

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto de Ciencias Agrícolas



**XXII CONGRESO INTERNACIONAL EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

M E M O R I A S

Mexicali Baja California México

17 y 18 de octubre del 2019

XXII CONGRESO INTERNACIONAL EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

PRESENTACIÓN

La Universidad Autónoma de Baja California a través del Instituto de Ciencias Agrícolas, sus profesores e Investigadores, organizan año con año este evento internacional donde se tiene un escenario que permite el análisis y discusión entre investigadores, académicos, profesionales, productores, estudiantes y público relacionado con la agricultura, quienes preocupados por innovar la producción y protección agrícola intercambian conocimientos y experiencias que permiten generar propuestas para el manejo eficiente de los problemas fitosanitarios y la producción agrícola, en beneficio del campo mexicano y del mundo.. En este 2019 el ICA-UBAC se complace en organizar el XXII Congreso Internacional en Ciencias agrícolas, este evento es un foro para la presentación y debate de las innovaciones tecnológicas relacionadas con la producción y protección agrícola

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. Un agradecimiento profundo a las empresas que apoyaron de muy diversas maneras al desarrollo de este evento nuestro profundo agradecimiento.

CORDIALMENTE

DR. CARLOS ENRIQUE AIL CATZIM
PRESIDENTE DEL COMITÉ ORGANIZADOR
Mexicali, Baja California, octubre de 2019.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto de Ciencias Agrícolas

Comité Organizador

XXII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas

Dr. Carlos Enrique Ail Catzim
Presidente

Dra. Rosario Esmeralda Rodríguez González
Secretaria

Dr. Carlos Enrique Ail Catzim
Diseño

Dra. María Isabel Escobosa García
Dr. Dagoberto Duran Hernández
Coordinadores Apoyo Logístico

Comunidad Administrativa y estudiantil
Apoyo Logístico

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



Directorio

Dr. Daniel Octavio Valdez Delgadillo
Rector

Dr. Edgar Ismael Alarcón Meza
Secretario General

Dra. Gisela Montero Alpírez
Vicerrectora Campus Mexicali

Dra. Cristina Ruiz Alvarado
Directora del Instituto de Ciencias Agrícolas

Comité Científico

XXII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas

Universidad Autónoma de Baja California
Instituto de Ciencias Agrícolas

Dr. Carlos Enrique Ail Catzim
Presidente del Congreso

Dra. Rosario Esmeralda Rodríguez
Secretaria

Integrantes

Cuerpo Académico Agua y Suelo
ICA-UABC
Dr. Roberto Soto Ortíz
Dra. Silvia Mónica Avilés Marín
Dr. Fidel Núñez Ramírez
Dra. Cristina Ruiz Alvarado
Dra. María Isabel Escoboza García
M.C. Víctor Alberto Cárdenas Salaz

Cuerpo Académico Biotecnología Agrópecuaria
ICA-UABC
Dr. Daniel González Mendoza
Dr. Onesimo Grimaldo Juárez
Dra. Lourdes Cervantes Díaz
M.C. Carlos Ceceña Durán
Dra. Claudia Yared Michel López
Dra. Olivia Tzintzun Camacho
Dr. Dagoberto Durán Hernánndez

Cuerpo Académico
Agroecosistemas de Zonas Áridas
ICA-UABC
Dr. Carlos Enrique Ail Catzim
Dra. Rosario E. Rodríguez González

Cuerpo Académico Agrobiotecnología
FINSQ-UABC
Dr. Salvador Ordaz Silva
M C. Imelda Virginia López Sánchez
Luara Dennisse Carrasco Peña
MC. Jorge Luis Delgadillo Ángeles
MC. José Guadalupe Pedro Mendez

ICA-UABC
Dra. Ariana Isabel Torres Bojorquez
Dr. Jesus Santillano Cazares

FINSQ-UABC
Aurelia Mendoza Gómez

UABC
Dr. Marcos Alberto Coronado Ortega
Dra. Margarita Stilanova Stoycheva

Integrantes

Universidad Autónoma de Baja California Sur Dr.
Francisco Higinio Ruíz Espinoza
Dr. José Guadalupe Loya Ramírez
Dr. Félix Alfredo Beltrán Morales
Dr. Sergio Zamora Salgado

Externos

MC. Fabián Robles Contreras
Dra. Lydia Toscano Palomar
Dr. Humberto Caamal Velazquez
Dr. Víctor Hugo Quej Chi
Dr. Alejandro Moreno Reséndez
Dra. Airamzul Cruz Islas Cardenas
Dr. Rafael Retes López
MC. Xóchitl Soto Luzanía
Dra. Martha Elena Mora Herrera
Dra. María Elena Estrada Zuñiga
Dr. Jacobo Enrique Cruz
Dra. Aida Martinez Hernandez
Dr. Juan Alfonso Lopez Orona

Universidad de Sonora
Dr. Edgar Omar Rueda Puente
Dr. Jesús Borboa Flores.
Dr. Fidencio Cruz Bautista
Dr. Marco Antonio Huez López
Dr. José Jiménez-León
Dr. Jesús López-Elías
Dr. Andrés Ochoa Meza
Dr. Francisco Javier Wong Corral

CONTENIDO

PONENCIAS MAGISTRALES

EXTRACCIÓN DE POLEN, SU APLICACIÓN Y EFECTO EN LA CALIDAD DEL FRUTO DEL DÁTIL	16
HONGOS ENDÓFITOS COMO AGENTES PROTECTORES CONTRA INSECTOS PLAGA	24
BIOTECNOLOGÍA DEL MELÓN: REALIDAD O FICCIÓN	28
VALORIZACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE LOS RESIDUOS VINÍCOLAS DE BAJA CALIFORNIA	34

PONENCIAS ORALES

AGUA Y SUELO

EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE UN SISTEMA DE PIVOTE CENTRAL	43
RENDIMIENTO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) BAJO RIEGO POR GOTEÓ, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	49
BALANCE DE AGUA Y CARBONO EN ESPÁRRAGO (<i>Asparagus officinalis</i>) EN EL NOROESTE DE MÉXICO	55
EFFECTOS DE TRES TÉCNICAS DE RIEGO SOBRE LOS RENDIMIENTOS Y EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA POR LA VID (<i>Vitis vinifera</i> L.) EN EL VALLE DE GUADALUPE, BAJACALIFORNIA	61

BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

VIABILIDAD DE CEPAS DE LEVADURA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL	67
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE FENOLES EN QUELITE (<i>Amaranthus hybridus</i>)	73
USO DE COADYUVANTES PARA VIGORIZAR PROPAGULOS DE PITAYA (<i>Stenocereus</i> spp.) MULTIPLICADOS <i>IN VITRO</i>	79
POTENCIAL INMUNOLÓGICO DEL MUERDAGO (<i>Phoradendron</i> spp) EN DOS HOSPEDEROS EN BAJA CALIFORNIA SUR	84

HORTICULTURA

EFFECTO DE SILICIO Y CLORO EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS Y RENDIMIENTO DE TOMATE F3	90
FERTILIZACIÓN SINTÉTICA, ORGÁNICA Y CARBÓNICA EN EL CULTIVO DE CHILE JALAPEÑO DENTRO DE MINI-TÚNEL	97

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) CON GUANO DE MURCIÉLAGO	102
EFFECTO DEL ÁCIDO ABSCÍSICO Y ETEFÓN EN LA CALIDAD DE UVA DE MESA CV RED GLOBE EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA	107
SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE CHILE HABANERO (<i>Capsicum chinense</i> JACQ.) CULTIVADOS EN CASA SOMBRA EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA ..	112
RESPUESTA DEL CULTIVO DE CALABACITA (<i>Cucurbita pepo</i> L.) A LA APLICACIÓN DE SILICIO	118
MONITOREO DE ÍNDICE TÉRMICO EFICAZ DE AMERINE Y WINKLER EN EL VALLE DE GUADALUPE, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. PERIODO 2013 A 2017	123

PARASITOLOGÍA

SUSCEPTIBILIDAD DE <i>Heliothis virescens</i> POBLACIÓN VALLE DEL FUERTE A LAS PROTEÍNAS CRY1AC Y CRY2AB DE <i>Bacillus thuringiensis</i>	131
EUCALIPTO (<i>Eucalyptus globulus</i>) LABILL, ALBERGUE DE DIVERSOS GRUPOS DE INSECTOS	137
INCIDENCIA Y DISEMINACIÓN DEL HUANGLONGBING (HLB) EN EL SUR DE SONORA	142
EVALUACIÓN DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES POSTERIOR A LA PODA MECÁNICA DE RAÍZ EN ZAPOTE AMARILLO (<i>Pouteria campechiana</i>)	147
CONTROL BIOLÓGICO DE LA POLILLA DE LA CERA (<i>Galleria mellonella</i>) CON LA APLICACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN EL VALLE DE SAN QUINTÍN .	153
EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS CONVENCIONALES Y BIORACIONALES PARA EL CONTROL DE <i>Phenacoccus solenopsis</i> A NIVEL CAMPO	158
EPIDEMIOLOGÍA Y EVASIÓN DEL COMPLEJO DE ENFERMEDADES FOLIARES DEL GARBANZO EN EL SUR DE SONORA	163
CONTROL DE FUNGUS GNAT DURANTE EL ENRAIZAMIENTO <i>ex vitro</i> DE ESQUEJES DE PAPA	169

PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

ISABEL ORO C2018, VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO EN PROCESO DE REGISTRO PARA SU SIEMBRA EN EL NOROESTE DE MÉXICO	174
EFFECTO DE LA COMPETENCIA INTRAESPECÍFICA SOBRE EL RENDIMIENTO DE TRIGO HARINERO EN SIEMBRA DIRECTA	179
AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN TRIGO MEDIANTE MEJORAMIENTO POBLACIONAL	185
LINEA CANDIDATA A NUEVA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA EL ESTADO DE SONORA	191
PROPAGACIÓN POR VARETA DE LA HIGUERA (<i>Ficus carica</i> L.) EN BAJA CALIFORNIA SUR	197

APROVECHAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DEL FRUTO DE CIRUELO CIMARRÓN (<i>Cytocarpa edulis</i> , BRANDEGEE, STANDLEY) ESPECIE ENDÉMICA	202
ENSAYO DE ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE MAÍZ DULCE EN SAN IGNACIO RÍO MUERTO, SONORA	208
VIABILIDAD DEL POLEN ALMACENADO EN DIVERSOS PERÍODOS DE CONSERVACIÓN EN CUATRO VARIEDADES DE PALMA DATILERA (<i>Phoenix dactylifera</i> L.)	213
RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) A LA APLICACIÓN DE SILICIO ...	218

PONENCIAS EN CARTEL

AGRICULTURA ORGÁNICA

EFFECTO DE LA LOMBRICOMPOSTA EN EL DESARROLLO INICIAL DE LA PLANTA DE CALABAZA (<i>Cucurbita pepo</i> L.)	225
RESPUESTA DE PLÁNTULA DE CALABACITA (<i>Cucurbita pepo</i>) A DOSIS DE LOMBRICOMPOSTA	230
EFFECTO DEL GUANO DE AVES MARINAS EN EL DESARROLLO DE LA PLÁNTA DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	235
APLICACIÓN DE SOLUCIONES DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN GARBANZO (<i>Cicer arietinum</i> L.) BAJO RIEGO POR GOTEO: CRECIMIENTO, CALIDAD Y RENDIMIENTO	240
RENDIMIENTO DE UN GENOTIPO DE CHILE SERRANO (<i>Capsicum annuum</i> L.) PRODUCIDO BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN CASA SOMBRA	246
EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> L) MEDIANTE EL USO DEL ABONO ORGÁNICO DE GALLINAZA	251
COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y PROTEÍNA EN DOS VARIEDADES DE TRIGO DURO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA	256
EFFECTO DEL LIXIVIADO DE LOMBRIZ PARA EL DESARROLLO INICIAL EN PLANTAS DE CALABAZA	262
ANÁLISIS DE PRECOMPOSTA DE ORIGEN CAPRINO Y BOVINO Y, HUMUS DE LOMBRIZ <i>Eisenia fetida</i>	267
CONTENIDO NUTRIMENTAL DEL OLIVO (<i>Olea europeae</i>) EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE COMPOSTA AL SUELO	272

AGUA Y SUELO

EFFECTO DE ENGORDONE® EN LA PRODUCCIÓN MELÓN (<i>Cucumis melo</i> L.) BAJO RIEGO POR GOTEO, EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO	278

