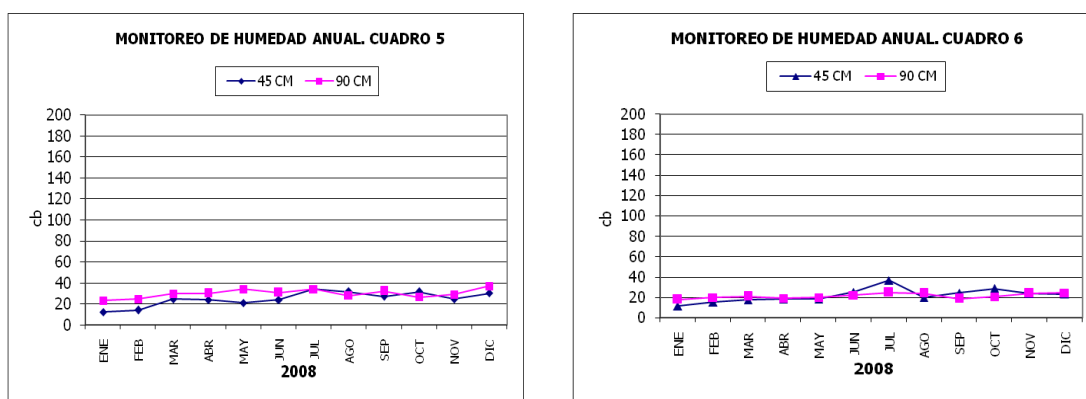


Figura 1. Comportamiento anual de la tensión de humedad del suelo en dos estaciones de monitoreo en Huerta San José, 2008.

La generación de estas curvas permitió implementar los programas de reducción de lámina, sin poner en riesgo el desarrollo, rendimiento y calidad de la fruta, ya que se mantuvieron los

parámetros de tensión en el suelo dentro del rango de 20 a 40 centibars en ambas profundidades del perfil, valores considerados como no estresantes para los árboles, de acuerdo a valores obtenidos en investigación en este cultivo con riego por microirrigación (cuadro 3), Valdez et. al 2005.

Cuadro 3. Niveles adecuados de humedad en el suelo (cb) para distintas etapas de crecimiento de naranja "Valencia" con sistemas de microirrigación.

Etapas de crecimiento	Goteo Enterrado		Microaspersión		Goteo Superficial	
	45 cm	90 cm	45 cm	90 cm	45 cm	90 cm
Floración y amarre (feb-abr)	37	21	36	26	28	24
Rápido crec. del fruto (may-sep)	26	18	28	24	20	17
Lento crec. del fruto (oct-ene)	37	22	44	43	23	19

Los volúmenes de agua aplicados en la superficie de 147 ha, comprendida en estos campos, representó una disminución de 676 millares de m³ en el ciclo. Los rendimientos promedio obtenidos en estas huertas superaron las 35 ton/ha con alrededor de 80% de la cosecha con características de fruta de primera calidad.

El proceso de transferencia de la tecnología incluyó varias acciones de capacitación a los técnicos, mayordomos, regadores y administradores en cada una de las huertas; tanto en gabinete como directamente en el campo, con ejercicios básicos para la instalación, mantenimiento, monitoreo, toma de datos y captura de los mismos en computadora. Finalmente ejercicios para la interpretación de curvas gráficas y toma de decisiones en la programación de los riegos.

Una vez instalados y ya operando las estaciones de riego, se dio seguimiento por parte del proyecto a la información recabada y acumulada cada semana.

Los resultados positivos de esta tecnología han provocado que para el segundo año de esta transferencia, el número de huertas instaladas y en operación haya pasado de 3 a 8, tanto en la Costa de Hermosillo como el Valle del Yaqui.

LITERATURA CITADA

- Hanson, B., Schwankl, L., and A. Fulton. 2004. Scheduling Irrigations: When and How Much Water to Apply. University of California Irrigation Program. University of California, Davis. 202 p.
- INIFAP-SAGARPA. 2008. III Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Memoria. Mérida, Yucatán. 364 p.
- Pehrson, J. 1992. Citrus irrigation stress trials. Citrograph. Vol. 77 (6):6.
- SEMARNAT y CNA, 2003. Estadísticas del agua en México. 10 p.
- Valdez, G. B. y L. J. Durón. 1995. Evaluación de programas de riego normal y restringidos en árboles jóvenes de naranjo regados con microaspersión sobre distintos portainjertos. Informe técnico inédito. CECH-CIRNO.
- Valdez, G.B. y L. J. Durón. 2004. Manejo del riego en vid de mesa. Seminario de Viticultura 2004. INIFAP-CIRNO-CECH. Publicación Especial No.18. p.47-54.
- Valdez, G.B., L. J. Durón y Grageda G. J. 2005. Uso de sistemas de riego por goteo y monitoreo de la humedad del suelo en vid de mesa en la Costa de Hermosillo. Seminario de Viticultura 2005. INIFAP-CIRNO-CECH. Publicación Especial No.20. p.9-14.

COMPATIBILIDAD “*IN VITRO*” DE *BEAUVERIA BASSIANA* (BALSAMO) VUILLEMIN CON PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN HORTALIZAS EN SINALOA

Miguel López Meza¹; ²Dagoberto Mederos Mederos; ¹Roberto Gastélum Luque; Olivas; ¹Tirzo P. Godoy Angulo; ¹Jacobo E. Cruz Ortega, ³Fabian Avendaño Meza. ⁴Maira C. Olivas Email: Leugim_lm@yahoo.com, zepol_mm@hotmail.com. ¹Cuerpo Académico de fitoprotección. Facultad de Agronomía de la UAS. Culiacán, Sin. ²Profesor de la Facultad de Agronomía de La Universidad Agraria de la Habana, Cuba. ³Profesor colaborador. ⁴Alumno de maestría, UAS.

Palabras clave: compatibilidad, *Beauveria bassiana*, Plaguicidas, hortalizas.

RESUMEN

Se realizó un experimento en laboratorio con el objetivo de determinar la compatibilidad “*in Vitro*” del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* con un testigo absoluto cinco extractos vegetales, cinco fungicidas y cinco insecticidas que son utilizados para el control de plagas en hortalizas. Los insecticidas que más afectaron el crecimiento micelial del hongo fueron el pymetrozine y la abamectina, mientras que, con los fungicidas fueron el pyraclostrobin y benomyl y los que menos afectaron el crecimiento micelial en relación al testigo fueron chlorfenapyr con un crecimiento mayor de 2.1%, el extracto de ajo, spinosad y cyromazina con afectaciones de 23,2, 23,6 y 25%, respectivamente. La mayoría de los plaguicidas presentaron una mayor producción de conidios que en el tratamiento testigo con excepción del pymetrozine y pyraclostrobin. El producto a base de extracto de ajo fue inofensivo en el crecimiento micelial de *B. bassiana*, la mayoría de los productos fueron ligeramente tóxicos con excepción del aceite de neem que fue medianamente tóxico, mientras que el extracto de canela y los fungicidas pyraclostrobin y benomyl fueron tóxicos al crecimiento del hongo. Los insecticidas cyromazina, spinosad, chlorfenapyr y el extracto de ajo y el extracto de neem pueden ser utilizados como parte de la estrategia de Manejo Integrado de Plagas.

ABSTRACT

An experiment was conducted in laboratory with the aim of determining the compatibility “*in vitro*” of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* with a witness all five extracts Plant, five fungicides and five insecticides that are used to control pests in vegetables. The insecticides that most affected the mycelial growth of the fungus were pymetrozine and abamectin, while with fungicides pyraclostrobin and Benomyl were less affected and mycelial growth than the control were Chlorfenapyr with higher growth of 2.1%, the garlic extract, spinosad and Cyromazine with affectations of 23.2, 23.6 and 25% respectively. Most of the pesticides had an increased production of conidia in the control treatment with the exception of pymetrozine, and pyraclostrobin. The product based on garlic extract was harmless in the mycelial growth of *B. bassiana*, most products were slightly toxic with the exception of neem oil that was moderately toxic, while the cinnamon extract and pyraclostrobin fungicides and benomyl were toxic to fungal growth. Cyromazine insecticides, spinosad and chlorfenapyr garlic extract and neem extract can be used as part of the strategy of Integrated Pest Management.

INTRODUCCIÓN

El uso de hongos entomopatógenos para el control de plagas de importancia agrícola se ha incrementado en los últimos años, debido a los riesgos de contaminación y toxicidad que implica el uso de plaguicidas. Por lo que se han realizado una gran cantidad de experimentos para detectar el efecto de los pesticidas con los hongos entomopatógenos, sin embargo, la mayoría de ellos han evaluados solamente el efecto de los productos sobre el crecimiento vegetativo y esporulación dejando por fuera la germinación de conidios (Neves *et al.*, 2001). El reconocimiento de la compatibilidad entre los hongos entomopatógenos y pesticidas pueden facilitar la opción de esos productos en el manejo integrado de plagas (Neves *et al.*, 2001). Así mismo, el uso de insecticidas selectivos puede ser asociado con entomopatógenos, incrementando su eficacia en el control y

reduciendo el uso de insecticidas requeridos (Oliveira, *et al.*, 2003). Algunos estudios muestran a los fungicidas como el captan, dichlofluanida, iprodione, benomyl y carbendazin con potencial para interferir con los sucesos de *Paecilomyces fumosoroseus*, si ello son empleados juntos. Sin embargo, Tamai (2002) mencionan que propamocarb, sulfuro hidroclorhídrico y kasugamycina son compatibles con *B. bassiana*.

Duran (1998), determinó el efecto de los plaguicidas sobre la germinación y el crecimiento de *B. bassiana* en laboratorio. Los resultados demostraron que los fungicidas Benlate (benomyl), Curzate (mancozeb + cymoxanil), Acrobat (dimetomorf + mancozeb), Daconil (clorotalonil), Antracol (propineb) y Dithane (mancozeb), afectaron de manera significativa la germinación y el crecimiento de *B. bassiana* y que por el contrario, los fungicidas Aliette (fosetyl-Al), Previcur (propamocarb) y Kocide (oxicloruro de cobre), no afectaron en forma significativa el crecimiento y la germinación del hongo entomopatógenos.

De los hongos entomopatógenos que son mas utilizados para la regulación de insectos plagas en hortalizas se encuentran *B. bassiana* (Balsamo) Vuillemin, *Metarhium anisopliae*, *P. fumosoroseus*, y *Numorea rileyi* que son utilizados para el control de una gran cantidad de insectos entre los que se destacan los hemípteros (Aleyrodidos) y coleópteros (Curculionidos), Lepidópteros (Noctuidae), los que en algunas ocasiones se aplican en combinación con los productos químicos con el fin de controlar dichas plagas, pero sin tener conocimiento si realmente este producto es compatible con el agente biológico, lo que hace que se incrementen los costos en el manejo de insecto, por lo que se hace necesario estudiar *in vitro* esta compatibilidad y así poder determinar el uso de los productos biológicos con fungicidas utilizados mas comúnmente en el control de enfermedades de hortalizas. Por lo que para desarrollar este trabajo se planteó el siguiente objetivo: Evaluar en condiciones de laboratorio la compatibilidad de *B. bassiana* con plaguicidas que son utilizados en el control plagas de hortalizas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en los laboratorios de entomología y fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Para el desarrollo del experimento se usaron los hongos entomopatógenos *B. bassiana*, sembrados en placas Petri con medio de cultivo Sabouraud Dextrosa Agar (SDA) envenenado con plaguicidas Tabla 1.

El experimento se realizó con un testigo y 15 plaguicidas que son frecuentemente utilizados en el cultivo de tomate en el Valle de Culiacán y un testigo, con un diseño completamente aleatorizado, con cuatro repeticiones.

Tabla 1. Plaguicidas utilizados para determinar la compatibilidad “*in Vitro*” del efecto de *B. bassiana* con los plaguicidas.

INSECTICIDAS QUIMICOS		INSECTICIDAS NATURALES		FUNGICIDAS QUIMICOS	
N. comercial	N. común	N. comercial	N. común	N. comercial	N. común
Sunfire 2 SC	clorphenapyr	Biocrack	ext. de ajo	Amistar 50 GS	azoxistrobin
Trigard 75 PH	cyromazina	Strikers	ext. de Canela	Benomylo 50 PH	benomyl
Plenum 50 GS	pymetrozine	Trilogy	ext. de neem	Cabrio C 38 GD	pyraclostrobin
Agrimec 1.8	abamectina	Neemex	aceite de neem	Flint 50 GD	trifloxystrobin
Spintor 12 SC	spinosad	Naranja	ext. de naranja	Cheyene 720 FSA	chlorothalonil
Testigo		Testigo		Testigo	

El efecto de los plaguicidas sobre el crecimiento micelial y la esporulación de *B. bassiana* se determinó mediante la técnica de “envenenamiento del medio de cultivo”, utilizada por Pozo (1987),

Rodríguez (2003) y Oliveira y Neves (2004). Los medios de cultivos se prepararon en matraces de 500 mL. previamente esterilizados. A cada matraz se le agregó 250 mL del medio de cultivo SDA, posteriormente ya disuelto el medio se colocó en autoclave a 121°C durante 15 minutos. Antes de enfriarse el medio de cultivo se agregó 12.5 mg. de antibiótico (Sulfato de estreptomicina) y la cantidad correspondiente para cada uno de los plaguicidas fue en proporción a la dosis utilizada en campo en una solución de 200 L. de agua. Posteriormente se agregó de 10 a 12 mL de medio a cada placa Petri de 8 cm. de diámetro. Una vez que hubo solidificado el medio de cultivo se procedió a sembrar el hongo en la cámara de flujo laminar, desinfectada previamente con alcohol y bajo tres mecheros pequeños. Las placas Petri se inocularon con un disco de 6 mm de diámetro de la zona de crecimiento activo de la colonia del hongo con siete días de incubación. Las mismas se colocaron en una meseta en el laboratorio a una temperatura controlada de $26 \pm 1^\circ\text{C}$. En todos los ensayos se realizaron tres evaluaciones del crecimiento micelial a los 7, 16 y 21 días después de la inoculación. Se midió su diámetro, siempre en el mismo sentido y los datos se registraron descontándose el diámetro del disco sembrado.

A los seis días después de realizada la última evaluación de crecimiento micelial, se extrajeron de la zona central, junto al inóculo inicial dos discos de 6 mm de diámetro de cada placa Petri y se colocaron en un matraz de 100 mL de capacidad a los que se le agregó 25 mL de agua destilada y estéril + West-A (dispersante al 0,05%), posteriormente la suspensión obtenida se agitó durante 2 minutos. Se tomó 1 mL de suspensión de cada unidad experimental y se contabilizaron las esporas en Cámara de Neubauer y finalmente el resultado se expresó como conidios mm^2 . Para clasificar a los plaguicidas evaluados de acuerdo al efecto tóxico provocado sobre el crecimiento micelial de los hongos entomopatógenos se utilizó la escala recomendada por el grupo de trabajo de la Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) (Jacas y Viñuelas, 1993, citado por Vázquez, 2003) en la que se consideran cuatro niveles de toxicidad:

Grado 1. Inofensivo, menos del 30% de afectación.

Grado 2. Ligeramente tóxico, del 30 al 79% de afectación.

Grado 3. Medianamente tóxico, del 80 al 99% de afectación.

Grado 4. Tóxico, mas del 99% de afectación.

Con los datos obtenidos del crecimiento micelial fueron transformados para su análisis a través de la expresión $\sqrt{x+1}$, mientras que el promedio de conidios producidos en cada medio fueron transformados a Log_{10} y ambos procesados mediante un análisis de varianza de clasificación simple y las medias, cuando hubo diferencias significativas, se compararon mediante la Prueba de Tukey al 5%. Para los análisis se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de los plaguicidas sobre el crecimiento micelial y la esporulación “*in vitro*” de *B. bassiana*, a los 21 días después de sembrado (DDS) en el medio de cultivo cuando se le agregaron los plaguicidas, presentó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos y la comparación de medias los agrupa en niveles estadísticos distintos. Los productos insecticidas que más afectaron el crecimiento micelial del hongo fueron el pymetrozine y la abamectina, mientras que, con los fungicidas se registraron al pyraclostrobin y benomyl con más inhibición del crecimiento del hongo.

El crecimiento micelial del hongo fue estadísticamente igual cuando creció en el medio envenenado con el insecticida spinosad y el extracto de ajo que a su vez fueron muy similares a cuando se aplicó cyromazina, extracto de neem y estos con cierta similitud a pymetrozine, este último estadísticamente igual a abamectina y a los fungicidas chorothalonil, trifloxystrobin y azoxistrobin, el resto de los tratamientos afectó más del 50% el crecimiento del hongo (Tabla 2).

Al concluir el ensayo los productos que menos afectaron el crecimiento micelial de *B. bassiana* en relación al testigo sin aplicaciones fueron chlorfenapyr con un crecimiento mayor de 2.1%, el extracto de ajo, spinosad y cyromazina con afectaciones de 23,2, 23,6 y 25%, respectivamente.

Como puede apreciarse, todas las variantes con plaguicidas fueron superiores al testigo en la producción de conidios, con excepción del pymetrozine y pyraclostrobin quienes presentaron la

menor cantidad de conidios. La comparación de medias, en la esporulación de *B. bassiana*, muestra que la producción de conidios fue mayor en los medios envenenados con los insecticidas, spinosad y cyromazina, los cuales fueron estadísticamente iguales a los extractos vegetales y a los insecticidas chlorfenapyr, abamectina y al fungicida trifloxystrobin, que no presentaron diferencias significativas entre si en la producción de conidios. En el medio del cultivo envenenado con los fungicidas chlorothalonil y azoxistrobin, la producción de conidios no difirieron estadísticamente del testigo, pero estos fueron diferentes al spinosad y la cyromazina. Así mismo, se observó que el pymetrozine y pyraclostrobin presentaron la menor producción de conidios y fueron diferentes estadísticamente entre si.

Tabla 2. Crecimiento micelial (cm), de *B. bassiana* 21 días después de sembrado esporulación y grado tóxico en medio de cultivo (SDA) envenenado con plaguicidas.

Plaguicidas	Crecimiento micelial		Esporulación		Grado de toxicidad
	$\bar{x}$ orig.	$\bar{x}$ transf.	$\bar{x}$ orig.	$\bar{x}$ transf.	
Testigo	5,73	2,59 a	$6,37 \times 10^5$	5,80 bc	-----
cyromazina	4,30	2,30 bc	$1,73 \times 10^6$	6,23 a	2
spinosad	4,38	2,32 b	$1,75 \times 10^6$	6,24 a	2
chlorfenapyr	5,85	2,62 a	$8,47 \times 10^5$	5,93 abc	2
pymetrozine	3,45	2,11 cd	$3,60 \times 10^5$	5,56 c	2
abamectina	2,90	1,97 de	$7,42 \times 10^5$	5,87 abc	2
extracto de ajo	4,40	2,32 b	$1,48 \times 10^6$	6,17 ab	1
extracto de neem	3,85	2,20 bc	$1,59 \times 10^6$	6,18 ab	2
extracto de naranja	2,93	1,98 de	$1,07 \times 10^6$	6,00 ab	2
aceite de neem	2,23	1,79 e	$1,55 \times 10^6$	6,17 ab	3
extracto de canela	0,00	1,00 g	-----	-----	4
chlorothalonil	2,88	1,97 de	$7,87 \times 10^5$	5,83 bc	2
trifloxystrobin	2,88	1,97 de	$1,31 \times 10^6$	6,11 ab	2
azoxistrobin	2,95	1,99 de	$6,74 \times 10^5$	5,82 bc	2
pyraclostrobin	0,83	1,35 f	$1,12 \times 10^5$	5,05 d	4
benomyl	0,00	1,00 g	-----	-----	4
C.V. (%)		4,11		2,34	
ESx		$\pm 0,081$		$\pm 0,139$	

Medias con la misma letra, dentro de cada columna son estadísticamente iguales

1= Inofensivo; 2= Ligeramente tóxica; 3= Medianamente tóxico y 4=Tóxico

La clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su toxicidad sobre *B. bassiana*, según la escala recomendada por el grupo de trabajo de la OILB (Jacas y Viñuelas, 1993, citado por Vázquez, 2003), se puede observar en la tabla 2. Se encontró al extracto de ajo como un producto inofensivo en el crecimiento micelial de *B. bassiana*, la mayoría de los productos fueron ligeramente tóxicos con excepción del aceite de neem que fue medianamente tóxico, mientras que el extracto de canela y los fungicidas pyraclostrobin y benomyl fueron tóxicos.

Los resultados obtenidos del efecto de los fungicidas en el crecimiento micelial de los hongos confirman los reportados por Saito y Yabuta (1996) Tamai *et al.* (2002) y Sterk (2003), quienes mencionan que en general los productos que más afectan el desarrollo de los hongos entomopatógenos son los fungicidas y entre ellos se encuentra el benomyl, el chlorothalonil y el iprodione, los cuales inhiben parcialmente el crecimiento micelial y totalmente la germinación de los hongos.

De manera general, el efecto de los insecticidas sobre el crecimiento de *B. bassiana*, difiere con respecto a Oliveira y Neves (2004), ya que sus resultados fueron variables, pues el hongo en el acrinathrin superó en crecimiento al testigo en un 10%, mientras que los productos: pyridaphenathion, azocyclotin y cyhexatin inhibieron en un 89% el crecimiento micelial. Mientras que, en la esporulación, los productos clorfenapyr, fenpyroximate, acrinathrin, hexithioazox y abamectina ocuparon niveles intermedios de esporulación, así mismo, los insecticidas dimetoato, amitraz y el oxido de fenbutacion inhibieron la esporulación en un 75% y 100% de la esporulación fue inhibido por los productos pyridaphenthion, azocyclotin y cyhexatin.

El resultado del crecimiento micelial con aceite de neem, fue similar al reportado por Hirose *et al.* (2001), quienes mencionan a este producto como el que más afectó el crecimiento de *B. bassiana*. Este efecto posiblemente se debe a la descomposición de los elementos necesarios para la nutrición del hongo por acción del aceite ya que en los tres casos el crecimiento fue muy leve.

Los resultados de la producción de esporas en el medio de cultivo envenenado con abamectina y cyromazina son similares a los reportados por Oliveira y Neves (2004) y Tamai *et al.* (2002) quienes mencionan que estos productos no afectan la producción de conidios, posiblemente las ligeras diferencias se deban a la técnica diferente de determinar el crecimiento micelial de hongo y la esporulación, ya que en nuestro caso todo el medio es primeramente envenenado y después colocado el hongo.

El resultado obtenido con el aceite de neem al afectar la producción de esporas es similar al reportado por Hirose *et al.* (2001), el cual lo consideró como uno de los productos que afectan la producción de esporas. Sin embargo, para el caso de los plaguicidas en general que no afectaron la producción de conidios en ninguno de los hongos, se observa un incremento en la que puede estar relacionada con una respuesta del hongo a producir conidios al ser afectado ligeramente su crecimiento micelial, resultados similares obtuvo en su investigación Rodríguez (2003), quien menciona que para algunos insecticidas reportados en su trabajo se ve incrementada la producción de conidios por unidad de superficie de la colonia.

CONCLUSIONES

El hongo *B. bassiana* es poco afectado por los insecticidas cyromazina, spinosad, chlorfenapy por lo que se pueden realizar mezclas como parte de un MIP. Así mismo, también se pueden utilizar como parte de esta estrategia al extracto de ajo y el extracto de neem.

Los fungicidas utilizados para esta investigación no deben de mezclarse con *B. bassiana* para ser utilizado como estrategias de un MIP.

LITERATURA CITADA

- Duran, M., J. 1998. Uso de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycota: Hyphomycetes) como alternativa de control del picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 110 p.
- Hirose, E.; Neves, P. M.; Zequi, J. A.; Martins, L. H.; Peralta, C. H.; Moino, A. Jr. 2001. Effect of Biofertilizers and Neem Oil on the Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. Biology and Technology an Internacional Journal 44(4):419-423.
- Neves, P. M.; Hirose, E.; Tchujo, P. T.; Moino, A. 2001. Compatibility of entomopathogenic fungi with neonicotinoid insecticides. Neotrop. Entomol. 30:263-268.
- Oliveira, C. N.; Oliveira, P. M.; Sueki, L. K. 2003. Compatibilty between the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* and Insecticides Used in Coffee Plantations. Scientia Agrícola 60(4):663-667.
- Oliveira, R. C.; Neves, P. M. 2004. Compatibility of *Beauveria bassiana* with acaricides. Neotrop. Entomol. 33(3):353-358.
- Tamai, M.A.; Alves, S.B.; Lopes, R.B.; Faion, M.; Padilla, L.F. 2002. Toxicidade de produtos fitossanitários para *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Arq. Inst. Biol. (São Paulo) 69(3):89-96.

- Pozo, E. M. del. 1987. Aspectos biológicos y sensibilidad a plaguicidas de tres biorreguladores de Homópteros en cítricos y cafeto Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, La Habana, Cuba. 125 P.
- Rodríguez, A. 2003. Una alternativa con hongos entomopatógenos nativos para el control de *Trialeurodes vaporariorum* (West) en el cultivo de tomate en invernáculos en Uruguay. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de la Habana, La Habana, Cuba. 104 P
- Saito, T.; Yabuta, M. 1996. Laboratory studies on effect of pesticides on entomopathogenic fungus, *Verticillium lecanii*. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology 40(1):71-76.
- SAS Institute, 1998. User's manual, version 7.0. SAS Institute, Cary, NC.
- Sterk, G. 2003. Toxicity of fungicides to entomopathogenic fungi. Colloque international tomato sous abri. Protection integred-agriculture biologique, Avignon, France, 17-18 et septembre. Pp. 119-121.
- Vázquez, L. L. 2003. Manejo Integrado de Plagas. Preguntas y respuestas para extensionistas y agricultores. La Habana: INISAV. ISBN: 959-246-069-8. 566 p.

HONGOS ENTOMOPATÓGENOS, EXTRACTO DE AJO E INSECTICIDAS QUÍMICOS PARA EL COMBATE DE PICUDO DEL CHILE *ANTHONOMUS EUGENII* CANO EN LA CRUZ DE ELOTA, SINALOA

Miguel López Meza¹; Dagoberto Mederos Mederos²; Roberto Gastélum Luque¹; Maira C. Olivas Olivas³; Pablo H. Caro Macías¹; Jacobo E. Cruz Ortega¹. ¹Cuerpo Académico de fitoprotección. Facultad de Agronomía de la UAS. Culiacán, Sin. ²Profesor de la Facultad de Agronomía de La Universidad Agraria de la Habana, Cuba. ³Alumno de maestría. Leugim_lm@yahoo.com, zepol_mm@hotmail.com

Palabras clave: *Capsicum annuum*, productos biológicos, extractos vegetales.

RESUMEN

Se realizó un trabajo en el cultivo de chile bell pepper para el combate de picudo *Anthonomus eugenii* Cano en la Cruz de Elota, Sinaloa, con el objetivo de determinar la eficacia de las aplicaciones de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin, extracto de ajo, aluminofloruro de sodio al 96% e insecticidas convencionales (Malathion+ lambda cyalotrina; oxamyl + beta cipermetrina; clorpirifos 50 + beta cyflutrin; Endosulfan+Permetrina; malathion + Permetrina y Fipronil), y la rotación de cada uno de ellos. Los resultados indican que no hubo diferencias significativas con el promedio acumulado donde se realizaron las aplicaciones de los hongos entomopatógenos y el extracto de ajo, con promedios superiores al testigo, pero con diferencias estadísticas al registrado donde se realizaron las aplicaciones de aluminofloruro de sodio y el tratamiento con insecticidas convencionales, con los promedios más bajos con 8.33 y 11.87 adultos por planta, respectivamente. En la mayoría de los muestreos realizados los promedios obtenidos con los productos biológicos fueron superiores a los reportados con las aplicaciones de aluminofloruro de sodio e insecticidas convencionales. Se obtuvo una eficiencia de 55.0% en el convencional, 38.5% con el aluminofloruro de sodio y 17.1% en el tratamiento con la rotación, no se observaron eficiencia de control con los promedios acumulados en las aplicaciones de *B. bassiana*, *M. anisopliae* y extracto de ajo.

ABSTRACT

Work was carried out in the cultivation of bell pepper chili to fight weevil *Anthonomus eugenii* Cano in Cruz de Elota, Sinaloa, with the aim of determining the effectiveness of the applications of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin, garlic extract, sodium aluminofloruro to 96% and conventional insecticides (Malathion + lambda cyalotrina; oxamyl + beta cypermethrin, chlorpyrifos 50 + beta-cyfluthrin; Endosulfan + Permethrin, Malathion + Permethrin and Fipronil), and rotation of each one. The results indicate that there were no significant differences in the cumulative average which made the applications of entomopathogenic fungi and garlic extract with averages above control, but with statistical differences recorded where applications were made of sodium and aluminofloruro conventional insecticide treatments, with the lowest average of 8.33 and 11.87 adults per plant, respectively. In most sampling carried out the averages of biological products were higher than those reported with sodium aluminofloruro applications and conventional insecticides. It had an efficiency of 55.0% in the conventional, 38.5% sodium aluminofloruro and 17.1% in the treatment with the rotation, there was no control efficiency with averages accumulated in the applications of *B. bassiana*, *M. anisopliae* and garlic extract.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile es una de las hortalizas más importantes después del cultivo de tomate en Sinaloa y dentro de las plagas más dañinas se encuentra el picudo del chile *Anthonomus eugenii* (Cano); para su control se realizan aplicaciones de insecticidas químicos a intervalos de 8 a 10 días y en infestaciones severas éste se reduce a tres o cuatro días, con efectos colaterales negativos (Servin *et al.*, 2002). En general, para su combate se usan productos químicos, hongos entomopatógenos y extractos vegetales. El uso de hongos ha sido una exigencia para la

agricultura en los últimos años, para tratar de reducir la contaminación y toxicidad que implica el uso de plaguicidas órgano sintéticos; además, el empleo de estos hongos reduce los daños al ambiente debido a que son parte de la naturaleza y las plagas no adquieren resistencia durante su uso (Obregón *et al.*, 2001).