EVALUACIÓN DE LA LÁMINA DE RIEGO, DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y VARIEDADES DE GARBANZO en BAJA CALIFORNIA SUR	283
MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO CON SENSORES PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN GARBANZO (<i>Cicer arietinum</i> , L.) BAJO RIEGO POR GOTEO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	288
USO DE AGUA POR UVA DE MESA (<i>Vitis</i> sp) EN LA COSTA DE HERMOSILLO, MÉXICO	295
USO DE AGUA POR NOGAL PECANERO (<i>Carya illinoensis</i>) EN EL NOROESTE DE MÉXICO	301
MODELIZACIÓN HIDRODINÁMICA DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE MANEADERO, CONSIDERANDO LA RECARGA POR INFILTRACIÓN DEL AGUA RESIDUAL TRATADA UTILIZADA EN EL RIEGO AGRÍCOLA	307
AIREACIÓN DE RAÍCES MEDIANTE RIEGO EN CALLES ALTERNADAS EN NOGAL PECANERO	312
EVALUACIÓN DEL DEL RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO EN ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>), BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO	318

BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

EVALUACIÓN DE REGULADORES DE CRECIMIENTO VEGETAL PARA LA INDUCCIÓN DE CALLOS A PARTIR DE EXPLANTES DE PALMA DATILERA (<i>Phoenix dactylifera</i>) var. Deglet Noor.	324
CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO BORLAUG 100	330
CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO TEPAHUI F2009	336
PERFIL GENÓMICO Y CONTENIDO DE ANTOCIANINAS EN SEMILLAS DE MAÍZ AZUL	342
ESTIMACIÓN DE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS DE MAÍZ MEDIANTE LA MODIFICACIÓN DE LA PRUEBA DE TETRAZOLIO	347
INDUCCIÓN IN VITRO DE CALLOGÉNESIS Y ORGANOGÉNESIS INDIRECTA A PARTIR DE HOJAS, PECÍOLOS Y SEGMENTOS NODALES DE <i>Acalypha californica</i> BENTHAM	352
ESTRÉS OXIDATIVO EN GUANÁBANA (<i>Annona muricata</i> L.) INDUCIDO POR NANOPARTÍCULAS VERDES	357
CONTENIDO DE FENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE TOJI (<i>Phoradendron californicum</i>) EN TRES HOSPEDEROS, EN EL SUR DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA	362
RESPUESTAS INDUCIDAS POR NANOPARTÍCULAS DE SÍNTESIS VERDE EN PLANTAS DE CACAHUATE (<i>Arachis hypogaea</i> L.): UNA PERSPECTIVA FISIOLÓGICA Y BIOQUÍMICA	367

CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y FLAVONOIDES DE CHILES CRIOLLOS (<i>Capsicum annuum</i>) DE MÉXICO	372
EFFECTO DEL MUERDAGO (<i>Phoradendron californicum</i>) EN TRES HOSPEDEROS EN EL CONTROL DE ENTEROCOCOS	377
DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TALLO DE ALGODÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS DE INTERÉS INDUSTRIAL	382

HORTICULTURA

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE TRES NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO EN RIEGO POR GOTEIO EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA	389
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE 16 LÍNEAS Y DOS VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO DE GRANO-EXTRA GRANDE EN LA COSTA DE HERMOSILLO	395
ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO (<i>Capsicum annuum</i> L.) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	401
EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA FENOLOGIA, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE DOS NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO EN BAJA CALIFORNIA SUR	407
DESCRIPCIÓN VARIETAL Y COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA VARIEDAD DE CÁRTAMO "FORRAJERA"	413
EXTRACCIÓN DE Na ⁺ Y Cl ⁻ DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA HIDROPÓNICA UTILIZANDO PLANTAS DE ACELGA (<i>Beta vulgaris</i> var. Cicla L.) SOMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NaCl	418
DEFICIENCIA DE FIERRO Y SU CORRECCIÓN EN VID DE MESA CV SUPERIOR	424
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE ORÉGANO (<i>Lippia palmei</i> S. WATSON) EN ALMACIGO	429
RENDIMIENTO DE 14 ACCESIONES DE FRIJOL X'PELÓN CULTIVADO EN EL ESTADO DE YUCATÁN	435
EFFECTO DE DOS ROTACIONES DE CULTIVO SOBRE EL RENDIMIENTO DE SEIS VARIEDADES DE GARBANZO	441
EL SILICIO COMO MEJORADOR DE VIGOR DE LA PLÁNTULA DE MELÓN <i>Cucumis melo</i> L.	447
EVALUACION DE TRES CULTIVARES DE VID EN ALTA DENSIDAD CON SISTEMA DE PERGOLAS, PARA PRODUCCIÓN DE VID PASA	452
DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE SPAD EN EL CULTIVO DE CALABACITA (<i>Cucurbita pepo</i> , var <i>Grey Zucchini</i>) EN ETAPA INICIAL DE DESARROLLO	458
CALIDAD DE LUZ EMITIDA POR LÁMPARAS LEDs SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE PEPINO	463

PARASITOLOGÍA

EFFECTO DEL CARBÓN PARCIAL (<i>Tilletia indica</i> Mitra) SOBRE EL COLOR en SEMOLA DE TRIGO DURO	469
EVALUACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO EN NEMATODOS <i>Meloydogine</i> spp. CON DOS HONGOS BENÉFICOS EN EL CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	474
INCIDENCIA DE GEMINIVIRUS EN EL VALLE DE GUAYMAS-EMPALME, SONORA ...	479
EVALUACION DE LA RESISTENCIA A ROYAS EN PLÁNTULA Y PLANTA ADULTA EN GENOTIPOS DE TRIGO CRISTALINO	485
ARTRÓPODOS ASOCIADOS A HIGUERILLA (<i>Ricinus communis</i> L.) EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C.	491
EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL COMPLEJO DE MALEZA EN TRIGO EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO	497
<i>Beauveria bassiana</i> (Ascomycota: Hypocreales), AS MAIZE PLANT ENDOPHYTE, IMPROVES PLANT GROWTH AND DROUGHT TOLERANCE	504
<i>Neodiprion bicolor</i> (HYMENOPTERA: SYMPHYTA) SOBRE <i>Pinus patula</i> EN LA LOCALIDAD DE CRUZTITLA, ZACATLÁN EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA	509
MICROORGANISMOS ANTAGÓNICOS APLICADOS AL SUELO CONTRA LA VERTICILLOSIS (<i>Verticillium dahliae</i> KLEB.) DEL OLIVO	514
EVALUACIÓN DE DIFERENTES DIETAS PARA LA CRIA MASIVA DEL ESCARABAJO DE LA HARINA (<i>Tenebrio molitor</i> L.)	519
CEPAS DE <i>Trichoderma</i> SPP. PRODUCTORAS DE FITOHORMONAS Y CON CAPACIDAD ANTAGÓNICA DE FITOPATÓGENOS	524
RESPUESTA DE VARIEDADES Y LINEAS AVANZADAS DE GARBANZO A ALTAS POBLACIONES DE <i>Fusarium</i> . EN CONDICIONES DE CAMPO	530
COMPORTAMIENTO DE DOS HÍBRIDOS DE MAÍZ A UN COMPLEJO DE ENFERMEDADES FOLIARES EN TRES FECHAS DE SIEMBRA EN EL SUR DE SONORA	535
EVALUACION DEL HERBICIDA TIENCARBAZONA-METIL “ATLANTIS STAR” EN MEZCLA CON HERBICIDAS PARA HOJA ANCHA EN TRIGO EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO	541
EFICACIA DE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE MALEZA EN MAÍZ EN EL NOROESTE DE MÉXICO	546
INTEGRACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO, CULTURAL Y QUÍMICO PARA EL MANEJO INTEGRADO DE CORREHUELA <i>Convolvulus arvensis</i> L. EN MAÍZ EN EL NOROESTE DE MÉXICO	552
PRESENCIA DE <i>Fusarium</i> spp Y <i>Pratylenchus thornei</i> EN GARBANZO BLANCO BAJO RIEGO	558
DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>Bemisia tabaci</i> ASOCIADA A ALGODÓN Bt (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) EN EL VALLE DE SAN LUIS R.C., SONORA	564