Con el número de aplicaciones que se hacen contra picudo y el costo elevado de los productos, algunos productores de Chile han decidido retirarse de esta actividad por considerarla no redituable, por lo que de manera conjunta los agricultores que pertenecen a la Asociación de Agricultores del río de Elota (AARE) y Comité estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sinaloa (CESAVESIN) se solicitó realizar este trabajo con la finalidad de determinar el efecto de las alternativas biológicas que los productores están usando para el manejo del picudo del Chile considerados como menos agresivos al medio ambiente y fauna benéfica natural; debido a ello, se planteó el presente estudio con el objetivo: Determinar la eficiencia de productos biológicos y químicos en la reducción de la población de adultos del picudo del Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Cruz de Elota, Sinaloa, en terrenos de un agricultor cooperante. El trabajo se estableció en plantas adultas de Chile Bell pepper, al final de la producción. El experimento se estableció bajo un diseño completamente aleatorizado, modificado en bloques con los tratamientos al azar en franjas (Campbell, 2000), con tres repeticiones por tratamiento para hacerlo más operativo. Cada repetición se conformó de 12 surcos de 15 m de longitud y 1.8 m de distancia entre surcos. Las plantas se establecieron en el surco a doble hilera. Los tratamientos y dosis se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Productos y dosis aplicados en cada uno de los tratamientos para el control del picudo de Chile en el Valle de la Cruz de Elota, Sinaloa. De abril a mayo del 2009.

Tratamientos	Cantidad de producto aplicado ha ⁻¹					
	Aplicaciones					
	1	2	3	4	5	6
Testigo abs.	----- -	----- -	----- -	----- -	----- -	----- -
Bea-Sin	3.2 L	4.2 L	4.2 L	4.1 L	4.3 L	3.8
Meta-Sin	3.4 L	4.0 L	4.0 L	4.2 L	4.1 L	4.1
Ext. de ajo	3.4 L	4.2 L	4.1 L	3.7 L	3.7 L	3.8
Prokil cryolita	12.0 Kg	12 kg	12.0 kg	12 kg	12.0 Kg	12 kg
Rotación	Meta-Sin 3.58 L	Bea-Sin 4.3 L	Ext. de ajo 4.0 L	aluminofloruro de sodio 96 PH	malathion + metrin 2.0 + 0.5 L	Meta-Sin 3.7 L
Convencional (Tratamiento del productor)	Malathion + Karate (lambda cyalotrina) 2.0 + 0.5 L	Vydate (oxamyl) + Mustang max (beta cipermet rina) 3.0 L + 0.5 L	Cyrene (clorpirifos) 50 + Bulldock (beta cyflutrin) 1.5 kg + 0.35 L	Endo 35 (Endosulfan) Metrin (Permetrina) 2.0 + 0.5 L	malathion + metrin 2.0 + 0.5 L	Fipronil (Regent) 0.250 L

Bea-Sin= *Beauveria bassiana*; Meta-Sin= *Metarrhizium anisopliae*; Prokil cryolita= aluminofloruro de sodio 96 PH

Se realizaron seis aplicaciones, éstas se hicieron dos veces por semana, por la tarde noche, para ello se utilizó una bomba motorizada con capacidad de 25 L de agua. Se usó un aguillón de cuatro salidas y la aspersión fue realizada por los dos lados de la planta, después del muestreo previo. Los muestreos se realizaron a diario durante la mañana, revisando todas las yemas de crecimiento en tres puntos de muestreo de los dos surcos centrales. Cada punto de muestreo se constituyó de tres metros de longitud, se dejaron tres metros al inicio y tres metros al final de cada surco de muestreo en cada una de las repeticiones y el tamaño de muestra fue de 48 plantas muestreadas por tratamiento y repetición. Con los datos obtenidos del promedio de los muestreos por presentar

una distribución de Poisson fueron transformados a la expresión $\sqrt{x+1}$ para su análisis, a través del software estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2004), y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey=0.05. El porcentaje de eficacia de cada tratamiento se calculó utilizando la fórmula de Abbott, 1925.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza realizados con el acumulado de los muestreos de adultos después de cada una de las aplicaciones mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. A las 72 h después de la primer aplicación hubo significativamente (Tukey=0.05) menos adultos acumulados en el tratamiento convencional, el promedio de éstos se incrementó ligeramente en el resto de los tratamientos y en el testigo (sin aplicación); hubo más adultos en el tratamiento con Bea-Sin y fue diferente estadísticamente del convencional, pero no del resto de los tratamientos (Tabla 2). A las 96 y 72 h después de la segunda y tercera aplicación, respectivamente, el promedio acumulado de adultos fue significativamente más bajo en el convencional, seguido de la rotación, Prokil cryolita PH y testigo; hubo más adultos en los tratamientos donde se aplicaron los hongos entomopatógenos y el extracto de ajo, los cuales se diferenciaron estadísticamente del convencional. A las 96 h después de la cuarta aplicación, los mejores tratamientos en la reducción de adultos correspondieron al convencional y al Prokil cryolita PH, mismos que se comportaron estadísticamente iguales, pero diferentes del resto de los tratamientos y del testigo. A las 96 h después de la quinta aplicación hubo una significativa reducción en el promedio de adultos en los tratamientos con Prokil criolita PH, en la rotación y en el convencional, los cuales fueron iguales estadísticamente, pero diferentes a los otros tratamientos y al testigo, mismos que acumularon los promedios más altos. A las 72 h después de la sexta aplicación se registraron significativamente menos adultos en el tratamiento convencional y donde se aplicó el Prokil cryolita PH, y fueron estadísticamente diferentes del resto de los tratamientos y del testigo. Con el promedio total acumulado, hubo significativamente menos adultos en el convencional, seguidos de la Prokil cryolita PH y la rotación, todos ellos fueron diferentes estadísticamente; los promedios más altos se acumularon donde se aplicó extracto de ajo, los hongos entomopatógenos y en el testigo absoluto, mismos que fueron iguales estadísticamente. No se observó efecto en la reducción de adultos donde se aplicó el extracto de ajo ya que el promedio fue superior al testigo en todas las evaluaciones, con excepción de la primera.

Tabla 2. Promedio acumulado de adultos de picudo de chile por planta, muestreados en las yemas terminales registrados después de cada una de las aplicaciones. Ciclo agrícola 2009.

Tratamiento	Primer aplicación n	Segunda aplicación n	Tercer aplicación n	Cuarta aplicación n	Quinta aplicación n	Sexta aplicación n	Promedio acumulado
	72 horas	96 horas	72 horas	96 horas	96 horas	72 horas	
Testigo	1.56 ab*	2.99 ab	4.48 ab	3.92 a	4.06 a	2.23 b	19.23 ab
Bea-Sin	1.68 a	3.13 a	4.90 a	3.55 ab	3.70 a	2.42 b	19.39 a
Meta-Sin	1.58 ab	3.75 a	4.92 a	3.37 ab	3.60 a	2.42 b	19.63 a
Extr. de ajo	1.47 ab	4.15 a	5.50 a	4.02 a	4.30 a	3.32 a	22.76 a
prokil criolita PH	1.33 ab	2.43 ab	3.53 b	2.13 c	1.46 b	1.00 c	11.87 c
Rotación	1.20 ab	2.7 ab	4.70 ab	3.07 b	2.19 b	2.10 b	15.96 b
Convencional	0.80 b	1.48 b	1.68 c	1.90 c	1.76 b	0.71 c	8.33 d

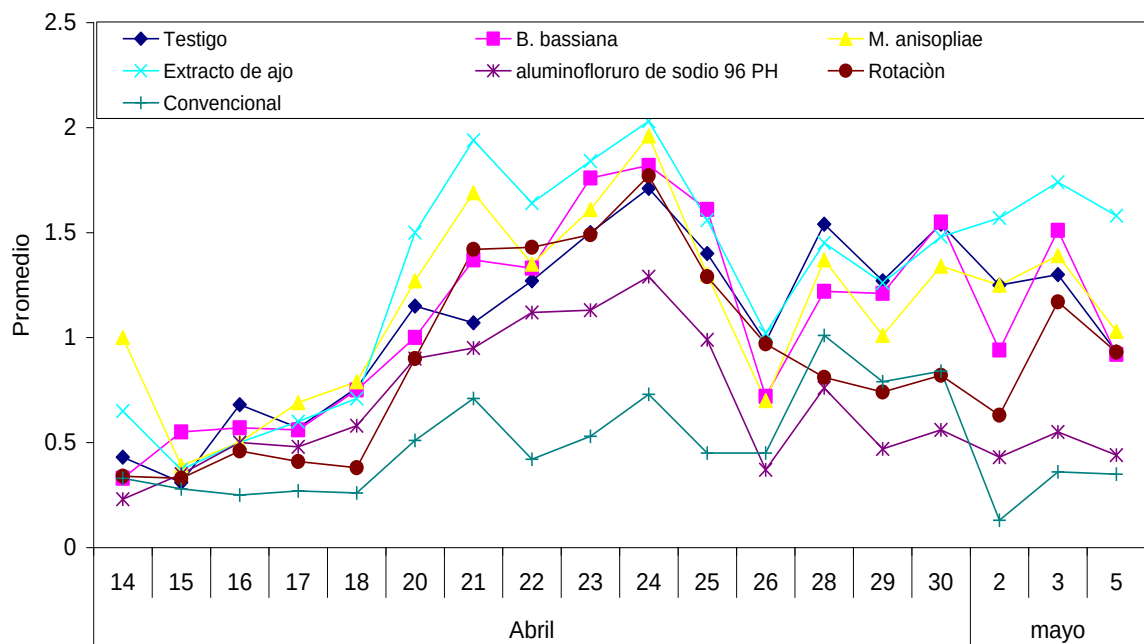
*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Bea-Sin.= (*B. bassiana*); Meta-Sin (*M. anisopliae*); prokil criolita PH = (aluminofloruro de sodio 96 PH).

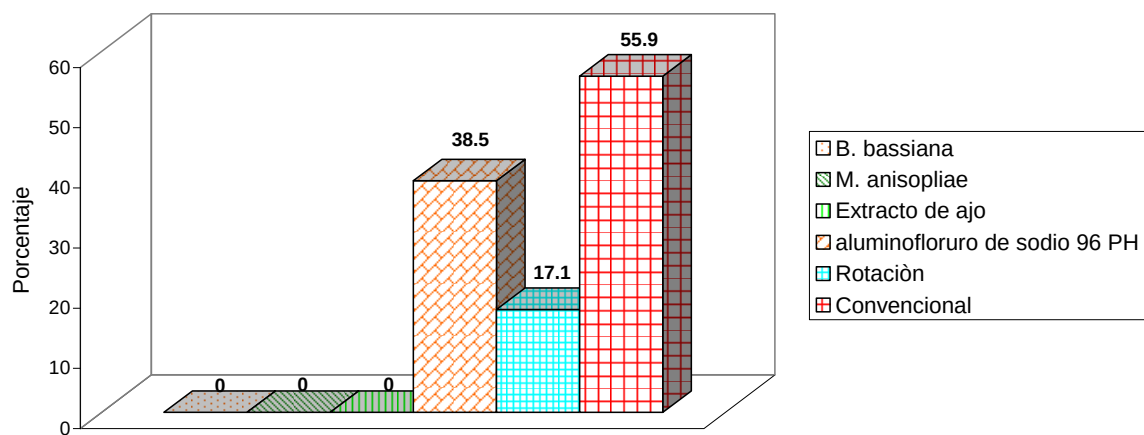
En la Gráfica 1 se observa el promedio de adultos registrados en yemas terminales; en la mayoría de los muestreos se registraron menos picudos en el convencional, seguido por los tratamientos donde se aplicó Prokil cryolita PH y la rotación; mientras que donde se aplicaron los hongos entomopatógenos y el extracto de ajo el promedio de adultos fue muy similar al testigo absoluto y en algunos muestreos lo superaron.

Con el total de adultos acumulados en todos los muestreos, se encontró que la mayor eficacia ocurrió en el tratamiento convencional, pero ésta no superó al 60% (Gráfica 2). Donde se hicieron seis aplicaciones de Prokil cryolita PH y en la rotación Meta-Sin, Bea-Sin, extracto de ajo, Prokil cryolita PH, malation + permetrina y Meta-Sin, la eficacia fue solamente de 38.5 y 17.1%, respectivamente; mientras que en los tratamientos donde se hicieron seis aplicaciones de Meta-Sin, Bea-Sin y extracto de ajo no se registró eficacia, ya que en promedio acumularon mas adultos que el testigo absoluto (Tabla 2).

Gráfica 1. Fluctuación de adultos de *Anthonomus eugenii* muestreados en yemas terminales de chile Bell. La Cruz de Elota, Sinaloa. 2009



Gráfica 2. Eficiencia en promedio de seis muestreos de adultos de picudos en yemas de chile Bell. La Cruz de Elota, Sinaloa



Los resultados encontrados en este trabajo muestran que el mejor tratamiento en la reducción de adultos fue el convencional, seguidos del Prokil cryolita PH y la rotación. En el tratamiento convencional se aplicó la rotación de las mezclas de malation, oxamyl, clorpirifos y endosulfan con

piretroides, y fipronil, aunque ésta no superó al 60% de eficacia. Cortés-Mondaca y Cabanillas-Duran (2004) hicieron siete aplicaciones de malatión (1.5 L ha^{-1}) y registraron 0.62 adultos de *A. eugenii* en 30 terminales, con una eficacia estimada de 79%, ya que en el testigo absoluto hubo 3.05 adultos; los resultados obtenidos por estos autores en el valle de Guasave, Sinaloa son superiores a los encontrados en este trabajo, donde la presión de selección ejercida por insecticidas contra la plaga, es mucho menor. Por otro lado, Gómez (2000) hizo ocho aplicaciones de clorpirifos etil y cyflutrin contra picudo del chile en el valle del Fuerte, Sinaloa; encontró 2.0 y 1.9% de frutos de chile dañados por la plaga y el doble (4.3%) donde realizó el mismo número de aplicaciones de *B. bassiana*.

Investigaciones del efecto de hongos entomopatógenos en el control de picudo en la misma región son mencionados por Corrales (2002), en el que reporta que para el control de picudo se realizaron 12 aplicaciones de *Metarrhizium anisopliae*, cuatro de *Beauveria bassiana*, 19 de extracto de ajo, 17 de azadirachtina, 14 de extracto de pescado, cinco de *Verticillium lecani* y 21 liberaciones de *Catolaccus hunteri* en el tratamiento biorracional, y lo comparó con el químico convencional y un testigo absoluto; reporta que el mejor tratamiento contra picudo del chile fue el convencional, seguido del testigo absoluto y finalmente el biorracional. En el sexto mes de evaluación encontró 9.87 adultos en el biorracional y 8.06 y 0.56 adultos en testigo y convencional, mientras que en séptimo mes hubo 45.25, 11.62 y 9.43 adultos en 20 plantas en los tratamientos biorracional, convencional y testigo, respectivamente; en ambos casos hubo más adultos en el biorracional que en el testigo absoluto, por lo que la eficacia fue de cero, lo que coincide con los resultados obtenidos en este trabajo donde se hicieron seis aplicaciones de Bea-Sin, Meta-Sin y extractos de ajo, también con eficacias de cero.

CONCLUSIONES

El mejor tratamiento en la reducción de adultos del picudo del chile fue el convencional, aunque ésta no superó al 60% de eficacia, le siguieron la Cryolita y la rotación (Meta-Sin, Bea-Sin, extracto de ajo, Cryolita, malation + permetrina y Meta-Sin).

El Prokil cryolita PH es un producto que puede ser utilizado para el control de picudo ya que fue el segundo mejor tratamiento en el control de adultos picudo del chile.

Los tratamientos con *B.bassiana*, *M. anizopliae* y el extracto de ajo no fueron eficaces en la reducción del picudo del chile, bajo las condiciones evaluadas.

LITERATURA CITADA

- Campbell, J. F. 2000. Experimental Design: Statical Field Manual of Techniques in invertebrate Pathology. Application and evaluation of pathogens for control of insects and other invertebrate Pest. Eds. Lawrence A. Lacey and Harry K Kaya. Pp. 39-75.
- Corrales M., J. L. 2002. Estrategias biorracionales para el control de plagas en chile en la región de la Cruz de Elota, Sinaloa. Tesis de Doctorado. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 113 p.
- Cortés-Mondaca, E. y E. Cabanillas D. 2004. "Insecticidas biorracionales para el control del picudo del chile" *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) En: Entomología Mexicana. Morales, M. A; M. Ibarra. G.; A. P. Rivera. G. y S. Stanford C. (Editores). Sociedad Mexicana de Entomología. Primera Edición. México, D. F. (3): 527-529.
- Gómez, O. C. 2000. Control químico del picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) en chile jalapeño, híbrido Mitla, para el valle del Fuerte, Sinaloa. Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología. SME. Pp. 435-438.
- Obregón, G. M., O. Guzmán M., A. Vargas R. y X. Mata G. 2001. Control biológico del picudo en el chile. San José, Costa Rica. Instituto Nacional Especializado en Agricultura Orgánica. Página actualmente disponible en: http://www.ina.ac.cr/revista/pag10_control.html. consulta: 30-junio-2005.
- SAS Institute, 2008. Users guide. Statistics. Versión 9.02. SAS Inst., Cary NC. USA.
- Servin. R; R. Aguilar; JL. Martinez; E. Troyo; A. Ortega 2002. Monitoring of resistance to three insecticides on pepper weevil (*Anthonomus eugenii*) in populations from Baja California Sur, México. Interciencia, 27:12: 691-694.

EFFECTO DE LA MADUREZ IRREGULAR EN TRES GENOTIPOS DE TOMATE EN DOS AMBIENTES EN CULIACÁN, SINALOA

Luis Martín Garzón Ceballos¹, Jacobo Enrique Cruz Ortega², Ada Ascencio Álvarez³, Pablo Humberto Caro Macías², Miguel López Meza², Tirzo Paúl Godoy Angulo², Roberto Gastélum Luque², Jorge Enrique Zazueta López¹, José Manuel Castro Carvajal², Guadalupe Rocha Reyes², y José Manuel Aguilar Patiño². ¹Alumnos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa y ²Profesores-investigadores de la Facultad de Agronomía Kilómetro 17.5 Maxipista-Culiacán-Mazatlán. C.P.80000. ³Investigadora del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Culiacán, Sinaloa. Kilómetro 16.5 Maxipista Culiacán-Mazatlán. C.P. 80000. cobicruz@hotmail.com.

Palabras clave: Tomate, mosca blanca, condiciones climáticas.

RESUMEN

La madurez irregular en frutos de tomate es una enfermedad de reciente aparición en el Valle de Culiacán, Sinaloa, el agente causal se le relaciona con mosca blanca, geminivirus y condiciones climáticas. Por todo lo anterior, se efectuó un experimento con el objetivo de determinar al causante de esta enfermedad y el comportamiento en tres genotipos de tomate bola en dos ambientes diferentes. El experimento se condujo en el Campo Experimental del Valle de Culiacán, Sinaloa, México. Se usó un diseño de tratamientos factorial 2 x 3 (ambientes y genotipos) con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones anidadas dentro de ambientes, bajo un diseño de bloques al azar; los genotipos usados fueron Tyto 12, Tyto, 20 y Tyto 28. Para evaluar la correlación del agente causal de madurez irregular se monitorearon poblaciones de mosca blanca y se dio seguimiento a las condiciones climáticas; para la respuesta de genotipos a la enfermedad se evaluó el rendimiento en los dos ambientes. Los resultados nos indican que los síntomas de madurez irregular en tomate están relacionados con altas temperaturas y presencia de altas poblaciones de mosca blanca, por otra parte, no se detectaron diferencias en cuanto a tolerancia entre los tres genotipos evaluados tanto en campo como bajo condiciones de casa sombra. La enfermedad se presentó tanto en campo como en casa sombra, aunque en esta última con menor intensidad.

ABSTRACT

Irregular ripening in tomato fruits an emerging disease in the Culiacán Valley, Sinaloa, the causative agent is related to whitefly, geminivirus and weather conditions. For the above and experiment was conducted in order to determine the cause of this disease and behavior on three ball tomato genotypes in two different environments. The experiment was conducted in the Campo Experimental Valle de Culiacán, Sinaloa, Mexico. There was used a factorial design 2 x 3 (environments and genotypes) under split plot design with four replications nested within environments, under a randomized blocks design genotypes were Tyto 12, Tyto, 20 and Tyto 28. To evaluate the correlation of the causative agent of irregular ripening, whitefly populations and weather conditions were monitored. The response of genotypes to the disease was evaluated in two environments. The results indicate that the symptoms of irregular maturation in tomato is related to high temperatures and presence of high whitefly populations, on the other hand, there was no difference among the three genotypes in terms of disease tolerance in field and under house shadow conditions. The disease was present in both, field and shade house, although in the latter with less intensity.

INTRODUCCIÓN

Sinaloa es el primer estado productor de tomate a nivel nacional, ocupando más del 56% de la producción, ubicándose mayormente en el Valle de Culiacán (SIAP, 2008). En el estado el clima es idóneo para producir hasta 80 ton/ha a campo abierto, siendo Sinaloa el que determina el precio en el mercado a nivel nacional; sin embargo, de unos 10 años para acá este ha sido muy diferentes, las temperaturas en el verano se han incrementado (de 42 a 48 °C), al igual que en el invierno (de 5 a 15 °C), esto acompañado de intensas y prolongadas lluvias y extensas sequías,

suceso que se observa mas marcado en el Valle de Culiacán, esto provoca que los cultivos hortícolas, en especial el tomate, se vean expuestos a nuevas y mas agresivas enfermedades, de las cuales no tenemos ningún antecedente, por lo cual se incrementa su daño, y por lo tanto costos al productor, disminuyendo su rendimiento y calidad de fruto. Durante los últimos cinco años, se ha presentado en tomate de manera continua tanto en cultivo abierto como en casa sombra una enfermedad conocida como madurez irregular, la cual reduce de manera importante la comercialización de este producto en el mercado nacional e internacional: aunque existen diferentes opiniones sobre el causante de esta enfermedad fisiológica se asevera que su causa puede ser debido a tres posibles factores: mosca blanca, geminivirus y condiciones climáticas (Valenzuela, *et al.*, 2007). Esta enfermedad también se le reporta recientemente en otros países donde se cultiva esta hortaliza como en Costa Rica, España y Argentina entre otros (INTA, 2005). Los síntomas de la enfermedad se manifiestan en la parte interior del fruto en donde se aprecia una mancha en forma de estrella dorada, además zonas que maduran en color amarillo y no en rojo, formando manchas irregulares o bandas que pueden incluso llegar hasta la maduración. Esta anomalía podría deberse a un problema fisiológico que fue descubierto en Florida, conocido como madurez irregular del tomate (tomato irregular ripening, TIR), y tanto sus síntomas como la forma de desarrollarse son muy similares a los que se han detectando en el Valle de Culiacán (Eldia, 2003, CAADES, 2007). Por otra parte, esta enfermedad ha provocado alarma año con año entre los productores sinaloense debido a que si se presenta en los lotes tomateros llega a mermar la producción hasta en un 25% (Valenzuela, *et al.*, 2007). Debido al problema que representa la enfermedad se decidió realizar el presente trabajo con los objetivos siguientes: Determinar la relación existente entre el síntoma de madurez irregular con la presencia de mosca blanca y el efecto de las condiciones ambientales en dos diferentes ambientes de producción, conocer el efecto de esta enfermedad en tres genotipos de tomate bola y finalmente determinar el efecto de la madurez irregular sobre el rendimiento y calidad de frutos de tomate en dos ambientes de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en las instalaciones del Campo experimental Valle de Culiacán del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el cual se localiza en el Km. 17.5 de la carretera Culiacán-El Dorado, en Culiacán, Sinaloa, México. Su latitud es 24°48'28", longitud 107°24'30" y su altitud 34.58 metros sobre el nivel del mar (msnm). En dicho experimento se iniciaron labores en el mes de agosto de 2007, para terminar en el mes de abril de 2008. El experimento se estableció bajo un diseño de tratamientos factorial 2 x 3 (ambientes y genotipos) con arreglo en parcelas divididas, y cuatro repeticiones anidadas dentro de ambientes bajo un diseño de bloques al azar. La parcela grande estuvo constituida por dos diferentes ambientes (casa sombra y campo abierto) y la parcela chica por genotipos (Tyto 12, Tyto 20 y Tyto 28), Las unidades experimentales estuvieron formadas por cuatro surcos, los cuales tuvieron una longitud de 3.6 m, donde se trasplantaron 13 plantas por surco, para lo cual se empleó una distancia entre surcos de 1.8 m. Con la finalidad de explorar la variación existente en el experimento, se hicieron análisis de varianza para el arreglo individual y factorial de los tratamientos. Los análisis estadísticos se hicieron con los procedimientos PROC GLM y PROC MEANS (SAS, 1999), considerando un modelo de efectos fijos y la prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.01$). Los parámetros evaluados en la presente investigación fueron el comportamiento poblacional de la mosca blanca y su correlación con la enfermedad, el efecto de la temperatura (unidades calor) sobre la enfermedad y el rendimiento en los tres híbridos de tomate. La evaluación de mosca blanca se efectuó en todos los surcos de cada unidad experimental y se cuantificó el número total de estados inmaduros (ninfas) y adultos de la plaga; el muestreo se realizó de manera directa en hojas y folíolos, en total se tomaron 10 hojas y 15 folíolos por repetición por tratamiento. Los muestreos se realizaron cada semana iniciando a los 10 días después del trasplante. En total se colectaron en cada parcela útil 15 folíolos localizados en la parte basal de la hoja, estos se tomaron al azar de la parte media de la planta; posteriormente, se colocaron en bolsas de papel previamente etiquetadas y se llevaron al laboratorio, donde se revisaron cuidadosamente bajo el microscopio estereoscópico cuantificando el total de ninfas en cada una de las muestras y

registrando la información obtenida. Para el caso de adultos de mosca blanca, se muestrearon 10 hojas tomadas al azar del ultimo tercio de la planta, las cuales se revisaron cuidadosamente cuantificando los adultos tanto por el haz como por el envés, estos muestreos se realizaron en la parcela útil de cada unidad experimental y se registró la información obtenida. Los muestreos se realizaron durante las primeras horas del día, para aprovechar la poca actividad de los adultos. Para determinar el efecto de la temperatura sobre la madurez irregular se registraron las temperaturas diarias mediante un termómetro y se calcularon en base a unidades calor empleando el método denominado “residual”, para ello se tomó la temperatura máxima registrada en un día que se presenta entre las 14:00 y 16:00 horas y la mínima que se presenta entre las 6:00 y 8:00 horas; usando la formula $Uc = (Tm - Tbase \text{ cultivo})$, en donde: Uc = Unidades calor o grados calor día, Tm = Temperatura media ($Tmax + Tmin/2$) y $Tbase$ = Temperatura base del cultivo. Para determinar la madurez irregular en los surcos de cada unidad experimental, se evaluó cada uno de los frutos que se cosecharon por repetición considerando el tamaño y cantidad total de frutos que presentaron el síntoma, para esto se consideraron dos tipos: la *Madurez irregular temporal (MIRRT)*, la cual consistió en frutos que presentaron decoloraciones anaranjadas o de un rojo tenue y *Madurez irregular Permanente (MIRRP)*, en donde se contabilizaron frutos que presentaron anillos concéntricos con decoloraciones. Para determinar el efecto de esta enfermedad se probaron tres genotipos de tomate bola indeterminado el Tyto 12, Tyto 20 y Tyto 28, los cuales fueron proporcionados por una compañía de semillas cooperante; en este caso se evaluó el rendimiento y la calidad mostrada al momento de la cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los daños visuales denominados como MIRRP estos se fueron presentando básicamente de forma progresiva conforme avanzó el ciclo del cultivo y fueron especialmente importantes en campo en los cortes 4 y 5 variando de 14 a 22 % del total de la cosecha. Fue precisamente en campo en donde se presentaron los daños más severos y estuvieron estrechamente asociados con la presencia de mosca blanca ya que esto coincidió con el incremento poblacional de esta plaga a partir del mes de diciembre; también coincide de manera importante con el efecto de las temperaturas ya que fueron mucho más severas en campo abierto que en la casa sombra en donde el daño de MIRRP fue menor (Figura 1). Además también puede influir el hecho de que la casa sombra es como una barrera física que impide la infección proveniente del campo abierto y con dirección a las plantas establecidas en el ambiente de casa sombra.

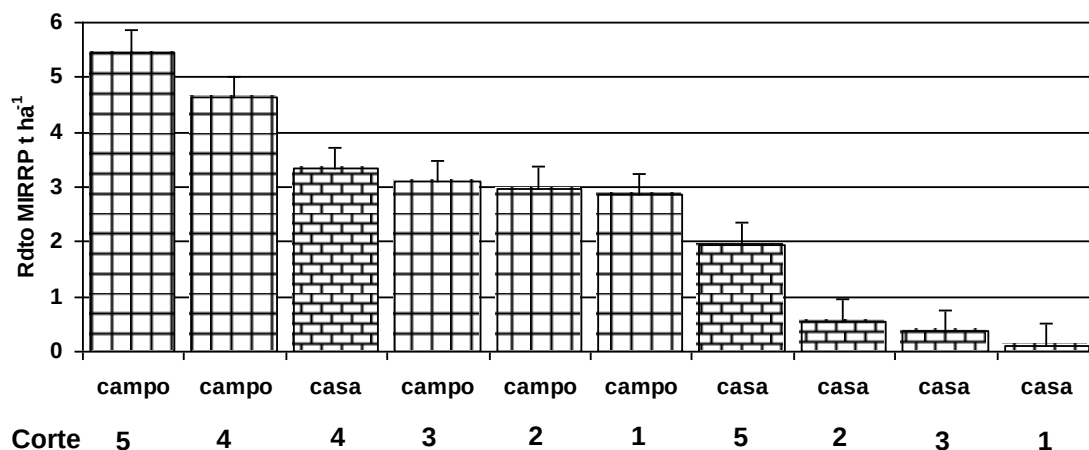


Figura 1. Rendimiento de frutos dañados con síntomas de MIRRP en casa sombra y campo abierto en Culiacán, Sinaloa.

sustitución de clorofila en los cromoplastos de las células, por β – carotenos entre los que destaca principalmente el licopeno, que le da la coloración rojiza al fruto maduro y al que se le atribuyen propiedades preventivas en ataques cardíacos, como antioxidante y como un revitalizador del sistema inmunológico en el ser humano. Los efectos mostrados por MIRRP en cuanto al parámetro rendimiento fueron mas notorios en campo abierto en donde se encontraron valores de hasta 4.92 ton/ha; en cambio en casa sombra el daño solo se presentó en un 0.01 ton/ha, existiendo diferencias estadísticas en estos ambientes. En lo que respecta a rendimiento total, de exportación y nacional, los resultados nos indican que la mayor productividad se obtiene en los cortes 2, 3 y 4 (Cuadro 1).