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE INSECTICIDAS SELECTIVOS CONTRA MINADOR DE LA HOJA <i>Liriomyza sativae</i> EN GARBANZO EN BAJA CALIFORNIA SUR	569
COMPARACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ADN, EN LA IDENTIFICACIÓN DE BIOTIPOS DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	575
DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>Bemisia Tabaci</i> ASOCIADA A ALGODÓN Bt (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.	581

PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE LINEAS AVANZADAS DE TRIGO DURO EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA	588
VALIDACIÓN DE VARIEDADES DE CÁRTAMO (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) DE TIPO OLEICO EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C. CICLO 2017- 2018	593
EVALUACIÓN DE LÍNEAS Y VARIEDADES DE TRIGO HARINERO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN EL SUR DE SONORA	598
EVALUACIÓN DE UN ENSAYO DE RENDIMIENTO DE TRIGO HARINERO CON CARACTERÍSTICAS DE ADAPTABILIDAD AL ESTRÉS ABIÓTICO EN EL VALLE DEL YAQUI	603
DIVERSIDAD MORFOLÓGICA DE SEMILLAS DE FRIJOL COMÚN (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) CONSERVADAS EN EL CNRG-INIFAP	609
EFFECTO DE DOS FUENTES DE FOSFATO MONOAMÓNICO SOBRE EL RENDIMIENTO DE TRIGO DURO EN EL VALLE DEL YAQUI	614
LÍNEAS CANDIDATAS PARA EL SUR DE SONORA DEL ENSAYO NACIONAL DE TRIGOS HARINEROS DE RIEGO	619
EFFECTO DE LA PODA DE REJUVENECIMIENTO SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y PRODUCTIVIDAD DEL OLIVO (<i>Olea europaea</i> L.) EN LA REGIÓN DE CABORCA, SONORA	624
EVALUACIÓN DE MAÍZ FORRAJERO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.	630
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA PRODUCIR TRIGO CON ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNA EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA	635
RESPUESTA DE LA ALFALFA A LA FERTILIZACION NITROFOSFOTRICA EN EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 139, CABORCA	641
COMPORTAMIENTO DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ EN FECHAS DE SIEMBRA CON MENOR RIESGO DE DAÑO POR HELADAS	646
SIEMBRA DE TRIGO (<i>Triticum durum</i> L.) EN SUELO HÚMEDO	652
ENSAYO DE ADAPTACIÓN, CARACTERIZACIÓN, Y RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE MAÍZ BLANCO EN PUEBLO YAQUI, SONORA	657
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN CUATRO NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO EN FECHA DE SIEMBRA TARDÍA	662
EVALUACIÓN MULTIAMBIENTAL DE CRUZAS AVANZADAS DE MAÍZ EN EL NOROESTE DE MÉXICO	667

RENDIMIENTO Y CALIDAD EN LÍNEAS Y VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO EN EL NORTE DE SINALOA	672
TASA DE VARIACIÓN EN EL INGRESO NETO DE LOS PRODUCTORES DE SOYA CON EL USO DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS	678
VINOS INTERNACIONALES SELECTOS EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO: TIERRA DEL VINO 2019	683

PONENCIAS MAGISTRALES

EXTRACCIÓN DE POLEN, SU APLICACIÓN Y EFECTO EN LA CALIDAD DEL FRUTO DEL DÁTIL

Salomón-Torres Ricardo¹ y García-Vázquez Juan Pablo¹

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California¹. ricardo.salomon@uabc.edu.mx

Resumen

El presente trabajo es una revisión de las técnicas más comunes tanto de extracción de polen, como de polinización en la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.). Asimismo se hace un análisis de la influencia de las fuentes de polen de los cultivares Deglet Noor, Khadrawy, Medjool y Zahidi sobre la calidad física y nutricional del dátil cultivar Medjool en México.

Abstract

This work is a review of the most common techniques for both pollen extraction and pollination in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). An analysis is also made of the influence of pollen sources of the Deglet Noor, Khadrawy, Medjool and Zahidi cultivars on the physical and nutritional quality of the date Medjool cultivar in Mexico.

Palabras Clave: Polinización, *Phoenix dactylifera*, Medjool

Introducción

La palmera datilera (*Phoenix dactylifera* L.) es una planta dioica, perenne, diploide y monocotiledónea (Zhao, Williams, Prakash, & He, 2012). Contiene 18 pares de cromosomas ($2n = 36$), utilizando un sistema XX/XY para la determinación de su sexo. Su genoma se ha secuenciado recientemente, revelando una longitud de ~671 Mb con ~41,600 genes (Al-Mssallem et al., 2013). Actualmente se desconoce el origen del cultivo, pero existe evidencia arqueológica suficiente para inferir que su cultivo se ha domesticado desde 4000 a. C. en la antigua Mesopotamia (Abdelouauhab, 2002; Salomon-Torres et al., 2017).

Su método de propagación más común es a través de sus vástagos y recientemente las técnicas de cultivo de tejidos, han permitido una expansión masiva de los cultivares élite de palma datilera (Jain, Al-Khayri, & Johnson, 2011). Al ser una planta dioica, existen árboles masculinos y femeninos, estos últimos generalmente son polinizados por el viento; sin embargo, para la producción comercial, se necesitan métodos artificiales para realizar la polinización (Ghnaim & Al-Muhtaseb, 2006).