Finalmente en base a los resultados obtenidos se puede concluir que: 1) Los síntomas de MIRRT y MIRRP están relacionados con las altas temperaturas y presencia de altas densidades de población de la mosca blanca en la planta, 2) No se detectaron diferencias entre los genotipos Tyto 12, Tyto 20 ni Tyto 28, por tolerancia a la madurez irregular permanente, ni en campo abierto ni en casa sombra, 3) Los síntomas mas fuertes de MIRRT y MIRRP se manifestaron a partir del corte dos al corte cuatro.

LITERATURA CITADA

- Eldia. 2003. La madurez irregular del tomate, una enfermedad que merma la producción isleña. España. <http://www.eldia.es/2003-11-24/dinero/dinero0.htm> - 19 de abril de 2008.
- Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa (CAADES), (2007). Cierre de ciclo de hortalizas. Temporada 2006-2007. Documento electrónico.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2005. Manejo integrado de mosca blanca. Boletín Informativo. Pag 7. Argentina.
- Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Por Estado y Cultivo., http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdeagr.html
- Valenzuela, U.J.G., Borja, T.J.A., Garzón, T.J.A., Beltrán, M.J., Ascencio, A.A., Gómez, R.J.N. 2008. Informe Final: Validación de híbridos de tomate y chile en el Valle de Culiacán., Fundación Produce Sinaloa-CIDH-CAADES. 27 p.

EXTRACTOS METANÓLICO Y ACETÓNICO DE CORTEZA DE NESCO CONTRA GORGOJO PINTO DEL FRIJOL EN SINALOA, MÉXICO

Luis Enrique Ramos Medina¹, Miguel Ángel Angulo Escalante², Pablo Humberto Caro Macías³, Jacobo Enrique Cruz Ortega³, Juan Eulogio Guerra Liera³, Miguel López Meza³, Tirzo Paúl Godoy Angulo³, Roberto Gastélum Luque³, José Manuel Castro Carbajal³, Jorge Enrique Zazueta López¹ y José Manuel Aguilar Patiño³. ¹Alumnos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ²Investigador del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Culiacán y ³Profesores- Investigadores de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Kilómetro 17.5 Maxipista-Culiacán-Mazatlán. C.P.80000. cobicruz@hotmail.com.

Palabras clave: Control, plagas, almacén.

RESUMEN

El gorgojo pinto del frijol constituye la principal plaga de este producto bajo condiciones de almacenamiento en México; en el presente trabajo se obtuvieron los extractos acetónico y metanólico de corteza de la planta de nesco (*Lonchocarpus hermannii*), los cuales se aplicaron de manera directa e indirecta contra esta plaga a concentraciones de 0.5, 0.25, 0.125, 0.06, y 0.031 y un testigo sin aplicación. Se usaron 20 gorgojos de dos a tres días de edad y el método usado fue el de inmersión que consistió en impregnar con cada uno de los extractos la plaga a evaluar, se secaron con papel absorbente y fueron confinados a una cámara bioclimática de temperatura controlada; las variables de respuesta fueron porcentaje de mortalidad, inhibición de oviposuras y de adultos y daño al grano. El extracto acetónico mostró la mayor eficiencia en todos los parámetros evaluados con 100% de mortalidad al 0.5% aplicado de manera directa y 69% de manera indirecta; en daño al grano este mismo extracto a partir de la concentración de 0.06% mostró 0% de daño y la concentración de 0.031% inhibió en un 100% las oviposuras y la emergencia de adultos. La concentración letal media del extracto acetónico fue la más baja (0.057%), por lo tanto de mayor toxicidad en comparación con el extracto metabólico de la corteza de nesco. Por lo tanto el extracto acetónico de nesco puede ser en el futuro una fuente importante para el desarrollo de un insecticida natural.

ABSTRACT

The pinto bean weevil is the most important pest of bean seeds under storage conditions in Mexico, in this study acetone and methanol extracts were obtained from the nesco plant (*Lonchocarpus hermannii*), which were applied to the insects directly and indirectly at concentrations of 0.5, 0.25, 0.125, 0.06 and 0.031 percent. As a tester or control we maintain insects samples with no extracts application to assess the pest, twenty weevils from about two to three days old were submerged in extracts control; weevils were drive using absorbent paper and then they were confined to a controlled temperature bioclimatic chambers; response variables were as follow: mortality percentage, adults and oviposition inhibition as well as grain damage. The acetone extracts showed the highest efficiency in all parameters evaluated, there was with 100 per cent of insect mortality to a concentration of 0.5 per cent and 69 per cent applied directly and indirectly respectively; about grain damage, the same extract with 0.06 per cent no damage was showed, likewise, 0.031 per cent inhibited in 100% ovipositions and adults emergency. The acetone extract average lethal concentration was the lowest (0.057 %), therefore, the nesco acetone extract could be used as an important source of natural insecticide in the future

INTRODUCCIÓN

La presencia de insectos plagas en granos almacenados trae como consecuencia la pérdida de la calidad del grano tanto para consumo humano como para semilla; en el control de estos, ha sido necesario usa en forma intensiva plaguicidas sintéticos, los cuáles han derivado inevitablemente en el desarrollo de resistencia, acumulación en el ambiente y riesgos de intoxicaciones (Silva *et al.*, 2002). El uso de plantas para proteger granos almacenados es una alternativa viable que debe ser

investigada y validada con rigor científico debido a que son poco tóxicos para mamíferos, algunos son medicinales, son de fácil acceso para el agricultor ya que están presentes en su medio y son de manipulación sencilla entre otras ventajas, lo cual constituye un recurso importante para el agricultor de escasos recursos. Una de las plagas primarias importantes por el daño que causa en frijol almacenado es el gorgojo pinto del frijol *Zabrotes subfasciatus* Boh.(Araya *et al.*, 1996; Guzmán *et al.*, 1996). El daño es causado por la larva al alimentarse del grano, disminuyendo su calidad por la presencia de huevecillos, excremento y adultos muertos (Matute, 1999). Birch *et al.*, (1985), probaron la acción insecticida de extractos de plantas de *Lonchocarpus salvadorensis* y encontraron la presencia de compuestos activos rotenoides, los cuáles fueron efectivos en la prevención de la emergencia de adultos de *Callosobruchus maculatus*, y además encontraron una mortalidad del 100% en larvas cuando se aplicaron concentraciones del 0.05%. López *et al.*, (2007), utilizaron polvo de raíz de chilca (*Senecio salignus*) para determinar la concentración letal media (CL50) en *Zabrotes subfasciatus*. Estos investigadores obtuvieron una CL50 de 0.11%, donde los machos fueron los más susceptibles; mencionan además, que el polvo de esta planta al aplicarse sobre adultos (contacto directo) provocó el 100% de mortalidad pero cuando fue aplicado indirectamente a los adultos no causó mortalidad y permitió la emergencia normal de estos. En Sinaloa, el gorgojo pinto del frijol es considerada la plaga de mayor importancia sobre todo en aquellos productores de escasos recursos económicos que guardan su producto con fines de alimentación o para semilla para la siguiente temporada de cultivo; es por esto que al no almacenarse el frijol bajo condiciones tecnificadas (almacenes) los daños por la plaga son impactantes por lo que tienen que recurrir a productos como las fosfinas que son un peligro latente para su salud humana; es por esto que se decidió realizar el presente trabajo con los objetivos de determinar la eficacia de los extractos metabólico y acetónico contra gorgojo pinto del frijol mediante el método de inmersión, evaluar el efecto de estos extractos a través de la aplicación directa al grano de frijol para la prevención del daño, determinar el porcentaje de inhibición y emergencia de la plaga y determinar la concentración letal media de los extractos contra gorgojo del frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones del Centro de Investigación y Desarrollo Unidad Culiacán(CIAD) el cual se encuentra ubicado en el kilómetro 5 de la carretera Culiacán-El Dorado; una población inicial de 20 parejas de gorgojo del frijol fueron colocadas en cuatro frascos de vidrio que contenía frijol Azufrado Pimono 78 (Mayocoba) a temperatura y humedad relativa ambiental para la reproducción del insecto. Para la elaboración de los extractos se colectaron ramas de árbol de nesco en el cerro del Tule a 15 kilómetros de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, se secaron y descortezaron bajo condiciones de laboratorio por cinco y seis días; posteriormente, se pulverizó la corteza en un molino eléctrico y se cruzó el polvo a través de un tamiz número 40 y finalmente se guardó en bolsas ziploc a cuatro grados centígrados de temperatura. Para la obtención del extracto metanólico se pesaron 20 gramos de polvo y se agregaron a un litro de metanol, se mantuvo en agitación por 24 horas y el macerado se filtró con tela de organiza, para eliminar los sólidos grandes, y con papel filtro Whatman No. 1; el filtrado se evaporó con un rotovapor (Buchi R-205,Suiza) a presión reducida y temperatura controlada; el extracto acetónico se obtuvo pesando 100 gramos del polvo y se agregaron a un litro de acetona, la mezcla se agitó por 24 horas para finalmente filtrarse y evaporarse. Para la evaluación de mortalidad de gorgojo pinto del frijol, para cada tratamiento se colocó cada uno de los extractos por separado (acetónico y metanólico) en charolas pequeñas de aluminio de 5 mL de capacidad a diferentes concentraciones (0.5, 0.25, 0.125, 0.06 y 0.031%), para cada uno de los extractos se usó un testigo sin aplicación el cual fue acetona para el extracto acetónico y agua para el metanólico. Posteriormente 20 gorgojos de dos a tres días de edad se impregnaron con cada uno de los extractos y se secaron sobre papel absorbente; los insectos tratados fueron confinados a una cámara bioclimática durante 48 horas a 70% de humedad relativa y una temperatura de 28°C. La inhibición de las oviposuras, emergencia y daño al grano se evaluaron usando frascos de vidrio en donde se depositaron 10 gramos de frijol, los cuales fueron impregnados con cada uno de los

extractos de manera separada, se dejó evaporar el solvente por 24 horas, transcurrido este tiempo se colocaron 10 adultos (6 hembras y 4 machos) de *Zabrotes subfasciatus* de dos a tres días de emergidos distribuidos de manera homogénea, los frascos fueron tapados con tela de organza y trasladados a la cámara bioclimática. La variable de mortalidad bajo esta modalidad de aplicación fue la mortalidad a las 24 horas, oviposuras, emergencia de adultos y porcentaje de grano dañado siguiendo la metodología propuesta por Niber, 1994. Se efectuaron cinco repeticiones para cada sistema de aplicación (acetónico y metanólico). Los adultos vivos se retiraron a los cinco días después de los tratamientos y se contabilizó el número de oviposuras; el número total de emergencia de adultos se cuantificó a los 25 días, para la contabilización del grano dañado se tomó en cuenta los agujeros presentes en la testa de este. El diseño experimental usado en los dos tipos de aplicación de los tratamientos (inmersión o directo y el indirecto) fue de dos factores totalmente al azar, el factor extracto tuvo dos niveles, acetona y metanol y la concentración usada tuvo cinco niveles, 0.5, 0.25, 0.125, 0.06 y 0.031. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico Minitab 14.0 y se sometieron a análisis de varianza y pruebas de comparaciones múltiples de medias mediante la Prueba de Tukey para determinar diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$); para determinar la concentración letal media de cada extracto se usó el Programa Probit para obtener la línea de respuesta log-concentración-probit: Los valores de CL50 se expresaron en porcentajes.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Al comparar los efectos de los tratamientos por el método de inmersión directa los resultados nos indican que el extracto acetónico de nesco (*Lonchocarpus hermannii*), aplicado a una concentración de 0.5% produjo mortalidades del 100% a las 24 horas de exposición, en cambio el extracto metanólico solamente mostró una mortalidad de 4.16%. También se observó que el porcentaje de mortalidad de *Zabrotes subfasciatus* Boh. se rige proporcionalmente a la concentración del extracto acetónico utilizado (Figura 1). Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Birch et al., (1985) cuando señalan que en los extractos hexánicos de corteza de *Lonchocarpus salvadorensis* encontraron mortalidades a partir de las concentraciones de 0.1% en *Callosobruchus maculatus*. Para este mismo parámetro pero aplicando los extractos acetónico y metanólico a los granos de frijol (método indirecto) se encontró que el extracto acetónico, a las distintas dosis probadas, siguió mostrando los mejores efectos generando una mortalidad de 69% en comparación con el extracto metanólico el cual solamente mostró una mortalidad del 7%. En base a estos resultados el extracto acetónico supera lo reportado por Lagunes (1994) donde menciona que un criterio de mortalidad del 50% de cualquier extracto de planta puede considerarse como prometedor en el control de plagas de insectos.

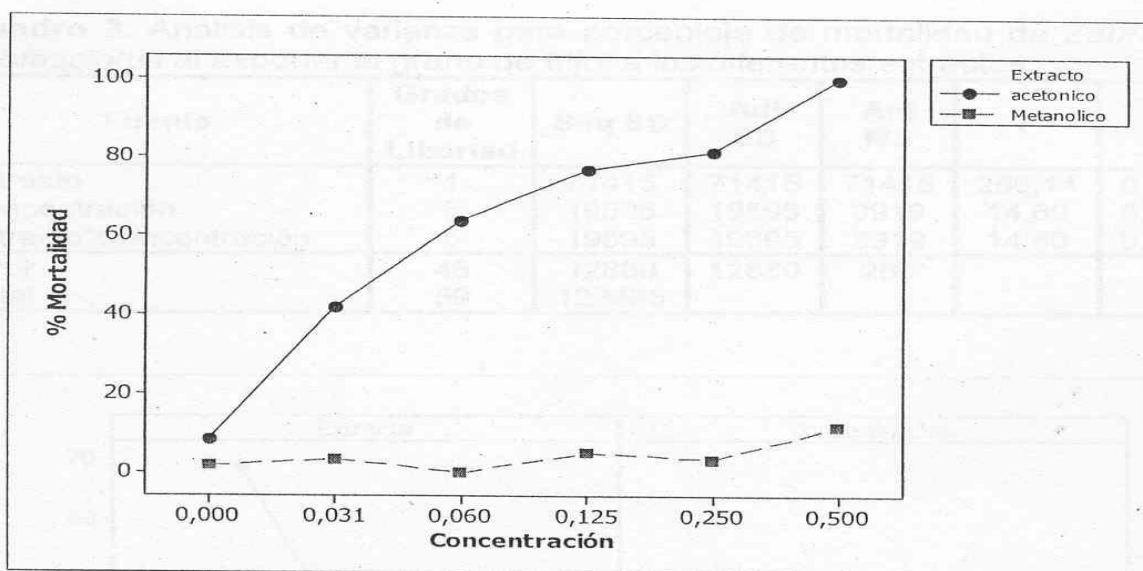


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de *Zabrotes subfasciatus* con los diferentes extractos crudos de corteza de nesco.2008-2009.

Con respecto a la variable daño al grano de frijol los resultados de la prueba de eficacia de los extractos, indica que existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre extractos, concentraciones e interacciones. En la Figura 2, se aprecia que el menor daño se observó en los granos de frijol expuestos a las distintas concentraciones del extracto acetónico de corteza de nesco con un 12.21% de grano dañado; en cambio en cambio en los granos de frijol tratados con extracto metanólico los daños alcanzaron el 94% en las distintas concentraciones probadas. En esta misma figura se puede apreciar que el extracto acetónico siguió una tendencia inversamente proporcional, es decir, a mayor concentración del extracto se registró un menor daño al grano ocasionado por la plaga; ya que a partir de de la concentración de 0.060 en adelante, el extracto acetónico previno en un 100% el daño y en cambio el extracto metanólico no disminuyó este daño en ninguna de las concentraciones probadas.

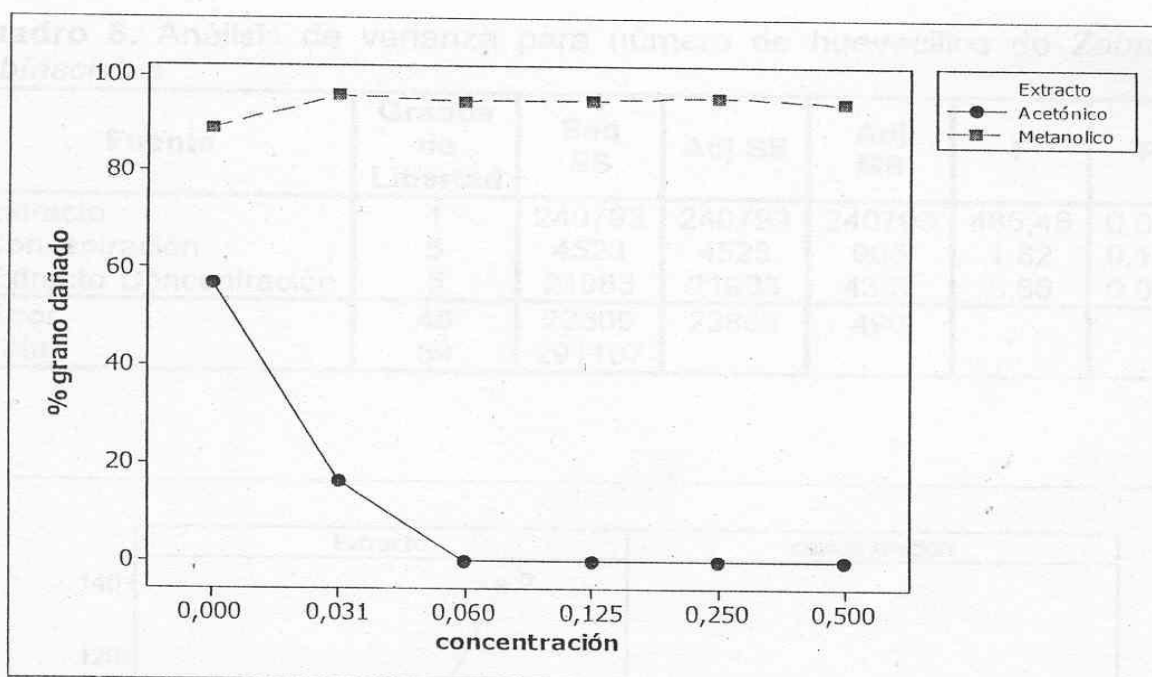


Figura 2. Porcentaje de grano dañado por el gorgojo *Zabrotes subfasciatus* Boh. con la aplicación de extractos crudos de nesco.

Para la variable inhibición de oviposaduras los resultados nos indican que existieron diferencias significativas solo entre extractos e interacciones, pero no así en las concentraciones, tal como se aprecia en la Figura 3. En esta figura se puede apreciar que las menores oviposaduras (13 huevecillos) se observaron en frijol expuesto a las distintas concentraciones del extracto acetónico de corteza de nesco, en cambio en el extracto metanólico se observaron 140 huevecillos en las distintas concentraciones probadas. También se observa que a partir de la concentración de 0.031 no se presentaron huevecillos, es decir, hubo un 100% de inhibición de las oviposaduras con este extracto.

Para el parámetro emergencia de adultos se observa el mismo comportamiento que para huevecillos en donde se observa que los extractos acetónico de la corteza de nesco, presentó la mayor inhibición de emergencia con un 87.5%; en cambio el extracto metanólico solo inhibió la emergencia en 6.3%.

A partir del análisis por el Método de Probit se pudo conocer la concentración a la cual muere el 50% de la población de los organismos tratados para cada uno de los extractos. Las concentraciones letales medias obtenidas para cada uno de los extractos crudos de corteza de nesco mediante el análisis probit indican que la concentración letal media fue menor en el extracto acetónico con 0.057, en cambio en el extracto metanólico la CL50 fue de 0.671.

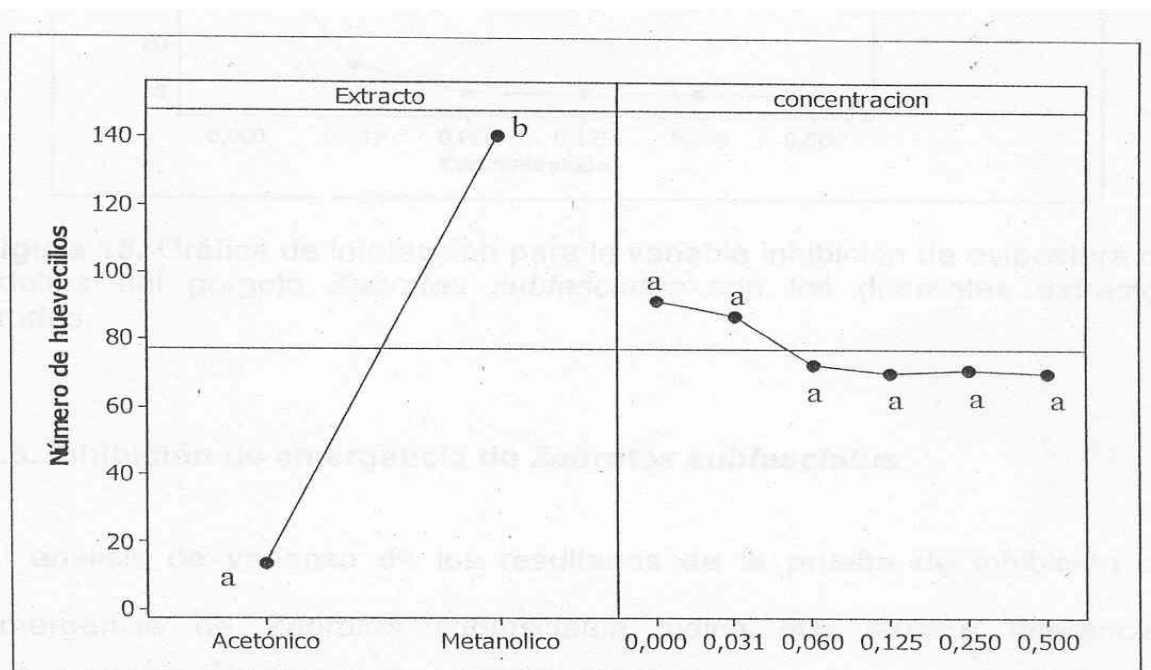


Figura 3. Efectos principales para la variable número de huevecillos de gorgojo pinto del frijol. Los puntos marcados con distintas letras son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

CONCLUSIONES

Finalmente en base a los resultados obtenidos podemos concluir que el extracto acetónico de nesco presentó la mayor actividad insecticida contra gorgojo del frijol y el que mejores efectos tuvo con respecto a los parámetros de inhibición de oviposuras, emergencia de adultos y prevención del daño al grano. Que a partir de la concentración del 0.06% de este extracto se observó el efecto insecticida contra esta plaga y que la concentración letal media del extracto acetónico fue la más baja (0.057), por lo tanto la de mayor toxicidad.

LITERATURA CITADA

- Araya, J. A., Sánchez, H., Lagunes, A. y Mota, D. 1996. Control de plagas de maíz y frijol almacenado mediante polvos minerales y vegetales. *Agrociencia*. 30: 223-231.
- Birch N., L. Crombie, And W. Crombie. 1985. Rotenoids of *Lonchocarpus salvadorensis*. Their effectiveness in protecting seeds against bruchid predation. *Phytochemistry*. 24(12): 2881-2883.
- Guzmán, S. H., Marin A., Castellanos J.Z, González E. y Acosta J. A. 1996. Relationship between physical and chemicals characteristics and susceptibility to *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera:Bruchidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *Journal of Stores Products Research*. Vol. 32, no1, pp. 53-58
- Lagunes A. 1994. Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Colegio de Postgraduados/USAID/CONACYT/BORUCONSA. México. 35 p
- López E., C. Rodríguez, L. Ortega Y R. Garza. 2007. Actividad Biológica de la raíz de *Senecio salignus* contra *Zabrotes subfasciatus* en frijol almacenado. *Agrociencia*. 41: 95-102.
- Matute, D. E. 1999. Guía para el manejo de plagas invertebradas. Manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras. Departamento de protección vertebral de zamorano (Escuela Agrícola Panamericana).
- Niber B. T. 1994. the hability of powders and slurries from ten plant species to Project stored Grain from attack by *prosthephanus truncatus* Horn (Coleoptera: Bostrichidae) and *sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). Department of zoology, University of Helsinki, P. O. Box 27, 00014 Helsinki, Finland.
- Silva G., A. Lagunes, C. Rodríguez y D. Rodríguez. 2002. Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas. *Manejo integrado de plagas y Agroecología*. CATIE (En Prensa).

INFLUENCIA DEL ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE PEPINO EN INVERNADERO

Felipe Ayala-Tafoya¹, Leopoldo Partida Ruvalcaba¹, Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz¹, Juan Martín Parra Delgado¹, Marino Valenzuela López¹, Tomás Díaz Valdés¹, Jesús Ramón Quintero Arce¹. ¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Carretera Culiacán-Eldorado km 17.5, Culiacán, Sinaloa, México. tafoya@uas.uasnet.mx

Palabras clave: *Cucumis sativus* L., crecimiento de plantas, cuajado de frutos, rendimiento.

RESUMEN

Se evaluaron los efectos sobre el crecimiento de plantas y la producción de frutos ocasionados por dosis de ácido 2,4-diclorofenoxiacético aplicadas al follaje en el cultivo de pepino en invernadero. Se utilizó la variedad de pepino 'Eureka', la cual se sembró directamente en suelo. Del ácido 2,4-diclorofenoxiacético se pesaron 100 mg y se disolvieron en 100 mL de alcohol etílico. De esa disolución se utilizaron 2, 4 y 6 mL, los cuales se mezclaron con 998, 996 y 994 mL de agua para obtener las respectivas concentraciones de 2, 4 y 6 mg de 2,4-D L⁻¹ de agua. Las plantas asperjadas con 6 mg de 2,4-D L⁻¹ de agua crecieron más que las que recibieron el resto de los tratamientos. Las asperjadas con 2 mg de 2,4-D L⁻¹ de agua incrementaron más el diámetro de sus tallos, mientras que las que recibieron 6 mg de 2,4-D L⁻¹ de agua fueron las que menos efectos tuvieron en esta variable. La producción de hojas en el tallo principal mostró una relación inversa a las dosis de 2,4-D empleadas. El mayor rendimiento de pepino se logró en las plantas asperjadas con la mayor concentración de 2,4-D (6 mg L⁻¹ de agua), en las cuales se cosecharon 41.6 t ha⁻¹. No obstante, en las plantas tratadas con 4 ó 6 mg de 2,4-D L⁻¹ de agua los frutos de pepino mostraron ahuecamiento; mientras que los frutos provenientes de plantas testigo o asperjadas con 2 mg de 2,4-D L⁻¹ de agua no presentaron ahuecamiento.

ABSTRACT

The effects on plants growth and fruits production caused by dose of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid applied to the foliage of cucumber cultivated in greenhouse were evaluated. We used the cucumber variety 'Eureka', which was sowed directly in soil. 100 mg of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid were weighed and dissolved in 100 mL of ethyl alcohol. Of That solution was used 2, 4 and 6 mL, which were mixed with 998, 996 and 994 mL of water to obtain the respective concentrations of 2, 4 and 6 mg of 2,4-D L⁻¹ of water. The plants sprayed with 6 mg of 2,4-D L⁻¹ of water grew faster than those plants receiving the other treatments. The plants sprayed with 2 mg of 2,4-D L⁻¹ of water increased the diameter of their stems, while those plants that received 6 mg of 2,4-D L⁻¹ of water were those that had less effect in this variable. The production of leaves in the main stem showed an inverse relation to the employed dose of 2,4-D. The major yield of cucumber fruits was achieved in the plants sprinkled with the greater concentration of 2,4-D (6 mg L⁻¹ of water), in which they were harvested 41.6 t ha⁻¹. Nevertheless, the cucumber fruits of the plants sprinkled with 4 or 6 mg of 2,4-D L⁻¹ of water showed hollow fruit; while the fruits originating from control plants or sprinkled with 2 mg of 2,4-D L⁻¹ of water did not present hollow fruit.

INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una hortaliza de importancia mundial, en 2006 se cosecharon 2.53 millones de hectáreas en las que se obtuvieron 43.9 millones de toneladas (FAOSTAT, 2006). En México durante 2006 se cosecharon 17,731 ha y se produjeron 496,029 t, por otra parte, en el mismo año el estado de Sinaloa ocupó el segundo lugar en superficie cosechada (22.1%), y el primer lugar nacional (37.2%) de la producción (SIAP, 2006).

El campo de las hortalizas está experimentando una tendencia cada vez más marcada hacia la producción anticipada, con mayores volúmenes, de mejor calidad y en condiciones naturales diferentes a aquellas en las que tradicionalmente se cultivaban a campo abierto, situación que ha creado la necesidad de utilizar tecnologías de producción en cultivo protegido, como acolchados,

cubiertas flotantes, micro y macro túneles, casa sombra e invernaderos.

El uso de los invernaderos es una tecnología actual en la producción de pepino, donde el óptimo aprovechamiento de las condiciones de esa estructura cerrada provoca diversas ventajas respecto al sistema de campo abierto; una mayor producción por unidad de superficie, mejor calidad de frutos, reducción en la incidencia de plagas y enfermedades, y por lo tanto disminución en la aplicación de plaguicidas.