Es conocido que las fuentes de polen en la palmera datilera tienen una influencia directa en el tamaño y la forma de la semilla, siendo esto un fenómeno conocido como xenia. Asimismo, el polinizador también influye en el tamaño de la fruta, la calidad y el tiempo de maduración, a este un efecto se le conoce como metaxenia (Salomón-Torres et al., 2018).

La polinización se lleva a cabo mediante el uso de diversos métodos. Uno de ellos es colocar inflorescencias masculinas frescas incrustadas en inflorescencias femeninas (Al-khalifah, 2006). El más común es utilizar una bombilla de hule con una mezcla de harina y polen seco, el cual se distribuye sobre la inflorescencia femenina. El método automatizado adoptado por las plantaciones más modernas es utilizar una maquina atomizadora de polen. Otros métodos menos comunes son el incrustar algodón impregnado de polen en la inflorescencia femenina, poner un globo de hule con polen en medio de la inflorescencia y utilizar alguna suspensión.

Los objetivos de este trabajo fueron (1) identificar los métodos actuales de extracción de polen, (2) describir los métodos actuales de polinización y (3), analizar el efecto de las fuentes de polen en la calidad del fruto del dátil.

Métodos de extracción de polen

El polen de las plantas masculinas se recolecta cuando sus inflorescencias están abiertas ó la espata comienza a romperse. Las inflorescencias se cortan y se llevan a una sala de almacenamiento, donde se eliminan las espatas y a medida que las flores se secan, se libera el polen sobre una cama de papel, generalmente con la ayuda de alguna sacudida de la inflorescencia (Ortiz-Uribe, Salomón-Torres, & Krueger, 2019). El polen se recoge y puede almacenarse bajo refrigeración hasta su uso en la polinización.

Existen diversas técnicas para extraer el polen dependiendo de la cantidad a almacenar (Abdelouauhab, 2002), siendo las más comunes:

1. Extracción de inflorescencias masculinas.

Las inflorescencias se colocan encima de bandejas de alambre de malla o estantes con un recipiente debajo para atrapar el polen seco que cae de las flores, siendo este método el más común. Figuras 1A y 1B.

2. Extractor mecánico de polen.

La automatización de esta máquina puede variar, pero comúnmente se compone de un barril giratorio al cual se le introducen las inflorescencias maduras y de un agitador para filtrar el polen de otros materiales. Figuras 1C y 1D.



Figura 1. Extracción de polen: A) Secadero de inflorescencias masculinas de palma datilera. B) Extracción mediante golpes suaves a la inflorescencia. C) Inflorescencias dentro de una maquina extractora de polen. D) Vista lateral de un equipo completo extractor de polen.

Técnicas de polinización

La palma datilera puede ser polinizada de manera natural por el viento, abejas y otros insectos, pero este tipo de polinización no garantiza altos rendimientos, por lo que es necesario de una técnica artificial para su producción comercial (García-González et al., 2019). Comúnmente se utilizan las siguientes técnicas de polinización:

1. Hebras masculinas frescas.

Una técnica de polinización es cortar las hebras de flores masculinas de una espata masculina recién abierta y colocar de dos o tres de estas hebras, longitudinalmente y en posición invertida, entre las hebras de la inflorescencia femenina (Abdelouauhab, 2002).

2. Polen seco.

Esta técnica permite un uso más óptimo del polen, así como un control adecuado en el momento de la polinización. Existen varias técnicas para aplicar el polen seco:

Uso de una bombilla de hule: Esta es la técnica de polinización más común, se llena la bombilla con una mezcla de polen y harina, aplicándose de manera manual sobre cada inflorescencia alrededor de dos gramos de polen (Salomón-Torres et al., 2019) Figura 2A.

Polinización mecánica: Este método consiste en el uso de una maquina adherida comúnmente a un tractor, la cual desde el suelo mediante un cañón hidráulico con movimiento vertical y horizontal, utilizando un solo operador, es capaz de polinizar más de 350 palmas por hora (AGROM, 2019) Figura 2B.



Figura 2. Métodos de polinización: A) Utilizando una bombilla de hule ó botella de plástico. B) Mecanizada. C) Incrustando un algodón impregnado de polen en medio de la inflorescencia femenina. D) Utilizado polen en suspensión líquida.

Otros métodos menos comunes: El uso de piezas de algodón espolvoreadas con polen, las cuales se colocan de una a dos piezas entre los hilos de las inflorescencias femeninas (Hajian & Hamidi-Esfahani, 2015) Figura 2C. Métodos experimentales como el uso de globos comunes rellenos de polen y vuelos de aeronaves (Abdelouauhab, 2002), se han utilizado con éxito, pero han sido económicamente poco costosos. Otro método experimental fue mediante el uso de una suspensión de granos de polen con agua, logrando porcentajes de amarre entre el 70 y 80% (Awad, 2010) Figura 2D, siendo altos en comparación al método tradicional.

Efectos de las fuentes de polen en el fruto

Los países con alta tradición de producción datilera, ya tienen identificadas sus fuentes de polen que inducen las mejores características de calidad en el fruto. Recientemente se han desarrollado dos estudios en México, para evaluar el efecto de las fuentes de polen en las palmas femeninas receptoras cultivar Medjool sobre los parámetros de calidad en el fruto, así como en su contenido nutricional (Salomon-Torres et al., 2017; Salomón-Torres et al., 2018). En estos estudios se utilizaron fuentes de polen provenientes de cultivares criollos de Deglet Noor, Khadrawy, Medjool y Zahidi.

Los resultados para las características físicas se muestran en el Cuadro 1, donde la mejor fuente de polen resultó ser Khadrawy, quien presentó los valores más altos de peso de fruto y pulpa, así como de longitud y diámetro. Para el caso de la semilla presenta el mismo comportamiento.

Cuadro 1.- Características físicas en el dátil cultivar Medjool, en respuesta a cuatro fuentes de polen.

Parámetros	Deglet Noor	Khadrawy	Zahidi	Medjool	Control
Porcentaje de amarre (%)	27.42c	13.25d	50.29a	25.94c	41.82b
Peso fruto (g)	23.35b	26.35a	21.73c	23.97b	17.27d
Peso pulpa (g)	21.92b	23.98a	20.39c	22.56b	16.56d
Longitud fruto (cm)	5.11c	5.33a	4.97d	5.24	4.78e
Diámetro fruto (cm)	2.68a	2.72a	2.56b	2.70a	2.39c
Peso semilla (g)	1.31c	1.36ab	1.34abc	1.40a	1.20d
Longitud semilla (cm)	1.31c	1.36ab	1.34bc	1.40a	1.20d
Diámetro semilla (cm)	2.54ab	2.68a	2.58b	2.67a	2.46c
Fruto inmaduro (kg)	4.08	4.42	0.29	1.05	1.18

Los valores promedios con la misma letra en el mismo renglón, no son significativamente diferentes para un nivel del 5%.