Sin embargo, en invernadero las cucurbitáceas no partenocárpicas tienen muchas dificultades para amarrar flores y cuajar frutos de forma natural. Por lo que es absolutamente necesaria la utilización de medios que permitan forzar el cuajado de frutos. El medio universalmente utilizado es el uso de colmenas de abejas o abejorros, que se introducen en el invernadero. Sin embargo, no siempre es posible contar con colmenas, por lo que es necesario recurrir al uso de fitorreguladores para provocar el amarre de flores y cuajado de los frutos.

A través del tiempo se ha ensayado con una gran variedad de fitorreguladores, cuyas pulverizaciones son dirigidas a las plantas completas o sólo a las flores (Serrano, 1993; Gamayo, 1999). Sin embargo, es relativamente poca la literatura que ha informado sobre efectos en el crecimiento de frutos de pepino ocasionados por fitorreguladores, tales como: benciladenina (Shishido *et al.*, 1990; Takeno *et al.*, 1992) y morfactina (Robinson *et al.*, 1971; Cantliffe, 1976, 1977). Pero no hay referencias disponibles sobre el efecto ocasionado por el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) en pepino; por lo cual se realizó el presente trabajo de investigación, para evaluar la influencia del ácido 2,4-diclorofenoxiacético sobre el crecimiento de plantas y la producción de pepino en invernadero, sin utilizar insectos polinizadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció dentro de un invernadero del campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicado en el km 17.5 de la maxipista Culiacán-Mazatlán. Se utilizaron semillas de pepino híbrido tipo pickle cv. 'Eureka', las cuales se sembraron directamente en suelo de textura predominante arcillosa, bajo contenido de materia orgánica y pH ligeramente alcalino, adicionado con 1000 g de vermicomposta por metro lineal (12.5 t ha^{-1}). El arreglo topológico consistió en camas con 30 cm de alto y 60 cm de ancho, con separación entre camas de 1.6 m, se sembró a doble hilera (33 cm) y separación entre plantas de 30 cm ($37,500 \text{ plantas ha}^{-1}$), se utilizó cinta de riego por cada línea de siembra con goteros cada 30 cm, la cama fue acolchada con plástico negro.

Cuando las plantas contaban con cuatro a cinco hojas verdaderas, se tutoraron con hilo de rafia y anillos de plástico. Se eliminaron los brotes axilares y flores que aparecieron en el tallo principal hasta una altura de 50 cm. A partir de ese estrato, se permitió el crecimiento de los brotes axilares y flores generados a partir del tallo principal. No obstante, dichos brotes o guías de primer orden fueron despuntados después de la tercera hoja.

Para promover el cuaje y crecimiento de los frutos, se utilizó ácido 2,4-diclorofenoxiacético (Spectrum Chemical Mfg. Corp.), del cual se pesaron 100 mg de 2,4-D con una balanza ($210 \text{ g} \pm 0.1 \text{ mg}$; Ohaus, Corp.) y se disolvieron en 100 mL de alcohol etílico. De esa disolución se utilizaron 2, 4 y 6 mL, los cuales se mezclaron con 998, 996 y 994 mL de agua potable mediante una probeta graduada con capacidad de 1000 mL para obtener las respectivas concentraciones de 2, 4 y 6 mg de 2,4-D L^{-1} de agua. Con dichas disoluciones fueron asperjadas las plantas de pepino al inicio de la etapa de floración y repitiéndose el tratamiento 30 días después.

Los tratamientos evaluados fueron tres concentraciones de 2,4-D (2, 4 y 6 mg L^{-1}) y un testigo absoluto, bajo un diseño de bloques completamente al azar, con seis repeticiones.

Las variables de respuesta analizadas fueron: longitud (altura de planta), diámetro y número de hojas del tallo principal, así como el rendimiento de frutos. Para determinar el rendimiento se recolectaron los frutos cada tercer día, registrando el número y peso de los frutos cosechados de cada planta. Los frutos se cosecharon cuando tenían entre 8.89 y 15.24 cm de longitud y de 3.18 a 3.5 cm de diámetro (USDA, 1997).

Los resultados de las variables evaluadas en la presente investigación fueron procesados con el paquete Statistica 5.1 (StatSoft, Inc., 1998), a través del análisis de varianza y la prueba DMS ($\alpha =$

0.05) para la separación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No obstante que el análisis de varianza no mostró diferencias con respecto al efecto del 2,4-D sobre la elongación del tallo principal, en valores absolutos sí se observaron incrementos con tendencias lineales al cabo de una ($R^2=0.91$) y dos ($R^2=0.98$) semanas después de la aplicación del fitorregulador, ya que las plantas rociadas con 2, 4 y 6 mg de 2,4-D L^{-1} de agua presentaron tallos 39.5, 40.8 y 83.9% y 14.5, 22.2 y 40.7% más largos comparados con la longitud del tallo principal de las plantas testigo durante ambos muestreos semanales, respectivamente (Cuadro 1). El alargamiento observado en el tallo en las plantas de pepino tratadas con 2,4-D, coincide con los efectos ocasionados por esta misma sustancia en plantas de calabaza (*Cucurbita pepo* L.), las cuales incrementaron la longitud de sus tallos en 49.4, 51.3 y 49 cm, tres semanas después de ser tratadas con 2, 4 y 6 mg de 2,4-D L^{-1} de agua respectivamente; mientras que las plantas testigo, asperjadas solo con agua, aumentaron en 44 cm su altura (Ayala-Tafoya *et al.*, 2009). A este respecto, Jankiewicz y Acosta-Zamudio (2003) indican que las auxinas promueven el crecimiento del tallo de las plantas, el cual se debe a un contenido elevado de IAA en la yema apical, que provoca división y alargamiento celular, al convertirse en un sumidero de nutrientes capaz de desviar los nutrimentos destinados a las yemas laterales y evitar su crecimiento indirectamente. Además mencionan que este crecimiento requiere la absorción de agua, lo que significa que las células deben mantener un potencial hídrico más negativo que el de la solución que las rodea, aunado a que las auxinas inducen un ablandamiento o pérdida de rigidez de la pared, lo cual describe la naturaleza plástica o extensible de las paredes de las células tratadas con auxinas. Adicionalmente, se observó que las plantas de pepino asperjadas con 2 mg de 2,4-D L^{-1} de agua, fueron las que más incrementaron el diámetro de sus tallos, engrosándolos en 0.11 y 0.21 cm al cabo de una y dos semanas después de la aplicación del 2,4-D, respectivamente. Entretanto las plantas testigo y aquellas tratadas con 4 mg de 2,4-D L^{-1} de agua se ubicaron en un nivel intermedio, ya que las plantas de pepino rociadas con 6 mg de 2,4-D L^{-1} de agua fueron las que menos aumentaron el diámetro de sus tallos, apenas 0.09 cm, después de dos semanas. Estos resultados también se asemejan a los obtenidos en calabaza por Ayala-Tafoya *et al.* (2009), ya que en ambos trabajos, el 2,4-D promovió el alargamiento de los tallos a costa de un menor engrosamiento de los mismos, así como menor producción de hojas. Silva *et al.* (2001) explican que tales efectos posiblemente se deban a la acción conjunta del gasto de nutrientes para la elongación celular y la oxidación de carbohidratos por altas temperaturas que aumentan la respiración. Asimismo se coincide con Ramírez *et al.* (2005) quienes observaron que la aplicación de retardantes del crecimiento en tomate, además de reducir la altura de plantas aumentó el diámetro del tallo y el número de entrenudos y hojas, ya que en este experimento con pepino, las plantas testigo, al cabo de dos semanas, produjeron un máximo de 7.2 hojas en el tallo principal, mientras que las plantas tratadas con 6 mg de 2,4-D L^{-1} de agua promovieron la formación de 6 hojas en el mismo período. Lo anterior también podría implicar un aumento en la relación auxinas:citocininas con respecto a los niveles endógenos de esas sustancias en las plantas (Ramírez *et al.*, 2005).

El mayor rendimiento de pepino se logró en las plantas asperjadas con 6 mg 2,4-D L^{-1} de agua, en las cuales se recogió un total de 41.6 t ha^{-1} . Este rendimiento superó en 36.5, 45.7 y 84.7% a los rendimientos alcanzados en las plantas de pepino tratadas con 4, 2 y 0 mg de 2,4-D L^{-1} de agua, respectivamente.

Cuadro 1. Incrementos en longitud, diámetro y número de hojas del tallo principal, ocasionados en plantas de pepino, 7 y 15 días después de la aplicación foliar de 2,4-D (dda) y su efecto en el rendimiento de frutos.

2,4-D (mg L ⁻¹)	Longitud de tallo (cm)		Diámetro de tallo (cm)		Número de hojas		Rendimiento t ha ⁻¹
	7 dda	15 dda	7 dda	15 dda	7 dda	15 dda	
0	20.03 a*	41.33 a	0.105 a	0.172 ab	3.0 a	7.17 a	6.38 c
2	27.95 a	47.33 a	0.108 a	0.207 a	3.0 a	6.50 ab	22.62 bc
4	28.20 a	50.50 a	0.072 ab	0.163 ab	3.0 a	6.67 ab	26.43 ab
6	36.83 a	58.17 a	0.048 b	0.092 b	2.8 a	6.00 b	41.62 a

*Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (DMS, $\alpha = 0.05$)

Estos resultados de rendimiento también coinciden con los obtenidos por Ayala-Tafoya *et al.* (2009) en cultivo de calabacita de invernadero. Ellos indicaron que el rendimiento de frutos se incrementó conforme mayor fue la concentración de 2,4-D en la solución asperjada a las plantas. Así, con los tratamientos correspondientes a la aplicación foliar de 2, 4 y 6 mg de 2,4-D L⁻¹ de agua, produjeron 11.2, 16.1 y 42% más rendimiento de calabacita que las plantas testigo, con las cuales obtuvieron el menor rendimiento.

Igualmente, diversas investigaciones refieren el efecto positivo del 2,4-D en la producción de sandía. Miguel (2003) aplicó 2,4-D sobre seis variedades triploides, en las cuales funcionó igualmente bien a la concentración de 8 mg L⁻¹ de agua. Esto a pesar de que observó que el 2,4-D tiene un claro efecto epinástico sobre el follaje, paralizando el crecimiento de la planta y deformando (se retuercen) las hojas. No obstante, menciona que a los pocos días las plantas se recuperaron y los frutos iniciaron su crecimiento. Tal efecto epinástico no se observó en las plantas de pepino de este experimento.

Con respecto al cuajado de frutos, Weaber (1984) publicó que las auxinas pueden iniciar la floración e inducir el amarre de frutos y su crecimiento en algunas especies. Las auxinas hacen aumentar con frecuencia el amarre de frutos sobre todo en especies con frutos como son los pimientos y las cucurbitáceas. La aplicación de auxinas a frutos jóvenes y en desarrollo, aumenta su tamaño y, en algunos frutos, adelanta también su maduración.

Asimismo, Cantera (1997) y Nuez *et al.* (2003) afirman que el cuajado de los frutos tiene una estrecha relación con la acción hormonal. Las auxinas producidas en los meristemos apicales facilitan el cuajado de los frutos y retardan su abscisión. Con este fin se han utilizado auxinas sintéticas, en particular 2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético) a 10 mg L⁻¹, 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) a 2 mg L⁻¹, ANOA (ácido naftoxiacético) a 40-75 mg L⁻¹. También han dado resultados positivos el ANA (ácido naftalenacético) y el CPA (ácido clorofenoxiacético).

Por otra parte Dorsey (2007) indica que la capacidad de auxinas y giberelinas (GAs) para inducir partenocarpia en *Arabidopsis* ha sido descrita anteriormente en plantas silvestres emasculadas. Este investigador, para comprobar el efecto de los distintos fitoreguladores, realizó tratamientos con la giberelina activa GA₃, la auxina natural AIA y las auxinas sintéticas ANA y 2,4-D. Fotografió y midió los frutos después de los tratamientos, encontrando que tanto GA₃ como 2,4-D fueron capaces de inducir el desarrollo de frutos partenocárpicos. También Ramírez (2003) determinó que el 2,4-D aumenta el cuajado de frutos en tomate. Cita que hace tiempo se expresó la hipótesis de que la auxina exógena induce el rápido prendimiento del ovario. Que las auxinas evitan la excesiva caída de la flor, por lo que aumentan el rendimiento, y que la acción de las auxinas consiste en promover la retención de las flores y como efecto secundario inducir partenocarpia si no han sido fertilizadas.

No obstante, Camacho *et al.* (1998), Miguel (1999, 2000, 2001, 2003) y López-Galarza *et al.* (2005) reportaron que la aspersión de 2,4-D sobre plantas de sandía, incluso a bajas concentraciones, además de provocar una reducción transitoria del crecimiento de la planta con síntomas de epinastia negativa en las hojas, puede producir alteraciones indeseables en el desarrollo de los frutos, como son: ahuecamiento, meso y endocarpio esponjoso, entre otros aspectos posiblemente ligados a la síntesis de etileno (Maroto *et al.*, 2005).

Respecto a lo anterior, se observó que parte de los frutos de pepino producidos en este experimento, presentaban ahuecamiento. Específicamente, todos los frutos revisados que fueron producidos por las plantas asperjadas con 4 y 6 mg de 2,4-D L⁻¹ de agua mostraron ahuecamiento; situación que no ocurrió con ninguno de los frutos revisados que provenían de plantas testigo o tratadas con 2 mg de 2,4-D L⁻¹ de agua. No obstante, es necesario realizar más análisis sobre este aspecto para llegar a una conclusión.

CONCLUSIONES

La longitud de tallo en valores absolutos fue mejor con la aplicación de 2,4-D, respecto al testigo. El tratamiento de 2 mg L⁻¹ obtuvo el mayor aumento en el diámetro del tallo principal, en cambio el mayor número de hojas del tallo principal se obtuvo con el tratamiento testigo. El rendimiento se incrementó significativamente con los tratamientos de 6 y 4 mg L⁻¹ de 2,4-D.

LITERATURA CITADA

- Ayala-Tafoya, F., Partida, R. L., Velázquez, A. T. J., Valenzuela, L. M., Díaz, V. T. y Parra, D. J. M. 2009. 2,4-D y producción de calabacita en invernadero. XIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas A.C.
- Camacho, F., Fernández, R. E. J. y Montoya, G. M. E. 1998. Sistema alternativo en la producción de sandía (*Citrullus lanatus* Shrad.) triploide "tipo sugar" bajo invernadero. 129-135. In: Fernández, R. E. J. (Editor). Actas de horticultura No. 21. Almería, España.
- Cantera, A. 1997. Influencia de la utilización de hormonas en el amarre de flores y cuajado de frutos en melón, sandía, pimiento (bell pepper) y tomate. IV Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas. Puerto Vallarta, Jalisco, México.
- Cantliffe, D. J. 1976. Improved fruit set on cucumbers by plant growth regulators sprays. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 89: 94-96.
- Cantliffe, D. J. 1977. The induction of fruit set in cucumber by chloroflurenol with or without pollination. HortScience, 7: 474-476.
- Dorcey, E. 2007. Regulación hormonal del desarrollo temprano del fruto en *Arabidopsis thaliana*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. (En línea). Disponible en http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UV/AVAILABLE/TDX-0911108-103857//dorcey.pdf (Revisada el 06 de noviembre de 2008).
- FAOSTAT. 2006. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Producción. ProdStat. Cultivos. [En línea]. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx> [Revisado el 07 de Abril de 2008].
- Gamayo, D. J. D. 1999. Cultivo de melón bajo invernadero. Vida Rural no. 97. Ed. Eumedia. Madrid, España. 5 p.
- Jankiewics, L. S. y Acosta-Zamudio, C. 2003. Auxinas. pp. 21-66. In: Jankiewics, L. S. (Coord.). Reguladores de crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas. Vol. 1. Propiedades y acción. Universidad Autónoma Chapingo - Ediciones Mundi-Presa. México.
- López-Galarza, S., Maroto, J. V., Martí, C., Miguel, A. y Guardiola, J. L. 2005. Cuajado de sandía triploide mediante la aplicación de 2,4-D en el agua de riego. Vida Rural, 24 (277): 13-16.
- Maroto, J. V., Miguel, A., López-Galarza, S., San Bautista, A., Pascual, B., Alagarda, J. and Guardiola, J. L. 2005. Parthenocarpic fruit set in triploid watermelon induced by CPPU and 2,4-D applications. Plant Growth Regulation, 45 (3): 209-213.
- Miguel, G. A. 1999. Sandía sin semilla obtenida sin polinizar. (En línea). Disponible en <http://www.ivia.es/sdta/pdf/revista/horticolas/24tema07.pdf> (Revisado el 23 de Septiembre de 2008).
- Miguel, G. A. 2000. Sandía diploide sin semillas. Terralia 14: 30-33. [En línea] Disponible en <http://www.terralia.com/articulo.php?recordID=1404&revID=> [Revisado el 8 de marzo de 2003].
- Miguel, G. A. 2001. Panorama actual del cultivo de sandía. Vida Rural No. 125. [En línea] Disponible en www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/125sandia.htm [Revisado el 15 de noviembre de 2002].

- Miguel, G. A. 2003. Sandías sin semillas obtenidas sin polinizar. *Revista Comunidad Valenciana Agraria*, 24: 47-56.
- Nuez, V. F., Gil, O. R. y Costa, G. J. C. 2003. El cultivo de pimiento, chiles y ajíes. Aspectos morfológicos y fisiológicos de la planta. Ed. Mundi-Prensa.
- Ramírez, R. H. 2003. El uso de hormonas en la producción de cultivos hortícolas para exportación. 3er Simposio Nacional de Horticultura. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Ramírez, R. H., Peralta, M. R. M., Benavides, M. A., Sánchez, L. A., Robledo, T. V. y Hernández, D. J. 2005. Efectos de la prohexadiona-Ca en tomate y su relación con la variación y la concentración de giberelinas y citocininas. *Revista Chapingo serie Horticultura*, 11 (2): 283-290.
- Robinson, R. W., Cantliffe, D. J. and Shannon, S. 1971. Morphactin-induced parthenocarp in the cucumber. *Science*, 171: 1251-1252.
- Salisbury, F. B. y Ross, C. W. 2000. *Fisiología de las Plantas 3. Desarrollo de las Plantas y Fisiología Ambiental*. Ed. Thomson Paraninfo.
- Serrano, Z. 1993. Técnicas de invernadero. Catálogo de publicaciones caja rural. Almería. Ensayos de distintas hormonas sobre el cuajado de los frutos de tomates, pimiento, melón, sandía.
- Shishido, Y., Hori, Y. and Shikano, S. 1990. Effect of benzyladenine on translocation and distribution of photoassimilates during fruit setting and development in cucumber plant. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 59: 129-135
- SIAP. 2006. Anuarios estadísticos de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [En línea]. Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/> [Revisado el 07 de julio de 2008].
- Silva, G. M., Gámez, G. H., Zavala, G. F., Cuevas, H. B. y Rojas, G. M. 2001. Efecto de cuatro fitorreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento de girasol. *Ciencia UANL*, 4(1): 69-75.
- StatSoft, Inc. 1998. *Statistica for Windows. Kernel release 5.1*. StatSoft, Inc., Tulsa, OK.
- Takeno, K., Ise, H., Minowa, H. and Dounowaki, T. 1992. Fruit growth induced by benzyladenine in *Cucumis sativus* L.: Influence of benzyladenine on cell division, cell enlargement and indol-3-acetic acid content. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 60 (4): 915-920.
- Weaber, R. J. 1984. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Efectos biológicos y mecanismos de acción. Ed. Trillas. México, DF.

EVALUACIÓN DE TIPOS Y ALTURAS DE TRAMPAS Y FEROMONA SEXUAL EN CAPTURA DE MACHOS DE GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ (GBN) *ACROBASIS NUXVORELLA* (LEPIDÓPTERA: PYRALIDAE)

Agustín A. Fu Castillo¹, Aldo A. Del Real Valdez; Fernando Valenzuela Mendivil; INIFAP-CIRNO-CECH. Carretera a Bahía de Kino, Km. 12.6 Hermosillo, Sonora, México. fuca40@yahoo.com.mx.

Palabras clave: Plaga, Control, Feromona.

RESUMEN

El gusano barrenador de la nuez (GBN) *Acrobasis nuxvorella* Neunzig (Lepidoptera: Pyralidae) es una de las principales plagas del nogal pecanero a nivel mundial. Esta plaga es capaz de ocasionar daños mayores al 40% de los racimos en huertas donde el control efectuado es deficiente o nulo, siendo la primera generación la de más importancia, ya que una sola larva puede destruir varias nueces e incluso todo el racimo en un período de tiempo muy corto, motivo por el cual se debe determinar con exactitud el momento oportuno de control.

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo las playitas ubicado en el Km. 70 Carretera a Bahía de Kino en donde se evaluaron dos ensayos con tres repeticiones cada uno: En el ensayo uno se evaluaron tres diferentes alturas de trampa con feromona de las cuales son las siguientes: 2 metros, 4 metros y 6 metros. En el ensayo dos se evaluaron tres diferentes tipos de trampas: Trampas tipo Delta, Trampas de alas y trampas de garrafas con melaza.

Los resultados muestran el comportamiento poblacional de la plaga, observando que en el ensayo uno el mejor tratamiento fue la trampa colocada a 6 metros de altura con una captura máxima de 56 palomillas/trampa, contra un máximo de 38 y 16 palomillas/trampa que presentaron las trampas colocadas a 4 y 2 metros respectivamente. El ensayo dos se observó que la mayor captura la presentó el tipo de trampa de Alas con una máxima captura de 34 palomillas/trampa, mientras que las trampas tipo Delta y Garrafas con Melaza obtuvieron una captura máxima de 25 y 6 palomillas/trampa respectivamente.

ABSTRACT

The pecan nut casebearer (GBN) *Acrobasis nuxvorella* Neunzig (Lepidoptera: Pyralidae) is a major pest of pecan in worldwide. This pest damage to 40% of the clusters in orchard without control. The first generation is the most important, because a single larva can destroy several nuts, by this situation is necessary determine exactly the period of control. This work was realized in pecan located in Costa de Hermosillo, Sonora. The traits evaluated were with three repetitions each: In one trial we evaluated pheromone trap in three different heights in the tree, which are as 2 meters, 4 meters and 6 meters upper. In the experiment two, we evaluated three different types of traps: Traps type Delta, Traps type wings and bottle traps with water. The results of the dynamics of GBN showed that the trap to 6 meters upper the tree caught 56 moths/trap, in relation to 38 and 16 that registered the traps to highest of 4 and 2 meters respectively. The wing trap caught 34 moths/ trap, while traps type Delta and bottle with sugar obtained 25 and 6 moths/trap, respectively.

INTRODUCCIÓN

El gusano barrenador de la nuez (GBN) *Acrobasis nuxvorella* Neunzig (Lepidoptera: Pyralidae) es una de las principales plagas del nogal pecanero a nivel mundial. Esta plaga es capaz de ocasionar daños mayores al 40% de los racimos en huertas donde el control efectuado es deficiente o nulo, siendo la primera generación la de más importancia, ya que una sola larva puede destruir varias nueces e incluso todo el racimo en un período de tiempo muy corto, motivo por el cual se debe determinar con exactitud el momento oportuno de control. Existen varios métodos para predecir el momento óptimo de control. En Texas, E.U el uso de feromona sexual es considerado hasta la fecha, la mejor herramienta para definir el momento de aplicación de insecticidas contra esta plaga y evitar daños en el nogal; sin embargo, el reciente descubrimiento de que la feromona sexual del GBN no ha sido efectiva en México, indica que hay una especie o

biotipo diferente. Uno de los factores limitantes de la productividad de nogal en el Norte de México lo contribuyen las plagas (Nava y Ramírez, 2001). Las plagas primarias y mas ampliamente distribuidas del nogal son el gusano barrenador de la nuez (*Acrobasis nuxvorella*) y el complejo de pulgones formado por el pulgón amarillo (*Monelliopsis pecanis*), el pulgón amarillo de márgenes negros (*Monellia caryella*) y el pulgón negro (*Melanocallis caryaefoliae*) (Nava, 1995; Aguirre *et al.*, 1995; Cortes, 1997; Tarango, 2005). El estado de Coahuila es la región con mayor problemática de plagas, mientras que la Costa de Hermosillo es la que presenta un menor número de plagas de insectos asociados al cultivo (Fu *et al.*, 2004). El gusano barrenador de la nuez (GBN), *Acrobasis nuxvorella*, es considerada la plaga clave del nogal (Harris y Dean, 1997; Harris, 2000). Uno de los objetivos de los presentes ensayos es tener mayor conocimiento sobre el comportamiento poblacional de la plaga utilizando trampas con feromona sexual, al igual que para saber en que momento llevar a cabo una medida de control.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los presentes trabajos se llevaron acabo en el campo las playitas ubicado en el Km. 70 Carretera a Bahía de Kino en la variedad wichita donde se evaluaron dos ensayos: En el ensayo uno se tuvieron 3 tratamientos (T1= 2 metros, T2= 4 metros y T3= 6 metros) con tres repeticiones cada uno. Para esto se colocaron 3 trampas con su respectiva feromona en un mismo árbol colocando estas a una altura de 2 metros, 4 metros y 6 metros, los muestreos se realizaban cada tercer día contabilizando el número de adultos capturados por cada trampa. En el ensayo 2 también se tuvieron 3 tratamientos (T1= Trampa tipo Delta, T2= Trampa de Alas, T3= Trampa de garrafón con melaza) con 3 repeticiones cada uno, para esto se coloco una trampa con feromona en cada árbol a una altura de 2 metros, las trampas se colocaron al azar en tres líneas diferentes de árboles, cada tercer día revisaban la trampas y se contabilizaron los machos adultos de GBN por cada trampa. Estos ensayos se llevaron acabo durante la emergencia de la larva hibernarte donde el árbol de nogal esta en desarrollo vegetativo a finales del mes de Abril. En el 2009 se realizó una repetición de estos ensayos con la misma metodología en el campo San Enrique-San José con ubicación en el Km. 75 Carretera a Bahía de Kino en la misma variedad, en donde este año se le agregó un tratamiento 4 al ensayo 2 siendo este el de garrafa con jabón.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran el comportamiento poblacional de la plaga donde se observa que en el ensayo uno donde se evaluaron diferentes alturas de trampas tipo Ala, con feromona sexual, el tratamiento que mayor captura de machos de GBN registró fue el tratamiento tres siendo éste el de 6 metros de altura con una captura máxima 56 palomillas/trampa, comparado con un máximo de 38 y 16 palomillas/trampa que presentaron las trampas colocadas a 4 y 2 metros respectivamente, a estos resultados se les realizó un análisis estadístico de varianza (ANOVA) con el paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N .L. con la prueba de Tukey y con un nivel de significancia de 0.05 donde los resultado muestran diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el tratamiento de 6 metros el de mayor importancia con una media en el resultado de 12.47 palomillas. Los resultados del ensayo 1 se pueden apreciar en la (Figura 1). En el ensayo dos donde se llevó a cabo un monitoreo de adultos de GBN por medio de diferentes tipos de trampas se observó que el de mayor captura fue el tratamiento dos siendo este el de tipo trampas de Alas, con una máxima captura de 34 palomillas/trampa, mientras que las trampas tipo Delta y Garrafas con Melaza obtuvieron una captura máxima de 25 y 6 palomillas/trampa respectivamente (Figura 2). Este resultado es importante ya que con esto podemos decidir que tipo de trampas es más conveniente y a que altura la debemos de colocar para tener una mayor captura y tomar las desiciones correctas para el control de esta plaga. Durante el 2009 se realizaron los mismos experimentos de los cuales a los datos obtenidos se le realizó un análisis estadístico del acumulado de las capturas durante toda la evaluación del experimento donde los resultados no muestran diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo el tratamiento 3 (6 metros) sigue registrando la mayor captura comparado con los demás tratamientos con un promedio de 29 palomillas, mientras que en los otros tratamientos de 4 y 2

metros el promedio de captura fue de 14 y 7.7 respectivamente, siendo el tratamiento 3 el de mayor importancia con una media poblacional de captura de 92.15 palomillas/trampa en la evaluación realizada de dos años consecutivos en la Costa de Hermosillo.

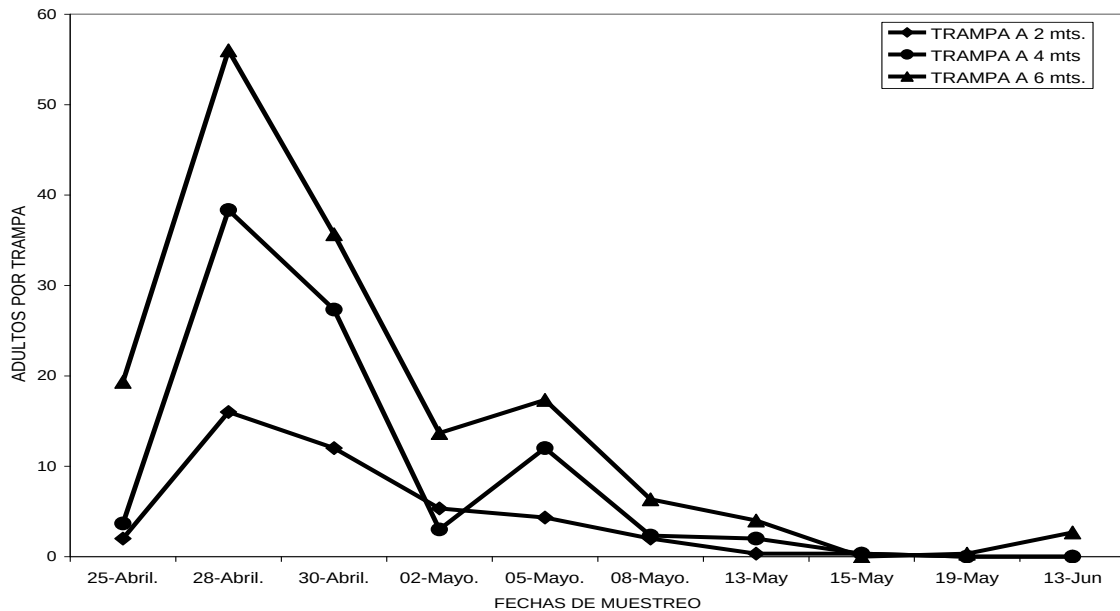


Figura 1. Dinámica Poblacional de GBN en trampas a diferentes alturas.

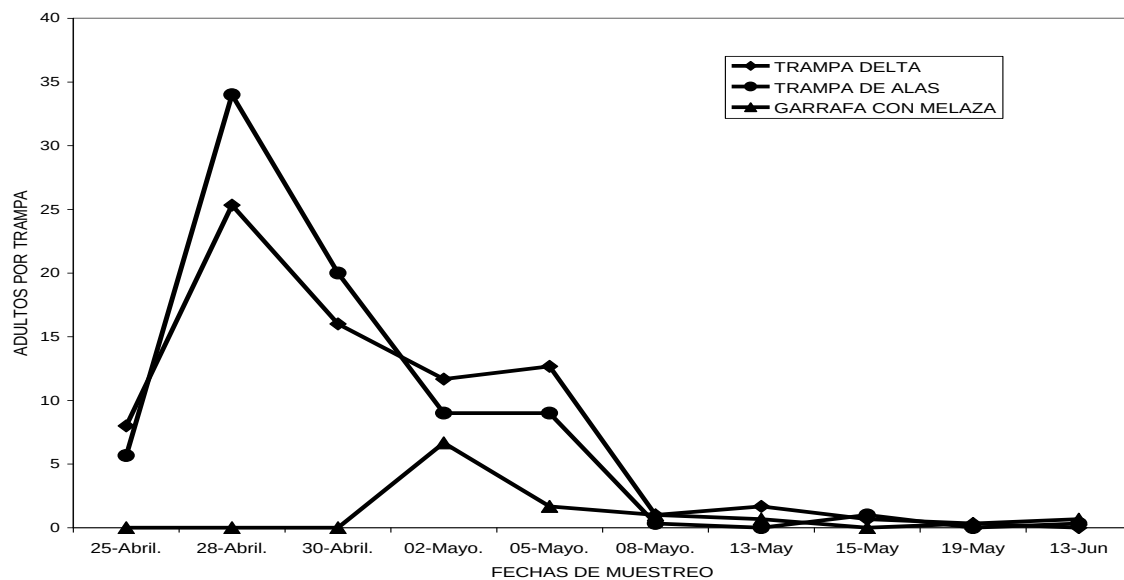


Figura 2. Dinámica Poblacional de GBN en diferentes tipos de trampas.

Cuadro 1. Comparación de promedios y media poblacional del Gusano Barrenador de la Nuez durante el 2008-2009 en el campo San Enrique-San José, Costa de Hermosillo, 2009.

Altura Trampa	Palomillas promedio		
	2008	2009	Media
2	42.3	7.7	24.9
4	89.0	14.0	51.5
6	153.3	29.0	92.15

LITERATURA CITADA

- Aguirre, A.L., E. Tucuch and M. Harris. 1995. Oviposition and nut entry behavior of the pecan nut casebearer *Acrobasis nuxvorella*. Sout. Entomologist (20):447-451.
- Cortés, O. D. 1997. Gusano barrenador de la nuez. In: Rodríguez del B., L. A. y Tarango R., S. H. (eds.). Manejo Integrado de Plagas del Nogal. INIFAP, C. E. Delicias. Chihuahua, Chih. pp. 203-218.
- Fu, C. A.A., M.R. Millánes M., H. Núñez M., N. Camberos U., M. Harris. , G. Osuna B., E. Urías G. y L. Esquer P. 2004. Gusano barrenador de la nuez. Seminario Nogal. Memoria No. 22:24-29. INIFAP.
- Harris, M. K. y D. A. Dean. 1997. Pecan pest management. CD-ROM. Texas A&M University. Ring, D.R. and M.K. Harris. 1983. Predicting pecan nut casebearer (Lepidoptera: Pyralidae) activity at College Station, Texas. Environ. Entomol. 12:482-486.
- Harris, M. K. 2000. La Feromona del Gusano Barrenador de la Nuez en el MIP del Nogal. Memorias del 8º. Simp. Internal Nogalero, Nogatec 2000. pp. 25-33.
- Harris, M. K. y D. A. Dean. 1997. Pecan pest management. CD-ROM. Texas A&M University.

RENDIMIENTO DE 25 SELECCIONES DE GUAYABO EN EL SUR DE SONORA

Jesús Arturo Samaniego Russo¹, Ernesto Sánchez Sánchez¹, Alfonso Ramírez Arredondo¹, Rafael Valenzuela Borbón¹ y Manuel Madrid Cruz¹. ¹Investigadores del Campo Experimental del Valle del Yaqui. INIFAP. Navojoa, Sonora, México. Fax 01(642)4233045. samaniego.arturo@inifap.gob.mx

Palabras clave: *Psidium guajava*, Producción, Época de cosecha.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el ciclo 2008-2009 en el Sahuaral, Etchojoa situado al Suroeste del estado de Sonora. El material de guayabo utilizado se obtuvo de las selecciones del Banco de Germoplasma del INIFAP, propagado por acodo aéreo, con excepción del material Cubano que se propagó por injerto (inj) y semilla (S) y Hawai-71 también por injerto. Se incluyeron 22 selecciones y tres materiales adicionales que ya se habían evaluado en la Región. Fueron plantados en Marzo del 2006 a una densidad de 500 plantas ha⁻¹ (5 x 4 m). El diseño experimental fue Completamente al azar, con cuatro repeticiones, la variable evaluada fue rendimiento (kg·árbol⁻¹) mensual por material a través del año.

El rendimiento total anual de las diferentes selecciones fue mayor en 106, 115, 37, 45, 11 y 47 con 94, 59.4, 59.3, 58.4, 56.2 y 55.6 kg en nueve meses de producción, las de menor rendimiento fueron selección 56 y 61 con 15.3 y 10.7 respectivamente. Los meses donde se concentra el 76.3 % de la producción anual son septiembre, junio y mayo.

ABSTRACT

Southern Sonora has the recognition of a region represent free of Mexican fruit fly by the Department of Agriculture United States, this a comparative advantage to other productive regions. The aim of this study was to evaluate 25 outstanding of guava under agro-ecological conditions of southern Sonora in 2008 – 2009 years. The research was conducted in Sahuaral, Etchojoa, Sonora, and México. The material assessed was guava spread Seed Bank of INIFAP, (22 selections and 3 additional materials and evaluated in the Region). They were planted in March 2006 at density of 500 plants ha⁻¹ (5 x 4 m). The experimental design was a completely random, with four replications. It was evaluated performance (yield kg·tree⁻¹). The harvest period during 2008 was from August to Jun 2009.

Genotypes with greater total returns were S-106, S-115, S-37, S-45, S-11 and S-47 with 94, 59.4, 59.3, 58.4, 56.2 and 55.6 kg, respectively; partition harvest on a monthly basis was as follows: in September, Jun and May (76.3 % of total annual production).

INTRODUCCIÓN

El sur de Sonora tiene una superficie bajo condiciones de riego de 377, 125 ha, de las cuales 127,000 reúnen las características físico-químico de suelo, condiciones climáticas y calidad de agua adecuada para el desarrollo de diferentes especies frutícolas ya que nos encontramos libres de la presencia de mosca mexicana de la fruta, reconocidos por USDA, que le da un valor agregado a la región al poder exportar fruta fresca de diferentes especies frutales, sin tratamiento previo. El Campo Experimental del Valle del Mayo realiza investigación en frutales desde el inicio de la década de los 90^s con el objetivo de evaluar nuevas alternativas de producción más rentables ya que es necesario realizar una reconversión productiva, entendido como un cambio hacia la siembra o plantación de especies más eficientes en el uso de los recursos, que generen mayor ocupación de mano de obra, que sean más redituables y que vengan a reactivar la actividad agrícola. El productor del Sur de Sonora ha iniciado la reconversión frutícola, con la plantación de naranja en mas de 2000 ha, sin embargo es necesario diversificarse mediante la plantación de diferentes especies y variedades frutícolas, que presenten ventajas comparativas en su producción y comercialización. Así es como el cultivo de Guayabo se presenta como una atractiva alternativa de producción, ya que somos el único Estado en el País que puede exportar fruta fresca a Estados Unidos de Norteamérica. Y otros países ventaja que no tienen otras regiones

productoras, incluso Hawaii que es un Estado de la Unión Americana y no puede introducir fruta fresca al resto de su País.

En México se tiene una superficie plantada de guayabo de 23, 900 hectáreas con una producción anual de 300 000 toneladas. En el sur de Sonora se presentan condiciones adecuadas para el desarrollo y producción de este frutal .Por su composición nutrimental, la guayaba podría considerarse como un fruto nutraceutico, aportando a la dieta principalmente vitamina C (200 a 400 mg-/100 g de peso fresco), cantidad de cinco a ocho veces mayor que la aportada por el jugo de limón o naranja, razón a la que debe su apelativo de “reina de la vitamina C”, la cual es un importante antioxidante natural (Vasco, Padilla y Toro 2003).

Se adapta con facilidad a distintas condiciones climáticas pese a su origen tropical; sin embargo su área ecológica se encuentra en la faja paralela al Ecuador, con límites que no van mas allá del paralelo 30° de cada hemisferio (Villaseñor, 1977).

El guayabo se desarrolla mejor en clima seco, sin embargo son mejores las áreas secas que reciban lluvia que no exceda los 1000 mm. Es más resistente a la sequía que la mayoría de los árboles frutales tropicales (El-Baradi, 1975). Así se ha observado que en países donde la estación seca es prolongada (cinco meses o mas) en un año se obtiene una producción, cuya floración se dispara por la entrada de las lluvias; mientras que en los climas tropicales con precipitaciones altas estacionada durante el año, con insolación suficiente que permite la actividad de insectos, se han observado dos producciones al año. (Le Burdelles y Estenove 1967). Rendimientos mayores se obtienen con una temperatura anual media de 23 a 28 °C, sin embargo el guayabo tolera temperaturas de 45 °C o más. Es sensible a bajas temperaturas; las plantas jóvenes pueden morir a -1.7 °C, mientras que los árboles maduros toleran períodos cortos a -3.3 °C (Rhuele, 1964).

Padilla en el 2002 señala que la guayaba puede producir mejor en áreas donde el invierno es marcado, en comparación a regiones tropicales. Sin embargo puede ser dañado severamente a temperaturas de solo unos cuantos grados bajo cero, aunque se ha observado que algunos árboles con ramas dañadas hasta el nivel del suelo, han producido nuevos brotes capaces de producir en 2 a 3 años. La variedad Lucknow 42 tiene frutos de tamaño medio, de forma redonda, pulpa blanca cremosa, sabor dulce agradable, buena calidad, buena producción, no recomendable para enlatado.

El estudio de 24 selecciones de guayabo en Zacatecas, México mostró oscilaciones en contenido de Vitamina C de 217 a 485 mg/100g de tejido, en las selecciones 116 y 10 respectivamente, el peso de semilla por fruto oscilo de 1.2 a 3.0 g en la selección 29 y 85 correspondientemente, el porcentaje de sólidos solubles varió de 10.4 en la selección 106 a 14.6 en la selección 37. Las selecciones superaron de 2 a 5 veces la media de rendimiento de fruto en la Región de estudio (Padilla., 2003).

Durante el año 2006 se evaluaron 24 selecciones de guayabo, la producción en número de frutos por planta osciló de 69 en la selección 56 a 718 en el genotipo 48; de 3.2 en los materiales 42 y 115 a 32.9 en la selección 48; en cuanto a precocidad denotada por número de días de la poda al inicio de cosecha fluctuó de 194 en la mas precoz con la selección 111 y 253 días la mas tardía que fue la 56 (Padilla, 2007).

Resultados de investigación en el sur de Sonora ofrecen rendimientos de 20 y15 ton ha⁻¹ para las variedades Hawaii 71 y Lucknow, la primera de pulpa rosa y la segunda pulpa blanca con tamaño de fruto que oscila en el primer caso de 110 a 160 g y en el segundo material de 85 a 110 g. Es importante señalar que los rendimientos aquí señalados se pueden mejorar sustancialmente mediante el manejo de poda y cierre del marco de plantación a 5 x 5 m. (Samaniego- Russo, 2004).

En otra evaluación en el sur de Sonora, se reportan rendimientos de las selecciones 54, 106, 11, 47 y 37 con 17.5, 15, 14.6, 10.6 y 10 kg·por árbol en el periodo de agosto a diciembre (Samaniego-Russo *et al.*, 2008).

Se realizaron colectas de guayaba en 11 diferentes Estados de la República mexicana, desde 0 a 2000 msnm, se evaluaron algunas características de fruto como tamaño y forma, color, número de semillas, grosor de pulpa, contenido de vitamina C, con resultados de una amplia variabilidad del fruto con respecto a forma, tamaño, color de cascara y pulpa, y número de semillas (Padilla, González y Osuna, 2008).

Los principales consumidores de la guayaba en el mundo son los grupos étnicos de origen latino, hindú y árabe residentes en Europa y Estados Unidos. Si consideramos que la población de origen latino radicada en Estados Unidos asciende a más de 20 millones de personas y que estos tienen poder de compra anual del orden de los 40 mil millones de dólares, este se visualiza como el principal mercado potencial, sobre todo de fruta fresca, ya que el Sur de Sonora esta reconocido por USDA como región libre de mosca mexicana de la fruta, no existiendo restricción alguna para su exportación.

Alrededor del 85% de la producción nacional se orienta al consumo en fresco, la superficie promedio de huertas registradas llegó a 21,300 ha, con una producción de 266 mil toneladas de las cuales Michoacán, Aguascalientes y Zacatecas aportan el 94% de este volumen. La oferta de guayaba se concentraron un 70% en el periodo de Septiembre a Enero y el 30% de Febrero a Agosto, se considera que los meses de Mayo a Junio es la época de menor disponibilidad (Fundación Produce Sonora, 2004).

OBJETIVO

Encontrar al menos tres materiales de guayabo con buen potencial productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el ciclo 2008-2009 en el Sahuaral, Etchojoa situado al Suroeste del estado de Sonora que presenta un clima muy seco o desértico, muy cálido con temperatura media anual de 22 °C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C con régimen de lluvias de verano y muy extenso con oscilaciones anuales de las temperaturas medias mensuales mayor de 14 °C representado por BW (h') w (e'). El material de guayabo utilizado se obtuvo de las selecciones del Banco de Germoplasma del INIFAP, propagado por acodo aéreo, con excepción del material Cubano que se propagó por injerto (inj) y semilla (S) y Hawai-71 también por injerto. Se incluyeron 22 selecciones y tres materiales adicionales que ya se habían evaluado en la Región. Fueron plantados en Marzo del 2006 a una densidad de 500 plantas ha⁻¹ (5 x 4 m). El diseño experimental fue Completamente al azar, con cuatro repeticiones, con una planta como unidad experimental. La variable evaluada fue rendimiento (kg·árbol⁻¹) mensual por variedad a través del año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento total anual de las diferentes selecciones se presenta en el cuadro 1 y fue mayor en las selecciones 106, 115, 37, 45, 11 y 47 con 94, 59.4, 59.3, 58.4, y 56.2 kg en nueve meses de producción, las de menor rendimiento fueron selección 56 y 61 con 15.3 y 10.7 respectivamente. El mes que mayor producción se tuvo fue septiembre con el 49.2 % del total anual, las selecciones que mayor participación tuvieron fueron 106, 115, 11, 118, y 42 con 43.8, 33.2, 31.7, 31 y 29.8 kg/planta, en junio 16.2% del total y los materiales kg con mas rendimiento fueron 115, 106, 42, 11 y 37 con 15.5, 12.8, 12.5, 12.1 y 11.6, enseguida fue el mes de mayo con 10.9 % del total, con los genotipos mas sobresalientes como 106, 45, Cubana(inj), Cubana(S), 115 y 116 con 29.1, 10, 7.9, 7, 6.3 y 5.9 kg respectivamente, es importante observar la diferencia entre épocas de producción como el 54 que presenta el 62 % de su producción anual en el mes de Octubre, lo cual no sucede con ningún otro material, asimismo la Cubana(S) produjo 9.4 kg/planta, el 24.4% de su producción

anual en el mes de marzo mientras que Cubana (inj) lo hizo con 5.6 kg que es el 13.5% de su rendimiento anual. Los meses que siguen en producción fueron agosto (8.1%), octubre (6.8%), marzo (4.7%), abril (1.4%), y por último los meses de noviembre y febrero ambos con el 1.2% de la producción anual (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

Se tienen selecciones con buen potencial de rendimiento como S-106, S-115 y S- 37.
Se cuenta con selecciones que producen en diferentes ventanas de mercado durante el año.

**Cuadro 1.- Rendimiento (Kg árbol⁻¹) de 25 selecciones de guayaba
en el sur de Sonora 2008 - 09**

SELECCION	Ago-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Feb-09	Mar-09	Abr-09	May-09	Jun-09	ANUAL
SEL. - 10	4.7	16.4	0.6	0.7	0.4	5.2	0.5	2.0	6.5	36.9
SEL. - 11	4.0	31.7	0.7	0.7	0.1	2.3	0.4	4.1	12.1	56.2
SEL. - 12	6.8	14.8	0.5	0.4	0.3	0.6	0.8	3.2	6.3	33.8
SEL. - 20	7.9	17.0	0.5	0.4	0.2	2.1	0.6	1.7	6.8	37.3
SEL. - 37	13.9	26.3	0.7	0.3	0.3	0.9	1.8	3.5	11.6	59.3
SEL. - 42	1.4	29.8	5.7	0.1	0.0	0.2	0.0	3.8	12.5	53.4
SEL. - 45	5.3	28.7	0.2	0.7	0.1	4.3	0.7	10.0	8.6	58.4
SEL. - 46	3.5	10.3	0.4	0.3	0.3	3.2	0.2	2.2	3.4	23.7
SEL. - 47	11.4	27.5	0.3	0.6	0.5	1.6	1.1	4.1	8.4	55.6
SEL. - 48	4.6	22.6	0.6	0.3	0.0	1.0	0.1	2.9	9.0	41.1
SEL. - 54	0.0	18.7	32.7	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.3	52.9
SEL. - 56	0.0	0.4	9.9	1.0	0.1	0.2	3.6	0.1	0.0	15.3
SEL. - 57	1.1	11.3	1.5	0.1	0.2	2.4	0.4	2.2	4.6	23.7
SEL. - 61	0.9	7.5	0.2	0.6	0.0	0.9	0.1	0.1	0.3	10.7
SEL. - 85	0.9	24.5	2.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.6	29.0
SEL. - 106	6.6	43.8	1.0	0.1	0.0	0.2	0.5	29.1	12.8	94.0
SEL. - 111	1.2	22.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.8	32.1
SEL. - 115	1.9	33.2	1.1	0.2	0.2	0.8	0.2	6.3	15.5	59.4
SEL. - 116	1.3	29.0	0.4	1.1	0.2	2.7	0.1	5.9	10.4	51.0
SEL. - 117	0.8	19.7	0.4	0.4	0.0	1.1	0.3	5.6	8.6	37.0
SEL. - 118	1.9	31.0	0.6	0.6	0.2	1.8	0.1	4.2	10.1	50.4
SEL. - 126	1.5	23.3	0.5	0.2	0.3	0.7	0.2	4.6	10.4	41.7
Hawái 71	0.4	12.1	5.0	0.2	0.1	2.6	0.4	2.6	0.4	23.7
Cubana (S).	0.7	10.7	0.8	2.9	2.3	9.4	1.0	7.0	3.7	38.5
Cubana(Inj)	3.2	8.5	1.7	0.9	7.0	5.6	1.0	7.9	5.7	41.4
Promedio	3.4	20.8	2.9	0.5	0.5	2.0	0.6	4.6	6.9	42.3
%	8.1	49.2	6.8	1.2	1.2	4.7	1.4	10.9	16.2	

LITERATURA CITADA

- El-Bardi, T.A.1975. "Guaba. Review article". Aster. Trop. Agric 1: 9-16.
 Faostat.2005. <http://faostat.fao.org/default.aspx>.
 Fundación Produce Sonora, A.C. 2004. Agenda de agronegocios, Guayaba una Nueva Alternativa de Producción. Folleto de Divulgación. Hillo, Sonora.
 Le-Burdelles, J. y P. Estonove 1967, La goyave aux Antillas. Fruits22 (9):397-412.
 Padilla, R.S. et al. 2002. Guayaba su cultivo en México.INIFAP-CIRNOC-C.E. Pabellón.

- Padilla, R. S., E. González, G. E., L. Reyes M., M. Perales., E. Mercado S., y N Mayek. 2003. Caracterización de germoplasma de guayabo de la región de Calvillo-Cañones. En Memoria del primer Simposio Internacional de Guayabo. Aguascalientes. México.
- Padilla, R. S., E. González, G. E., L. Reyes M., M. Perales., F. Gutiérrez A. y E. Osuna C. 2007. Precocidad y rendimiento de fruto de Selecciones de guayabo (*Psidium guajabum*) en la Región de Calvillo-Cañones. En Memoria del XII Congreso de la SOMECH. Zacatecas. México.
- Padilla, R. S., E. González and E.S. Osuna-Ceja. 2008. Collection and characterization of Mexican guava (*Psidium guajava* L.), germplasm.
- Rhuele, G.D. 1964. "El cultivo de la guayaba en florida". Agric. Trop. (Bogotá). 20:555-564.
- Samaniego-Russo J.A. 2005. Guayabo; una alternativa de producción para el sur de Sonora. En Memoria del VII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, México.
- Vasco, M.N., S. Padilla R. y J.F Toro V. 2003 Composición nutrimental de la guayaba y sus semillas .En memoria del primer simposio internacional de la guayaba. Aguascalientes México.
- Villaseñor, L.C.A. 1977. Perspectivas del mercado de la guayaba *Psidium guajava* L. en México. Tesis profesional, ENA Chapingo; México.

DIVERSIDAD GENÉTICA DE LAS AGAVÁCEAS DEL NOROESTE DE MÉXICO: SU CONSERVACIÓN *EX SITU*, ESTUDIO Y USO

Alejandro Ortega Corona¹, Manuel de Jesús Guerrero Herrera¹, Edgar Alberto Cubedo Ruiz¹ y Oscar Cota Agramont¹. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Yaqui, Calle Dr. Norman E. Borlaug km. 12, C. P. 85000 Cd. Obregón, Sonora. Tel. 01 (644) 414-57-00. Correo electrónico: ortega.alejandro@inifap.gob.mx

Palabras clave: Agave, Hesperaloe, Germoplasma, Caracterización.

RESUMEN

Sonora es uno de los estados con mayor diversidad de agavaceas, de estas pueden derivarse gran cantidad de productos para uso doméstico, industrial y farmacéutico. El aprovechamiento de esta riqueza natural y su localización geográfica, son factores que se deben considerarse para crear una actividad económica sustentable y fundamentar la Denominación de Origen. El Proyecto de Agavaceas del Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP, pretende contribuir a la colección, conservación *ex situ*, estudio y utilización de la riqueza genética de la familia Agavaceae; y generar información sobre aspectos agronómicos que disminuyan los costos de producción. En el año 2000 se estableció el Banco Regional de Germoplasma de Agavaceas del Noroeste, consistente en *Agavetum* y colección de semilla, para conservar la riqueza genética de un componente importante del ecosistema regional en peligro de perderse. El *Agavetum* se ha enriquecido con colectas de material silvestre y cultivado, consistentes en hijuelos de rizoma, bulbillos y semilla de 33 especies, obtenidas en Sonora, Sinaloa, Baja California, Colima, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Oaxaca, Nayarit, Guerrero, Zacatecas, Arizona y Jardín Botánico de la UNAM. La germinación de semilla de agave de tres meses y dos años de cosechada, presentaron porcentajes de germinación similares de 53 y 60% respectivamente. Se logró aislar fibras de hojas de 12 especies de agavaceas y medirlas, obteniéndose diferencias entre especies, de las cuales tres especies de *Agave*, *Furcraea* y *Hesperaloe* cumplen con los requerimientos de la industria papelera para la longitud de fibra. Se obtuvieron aproximadamente 420 litros de licor de agave "Jihuame". En la siembra directa de semilla botánica con riego por goteo, las plantas maduraron dos años antes que las sembradas en maceta y trasplantadas a los dos años de edad. El peso hectolítrico de la semilla del agave fué de 38 kg hl⁻¹, y el peso de 1000 semillas varió de nueve gramos y 16 gramos.

ABSTRACT

North West Mexico, in particular the State of Sonora, harbors a large number of species of the Agavaceae family. Past and present inhabitants have derived numerous products for domestic, industrial and pharmaceutical uses. It is important that this genetic wealth and its geographical availability be considered, for its economical and sustainable utilization, and as denomination of origin of products. The INIFAP's Yaqui Agricultural Experimental Station, has been conducting a project on Agavaceae since year 2000. Collection, preservation *ex situ*, and utilization of this extraordinary genetic diversity are the main objectives of this project, as well as the development of profitable agronomic practices for commercial Agave production. The Regional Agavaceae Germplasm Bank consists of the *Agavetum* and the seed bank, and may contribute to the maintenance of *Agave* species, important components of the regional ecosystem, some of which have become very rare, and may be in danger of extinction. The *Agavetum* has been gradually enriched with suckers, bulbils, and seed from the wild and form cultivated sources, representing 33 species, four subspecies, and four varieties, collected in Sonora, Sinaloa, Baja California, Colima, Jalisco, Michoacan, Guanajuato, Oaxaca, Nayarit, Guerrero, Zacatecas, Arizona (USA), and UNAM Botanic Garden. The germination of there months and two years old seed were 53 and 60% respectively. Leaf fiber measurements from 12 different *Agave* species, revealed that three species have leaf fibers that comply with the paper industry standards. From approximately four tons of stems ("piñas"), 420 liters of the *Agave* liquor "Jihuame" have been produced, that is, about one liter of liquor per 10 kilograms of "Agave stem". Plants from direct seed sowing with drip irrigation,

initiated flowering two years earlier, that those from two years old transplanted suckers. The hectoliter weight of *Agave* seed was 38 kilograms, and the 1000 seed weight was nine grams for *A. angustifolia* and 16 grams for *A. aktites*.

INTRODUCCIÓN

Sonora constituye uno de los estados con mayor diversidad genética de agavaceas de México, representadas por magueyes, yucas, sotoles, y zamandoques (García y Galván, 1995), de los que pueden derivarse gran cantidad de productos para uso doméstico, industrial y farmacéutico. El aprovechamiento de esta riqueza natural y su localización geográfica, son factores que se deben considerar para crear una actividad económica sustentable y fundamentar la Denominación de Origen. La producción de tequila es un ejemplo de esto, el aprovechamiento del *Agave tequilana* y la promulgación de la Denominación de Origen Tequila, y sobre todo su reconocimiento por los países consumidores de la bebida en los años recientes, provocó entre 1988 y 2000, el crecimiento promedio anual de 7.3% en la producción y de 19.3% en la exportación de tequila y otras bebidas de agave (Salomón, 2003).

En varios estados de México, existe la cultura de la producción y consumo de bebidas destiladas de agave. En Sonora se producen el Bacanora y la Lechuguilla, pero desde 1915 su producción estuvo legalmente prohibida, siendo hasta 1992 cuando se reglamentó su producción, envasado y venta. Esto fue el detonante para que la Secretaría de Desarrollo Económico y Productividad del Gobierno de Sonora iniciara un programa para promover la industria del Bacanora, obteniendo en el año 2000 la Denominación de Origen Bacanora para 35 Municipios de la zona serrana; y fomentar la domesticación y producción en plantaciones comerciales de maguey bacanora (*Agave angustifolia* Haw), para respaldar la industria con materia prima segura y de buena calidad (Núñez, 2001 y 2003). Este programa aun esta por rendir frutos.

La finalidad del Proyecto de Agavaceas del Campo Experimental Valle del Yaqui del INIFAP, involucra dos aspectos: El primero es contribuir a la colección, conservación *ex situ*, estudio y utilización de la extraordinaria riqueza genética representada por numerosas especies de la familia Agavaceae. El segundo, es contribuir a generar información sobre aspectos agronómicos que disminuyan los costos de producción, y disminuya el tiempo requerido para llegar a la etapa de procesamiento industrial.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Establecimiento y conservación del banco de germoplasma de agavaceas del noroeste. En el año 2000, se estableció el Banco Regional de Germoplasma de Agavaceas del Noroeste, en el Campo Experimental Valle del Yaqui del INIFAP, consistente en *Agavetum* y colección de semilla. Este ha contado con el apoyo de la Fundación Produce Sonora, A.C. del 2000 al 2003, y del SINAREFI el 2002 y 2006. Las plantas se establecen cada metro en hileras de 90 m de longitud separadas 3.2 m entre sí. Después de los primeros dos años de establecido el *Agavetum*, se han obtenido semillas, bulbillos y plantas de rizoma de algunas especies, que se han utilizado para replantarlo y el excedente se ha obsequiado a personas interesadas.

2. Viabilidad de semilla de polinización libre colectada en el *Agavetum*. En los años 2005 y 2007 se cosecharon respectivamente 29.0 kg y 8.3 kg de semilla de *A. angustifolia*, además 2.3 kg y 4.0 kg de *A. aktites*. Con la semilla de *A. angustifolia* se realizó una prueba de germinación, en charolas de polipropileno con musgo esfangáceo se colocaron tres semillas por cavidad y se mantuvieron en un asoleadero con suficiente humedad. Se sembraron cinco charolas el 10 de octubre de 2007 y después de 30 días se contaron las plántulas que median aproximadamente 5 cm. Además se determinó el peso de 1000 semillas y el peso hectolítrico de ambas especies.