Datos recuperados de Salomon-Torres et al., 2017.

En contraparte tenemos que esta fuente de polen induce un periodo de madurez más tardío en el fruto que el resto de las fuentes de polen y presentó bajos porcentajes de amarre. La segunda mejor fuente de polen fue Medjool con promedios superiores y estadísticamente significantes respecto al tratamiento control para los mismos parámetros. Asimismo, obtuvo promedios superiores al tratamiento Deglet Noor, pero no fueron estadísticamente significantes. La fuente de polen Zahidi, induce un menor tiempo de madurez, mejor rendimiento, mayor porcentaje de amarre, pero el menor tamaño en el fruto de las cuatro fuentes de polen.

Estas mismas cuatro fuentes de polen fueron evaluadas, para analizar su influencia en el contenido de nutrientes, azúcares, minerales y fenoles en el fruto del dátil cultivar Medjool y sus resultados son mostrados en los Cuadros 2, 3 y 4.

Cuadro 2.- Composición proximal de dátiles Medjool, producto de la polinización con las fuentes de polen de los cultivares Deglet Noor, Khadrawy, Medjool y Zahidi. (g/100g, en peso seco).

Cultivar	Humedad	Proteína	Lípidos	Fibra	Ceniza
Deglet Noor	19.75b	2.30a	0.68a	8.86a	2.49b
Khadrawy	27.38a	3.35a	0.80b	6.98a	2.82c
Medjool	26.32a	2.92a	0.74b	7.15a	2.59b
Zahidi	20.51b	3.00a	0.78b	7.29a	2.58b
Control	17.14b	3.47a	0.74b	6.95a	2.36a

Los valores promedios con la misma letra en la misma columna, no son significativamente diferentes para un nivel del 5%. Datos recuperados de Salomon-Torres et al., 2018.

El polen del cultivar Khadrawy indujo el más alto contenido de humedad, proteína, lípidos, ceniza, azúcares totales, azúcares reductores, glucosa, fructosa, magnesio, calcio, azufre, sodio, cobre y fenoles totales, pero indujo el más bajo contenido de potasio. El tratamiento Medjool reportó el más alto contenido de azúcares reductores, sacarosa, calcio y selenio, pero fue el más bajo en azúcares totales, azúcares reductores, glucosa, fructosa, proteína, magnesio, hierro y zinc. La fuente de polen del cultivar Zahidi, presentó el más alto contenido en fibra cruda, pero el más bajo contenido en fenoles totales, fósforo, azufre, sodio y cobre. Finalmente, el cultivar Deglet Noor indujo el más alto contenido de potasio, zinc, silicio, cobre y hierro.

Cuadro 3.- Contenido de azúcares en los dátiles Medjool, producto de la polinización con las fuentes de polen de los cultivares Deglet Noor, Khadrawy, Medjool y Zahidi. (g/100g, en peso seco).

Cultivar	Azúcares totales	Azúcares reductores	Azúcares no reductores	Sacarosa	Glucosa	Fructosa
Deglet Noor	76.71ab	71.03b	5.68a	5.40ab	38.50a	32.53b
Khadrawy	77.78a	73.38a	4.40a	4.18b	38.75a	35.08a
Medjool	70.04c	63.41d	6.64a	6.31a	33.60c	29.80c
Zahidi	75.62b	70.42b	5.20a	4.94ab	36.92ab	33.49b
Control	71.16c	66.22c	4.94a	4.70ab	34.65bc	61.56bc

Los valores promedios con la misma letra en la misma columna, no son significativamente diferentes para un nivel del 5%.
Datos recuperados de Salomon-Torres et al., 2018.

Cuadro 4.- Contenido de minerales para los cuatro tratamientos y un control, en la palma receptora Medjool. (mg/100g, en peso seco).

Cultivar	Potasio	Magnesio	Calcio	Fosforo	Cobre	Sodio	Hierro	Zinc
Deglet Noor	869.96a	139.30c	106.76c	139.43b	1.14a	27.40d	0.76a	0.61
Khadrawy	794.30c	150.10a	131.73a	135.41c	0.86a	44.73a	0.34b	0.20c
Medjool	855.98b	136.72d	131.40a	143.37a	0.44b	34.63b	0.12d	0.08d
Zahidi	856.49b	145.75b	124.30b	105.40d	1.13a	24.03d	0.15c	0.10d
Control	858.28b	132.10e	105.23d	145.70a	0.99a	28.90c	0.12d	0.34b

Los valores promedios con la misma letra en la misma columna, no son significativamente diferentes para un nivel del 5%. Datos recuperados de Salomon-Torres et al., 2018.

Conclusiones

El proceso de extracción de polen es común para todos los productores, siendo la única diferencia su método manual ó el mecanizado. En México, la forma manual mediante el uso de una bombilla de hule, es la técnica de polinización más utilizada. Pocos lugares se utiliza la técnica de incrustar una o dos hebras de inflorescencias masculinas y en los oasis, se utiliza la técnica de polinización por el viento. En países más desarrollados como Estados Unidos e Israel, utilizan una maquina polinizadora. La fuente de polen del cultivar Khadrawy, presentó la mayor influencia en las propiedades físicas y químicas de los cuatro tratamientos evaluados, lo cual sugiere que podría ser el mejor tratamiento para obtener un fruto de calidad.

Literatura Citada

Abdelouauhab, Z. (2002). Date palm cultivation. Roma, Italia: Food and Agricultural Organization of the United Nations. PP 292.

AGROM. (2019). Palm tree pollination machine. Recuperado el 20 de Agosto del 2019, de <https://www.agrommachine.com/palm-tree-pollination-machine>

Al-khalifah, N. S. (2006). METAXENIA : Influence of pollen on the maternal tissue of fruits of two cultivars of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Bangladesh J. Bot. 35(2), 151-161.

Al-Mssallem, I. S., Hu, S., Zhang, X., Lin, Q., Liu, W., Tan, J., ... Yu, J. (2013). Genome sequence of the date palm *Phoenix dactylifera* L. Nature Communications, 4(1), 2274. <https://doi.org/10.1038/ncomms3274>

Awad, M. A. (2010). Pollination of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Khenazy by pollen grain-watersuspension spray. Journal of Food, Agriculture & Environment, 8(3 & 4), 313–317.