3. Caracterización en floración y fructificación de *A. angustifolia* del *Agavetum*. En el año 2000 se establecieron en el *Agavetum*, 270 plantas de maguey bacanora (*A. angustifolia*), de dos años de edad proveniente de semilla desarrolladas en maceta. El año 2003, tres años después de establecidas (cinco años de edad), las plantas iniciaron la emisión del vástago floral y desde entonces se ha registrado la cantidad anual que llega a esta etapa.

En diciembre de 2002 se sembraron semillas de *A. angustifolia* con riego por goteo, en enero de 2003 germinaron y se regaron por dos años. Para el año 2004 las plantas alcanzaron de cuatro a ocho hojas despegadas, con altura entre 20 y 30 cm. En el año 2006 inició la emisión de vástagos florales y continuó en el 2007, se registraron estos datos.

4. Evaluación del potencial de la fibra de agavaceas para la elaboración de papel. De octubre a diciembre de 2007, se extrajo y se midió la fibra de hojas de plantas maduras (de cinco a siete años de plantadas) y de hojas de plantas jóvenes (de dos años de plantadas), de 10 especies de *Agave*, una de *Hesperaloe* y una de *Furcraea* del *Agavetum* del CEVY.

Se tomaron hojas de la parte media de la planta, se lavaron con agua, y con un bisturí número 20 se cortó una sección de 8 cm de largo y 2 cm de ancho en la parte media de la hoja, y esta se dividió en cuatro secciones de 2x2 cm. A cada una de estas, con una navaja delgada, se les retiró la epidermis y se realizaron cortes de aproximadamente 1 mm a lo largo del haz de fibras para obtener secciones de 2 cm de largo por 1 mm de ancho.

Diez de estas secciones se colocaron en frascos de cristal con 50 ml de hidróxido de potasio al 5%, en un baño con control de temperatura a 45°C por un periodo de 72 horas, hasta estar suficientemente maceradas como para ser separadas con pinzas de disección. Las secciones se lavaron en tres ocasiones con agua desionizada y fueron centrifugadas en agua desionizada por 30 minutos a media velocidad, el agua fue descartada y las secciones se almacenaron en los tubos para centrifuga con dos gotas de formalina.

Para su medición, se tomaron cinco grupos de fibras de cada especie de agavacea, se colocaron en un porta objetos con una gota de glicerina al 50% y una gota de azul de metileno. Se dejaron reposar aproximadamente tres minutos para que se tiñeran adecuadamente. Cada grupo de fibras por separado se llevó al estereoscopio, y con dos agujas de disección se separaron cuidadosamente cuatro fibras de manera individual por grupo, completando 20 fibras por especie, a las cuales se les midió la longitud y anchura en un microscopio marca Vista Vision, usando un micrómetro ocular calibrado siguiendo el procedimiento indicado en el Technical Information Bulletin (1967). Adicionalmente se tomaron microfotografías de la fibra en el Laboratorio de Acuicultura del Instituto Tecnológico de Sonora, con una cámara Sony Carlzein instalada en un microscopio Carl Zein modelo Axioskop 40.

5. Elaboración del licor de agave “Jihuame” con plantas del *Agavetum*. En marzo de 2006 y abril de 2007 y de 2009, se jimaron plantas de *A. aktites* y de *A. angustifolia*; que emitieron el vástago floral desde octubre del 2005, 2006 y 2008 respectivamente, el cual fue eliminado. Las “cabezas” fueron trasladadas a una “vinata” tradicional de la región serrana de Sonora, donde fueron utilizadas para elaborar el licor de agave que denominamos “Jihuame”, que en el idioma Yaqui quiere decir “vamos a brindar”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Establecimiento y conservación del banco de germoplasma de agavaceas del noroeste. El *Agavetum* se ha enriquecido con colectas de material silvestre y cultivado, consistentes en hijuelos de rizoma, hijuelos de quito (bulbillos) y semilla de 33 especies, cuatro subespecies y cuatro variedades, obtenidos en 17 localidades del estado de Sonora, tres de Sinaloa, dos de Baja California, y de Colima, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Oaxaca, Nayarit, Guerrero, Zacatecas, Arizona y del Jardín Botánico de la UNAM (Cuadro 1).

Se ha realizado intercambio de semilla y material vegetativo con el CINVESTAV, el Centro de Propagación de Agave del Estado de Guanajuato (CEPAEG), el Jardín Botánico de la UNAM, Casa Cuervo, el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CIATEJ), y el Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES).

Cuadro 1. Especies establecidas en el Banco de Germoplasma de Agavaceas del Noroeste.

Especie	Origen	Material*
<i>Agave angustifolia</i>	Moctezuma, Huásabas, Sahuaripa, Rosario Tesopaco, Álamos, Valle del Yaqui y Valle del Mayo (Sonora); Guamuchil y Cacalotán (Sinaloa); Oaxaca, Michoacán, Nayarit y Guanajuato	S, PS, B, R
<i>A. angustifolia, marginata</i>	Álamos, Sonora	R
<i>A. desmettiana</i>	Cd. Obregón, Moctezuma y Yocojihuá (Sonora); Colima	R
<i>A. shrevei, shrevei</i>	Álamos, Sonora	R
<i>A. shrevei, magna</i>	Jardín Botánico de la UNAM	S
<i>A. aktites</i>	Las Bocas, San Carlos y Las Mallas (Sonora); El Carrizo (Sinaloa)	S, R
<i>A. rodacantha</i>	Valle del Yaqui, Sonora	B, R
<i>A. tequilana</i>	Tequila y Autlán (Jalisco); Villas de Irapuato, Guanajuato; Jala, Nayarit.	S, R
<i>A. karwinskii</i>	Valle del Yaqui, Sonora	R
<i>A. polianthiflora</i>	Charuco y Valle del Mayo (Sonora)	R
<i>A. vimoriniana</i>	Cuba y Charuco (Sonora)	R
<i>A. deserti, simplex</i>	San Luis Río Colorado, Sonora	S, R
<i>A. deserti, deserti</i>	San Felipe, Baja California	R
<i>A. americana, americana</i>	Valle del Yaqui, Sonora y Villas de Irapuato, Guanajuato	B, S
<i>A. americana, expansa</i>	Valle del Yaqui, Sonora	R
<i>A. americana, marginata</i>	Irapuato, Guanajuato	S
<i>A. wocomahi</i>	Rosario Tesopaco y Valle del Mayo (Sonora)	R
<i>A. felgeri</i>	San Carlos, Sonora	R
<i>A. parviflora</i>	Huásabas, Sonora	S, R
<i>A. bovicornuta</i>	Álamos, Sonora	R
<i>A. palmeri</i>	Huásabas, Sonora	S, R
<i>A. guadalajarana</i>	Ixtlan del Río, Nayarit	R
<i>A. sisalana</i>	Tequila, Jalisco	B
<i>A. salmiana, salmaiana</i>	Pinos, Zacatecas	R
<i>A. salmiana, crassispina</i>	Pinos, Zacatecas	S, R
<i>A. zebra</i>	Tobarito, Sonora	R
<i>A. cupreata</i>	Chilpancingo, Guerrero	S
<i>A. lechuguilla</i>	El Salvador, Zacatecas	S
<i>A. aplanatta</i>	San Miguel Pinos, Zacatecas	S
<i>A. shawii, goldmaniana</i>	Ensenada, Baja California,	S
<i>A. chrysantha</i>	Jardín Botánico de la UNAM	S
<i>A. peacockii</i>	Jardín Botánico de la UNAM	S
<i>A. pigmeae</i>	Jardín Botánico de la UNAM	S
<i>A. sp</i>	Tucson, Arizona	S
<i>A. sp.</i>	Ixtlán del Río, Nayarit	R
<i>Dasyllirion wheeleri</i>	Huásabas y Moctezuma (Sonora)	R
<i>Yucca whipplei</i>	San Luis Río Colorado, Sonora	R
<i>Furcraea pubescens</i>	El Portón, Sonora	R
<i>Furcraea sp.</i>	Tepic, Nayarit	R

* S=Semilla, PS=Planta de Semilla, B=Bulbillo, R=Rizoma

2. Viabilidad de semillas de polinización libre colectadas en el *Agavetum*. La semilla de 2005 presentó un promedio en germinación de 59.6%, con una variación entre charolas de 27% y 87%. En el caso de la semilla de 2007 el promedio fue de 52.5% y la variación de 11% a 87%. El peso hectolítrico de la semilla del *A. angustifolia* fue de 38 kg hl⁻¹. El peso de 1000 semillas de *A.*

angustifolia fue de nueve gramos, con variación entre plantas muestreadas de siete y 13 gramos; en el caso de *A. aktites*, el promedio fue de 16 gramos, con un rango de ocho a 22 gramos.

3. Caracterización en floración y fructificación de *A. angustifolia* del *Agavetum*. El año 2003, tres años después de establecidas en campo y con cinco años de edad, el 3% de las plantas iniciaron la emisión del vástago floral; el cuarto año (2004) fueron el 28.5%, el quinto año (2005) el 7%, el sexto año (2006) el 20.4% y el séptimo año (2007) el 10.7% de las plantas. Para este último año, el 70% de las plantas han madurado, lo que da una idea de la variación genética para esta característica, que implica la reproducción sexual en estas plantas, también que en las condiciones en que desarrollaron las plantas en el *Agavetum*, estas pueden madurar en menor tiempo que en condiciones silvestres.

El 8% de las plantas de *A. angustifolia* sembradas directamente en 2002 y regadas con riego por goteo, emitieron el vástago floral en el año 2006, cuatro años después de sembradas; para el año 2007 lo hicieron 35 plantas más (29%), dando un total de 37% en el quinto año de sembradas. El inicio de la floración, etapa en que se debe proceder a la cosecha e industrialización, en este caso inició dos años antes que las plantas de semilla que fueron trasplantadas en el año 2000.

4. Evaluación del potencial de la fibra de agavaceas para la elaboración de papel. La mayor parte de las fibrillas presentaron longitud considerada corta, y en todos los casos grosor estrecho (Tamarit, 1996). Sin embargo una muestra de *A. angustifolia*, *A. rodacantha*, *Agave karwinski*, *Furcraea* y *Hesperaloe* mostraron longitud de fibrillas considerada larga, midiendo entre 2.99 y 4.78 mm (Cuadro 2). La fibra de hojas de plantas jóvenes presentaron en general menor longitud y anchura que las plantas maduras, excepto *A. shrevei*, *A. sisalana* y *A. americana*.

Cuadro 2. Longitud y anchura de fibrillas de especies de agavaceas del *Agavetum* del CEVY-INIFAP.

Especie	Hojas de plantas maduras		Hojas de plantas jóvenes		Referencia [±]	
	Longitud (mm ± DS)	Anchura (μ ± DS)	Longitud (mm ± DS)	Anchura (μ ± DS)	Longitud (mm ± DS)	Anchura (μ ± DS)
<i>Agave angustifolia</i>	2.99 ± 0.32	19.63 ± 2.19	1.95 ± 0.26	18.63 ± 1.90		
<i>Agave angustifolia</i>	2.17 ± 0.23	20.25 ± 2.13				
<i>Agave vilmoriniana</i>	2.19 ± 0.27	28.95 ± 2.54	1.98 ± 0.23	22.25 ± 2.55		
<i>Agave aktites</i>	2.52 ± 0.25	20.00 ± 1.99	1.90 ± 0.24	20.00 ± 2.69		
<i>Agave rodacantha</i>	3.90 ± 0.53	26.88 ± 1.79	3.16 ± 0.46	24.25 ± 3.73		
<i>Agave shrevei</i>	1.03 ± 0.15	28.88 ± 1.72	1.24 ± 0.18	25.13 ± 6.26		
<i>Agave sisalana</i>	2.15 ± 0.18	21.88 ± 1.97	2.81 ± 0.31	21.45 ± 1.73	1.84 ± 0.2	29.1 ± 2.4
<i>Agave bovicornuta</i>	1.83 ± 0.20	21.88 ± 1.97				
<i>Agave karwinski</i>	3.14 ± 0.41	30.67 ± 3.06	2.72 ± 0.26	27.63 ± 2.22		
<i>Agave americana</i>	1.86 ± 0.87	23.75 ± 8.80	2.68 ± 0.28	21.00 ± 2.86	1.71 ± 0.1	28.7 ± 1.4
<i>Agave deserti</i>	1.87 ± 0.24	22.92 ± 1.96	1.28 ± 0.20	26.75 ± 2.58	1.00 ± 0.1	28.0 ± 0.5
<i>Hesperaloe sp.</i>	4.78 ± 0.85	14.88 ± 1.28			4.41 ± 0.3	13.1 ± 0.5
<i>Furcraea sp.</i>	3.65 ± 0.59	28.88 ± 3.49				

[±]McLaughlin y Shuck (1991)

La fabricación de papel y cartón requiere de células fibrosas relativamente largas y delgadas, ya que las incrementan su resistencia; por lo que traqueidas que varían de 3.0 a 5.0 mm de largo que se encuentran presentes en las maderas blandas, son ampliamente utilizadas para ese fin (McLaughlin y Shuck, 1991). Considerando esto, la fibra de *A. angustifolia*, *A. rodacantha*, *A. karwinski*, *Furcraea* y *Hesperaloe* cumplen con el requerimiento.

En el Cuadro 2 se comparan las estimaciones hechas por McLaughlin y Shuck (1991), con las obtenidas en el Valle del Yaqui con las mismas especies. Para *A. americana* y *Hesperaloe* las diferencias son pequeñas. Nuevamente es importante resaltar las dimensiones mayores de *Hesperaloe*; estas plantas que se utilizan para la elaboración de papeles especiales, así como las otras especies de la familia Agavaceae, pueden contribuir a la diversificación de opciones para la agricultura de riego del noroeste de México.

5. Elaboración del licor de agave "Jihume" con plantas del agavetum. En marzo de 2006 se jimaron 20 plantas de *A. rodacantha*, 23 de *A. aktites* y 19 de *A. angustifolia*; el peso promedio por "cabeza" fue de 33, 14 y 24 kg respectivamente; se procesaron 1389 kg y se obtuvieron 120 litros de bebida. En abril de 2007 se jimaron 222 plantas de maguey bacanora (*A. angustifolia*), se procesaron 3260 kg de "cabezas" y se obtuvieron aproximadamente 300 litros de la bebida. En el año 2009, se procesaron kg de *A. rodacantha* y se obtuvieron litros.

CONCLUSIONES

Se mantiene el Banco de Germoplasma de Agaváceas del Noroeste, constituido de *Agavetum* y colección de semilla, un esfuerzo para conservar la riqueza genética de plantas que son un componente importante del ecosistema regional, en peligro de perderse.

La germinación de semilla de agave de tres meses y dos años de cosechada, presentaron porcentajes de germinación similares, de 53 y 60% respectivamente.

Se logró aislar fibras de hojas de 12 especies de agavaceas y medirlas, obteniéndose diferencias entre especies, de las cuales tres especies de *Agave*, *Furcraea* y *Hesperaloe* cumplen con los requerimientos de la industria papelera para la longitud de fibra.

Se han obtenido aproximadamente 420 litros de licor de agave "Jihuame", promediando un litro de licor por cada 10 kg de "cabeza".

En la siembra directa de semilla botánica con riego por goteo, las plantas maduraron dos años antes que las sembradas en maceta y trasplantadas a los dos años de edad.

El peso hectolítrico de la semilla del agave fué de 38 kg/hl, y el peso de 1000 semillas de *A. angustifolia* de nueve gramos, y el de *A. aktites* de 16 gramos.

LITERATURA CITADA

- _____. 1967. Length measurements under the microscope micrometers and micrometer calibration. In: Technical Information Bulletin. Volume VII, No. 2-3, October 31, 1967. B. Leite Inc., 486 Park Avenue South, New York, N. Y. 10016. 7p.
- McLaughlin, S. P., and S. M. Shuck. 1991. Fiber properties of several species of Agavaceae from the Southwestern United States and Northern Mexico. *Economic Botany* 45(4): 480-486.
- Núñez N., L. (Coordinador). 2003. Estrategias para el desarrollo de la industria del bacanora. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Hermosillo, Sonora, México. 284p.
- Núñez N., L. 2001. La producción de Bacanora: una oportunidad económica para Sonora. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Hermosillo, Sonora, México. 218p.
- Ortega C., A. y M. de J. Guerrero H. 2004. Agave en el escenario de la reconversión de Sonora. Memoria del Día del Agricultor 2004. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Yaqui. Publicación especial no. 11. Cd. Obregón, Sonora, México. pp. 32-36.
- Ortega C., A. y M. de J. Guerrero H. 2003. Estudio de la Diversidad genética del agave para su mejoramiento y aprovechamiento. Memoria del Día del Agricultor 2003. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Yaqui. Publicación especial no. 10. Cd. Obregón, Sonora, México. pp. 50-53.
- Salomón, A. 2003. Industria tequilera, apuntes de coyuntura. *Comercio Exterior* 53(1):88-94.
- Santiago A., D. I., N. Rodríguez de G. y G. Mogollón. 2002. Potencial papelero de la fibra de sisal (*Agave sisalana*). *Rev. Forest. Venez.* 46(2): 19-27.
- Tamarit U., J. C. 1996. Determinación de los índices de calidad de pulpa para papel de 132 maderas latifoliadas. *Maderas y Bosques* 2(2): 29-41.

ANTAGONISMO *IN VITRO* DE LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO DE LA RIZÓSFERA DE TOMATE CONTRA *Fusarium oxysporum* F. SP. *lycopersici*

R. D. Núñez-Cebreros¹, M. A. Soto-Carrillo¹, G. Félix-Castro¹, P. Sánchez-Peña¹, S. Hernández-Verdugo¹, J. L. Corrales-Madrid¹, S. Parra-Terrazas¹, M. Villarreal-Romero¹, J. F. Inzunza-Castro¹ y S. O. Cauich-Pech¹. ¹Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía, Km. 17.5 Carr. Culiacán- ElDorado, Apdo. Postal 726, Culiacán, Sinaloa, México CP80000. dave@ uas.uasnet.mx

Palabras clave: Fusarium, antagonismo, Trichoderma, Bacillus, tomate

RESUMEN

El presente fue un ensayo *in vitro* de microorganismos del suelo de la rizósfera de tomate contra *Fusarium oxysporum* f sp *lycopersici* (Fol) agente causal de la marchitez del tomate en Sinaloa. Para lograr este propósito se realizaron recorridos por diferentes campos de tomate en el Valle de Culiacán y La Cruz y donde existían plantas de tomate con síntomas muy leves de marchitez del área de la rizósfera se recolectaron muestras de suelo. Las muestras de suelo fueron procesadas por el método de diluciones y conteo en placa. Los microorganismos fueron ensayados *in vitro* junto con Fol. La evaluación se realizó midiendo el crecimiento micelial de Fol y el grado de antibiosis a las 72 y 120 horas después de la siembra. Los datos fueron analizados estadísticamente. Tres aislamientos de *Trichoderma harzianum* y tres de *Bacillus subtilis* limitaron el diámetro de crecimiento micelial de Fol *in vitro* y fue de: 13.8, 15.2, 18.2, 19.2, 21.2, y 21.4 mm respectivamente. El diámetro de Fol a las 120 horas fue de 47.6 mm

ABSTRACT

This was an *in vitro* assay of soil microorganisms in the rhizosphere of tomato against *Fusarium oxysporum* f sp *lycopersici* (Fol) causal agent of wilt of tomato in Sinaloa. To achieve this purpose were made tours in different tomato fields in the Valley of Culiacan and La Cruz and tomato plants where there were very mild symptoms of blight in the area of the rhizosphere soil samples were collected. Soil samples were processed by the method of dilutions and plate counting. The organisms were tested *in vitro* with Fol. The evaluation was done by measuring the mycelial growth of Fol and the degree of antibiosis at 72 and 120 hours after sowing. The data were analyzed statistically. Three isolates of *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* three limited the diameter of mycelial growth of Fol *in vitro* and was: 13.8, 15.2, 18.2, 19.2, 21.2, and 21.4 mm respectively. Fol diameter at 120 hours was 47.6 mm

INTRODUCCIÓN

Fusarium oxysporum f sp *lycopersici* (Fol) es un hongo patógeno habitante del suelo, el que infecta las raíces, invadiendo el tejido vascular produciendo marchitamiento y muerte de la planta de tomate. Los métodos de control que se recomiendan hasta la fecha en el Valle de Culiacán y la Cruz son: sembrar variedades de tomate resistentes a Fol, sembrar en terrenos no infestados, aplicación de fungicidas, biofungicidas y fumigantes, y solarización al suelo infestado. Ahora bien, como las variedades de tomate resistentes a Fol no se utilizan debido a su resistencia limitada (Jones *et al.*, 1991; Akköprü y Demir, 2005). También, sembrar en terrenos no infestados por Fol favorece la diseminación de hongo patógeno, la aplicación de fungicidas y fumigantes es errática y costosa, y la aplicación de biofungicidas no controlan a Fol porque están formulados con ingredientes activos que fueron aislados de lugares muy diferentes al valle de Culiacán y la Cruz y solarización al suelo aumenta los costos de producción, una alternativa del manejo de Fol es el control biológico mediante la utilización de hongos y bacterias antagonista nativos del suelo de la rizósfera de tomate. La literatura consultada menciona que algunos investigadores Akköprü y Demir (2005); Borrero *et al.* (2006); De Cal, *et al.* (1995); Fravel *et al.* (2003); Guo *et al.* (2004); Larkin y Fravel, (1998); Larkin y Fravel, (2002) han intentado el control biológico de Fol adicionando al suelo hongos y bacterias antagonistas del suelo de la rizósfera con resultados promisorios. Por eso, con base en los trabajos mencionados y las implicaciones que representa el

manejo de Fol en el valle de Culiacán y La Cruz se planeó este trabajo con el objetivo de evaluar el antagonismo *in vitro* de microorganismos del suelo de la rizosfera de tomate contra Fol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr el objetivo del trabajo se realizaron recorridos por diferentes lotes de tomate del valle de Culiacán y La Cruz y donde existían plantas de tomate con síntomas muy leves de marchitez del área de rizósfera se recolectaron muestras de suelo. Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa se utilizó el método de diluciones y conteo en placa descrito por Johnson y Curl (1972). Los microorganismos aislados del suelo de la rizósfera fueron ensayados en cultivos duales; se sembró en el centro de la caja de petri el microorganismo aislado de la rizósfera y en los extremos un disco de Fol. Las cajas fueron incubadas a 28 C durante cinco días, hasta obtener un crecimiento abundante de Fol y el antagonista. El grado de inhibición se determinó midiendo el crecimiento de Fol a las 72 y 120 horas después de la siembra. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas entre las cepas de bacterias. Se observó que siete cepas de bacterias limitaron el crecimiento de Fol en los cultivos duales en condiciones *in vitro*. El crecimiento de Fol sólo a las 72 y 120 h después de la siembra fue 32.8 y 49.0 mm respectivamente. Si embargo, en los cultivos duales con la cepa B300 el diámetro de la colonia de Fol midió 19.2 y 22.6 mm respectivamente. En las cepas B292, B288 y B287 las colonias de Fol midieron un diámetro de 21.4 y 24.2; 21.4 y 26.2; 21.2 y 25.4 mm respectivamente, (Cuadro1). Cinco cepas de hongos limitaron el crecimiento de Fol en condiciones *in vitro*. El diámetro de crecimiento de las colonias de Fol a las 72 y 120 h fue de 32.0 y 47.6 mm. Si embargo, en los cultivos duales con las cepas H264, H267 y H277 fue de 13.8 y 14.2 15.2 y 15.8 18.2 y 18.6 mm respectivamente (Cuadro 2). Por los datos de diámetro de crecimiento micelial de Fol a las 72 y 120 h las mejores cepas fueron: H264, H267, y H277. La cepa H264 resultó tener el mayor grado de antagonismo contra Fol. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por otros investigadores Larkin y Fravel (1998) y Michel (2001), Núñez y Zavaleta (2004), hacen referencia que algunas especies de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus* son buenos antagonistas contra Fol. En relación a los microorganismos antagonistas a Fol cinco aislamientos se determinaron como *Bacillus subtilis*, cinco hongos fueron identificados de género *Trichoderma harzianum* y uno como *Emericella nidulans* (= *Aspergillus nidulans*).

Cuadro1.Comparación de medias de diámetro (mm) crecimiento de colonias de Fol *in vitro* contra diferentes cepas de bacterias.

Cepa	Crecimiento de las colonias de Fol (mm)	
	72 h	120 h
B238	23.2 ^z a b*	24.8 a b
B240	24.8 b c	35.2 d
B254	24.0 b c	25.6 a
B266	22.8 a b	27.4 a b c
B281	28.0 d	42.8 e
B282	21.8 a b	27.6 a b c
B287	21.2 a b	25.4 a b c
B288	21.4 a b	26.2 a b c
B289	24.6 c	30.2 d e
B292	21.4 a b	24.2 a b
B300	19.2 a	22.6 a
B301	22.6 b c	28.4 b c
Fol	32.8 e	49.0 f
CV.	8.08	8.66

z Promedio de cinco repeticiones

*Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan, P< 0.05).

Cuadro 2. Comparación de medias de diámetro (mm) de crecimiento de colonias de Fol *in vitro* contra diferentes cepas de hongos.

Cepa	Crecimiento de las colonias de Fol (mm)	
	72 h	120 h
H264	13.8 ^z a*	14.2 a
H267	15.2 a	15.8 a
H277	18.2 a	18.6 a
H294	24.6 b	25.6 b
H298	29.0 b c	41.6 c
Fol	32.0 c	47.6 d
CV	10.7	9.19

z Promedio de cinco repeticiones

*Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan, P< 0.05).

LITERATURA CITADA

- Akköprü, A. and S. Demir. 2005. Biological Control of Fusarium Wilt in Tomato Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* by AMF *Glomus intraradices* and some Rhizobacteria. *Journal of Phytopathology* 153(9): 544-550.
- Borrero, C., Ordovas, J., Trillas, M.I., and Avilés, M. 2006. Tomato Fusarium wilt suppressiveness. The relationship between the organic plant growth media and their microbial. *Soil Biology and Biochemistry* 38(7): 1631-1637.
- Borrero, C., Trillas, M. I., Ordovás, J., Tello, J. C., and Avilés, M. 2004. Predictive factors for the suppression of Fusarium wilt of tomato in plant growth media. *Phytopathology* 94:1094-1101.
- De Cal, A., Pascual, S., Larena, I., and Melgarejo, P. 1995. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Plant Pathology* 44(5): 909-917.
- Fravel, D., Olivain, C., and Alavouvette, C. 2003. *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. *New Phytologist* 157(3): 493-502.
- Guo, J.-H., Qi, H.-Y., Ge, H.-L., Gong, L.-Y., Zhang, L.-X., and Sun, P.-H. 2004. Biocontrol of tomato wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. *Biological Control* 29(1): 66-72.

- Johnson, L. F., and Curl, E..A. 1972. Methods for Research on Ecology of Soil- Borne Plant Pathogens. Burgess Publishing Co., Minneapolis, MN, USA. 247 p.
- Larkin, R. P., and Fravel D. R. 1998. Efficacy of Various Fungal and Bacterial Biocontrol Organisms for Control of Fusarium Wilt of Tomato. Plant Disease 82(9): 1022-1028.
- Larkin, R. P., and. Fravel, D. R. 2002. Effects of Varying Environmental Conditions on Biological Control of Fusarium Wilt of Tomato by Nonpathogenic Fusarium sp. Phytopathology 92(11): 1160-1166.
- Michel, A. A. C. 2001. Cepas nativas de Trichoderma sp. su antibiosis y micoparasitismo contra Fusarium conglutinans y Fusarium oxysporum. Tesis de Doctorado en Ciencias, Universidad de Colima.
- Núñez, C.R.D., y Zavaleta, M. E. 2004. Antagonismo in vitro de microorganismos de la rizósfera de tomate contra Fusarium oxysporum f sp. lycopersici. Memorias XXXI Congreso Nacional de Fitopatología. Veracruz, Ver., L-65 (Resumen).
- Omar, I., O'Neill, T. M., and Rosall, S. 2006. Biological control of Fusarium crown and root rot of tomato with antagonistic bacteria and integrated control when combined with the fungicide carbendazim. Plant Pathology 55(1): 92-99.

NECESIDADES Y ESTRATEGIAS DE TECNIFICACIÓN DEL RIEGO EN ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA L.*) EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Carlos Ramón Orozco Riezo¹, Ángel López López². ¹Estudiante de Doctorado en Ciencias Agropecuarias del Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), ²Profesor Investigador del ICA, UABC. oriezgo@gmail.com

Palabras clave: agua de riego, alfalfa, tecnificación del riego.

RESUMEN

En el valle de Mexicali, Baja California, México, el cultivo de la alfalfa es el que mayor volumen de agua consume por unidad de superficie, y siendo el agua un recurso cada vez más escaso, se planteó el objetivo de determinar las necesidades y estrategias de tecnificación del riego para el cultivo de alfalfa. Para lo anterior se llevó a cabo un análisis considerando los últimos cinco ciclos agrícolas comprendidos del 2003-04 al 2007-08. El análisis consistió en revisar la variación de la superficie y consumo de agua destinado para el riego de alfalfa en los Módulos de Riego ubicados en la margen derecha del Distrito de Riego 014, Río Colorado, y que corresponden a los Módulos 4, 5, 6, 7, 8, 9A, 9B, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22. Esta revisión considera la superficie sembrada y el volumen de agua utilizado para su riego. Los resultados indican que los módulos en donde se destina más agua por unidad de superficie son el 8, 22, 6, y 14, con 22,167 m³, 20,110 m³, 18,616 m³, y 17,385 m³, respectivamente. Así mismo, los módulos de riego que presentan la oportunidad de recuperar mayor volumen de agua por unidad de superficie son en orden decreciente los módulos 22, 8, 6, 14 y 21, con 1005, 944.5, 943.7, 869.0 y 858.0 metros cúbicos por hectárea respectivamente. En relación a la recuperación de volúmenes, los módulos de riego en donde es factible recuperar mayores volúmenes totales de agua son los módulos 10 con 2,573,726, el módulo 22 con 1,964,930, el 9A con 1,773,555, el módulo 16 con 1,759,100 y el módulo 4 con 1,526,234 metros cúbicos por año. Por otro lado, es factible ahorrar anualmente 21.6 millones de metros cúbicos del agua de riego destinada a la alfalfa, incrementando su eficiencia de riego en 5 por ciento.

ABSTRACT

In the Mexicali Valley, in Baja California, México, the alfalfa crop uses more water per surface unit than any other crop, and water being an increasingly limited resource, there is the aim to determine the irrigation modernization needs and strategies for the alfalfa crop. An analysis took place considering the last 5 agricultural cycles comprised from 2003-04 to 2007-08. The analysis process comprised checking the surface variation and water used for the alfalfa crop in Irrigation Modules located in the right side of Irrigation District 014, Colorado River, numbers 4, 5, 6, 7, 8, 9A, 9B, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 and 22. This analysis takes account of the cultivated surface and the water volume used for irrigation. Results show that the modules where more water is used per surface unit are 8, 22, 6 and 14, with 22,167 m³, 20,110 m³, 18,616 m³, and 17,385 m³ respectively. As for the volume rescue, the irrigation modules where is more viable to recover greater quantities of water are module 10 with 2,573,726, module 22 with 1,964,930, 9A with 1,773,555, module 16 with 1,759,100 and module 4 with 1,526,234 cubic meters per year. In the other hand, is viable to save 21.6 million cubic meters of water intended for alfalfa a year, increasing its irrigation efficiency in 5%

INTRODUCCIÓN

El Distrito de Riego 014, Río Colorado, comprende los valles de Mexicali, Baja California y de San Luis, Río Colorado, Sonora, México, el cual está conformado por 22 Módulos de Riego y una superficie de 207,795 hectáreas (ha), de éstos, 19 se ubican en la margen derecha del río Colorado y corresponden al valle de Mexicali.

El Distrito de Riego 014, Río Colorado cuenta con un volumen total anual del orden de 2,747.592 hectómetros cúbicos (Hm³) por año, de los cuales 1,850.234 (Hm³) son los que están establecidos

en el “Tratado sobre distribución de las aguas internacionales de los ríos Bravo del Norte, Colorado y Tijuana”, firmado el 03 de Febrero de 1944, en la ciudad de Washington, Distrito de Columbia, E.U.A., por el gobierno de México y el de Estados Unidos de América, y los 897.358 restantes provenientes de aguas subterráneas extraídos por medio de 725 pozos profundos.

Del total de volúmenes de agua aportados por las diferentes fuentes con las cuales cuenta el Distrito, una parte importante no puede ser utilizada por los usuarios, ya que se pierde en las diferentes etapas de operación. Considerando solo los volúmenes concesionados a partir del Tratado y los volúmenes extraídos de la zona antigua de pozos por los usuarios del plan federal, el volumen final disponible bajo las condiciones actuales es del orden de 1,348.717 (Hm³), Cuadro 1.

Cuadro 1. Eficiencia de conducción y parcelaria en el Distrito de Riego 014, Río Colorado.

Responsable	Volumen (Mm ³ /año)	Eficiencia de conducción (%)	Volumen perdido (Mm ³ /año)
CONAGUA	1,850.234	96.59	63.093
Dto. de Riego S de RL	1,787.141	92.68	130.818
Módulos de Riego	1,656.322	85.00	248.448
¹ Usuarios	2,077.874	² 57.00	906.358
Volumen perdido en la red de distribución y a nivel parcelario			1,348.717

¹Incluye 700 millones de metros cúbicos de agua proveniente del acuífero, menos 30 que se entregan a los centros de población rural.

²Se refiere a la eficiencia obtenida en la parcela

Debido a la dificultad que conlleva el realizar asignaciones de volúmenes por unidad de superficie a nivel de toma granja, entre otras cosas por la variabilidad entre las eficiencias internas de conducción de cada uno de los módulos de riego, se acordó llevar a cabo la distribución por unidad de superficie con el volumen disponible a nivel de punto de control de Módulo, de esta forma se asigna a cada unidad de superficie; en zona de pozo federal, un volumen de 10,310 m³/ha medidos en la bocatoma del pozo, y en los suelos irrigados con agua de gravedad un volumen de 11,853.4 m³/ha, medidos en el punto de control del Módulo; de esta forma el volumen disponible para cada usuario a nivel de toma granja depende de la eficiencia de conducción interna de cada módulo de riego.

El padrón de cultivos en el valle de Mexicali se conforma por 21 cultivos principalmente, de los cuales los más importantes en superficie corresponden al trigo, alfalfa y algodón, de éstos es la alfalfa el que presenta el mayor consumo unitario de agua de riego.

OBJETIVO

Analizar el uso del agua en el cultivo de alfalfa y sus necesidades y estrategias de tecnificación del riego en el valle de Mexicali, Baja California.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevo a cabo en los Módulos de Riego del valle de Mexicali, Baja California, según el Consejo Estatal de Población (1992), citado por Orozco (2001) el estado de Baja California se localiza en la región noroeste de la República Mexicana, en la parte norte de la península y se ubica geográficamente entre los meridianos 117° 06' y 112° 46' de longitud oeste, y entre los paralelos 28° 00' y 32° 43' de latitud norte.

Los citados Módulos son parte del Distrito de Riego 014, Río Colorado, que comprende al valle de Mexicali, B.C., y el de San Luis, Río Colorado, Sonora, y se localiza entre los paralelos 31° 50' y 32° 40' latitud norte y 114° 45' y 115° 40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich (INEGI, 1990, citado por Ruíz, 1995).

Para el análisis se consideraron los ciclos agrícolas comprendidos del 2003-04 al 2007-08. El proceso de análisis consistió en revisar la variación de la superficie y consumo de agua destinado para el riego de alfalfa en los Módulos de Riego ubicados en la margen derecha del Distrito de

Riego 014, Río Colorado, y que corresponden a los número 4, 5, 6, 7, 8, 9A, 9B, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22. Esta revisión considera la superficie sembrada y el volumen de agua utilizado para su riego.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En cinco ciclos agrícolas correspondientes de 2003-04 al 2007-08, la superficie promedio sembrada en alfalfa en el valle de Mexicali es de 27,084.80 hectáreas (ha), con un consumo anual del orden de 433.248 Hm³, según la información reportada por la CONAGUA relativa al agua que se utiliza a nivel parcelario. De acuerdo al análisis de la información, se observa que los Módulos que mayor lámina bruta de riego destinan para el riego de la alfalfa son el 8, 22, 6, y 14, con 221.67 cm, 201.10, 186.16 cm, y 173.85 cm respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie promedio sembrada de alfalfa en los Módulos de Riego del Valle de Mexicali.

Modulo de Riego	Superficie (ha)	Vol. de agua (miles de m ³)	Lámina de Riego (cm)	
			Neta	Bruta
4	1,880.60	30,524.690	150.65	150.92
5	1,077.80	16,489.210	167.15	170.01
6	932.60	17,601.763	177.41	186.16
7	1,858.00	26,094.948	131.93	131.99
8	1,040.80	18,890.127	205.73	221.67
9 A	2,141.00	35,471.093	164.11	171.28
9 B	1,699.40	27,335.634	165.79	168.11
10	3,738.40	51,474.516	134.17	138.92
11	968.00	14,106.220	134.38	145.80
12	1,355.20	21,743.670	146.31	160.45
14	1,315.80	22,874.580	155.41	173.85
15	1,771.00	25,892.200	127.57	146.20
16	2,127.00	35,181.980	161.67	165.41
17	1,000.60	15,723.590	147.41	157.14
18	462.60	5,942.460	116.53	128.46
19	613.80	9,233.020	118.04	150.42
20	82.00	1,075.240	114.63	131.13
21	1,066.00	18,294.000	149.19	171.61
22	1,954.20	39,299.000	189.19	201.10
Total	27,084.80	433,247.940	162.94	178.15

Si en el Distrito de Riego se realizaran obras de tecnificación del riego que permitan ahorrar agua en un 5 por ciento puede ser factible recuperarse un volumen promedio del orden de los 795 metros cúbicos por hectárea. Este volumen fluctúa en los Módulos de Riego, así se tiene que en el Modulo 22 es posible recuperar mayor cantidad de agua con un volumen del orden de 1,005 metros cúbicos por hectárea, seguido de los módulos 6, 8, 14 y 21, con volúmenes que varían de 944 hasta 858 metros cúbicos de agua por hectárea. El resto de los módulos y el volumen factible de recuperar se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Volumen de agua total a recuperar al disminuir su consumo con tecnificación del riego, mediante el incremento de la eficiencia parcelaria del Modulo de Riego.

Modulo de Riego	Volumen de agua total a recuperar (miles de metros cúbicos)				
	1%	2%	3%	4%	5%
4	305.247	610.494	915.741	1,220.988	1526.234
5	164.892	329.784	494.676	659.568	824.460
6	176.018	352.035	528.053	704.071	880.088
7	260.949	521.899	782.848	1,043.798	1,304.747
8	188.901	377.803	566.704	755.605	944.506
9 A	354.711	709.422	1,064.133	1,418.844	1,773.555
9 B	273.356	546.713	820.069	1,093.425	1,366.782
10	514.745	1,029.490	1,544.235	2,058.981	2,573.726
11	141.062	282.124	423.187	564.249	705.311
12	217.440	434.870	652.310	869.750	1,087.180
14	228.750	457.490	686.240	914.980	1,143.730
15	258.920	517.840	776.770	1,035.690	1,294.610
16	351.820	703.640	1,055.460	1,407.280	1,759.100
17	157.240	314.470	471.710	628.940	786.180
18	59.420	118.850	178.270	237.700	297.120
19	92.330	184.660	276.990	369.320	461.650
20	10.750	21.500	32.260	43.010	53.760
21	182.940	365.870	548.810	731.740	914.680
22	392.990	785.970	1,178.960	1,571.940	1,964.930
Total	4,332.500	8,664.930	12,997.460	17,329.930	21,662.400

Por otro lado, como resultado del análisis realizado se tiene que el volumen de agua a recuperar por hectárea es distinto para cada Modulo de Riego, así se tiene que en el Modulo de Riego 22 es posible recuperar mayor cantidad de agua con un volumen del orden de 1,005 metros cúbicos por hectárea, seguido de los módulos 6, 8, 14 y 21, con volúmenes que varían de 944 hasta 858 metros cúbicos de agua por hectárea (Cuadro 4).

Cuadro 4. Volumen de agua por hectárea a recuperar, al disminuir su consumo con tecnificación del riego en el Modulo de Riego

Modulo de Riego	Volumen de agua por hectárea a recuperar (metros cúbicos)				
	1%	2%	3%	4%	5%
4	162.314	324.627	486.941	649.254	811.568
5	152.989	305.979	458.968	611.958	764.947
6	188.739	377.477	566.216	754.954	943.693
7	140.446	280.893	421.339	561.786	702.232
8	188.901	377.803	566.704	755.605	944.506
9 A	165.675	331.351	497.026	662.701	828.377
9 B	160.855	321.709	482.564	643.418	804.273
10	137.691	275.383	413.074	550.765	688.457
11	145.725	291.451	437.176	582.902	728.627
12	160.000	321.000	481.000	642.000	802.231
14	174.000	348.000	522.000	695.000	869.000
15	146.000	292.000	439.000	585.000	731.000
16	165.000	331.000	496.000	662.000	827.000
17	157.000	314.000	471.000	629.000	786.000
18	128.000	257.000	385.000	514.000	642.000
19	150.000	301.000	451.000	602.000	752.000
20	131.000	262.000	393.000	525.000	656.000
21	172.000	343.000	515.000	686.000	858.000
22	201.000	402.000	603.000	804.000	1,005.000

Implementación de tecnologías y sus costos.

Dado que el ahorro de agua debe ser a nivel parcelario a fin de que la dotación a la que tiene derecho cada uno de los 16,649 usuarios registrados en el ciclo agrícola 2007-2008 en el

Distrito de Riego 014, les sea suficiente para sus cultivos, se debe fomentar la tecnificación del riego, así como incrementar la eficiencia de la conducción del agua para riego.

Alguna de la infraestructura recomendada es la siguiente:

- Riego por aspersión de avance frontal.
- Riego por aspersión y microaspersión.
- Riego por goteo superficial.
- Riego por goteo subterráneo (subirrigación).

Cuadro 4. Costos unitarios (por hectárea) de tecnificación del riego.

Sistema de Riego	¹ Costo por Hectárea (pesos)
Aspersión por Avance frontal	28,300.00
Aspersión	23,900.00
Microaspersión	18,200.00
Goteo superficial	27,750.00
Goteo subterráneo (subirrigación)	40,500.00
Compuertas	37,000.00
Entubado de regaderas	30,150.00
Nivelación	1,600.00
Uso del SIMARBC	250.00

¹Los costos presentados son de referencia ya que varían según las condiciones del suelo, tipo de cultivo, disponibilidad de agua y superficie a tecnificar, principalmente. Se considera un tipo de cambio de \$ 13.50 pesos por dólar de los E.U.A.

- e) Riego por compuerta.
- f) Entubado de regaderas.
- g) Nivelación de tierras.
- h) Uso del SIMARBC.

En relación a los costos de los sistemas de riego presurizados o de gravedad, debido a que intervienen un sin número de consideraciones para cada predio y cultivo en el Cuadro 4, se presentan los costos de referencia.

CONCLUSIONES

1. Con respecto al rescate de volúmenes de agua por unidad de superficie sembrada de alfalfa, los módulos de riego que presentan la oportunidad de recuperar mayor volumen de agua son en orden decreciente los módulos 22, 8, 6, 14 y 21, con 1005.000, 944.506, 943.693, 869.000 y 858.000 metros cúbicos por hectárea respectivamente.
2. En relación al rescate de volúmenes, los módulos de riego en donde es factible recuperar mayores volúmenes totales de agua son los módulos 10 con 2,573,726, el modulo 22 con 1,964,930, el 9A con 1,773,555, el modulo 16 con 1,759,100 y el modulo 4 con 1,526,234 metros cúbicos por año.
3. Es factible ahorrar anualmente 21.6 millones de metros cúbicos del agua de riego destinada a la alfalfa, incrementando su eficiencia de riego en 5 por ciento.

LITERATURA CITADA

- Comisión Nacional del Agua, 2008. Estadística de superficie y volúmenes utilizados para riego de cultivos, ciclos 2003-2004 al 2007-2008, del Distrito de Riego 104, Río Colorado, México.
- Orozco, R. C. R., 2001. Balance Salino Cualitativo del Distrito de Riego 014, Río Colorado. Tesis de Maestría en Ciencias en Uso y Manejo del Agua de Riego en Zonas Áridas. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. México.
- Ruíz, C. J. S., 1995. Aprovechamiento de Agua Residual Tratada para Riego de Trigo (*Triticum vulgare* L.) en el valle de Mexicali, B. C.. Tesis de Maestría en Ciencias en Uso y Manejo del Agua de Riego en Zonas Áridas. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. México.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), 1984. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. Campo Agrícola Experimental Valle de Mexicali. Plan de Investigación Agrícola para el Distrito de Riego 014, Río Colorado (Problemática, diagnóstico y propuesta de investigación). México.
- Withers, B., Vipond, S., 1986. El Riego: diseño y práctica. Editorial Diana.

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN FENOTÍPICA DE POBLACIONES DE TOMATE SILVESTRE (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) DE MÉXICO

R. González-Galindo¹, P. Sánchez-Peña^{2*}, S. O. Cauich-Pech¹, J. S. Núñez-Farfán³, S. Hernández-Verdugo², S. Parra-Terrazas², J. R. Quintero-Arce², J. Sánchez-Peña². ¹Estudiantes de la Maestría en Ciencias de la Producción Agrícola, Universidad Autónoma de Sinaloa; ²Profesores Investigadores en la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, km 17.5 Carretera Culiacán-Eldorado, Apdo. Postal 726. Culiacán, Sinaloa, México; ³Profesor Investigador del Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Kayo_84@hotmail.com

Palabras clave: variación entre población, análisis anidado, variación genética.

RESUMEN

En el presente estudio se analizó la descomposición de la variación fenotípica de diez poblaciones de tomate silvestre de México. Las variables estudiadas fueron altura de planta (ALTPL), altura a la primera inflorescencia (ALTPI), diámetro de tallo (DT), número de inflorescencia (NI), frutos maduros (FM) y peso de frutos maduros (PFM) obtenidos a los 90 días después del trasplante. Los resultados indican que la población Cosco fue la que presentó mayor variación significativa con respecto a las variables ALTPL, ALTPI y PFM. La población Lázaro fue la que presentó los valores más bajos para los caracteres ALTPL, NI y FM. Se realizó un análisis de varianza anidado para determinar los valores relativos de variación entre poblaciones, entre familias y dentro de familias, de los seis caracteres analizados altura a la primer inflorescencia es el carácter que presentó el valor más alto de variación entre población de 19.86%, 8.88% de variación entre familia, 71.26% de variación dentro de familias, la variación genética total fue de 28.74% seguido de la variación genética de población con 69.11% y por último la variación genética entre familia con el 30.89%.

ABSTRACT

In the present study analyzed the decomposition of the phenotypic variation of ten population of wild tomato from Mexico. The variables studied were plant height (ALTPL), height of the first inflorescence (ALTPI), stem diameter (DT), number of inflorescence (NI), mature fruits (FM), weight of mature fruits (PFM) obtained the 90 days after transplantation. The results indicate that the population cosco was the one with the highest significance variation with respect to the variable (ALTPL), (ALTPI), (PFM). The population lazaro was the one with the lowest values for characters (ALTPL), (NI), (FM), we realized a nested analysis of variance to determine the relative values of variance among population, among families and within families, the six characters analyzed height of the first inflorescence is the character which presented the highest value of variation among population from 19.86%, 8.88% of variation among families, 71.26% of variation within families, the total genetic variation was 28.74% follow of the genetic variation from population with 69.11% and finally the genetic variation among families with 30.89%.

INTRODUCCIÓN

La expresión fenotípica de cualquier carácter (F) es el resultado de la suma de los efectos genético (G) y del efecto ambiental (A) (Falconer y Mackay, 1995); sin embargo, las bases para el estudio de caracteres cuantitativos fueron establecidas por Fisher (1918), quien definió a la varianza fenotípica como la suma de la varianza genética y la varianza ambiental. Los estudios de genética cuantitativa comúnmente descomponen la variación fenotípica de un carácter en su componente ambiental y su componente genético con la finalidad de determinar su respuesta potencial a la selección (Falconer y Mackay, 1995), y para estimar la magnitud de la diferenciación poblacional (Spitze, 1993). Las poblaciones silvestres de plantas al igual que cualquier especie que vive bajo condiciones naturales se mantienen y evolucionan gracias a la variación genética presente tanto dentro como entre poblaciones (Hamrick y Goldt, 1997). Las poblaciones silvestres de plantas que están emparentadas con las plantas cultivadas, han acumulado un pool de genes por millones de

años de gran valor para la agricultura, que de no existir, los mejoradores de plantas tendrían muchas dificultades para superar las limitaciones el rendimiento (Hoyts, 1992). Estudios sobre descomposición de la variación total en especies de planta reportan que esta varía dependiendo de reproducción de la planta y el carácter. En especies que se reproducen por autofecundación, Rice y Mack (2001) al analizar poblaciones y familias de *Bromus tectorum* encontraron que más del 75% de la variación se encontraba dentro de familias para cuatro de los cinco caracteres evaluados a excepción del carácter tiempo a floración, donde se encontró que menos del 10% de la variación estaba dentro de familias y más del 70% de la variación entre poblaciones. Recientemente, en una especie silvestre relacionada con el tomate por pertenecer a la misma familia (*Solanaceae*), Hernández *et al.* (2008) también encontraron mayor variación dentro de familias de chiles silvestres (*C. annuum*), con valores promedios de 61.8 % de la variación dentro de familias y 24.7% de variación entre familias para un conjunto de ocho caracteres estudiados. El pariente silvestres más cercano del tomate en su centro de domesticación tiene una amplia variación genética y fenotípica (Medina-Corrales *et al.*, 2006; Medina-Carasco *et al.*, 2004); sin embargo, se desconoce como se distribuía dicha variación. Por esto, en el presente estudio se analizaron poblaciones de tomate silvestre de México, con el objetivo de determinar la distribución de la variación fenotípica y genética entre las poblaciones, entre las familias y dentro de las familias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, localizado en la región central del estado de Sinaloa, en el kilómetro 17.5 carretera Culiacán–Eldorado, ubicadas en las coordenadas geográficas 24°37'29" de latitud norte y 107°26'36" de latitud oeste a una altura de 38 m. Se utilizaron semillas del Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía (UAS), dichas semillas provienen de plantas individuales de cada una de las poblaciones. Las poblaciones utilizadas fueron colectadas en México y son: LAZ (Campeche), MIR y PAN (Guerrero), TUM (Michoacán), POR y RIN (Oaxaca), KOB (Quintana Roo), COS (Veracruz) y las poblaciones MUN y X-CAN (Yucatán). Diez semillas de cada planta (familia) fueron sembradas en charolas de polietileno conteniendo sustrato estéril, Plántulas de aproximadamente 30 días de edad se trasplantaron en campo bajo condiciones de riego por goteo en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con dos repeticiones.

Un total de 90 familias en diez poblaciones [LAZ (12), MIR (10), PAN (7), TUM (5), POR (13), RIN (10), KOB (6), COS (9), MUN (9), Y X-CAN (9)] de 900 plantas fueron analizadas.

Las variables estudiadas fueron altura de planta (ALTPL), altura a la primera inflorescencia (ALTPI), diámetro de tallo (DT), número de inflorescencia (NI), frutos maduros (FM) y peso de frutos maduros (PFM) obtenidos a los 90 días después del trasplante. Se utilizó un análisis de varianza anidado para determinar la distribución de las cantidades relativas de variación entre y dentro de poblaciones, entre y dentro de familias. Tanto las poblaciones como las familias (dentro de cada población) fueron consideradas con efecto al azar. Las diferencias entre medias de la población se determinaron con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Para la obtención de los valores relativos de variación se corrió una matriz de datos utilizando el programa estadístico JMP (SAS Institute, 1995) y considerando las fuentes de variación arriba indicadas, al descomponer la salida del análisis anidado. El componente de varianza de población fue considerado como el valor de la varianza entre poblaciones, el componente de varianza de familia anidado en población nos indica la varianza entre familias y finalmente el componente de varianza residual, es la varianza dentro de familias. La variación genética total (V_{GT}) es el resultado de sumar la variación entre poblaciones más la variación entre familias. La variación genética entre poblaciones (V_{GP}) se obtuvo a partir de la división de la varianza entre poblaciones y la variación genética total multiplicado por 100. La variación genética entre familias (V_{GF}) resultó a partir de la variación entre familias dividido por la variación genética total multiplicado por 100. Todos estos componentes fueron analizados de acuerdo a Venable y Burquez (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) entre poblaciones para todas las características analizadas (Figura 1). En tres de los seis caracteres la población COS mostró los valores más altos (Figuras 1 A, B y F); en cambio, la población LAZ mostró menores valores en los caracteres altura de planta, número de inflorescencias y frutos maduros (Figuras 1 A, D y E). Resultados similares han sido reportados para tomate silvestre en estudios previos (Medina-Corrales *et al.*, 2006; Medina-Carrasco *et al.*, 2004). Esto nos indica que en las poblaciones de tomate silvestres encontramos una fuente importante de variación. En el análisis de componentes de varianza fenotípica se encontró que valores más bajos se encuentran en la variación entre poblaciones y los valores más altos se encuentran dentro de la variación dentro de familias. En este sentido se encontró un promedio de variación de 12.33 % en la variación fenotípica entre poblaciones en el conjunto de los seis caracteres estudiados, siendo el carácter frutos maduros el que reportó el menor valor de esta variación (5.38 %) y el mayor valor (19.86 %) se encontró en altura a la primer inflorescencia (Cuadro 1). Respecto a variación dentro, se encontró un promedio de variación dentro de familias de 71.75 %, en donde el carácter con menor variación dentro de familias fue peso de frutos maduros (64.00 %) y el mayor fue de 79.42% en número de inflorescencias (Cuadro 1). En cambio, el promedio de variación entre familias fue de 15.92%, siendo el carácter altura a la primer inflorescencia el de menores valores (8.88 %) y el de mayor variación dentro de familias para un conjunto de seis caracteres estudiados (Cuadro 1). Por otro lado los valores promedios encontrados para la variación genética total, variación genética entre poblaciones y la variación entre familias fueron 28.25 %, 42.34 % y 57.66 % respectivamente (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con los resultados reportados por Rice y Mack (2001) quienes al analizar poblaciones y familias de *Bromus tectorum* encontraron más del 75% de la variación dentro de familias para cuatro de los cinco caracteres evaluados, a excepción del carácter tiempo a floración donde se obtuvo menos del 10% de variación dentro de familias, pero más del 70% de la variación fue entre poblaciones. También, los resultados aquí obtenidos tienen tendencias similares con los obtenidos por Hernández-Verdugo *et al.*, (2008) en la forma en como se distribuye al variación fenotípica total, dado que en este estudio encontraron valores de variación fenotípica dentro de familias, entre familias y entre poblaciones de 61.8 %, 24.7% y 13.5 % respectivamente.

Cuadro 1: Porcentaje de variación fenotípica entre poblaciones (V_{EP}), entre familias (V_{EF}) y dentro de familias (V_{DF}), variación genética total ($V_{GT} = V_{EP} + V_{EF}$), variación genética entre poblaciones ($V_{GP} = V_{EP}/V_{GT} * 100$), variación genética entre familias ($V_{GF} = V_{EF}/V_{GT} * 100$), en poblaciones de tomate silvestres para los caracteres que se indican.

Carácter	VEP	VEF	VDF	VGT	VGP	VGF
Altura de planta	10.32	17.36	72.31	27.69	37.29	62.71
Altura a primer inflorescencia	19.86	8.88	71.26	28.74	69.11	30.89
Diámetro de tallo	12.47	17.52	70.01	29.99	41.59	58.41
Numero de inflorescencias	6.54	14.04	79.42	20.58	31.77	68.23
Frutos maduros	5.38	21.14	73.49	26.51	20.28	79.72
Peso de frutos maduros	19.44	16.57	64.00	36.00	53.98	46.02
Media	12.33	15.92	71.75	28.25	42.34	57.66

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos podemos concluir que las poblaciones de tomate de México se diferenciaron en todos los caracteres evaluados manteniendo niveles de variación fenotípica y genética tanto dentro como entre poblaciones. Asimismo, los promedios más altos de variación fenotípica se obtuvieron dentro de familias y los más bajos entre familias, por otro lado los valores

promedios más altos de la variación genética están también dentro de la población (entre familias) y los menores entre poblaciones.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Sinaloa por el apoyo al proyecto PROFAPI 2008/166 otorgado al Dr. Pedro Sánchez Peña, y a los estudiantes prestadores de Servicio Social de la Facultad de Agronomía y al programa de apoyo a la investigación nacional CONACYT-81490.

LITERATURA CITADA

- Falconer, D. S., and T. F. C. Macay. 1995. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Longman, London.
- Fisher, R. A. 1918. The correlations between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. Tans. Royal Soc., Edinburgh, 52:399-433.
- Hamrick, J. T. y Godt, M. J. W. 1997. Allozyme diversity in cultivated crops. CropSci. 37: 789-797.
- Hernández-Verdugo, S., López-España, R., Sánchez-Peña, P., Villareal-Romero, M., Parra-Terraza, S., Porras, F., y Corrales-Madrid, J.L. 2008. Variación fenotípica entre y dentro de poblaciones silvestres de chile del noroeste de México. Fitotec. Mex. Vol. 31 (4): 323-330.
- Hoyts, E]. 1992. Conservando los parientes silvestres de las plantas cultivadas. Estados Unidos, Addison-Wesley Iberoamericana, S. A. Delaware.
- JMP. 1995. Statistical and graphics guide. SAS Institute Inc. Cary , North Carolina.
- Medina-Corrales S. N., Sánchez-Peña P., Villarreal-Romero M., Inzunza-Castro, J. F., Hernández-Verdugo S., Sánchez-Peña J. García-Félix D. H., Pacheco-Olvera A. 2006. Caracterización Fenotípica de poblaciones silvestres de tomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (Dunal, Spooner anderson Cansen) del suroeste de México. Memorias del IX Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Páginas 525-529.
- Medina-Carrasco N., Sánchez-Domínguez M., Hernández-Verdugo S., Sánchez-Peña Guadalupe, Sánchez-Peña J., Villarreal-Romero M., Pacheco-Olvera A., Sánchez-Peña P.. Variación y diferenciación fenotípica de poblaciones silvestres de tomate del estado de Jalisco 2004 Páginas 533-537. Memorias del VII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Páginas 533-537.
- Rice KJ, Mack RN 1991. Ecological genetics of *Bromus tectorum*. I. A hierarchical analysis of phenotypic variation. Oecologia 77: 77-83
- Spitze, K. 1993. Population structure in *Daphnia obtusa*: quantitative genetic and allozymic variation. Genetics. 135: 367-374.
- Venable D.L., Burquez A. M. 1989. Quantitative genetic of size, shape, life-history, and fruit characteristics of the seed-heteromorphic composite *Heterosperma pinnatum*. Evolution 43:113-124.