García-González, C., Salomón-Torres, R., Montero-Alpírez, G., Chávez-Velasco, D., Ortiz-Urbe, N., Ruiz-Ortiz, N. S., ... Curiel-Alvarez, M. A. (2019). Effect of pollen sources on yield oil extraction and fatty acid profile of the date seed (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar Medjool from Mexico. Grasas y Aceites, 70(3). <https://doi.org/10.3989/gya.0936182>

Ghnaim, H. D., & Al-Muhtaseb, J. A. (2006). Effect of Pollen Source on Yield , Quality and Maturity of “Mejhool” Date Palm. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 2(1), 8–15.

Hajian, S., & Hamidi-Esfahani, Z. (2015). Date Palm Status and Perspective in Iran. En J. M. Al-Khayri, S. Mohan-Jain, & D. V. Johnson (Editores), Date Palm Genetic Resources and Utilization: Volume 2: Asia and Europe (p. 566). Nueva York: Springer.

Jain, S. M., Al-Khayri, J. M., & Johnson, D. V. (2011). Date Palm Biotechnology. Holanda: Springer. PP 742 <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1318-5>

Ortiz-Urbe, N., Salomón-Torres, R., & Krueger, R. (2019). Date Palm Status and Perspective in Mexico. Agriculture, 9(46). <https://doi.org/10.3390/agriculture9030046>

Salomon-Torres, R., Ortiz-Urbe, N., Rafael, V.-A., Villa-Angulo, C., Norzagaray-Plasencia, S., & Garcia-Verdugo, C. D. (2017). Effect of pollenizers on production and fruit characteristics of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar Medjool in Mexico. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 41, 338–347. <https://doi.org/10.3906/tar-1704-14>

Salomón-Torres, R., Ortiz-Urbe, N., Sol-Urbe, J. A., Villa-Angulo, C., Villa-Angulo, R., Valdez-Salas, B., ... Norzagaray-Plasencia, S. (2018). Influence of different sources of pollen on the chemical composition of date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar Medjool in México. AJCS, 12(06), 1835–2707. <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.06.PNE1213>

Salomón-Torres, R., Ortiz-Urbe, N., Valdez-Salas, B., Rosas-González, N., García-González, C., Chávez, D., ... Krueger, R. (2019). Nutritional assessment, phytochemical composition and antioxidant analysis of the pulp and seed of medjool date grown in Mexico. PeerJ, 7, e6821. <https://doi.org/10.7717/peerj.6821>

Zhao, Y., Williams, R., Prakash, C. S., & He, G. (2012). Identification and characterization of gene-based SSR markers in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). BMC Plant Biology, 12(1), 237. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-12-237>

HONGOS ENDÓFITOS COMO AGENTES PROTECTORES CONTRA INSECTOS PLAGA

Ek-Ramos María Julissa¹, Ashley Tessnow², Gregory Sword²

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, 66451, San Nicolás de los Garza, N.L. México. Email: maria.ekramos@uanl.edu.mx

²Department of Entomology, Texas A&M University, College Station, Texas, USA 77843-2475

Resumen

Los insectos chupadores, miembros del orden Hemiptera, han surgido como plagas importantes del algodón, al reducir los rendimientos directamente al alimentarse de cuadrados (botones florales) y cápsulas (frutos inmaduros), e indirectamente mediante la vectorización de patógenos de plantas. Todas las plantas, incluido el algodón, albergan una amplia gama de endófitos (microorganismos que viven dentro del tejido vegetal sin causar daño aparente). La evidencia creciente sugiere que los endófitos pueden ser mutualistas benéficos que confieren protección a la planta contra una variedad de condiciones de estrés abiótico y biótico, que incluyen sequía, calor, insectos herbívoros, nemátodos y patógenos. En este trabajo se utilizaron ensayos de elección y de no elección, para examinar el comportamiento de selección de *Lygus hesperus* y *Nezara viridula*, dos plagas hemípteras emergentes en el algodón, en respuesta a cuadrados y cápsulas de plantas colonizadas endofíticamente con dos aislados de hongos candidatos benéficos diferentes. Los resultados mostraron que ambas especies de hongos conferían tolerancia, en cuadrados contra *L. hesperus*, y en cápsulas contra *N. viridula*. Los tejidos se obtuvieron de plantas colonizadas, en comparación con las plantas control que habían sido tratadas solo con agua. Los resultados indicaron que ambas especies de insectos fueron disuadidas antes del contacto con los tejidos vegetales de las plantas colonizadas por endófitos, lo que sugiere un posible papel subyacente para los compuestos volátiles en la mediación de la respuesta negativa. Además, el rendimiento se incrementó en plantas inoculadas endofíticamente, independientemente de la cepa analizada. Estos resultados resaltan el papel de los endófitos fúngicos como mutualistas de plantas de algodón que pueden tener efectos positivos sobre la tolerancia a las plagas, la aptitud y los rendimientos correspondientes en el campo.

Palabras clave: Hongos entomopatógenos; Hemiptera; Mutualismo.

Introducción

Los hongos o bacterias que se establecen en las plantas y que no causan daño aparente, ni síntomas de enfermedad, se conocen como endófitos (Schulz y Boyle, 2005). Gurulingappa et al. (2010) demostraron que los patógenos fúngicos de insectos (entomopatógenos) también pueden inocularse como endófitos, dentro de varios cultivos de monocotiledóneas y dicotiledóneas, que incluyen frijol, trigo, maíz, calabaza, tomate y algodón. Plantas de algodón tratadas con *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. exhibieron mayor biomasa y mayor número promedio de botones florales (Lopez y Sword, 2015). Se demostró también que una formulación comercial de *B. bassiana* (BotaniGard) coloniza endofíticamente las plantas de fresa y repollo y promueve su crecimiento (Dara et al., 2016; Dara 2013). Por lo tanto, en el presente trabajo se analizó el efecto de la inoculación de la cepa GHA del hongo entomopatógeno *B. bassiana* y del aislado endófito *Phialemonium inflatum*.

Materiales y Métodos

Insectos

Los huevos de *Lygus hesperus* se obtuvieron de una cría mantenida por el Dr. Mehga Parajulee en el Centro de Investigación y Extensión Texas A&M AgriLife en Lubbock, TX y los huevos de *Nezara viridula* fueron proporcionados por el Dr. Jesus Esquivel del USDA-ARS Southern Plains Research Center en College Station, TX.