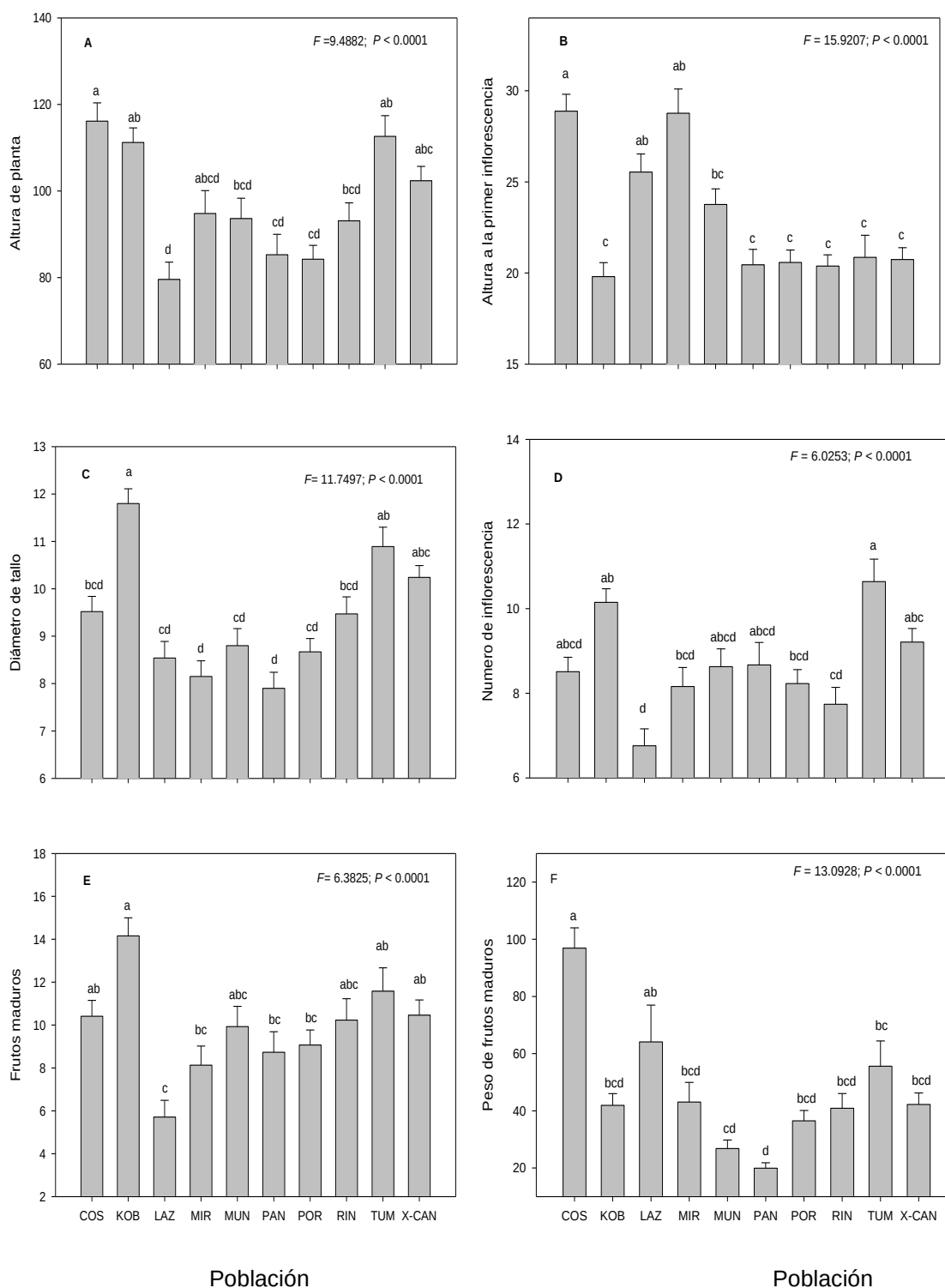


Figura 1. Medias de altura de planta, altura a la primera inflorescencia, diámetro de tallo, número de inflorescencias, número de frutos maduros y peso de frutos maduros, de las poblaciones indicadas de tomate silvestre de México.

Modelo de asignación de recursos hídricos en el Distrito de Riego 014, Río Colorado

Julio Alfonso Navarro Urbina¹, Fernando Escoboza García¹ y Jesús Adolfo Román Calleros¹, Ignacio Sanchez Cohen², Alexis Angel Niebla Aguiar³ y Benjamin de Leon Mojarro⁴. ¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Ejido Nuevo Leon, domicilio conocido, Mexicali, Baja California, México, Teléfono 01(686) 52 30 079. julio.navarro@conagua.gob.mx, escoboza@hotmail.com y jromanc@uabc.mx. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmosfera. Km 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gomez Palacios, Durango, 41, México. Teléfonos y Fax 01(871) 719 10 76, 719 10 77 y 719 11 34. sanchez.ignacio@inifap.gob.mx. ³Servicios de Ordenamiento de Suelos y Aguas S.A. de C.V. Km 12.5 Carr. San Felipe, Calle Bojón 265 Fraccionamiento El Encanto, Mexicali, Baja California, México, sosasdr1@sys.net.mx y ⁴Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac 8532, Jiutepec, Morelos 62550, México, Teléfono: +(52) (777) 3 29 36 00, bleon@tlaloc.imta.mx.

Palabras clave: usuario, costo de autosuficiencia, sistema, modelo de asignación, función objetivo, variable de decisión, restricción, hoja de entrada y de salida de datos, política de operación.

Resumen

Con el propósito de mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos en el Distrito de Riego 014, Río Colorado, se consideró de gran beneficio para la región diseñar una metodología que asegure las demandas de agua de acuerdo a las características de operación del sistema y la asignación del agua de acuerdo con su valor para los distintos usos y restricciones técnicas, estructurales y ambientales. Para esto se desarrolló un modelo de asignación que fija dotaciones de agua a las Asociaciones de Usuarios del Distrito de Riego 014, Río Colorado y dos organismos de agua potable, a lo largo de los tres canales principales que tienen como fuente de abasto el Río Colorado por la Presa Morelos y el Canal Sánchez Mejorada, las aguas de un acuífero que se conoce como Mesa Arenosa y en los que se combina un segundo acuífero que tiene un conjunto de sistemas de pozos interconectados e independientes en el interior de las citadas asociaciones.

Abstract

In order to improve the advantage of the hydric resources in the 014, River Colorado Irrigation District, considered of big profit for the region the design a methodology to ensure the demands of water of agreement to the characteristics of operation of the system and the allocation of the water in accordance with his value for the distinct uses and technical restrictions, structural and environmental. For this developed a model of allocation that fixes the water to the Associations of Users of the 014, River Colorado Irrigation District and two water agency, along the three main channels that have like source the River Colorado by the Morelos Dam and the Sanchez Mejorada Channel, the waters of an aquifer that know like Mesa Arenosa and in which combines a second aquifer that has of joined wells systems a group and independent in the interior of the quoted associations.

Introducción

Los Distritos de Riego son las unidades operativas más grandes en la organización hidráulica de México, están integrados por las tierras de cultivo como elemento, las ciudades como consumidores de agua y la infraestructura necesaria para captar y conducir el agua desde las fuentes hasta los consumidores.

Bajo esta forma de organización y de operación, a partir del decreto mexicano sobre la transferencia nacional de los Distritos de Riego (Comisión Nacional del Agua, 1994), en el Distrito de Riego 014, Río Colorado se crearon 22 de Asociaciones de Usuarios y una Sociedad de Responsabilidad Limitada, en donde a las primeras se les concesiona la infraestructura hidráulica

conocida como red menor, para que estos la operen y conserven y se les concede el agua en la modalidad de prestación de los servicios de riego y drenaje, así como la recaudación de los costos inherentes; en tanto que a la última instancia, se le concede la infraestructura hidráulica conocida como red mayor y los pozos y plantas de bombeo.

Cada uso tiene sus derechos de agua y no debe utilizar agua por encima de sus derechos, a menos que los adquiera en un proceso conocido como transmisión de derechos provisionales, el cual facilita la actividad agrícola en el caso de los distritos de riego, al no ajustar sistemáticamente las superficies de siembra de los predios de los agricultores, en función de hasta donde alcanzan los derechos de agua reconocidos con respecto a los consumos reales, que se derivan de los distintos usos consuntivos de los cultivos. Las aguas del Distrito de Riego 014, Río tienen su origen en un Tratado Internacional sobre Distribución de aguas signado entre los gobiernos de Estados

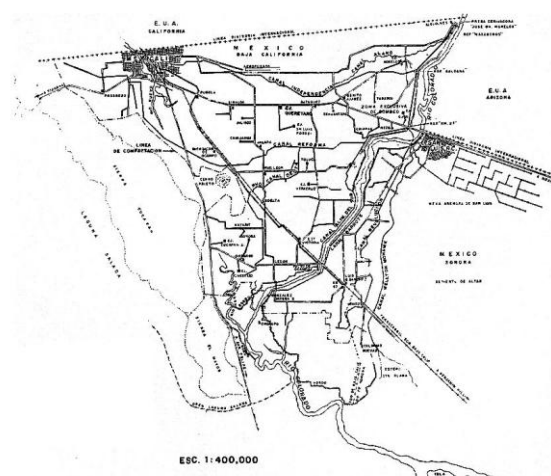
Unidos y México (Presidencia de la República de México, 1944), en donde nuestro país es el último usuario de la cuenca hidrológica del río Colorado.

Tabla 1.- Disponibilidad de las fuentes de abastecimiento.

FUENTE	DISPONIBILIDAD EN 10^3 m^3
Lindero Norte	1,678,234
Lindero Sur	172,000
Total Superficial	1,850,234
Mesa Arenosa	197,358
Pozos Federales	500,000
Pozos Particulares	200,000
Total Subterránea	897,360
Total	2,747,534

A diferencia de cuando se planea o diseña una obra de riego, con libertad para aplicar modelos de optimización (Palacios, V.E. y Exebio, G.A., 1989), para lo cual se suponen condiciones de operación relativamente simplificadas en el proceso productivo y en el uso de los recursos, durante la operación de los distritos de riego existen condiciones generalmente a las supuestas. Es así que anualmente, las autoridades del Distrito de Riego 014, Río Colorado, comunican a las asociaciones de usuarios, la dotación de agua que les corresponde. Esto es en función de los volúmenes disponibles de las fuentes de abastecimiento concesionadas y su disponibilidad espacial, información con la cual elaboran el plan de riegos del módulo, en donde precisan los cultivos a establecer, su superficie y demandas hídricas por fuente abastecimiento.

Fig. 1 Esquema del Distrito de Riego.



Este señalamiento implica, el supuesto de que la suma de los planes de riego de las asociaciones de usuarios, debe constituir el plan de riegos del Distrito, si cada instancia se sujetara a los derechos de agua y fuentes de abastecimiento concesionados, lo cual no ocurre debido a las características edafológicas de la región. Esta distorsión en la asignación de volúmenes la regulan históricamente los usuarios, sin embargo, conforme a las modificaciones a la Ley de Aguas Nacionales, la Comisión Nacional del Agua podrá establecer, definitiva o temporalmente, instancias en las que se gestionen operaciones reguladas de transmisión de derechos denominados "Bancos de Agua", cuyo objetivo económico (RENDON, O.G., et al 2004) es el de fungir como facilitador en la transferencia de agua, como recurso escaso, hacia alternativas de mayor valor, esto en virtud que los usuarios de los recursos hídricos que no tienen derechos carecen de incentivo alguno para preservar, administrar o mejorar la captación y uso de los recursos y deben depender de los gobiernos para que actúen en consecuencia (CEPAL, 1995).

Objetivo del modelo de asignación para la distribución del agua.

Determinar para el año agrícola de que se trate, la forma más conveniente para la asignación inicial de los derechos de agua, en los que se incluyan los derechos de agua permanentes y temporales, la seguridad hidrológica, las normas de asignación conforme a la política de operación de las fuentes de abastecimiento que se defina y los acuerdos de adquisición y cesión de derechos acordados por los propios usuario.

Reprogramación mensual de la asignación inicial de los derechos de agua para los meses subsecuentes al inicio del año agrícola, en función de las variaciones de los consumos de agua ocurridos en el mes transcurrido.

Materiales y métodos:

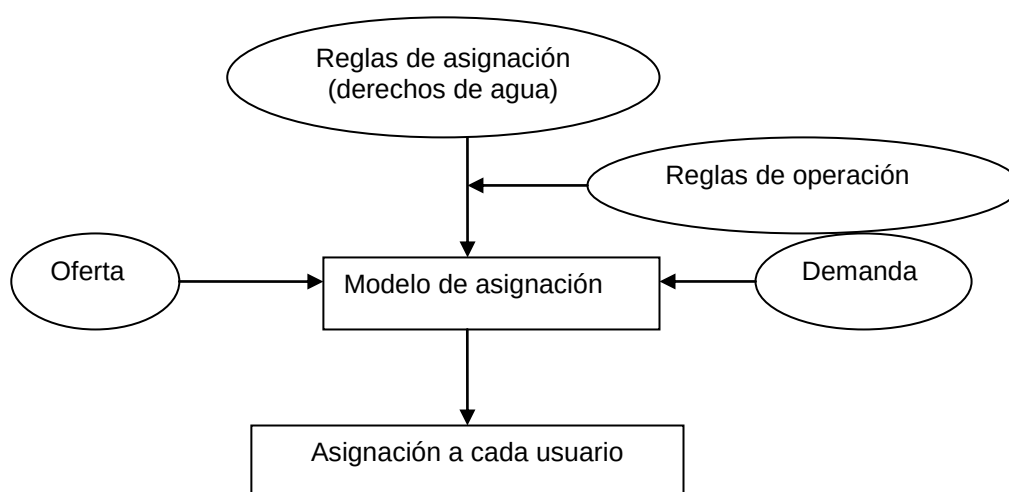
Los problemas de asignación presentan una estructura similar a los de transporte, pero con la condición necesaria y suficiente para que este tipo de problemas tenga solución, es que se encuentre balanceado, es decir, que los recursos totales sean iguales a las demandas totales. Los modelos de asignación de agua pueden usarse para fijar dotaciones de agua que se distribuyen a través de sistemas de conducción de canales abiertos y estructuras de almacenamiento, de acuerdo a algoritmos de decisión asistida basados usualmente en alguna técnica de optimización. Estos modelos sólo predicen las condiciones deseadas de flujo después de que se han realizado todas las operaciones, (Manz, H.D.)

Se entiende por sistema (Gerez, V. y Czitrom, V., 1978) a un agrupamiento de componentes cuyo comportamiento depende tanto de las partes como de la forma que interaccionan entre sí, en tanto que todo estudio de un sistema, tiene que estar basado en un modelo, que se define como la representación de un sistema.

El proceso de la construcción de la función objetivo (modelo matemático) se inicia contestando las siguientes preguntas: Cuales son las variables del modelo?, Que restricciones se deben imponer a las variables para que se satisfagan las limitantes del sistema modelado?, Cual es el objetivo o meta a la que se debe llegar para poder determinar la solución optima de entre todas las soluciones factibles? La función del modelo matemático es entonces identificar las variables de decisión y luego expresar el objetivo restricciones como funciones matemáticas de las variables (Sanchez, C.I. y Catalan, V.E., 2006).

La asignación y entrega de agua propuesta por el modelo, se apega a los criterios y ordenamientos técnicos y legales de manejo del agua de la región, y funciona en el rango de la oferta total y espacial que se tiene en el Distrito de Riego 014, Rio Colorado, para con esto lograr una asignación eficiente del agua al usuario, respetando la demanda de agua establecida en los planes de riego.

Fig.- 2 Reglas de asignación del modelo:



Formulación del modelo:

Se relaciona la oferta de las fuentes de abastecimiento de agua, su costo y disponibilidad total y en el tiempo, con la demanda de agua de los usuarios expresada en su plan de riegos, considerando que se presentan faltantes y sobrantes de agua para determinados grupos de usuarios, sobre el principio de que cada usuario tiene una concesión de una o mas fuentes específicas, en este caso

una asignación inicial de recursos; es decir, un volumen de dotación anual que inicia en el mes de octubre y termina en el mes de septiembre del año siguiente.

Función objetivo:

La función que va a ser optimizada, se denomina función objetivo y las variables de decisión se identifican con cada una de las actividades en que se descompone el problema y por otra parte, al sistema de ecuaciones y/o inecuaciones que expresan los requerimientos de las variables, se le denomina sistema de restricciones (Céspedes, T.N., 2005)

Las entregas de agua del Tratado Internacional del río Colorado son de 1,850.234 millones de metros cúbicos anuales, que se entregan en 2 sitios bajo restricciones de gastos mínimos mensuales de 25.5 m³/s y 42.5 m³, en tanto que los máximos pueden ser de hasta 160 m³/s. A este volumen se adicionan 697.3 millones de metros cúbicos anuales, susceptibles de extracción de aguas subterráneas como complemento a la demanda, sujetas a las restricciones operativas y físicas del sistema de distribución. Así también los planes de riego se programan mensualmente desagregados en periodos mensuales y decenales.

Al relacionar los costos de las fuentes de abastecimiento con las variables de decisión determinadas para el modelo, resulta la siguiente función objetivo para la asignación de agua al mínimo costo:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{24} \sum_{k=1}^{12} C_{ijk}.X_{ijk}$$

Donde:

“i” corresponde a las fuentes de abastecimiento de agua en el Distrito de Riego, siendo estas:

i = 1: Pozos del acuífero de la Mesa Arenosa de San Río Colorado, Sonora.

i = 2: Canal Sánchez Mejorada.

i = 3: Pozos Federales concesionados a las Asociaciones de Usuarios.

i = 4: Presa Morelos.

“j” corresponde a los usuarios de las fuentes de abastecimiento, 22 asociaciones de usuarios, la ciudad de Mexicali y el Acueducto Río Colorado Tijuana.

“k” = los meses del año.

Asignación anual de mínimo costo: Las fuentes de abastecimiento de agua, tienen un costo de extracción, conducción y entrega en los puntos de recepción, en donde cada obra tiene un costo de operación, conservación y administración.

Restricciones:

Para la formulación del modelo, se encuentra que las fuentes “i” no pueden atender a todos los usuarios “j”, a la cual se le agrega que las fuentes tienen un volumen máximo anual, así como volúmenes máximos y mínimos para cada mes “k”.

Esto constituye las restricciones del modelo, siendo las que se enlistan para cada una de las fuentes y se omite la expresión algebraica de todas las restricciones, por razones de espacio del documento.

Pozos Federales

Disponibilidad	Todos los pozos tienen un volumen máximo de 500,000 millares de m ³ anuales.
Capacidad	Cada pozo tiene su máximo mensual y cada usuario tiene diferente cantidad de pozos.
Enlace Fuente Usuario	Acceden Módulos de pozo y mixtos, aparentemente sin distinguir margen del río. Los volúmenes pueden trasladarse entre pozos de acuerdo a los enlaces factibles técnicamente.

Acuífero de la Mesa Arenosa de San Luis Río Colorado

Disponibilidad	Volumen máximo de 156,922 millares de m ³ anuales.
Capacidad	Existe máximo mensual para la suma de los gastos instalados. Existe mínimo mensual por operatividad.
Enlace Fuente Usuario	Acceden módulos mixtos y de gravedad de la margen izquierda

Presa Derivadora Morelos

Disponibilidad	Volumen máximo como variable aleatoria. Sumado al Canal Sánchez Mejorada 1'665,211 millares de m ³ anuales.
Capacidad	Existe un gasto máximo de capacidad de la infraestructura.
Enlace Fuente Usuario	Acceden módulos mixtos y de gravedad de ambas márgenes del río Colorado, la ciudad de Mexicali y el Acueducto Río Colorado Tijuana.

Tratado Internacional de Distribución de Aguas del Río Colorado.

Disponibilidad	Volumen máximo 1'665,211 millares de m ³ anuales, descontando perdidas. En puntos de control de módulos.
Capacidad	Existen gastos mínimos por periodos de tiempo.
Enlace Fuente Usuario	Los cambios entre meses menos del 20 % con dos meses de antelación (modelo dinámico).

Canal Sánchez Mejorada

Disponibilidad	Volumen máximo mensual como variable aleatoria. Sumado a Morelos 1'665,211 millares de m ³ anuales.
Capacidad	Existe un gasto máximo mensual.
Enlace Fuente Usuario	Acceden módulos mixtos y de gravedad de la margen izquierda

De flexibilidad de las fuentes

De gravedad	Se puede cubrir parte de la demanda de sistemas mixtos.
De pozo	Se puede cubrir parte de la demanda de sistemas mixtos más la de pozos aislados.

Datos de entrada y salida del modelo

Para lograr una asignación de agua inicial por fuente que satisfaga la función objetivo en congruencia con las restricciones establecidas, se requiere definir los datos de entrada y de salida del modelo, para ello es necesario conocer los requerimientos del plan de riegos para cada uno de los usuarios "j", de tal forma que el modelo funcione para el fin que fue construido.

Demanda del usuario "j" = Demanda de la superficie auxiliada de pozo federal + Demanda de la superficie aislada de pozo federal + Demanda de la Superficie de gravedad + Demanda de la Ciudad de Mexicali + Demanda del Acueducto Río Colorado Tijuana.

Procedimiento de asignación de volúmenes de agua y optimización del plan de riegos con el uso del Solver de Excel:

Para empezar, no es lo mismo el manejo del software (operación mecánica), que la modelación utilizando el software, para modelar algo tan complejo, se debe evitar resolver todas las complejidades de cada componente pues se perdería el objeto del modelo. La mejor estrategia es construir un modelo en etapas que se añaden al concepto del problema general, este es el método de aproximación en la modelación de ecosistemas. (Sanchez, C.I.,2005).

Paso 1. Objeto: Asignación de derechos con agua superficial con fuente de abasto del Río Colorado y Canal Sanchez Mejorada y, complemento con el acuífero de la Mesa Arenosa que se integra físicamente, al sistema de distribución de agua superficial.

Paso 2. Objeto: Asignar agua superficial proporcionalmente a los requerimientos de los usuarios con derechos de agua, sin considerar la fuente de los derechos de origen que tienen en concesión.

Paso 3. Objeto: Asignar los requerimientos de agua superficial disponibles, con los usuarios que tienen acceso a esta fuente, pero que no tienen derechos de agua concesionados.

Paso 4. Objeto: Cubrir los requerimientos con derechos de agua subterránea y requerimientos adicionales sin derecho.

Resultados

Se realizaron las pruebas de modelo y verificación del modelo en el programa SOLVER DE Excell, en donde las hojas de entrada y salida del modelo, son los requerimientos de agua superficial y subterránea, así como la opción de intercambio de fuentes, obteniéndose que el modelo se apega a las restricciones técnicas y estructurales impuestas, a la función objetivo de minimizar las asignaciones en función del costo de autosuficiencia de las fuentes de abasto, así como a las políticas de operación de las fuentes de abastecimiento que se le indique.

El modelo asigna paso a paso los requerimientos de agua de las 22 asociaciones de usuarios, de la ciudad de Mexicali y la toma del Acueducto Río Colorado por fuente de abasto, en donde al modificar con criterios de minimización el costos, mediante la modificación del valor de las tarifas de agua, se establecen las prelaciones en su asignación, como son dar preferencia al uso de las aguas de la margen izquierda del río Colorado donde se encuentra el canal Sanchez Mejorada y el acuífero de la Mesa Arenosa, que representan un problema temporal al tener disponibilidades de

estas fuentes y los requerimientos se acumulan por la margen derecha del río Colorado y nos posible su transporte dada las condiciones físicas del sistema.

El modelo tiene la posibilidad de asignar el uso preferente de los usos públicos urbanos para las ciudades de Mexicali y la toma del Acueducto Río Colorado.

Las pruebas del modelo se efectuaron con la información del plan de riegos del año agrícola 2005-2006, en donde los requerimientos acumulados mensuales de agua superficial y del acuífero fueron de 1'784,886 y 514,465 millares de metros cúbicos anuales, respectivamente. Es conveniente mencionar, que se incluyen 71,747 millares en la zona de influencia del acuífero que es posible sustituirlos por agua superficial al hacer uso de la infraestructura de integración de fuentes de abastecimiento, esto en virtud de que la dotación de agua les resulta insuficiente dado el índice de repetición de cultivos y texturas ligeras de los suelos.

En la simulación de escenarios de políticas de operación de las fuentes de abastecimiento se obtuvieron dos factibles con los siguientes resultados:

Pruebas y validación del Modelo de Asignación

A. Prelación de uso

1: Acuífero Mesa Arenosa 2: Canal Sanchez Mejorada 3: Presa Morelos

Resumen de asignaciones

Fuente	Millares de metros cúbicos			Costo miles de pesos
	Dotación	Asignación	Disponibilidad	
Presa Morelos	510,411	1,502,038	8,373	121,650
Canal Sanchez Mejorada	154,800	125,926	28,874	10,199
Acuífero Mesa Arenosa	56,922	156,922	0	33,852
Suma disponibilidad superficial	822,133	1,784,886	37,247	165,700
Pozos federales	500,000	514,465	-14,465	97,310
T o t a l	322,133	2,299,351	22,782	263,010

B. Prelación de uso

1: Canal Sanchez Mejorada 2: Acuífero Mesa Arenosa 3: Presa Morelos

Resumen de asignaciones

Fuente	Millares de metros cúbicos			Costo miles de pesos
	Dotación	Asignación	Disponibilidad	
Presa Morelos	1,510,411	1,506,355	4,056	122,000
Canal Sanchez Mejorada	154,800	154,800	0	12,537
Acuífero Mesa Arenosa	156,922	123,731	33,191	26,855
Suma disponibilidad superficial	1,822,133	1,784,886	37,247	161,392
Pozos federales	500,000	514,465	-14,465	97,310
T o t a l	2,322,133	2,299,351	22,782	258,702

La política de operación de asignar por prelación primeramente el agua de la presa Morelos y luego el Canal Sanchez Mejorada o la Mesa Arenosa, no satisface los requerimientos hídricos globales del Distrito, en virtud de que las restricciones impuestas por el Tratado Internacional de Límites y Aguas para el río Colorado, rigidizan la planeación y manejo del agua, por lo que es necesario que esta sea bajo un enfoque integral, buscando la mejor opción al combinar las extracciones de todas las fuentes bajo criterios de optimización del recurso.

Discusión

Existe una reserva amplia de volúmenes de agua en el Distrito de Riego, 014, Río Colorado, que no son aprovechados eficientemente al no combinar adecuadamente los recursos hídricos superficiales y subterráneos, considerando las restricciones existentes, la disponibilidad espacial y el costo de cada una de las fuentes, situación que es posible mejorar con el diseño y aplicación de los modelos asignación. Los responsables de operación, conservación y administración del Distrito de Riego 014, Río Colorado, de manera empírica están familiarizados con las características de

operación y restricciones del sistema hidráulico que tienen a su cargo. Sin embargo, el funcionamiento de este complejo sistema, solo se puede mejorar mediante el uso de modelos de optimización en la planeación de la operación, tanto para el plan de riegos como en sus reprogramaciones, en el que se integre la información sobre el funcionamiento del sistema en su totalidad.

El uso de estas herramientas paralelamente con las acciones de rehabilitación y modernización de la infraestructura hidráulica, permitirá mejorar la seguridad en la operación del sistema de conducción y asegurar el abasto de agua a los usuarios, al determinar la forma más conveniente de operar las fuentes de agua y aprovechar el recurso, para incrementar el índice de repetición de cultivos de quienes tengan derecho o lo adquieran provisionalmente.

Se recomienda llevar un riguroso seguimiento en la hidrometría de operación de las fuentes de abastecimiento superficiales y subterráneas, ya que este aspecto entre otros, es lo que hace sumamente compleja la operación del sistema y no es posible visualizar de manera práctica y expedita las mejores decisiones para todo el conjunto de usuarios del sistema, lo que es una causa entre otras, de la sobreexplotación del acuífero.

La aplicación y uso del modelo permite estudiar diversos escenarios de interés para la región como son los siguientes: ¿Que pasaría si se alteran las reglas de funcionamiento de la infraestructura?; ¿Que pasaría si se reduce la explotación de las fuentes de agua subterránea?; ¿Que pasaría si se introduce la conservación del agua?; ¿Que pasaría si es necesario atender al medio ambiente con reglas más estrictas?; ¿Que pasaría si se implementa un programa de reuso del agua?; ¿Que pasaría si el patrón de cultivos cambia?; ¿Que pasaría si el cambio climático altera las demandas y fuentes de agua?.

Referencias

- CEPAL, 1995. *Mercados de derechos de agua: Entorno legal*. Comisión Económica para América Latina y El Caribe, Chile, 6pp.
- CESPEDES, T.N., 2005. *Programación lineal su aplicación a los procesos agropecuarios*. Centro universitario Las Tunas, Departamento de Matemática, Centro Universitario V.I. Lenin Las Tunas. Cuba, 6pp
- COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2004. *Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento*. México, 78pp.
- GEREZ, V. y CZITROM, V., 1978. *Introducción al análisis de sistemas y la investigación de operaciones*. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A., México, 41-43pp.
- MANZ, D.H. 1991. *Evaluación del funcionamiento de los sistemas de conducción de agua para riego, usando modelos de simulación dinámica*. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Calgary. Calgary, Alberta.
- Disponible para World Wide Web: http://www.unesco.org.uy/phi/libros/uso_eficiente/manz.html
- PALACIOS, V.E. y EXEBIO, G.A., 1989. *Introducción a la teoría de la operación de distritos y sistemas de riego*. Centro de Hidrociencias, Colegio de Postgraduados. Estado de México, México, 63pp.
- PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE MEXICO, 1944. *Tratado entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América de la Distribución de las Aguas Internacionales de los ríos Colorado, Tijuana y Bravo, desde Fort Quitman, Texas, hasta el Golfo de México*. México, 2pp.
- Disponible para World Wide Web <http://portal.sre.gob.mx/cilanorte/pdf/1944.pdf>
- SANCHEZ, C.I., 2005. *Fundamentos para el aprovechamiento integral del agua. Una aproximación de simulación de procesos*. Libro Científico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmosfera. Gomez Palacios Durango, México, 64-65 pp.
- SANCHEZ, C.I. y CATALAN, V.E., 2006. *Sistema de Optimización de patrones de cultivo en distritos del norte del país*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmosfera. Gomez Palacios Durango, México, 63pp.
- RENDON, O.G., et al., 2004. *Banco de Agua*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México, 42,43pp