Inoculación de plantas con endófitos

Se utilizaron el endófito fúngico *Phialemonium inflatum* (= *Paecilomyces inflatus*) (cepa TAMU490) y *Beauveria bassiana* cepa GHA, aislado del producto comercial Botanigard®. Ambos hongos fueron cultivados en medio de agar papa dextrosa (PDA) en placas de Petri y se prepararon soluciones de micelio y esporas en solución Triton X-100 al 0,1% estéril, a una concentración de 10^7 esporas / ml. Las plantas tratadas con endófitos y los controles se cultivaron a partir de semillas de algodón americano no transgénico (*Gossypium hirsutum*) (variedad LA122, AllTex Seed Co., Levelland, TX, EE. UU.) Las semillas de algodón fueron esterilizadas por inmersión en 70% de etanol durante 3 minutos con agitación constante, seguido por 3 min en NaOCl al 2% y finalmente, 3 lavados en agua estéril. El tercer lavado con agua estéril se sembró en medio PDA para confirmar la esterilización de la superficie. Las semillas se remojaron durante 24 h en vasos de precipitado que contenían soluciones de 10^7 esporas / ml de los 2 hongos utilizados, más agua estéril como control. Los vasos de precipitado

se colocaron en una cámara de cultivo a 32 ° C durante la noche (aproximadamente 12 h) hasta plantar al día siguiente. Las plantas se crecieron en condiciones de invernadero y campo.

Confirmación de colonización endófito

Se confirmó la colonización de las plantas tratadas con endófitos mediante el uso de placas PDA con penicilina G (100 unidades / ml) y estreptomicina (100 mg / ml), para suprimir el crecimiento bacteriano. De igual manera se confirmó mediante PCR, usando cebadores específicos para *Phialemonium inflatum* (= *Paecilomyces inflatus*) (cepa TAMU490) y *Beauveria bassiana* como se describió anteriormente en Lopez et al. (2014).

Ensayos de comportamiento

Se realizaron ensayos de no elección y elección simultánea para comparar la respuesta de *L. hesperus* y *N. viridula* hacia flores en desarrollo (cuadrados) y frutos (cápsulas) de plantas no tratadas y tratadas con endófitos. Los ensayos se realizaron en una sala de observación controlada a 30 ° C en placas de petri de 10 cm de diámetro, con una capa delgada de agar al 2% en la parte inferior, para proporcionar humedad para los cuadrados (ensayos con *L. hesperus*) y cápsulas (ensayos con *N. viridula*).

Análisis de los datos

En los ensayos de no elección se utilizó la Prueba de Rangos Firmados de Wilcoxon (Zar 1999). La frecuencia de contacto de los insectos, con cuadrados o cápsulas de plantas tratadas con endófitos, se comparó con la frecuencia esperada de individuos que no lo hacían, en función del grupo control se analizó con una prueba de chi-cuadrado. El tiempo del primer contacto se comparó entre los grupos mediante un ANOVA unidireccional. Todos los análisis incluyeron pruebas de normalidad y homogeneidad de variaciones y se realizaron con SPSS 22 (SPSS Inc.)

Resultados y Discusión

Los hongos *P. inflatum* (TAMU490) y *B. bassiana* Botanigard ® colonizaron algodón como endófito y los tratamientos con semillas mostraron efectos sobre el comportamiento de selección de dos hemípteros: *L. hesperus* y *N. viridula*. También se detectó colonización ocasional de plantas controles no tratadas con los endófitos objetivo, pero no se determinó si fue debido a contaminación antes de plantar o a colonización natural que ocurrió durante el crecimiento posterior de la planta. En general, nuestros hallazgos de colonización y

comportamiento de los insectos son consistentes con estudios previos, y presentan evidencia de la importancia de un posible papel subyacente para los compuestos volátiles en la mediación de la respuesta negativa de los insectos a interacciones mutualistas entre plantas y hongos endófitos.

Conclusiones

Los resultados destacan el papel de los endófitos fúngicos como mutualistas de plantas que pueden tener resultados positivos en el rendimiento y efectos sobre la tolerancia de las plantas a las plagas.

Literatura Citada

Dara, S. K. (2013) Entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* promotes strawberry plant growth and health. UCANR eJournal Strawberries and Vegetables, 30 September 2013.

Dara, S. K., Dara, S.S.R. y Dara, S.S. (2016) First report of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea*, and *Metarhizium brunneum* promoting the growth and health of cabbage plants growing under water stress. UCANR eJournal Strawberries and Vegetables, 19 September 2016.

Gurulingappa, P., Sword, G.A., Murdoch, G. y McGee, P.A. (2010) Colonization of crop plants by fungal entomopathogens and their effects on two insect pests when in planta. Biological Control, 55, 34–41.

Lopez, D.C. y Sword, G.A. (2015) The endophytic fungal entomopathogens *Beauveria bassiana* and *Purpureocillium lilacinum* enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*). Biological Control, 89, 53–60.

Lopez, D.C., Zhu-Salzman, K., Ek-Ramos, M.J. y Sword, G.A. (2014) The entomopathogenic fungal endophytes *Purpureocillium lilacinum* (formerly *Paecilomyces lilacinus*) and *Beauveria bassiana* negatively affect cotton aphid reproduction under both greenhouse and field conditions. PLoS ONE, 9(8), e103891.

Schulz, B. y Boyle, C. (2005) The endophytic continuum. Mycological Research, 109, 661–686.

Zar, J.H. (1999) Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

BIOTECNOLOGÍA DEL MELÓN: REALIDAD O FICCIÓN

Nuñez-Palenius, Hector Gordon¹; Herrera-Isidró Lisset²

Departamento de Agronomía, DICIVA-CIS, Universidad de Guanajuato¹. Instituto Politécnico Nacional,
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato (UPIIG)²

Resumen

El mejoramiento genético del melón se ha basado fundamentalmente en el cruzamiento de plantas, lo que ha permitido la obtención de nuevas variedades con frutos uniformes y de gran calidad, así como genotipos con buenos rendimientos y resistencia a enfermedades. Sin embargo, existen fuertes barreras de incompatibilidad sexual a nivel interespecífico e intergénico que limitan el uso del potencial genético en los programas de mejoramiento tradicional. Las estrategias biotecnológicas basadas en la transferencia de genes, han posibilitado el desarrollo de nuevas variedades en menos tiempo, evitando las barreras genéticas naturales. En este artículo se abordan resultados relevantes referidos a la biotecnología del melón.

Abstract

Melon genetic improvement has been mainly based on plant breeding, which has allowed the development of new varieties with uniform and high quality fruits plus genotypes with good yield and disease resistance. However, there are barriers of sexual incompatibility at interspecific and intergenic levels which limit the use of the traditional genetics breeding programs. Biotechnological strategies based on gene transfer have enabled the development of new varieties in less time, avoiding natural genetic barriers. This article discusses relevant results related to melon biotechnology.

Palabras clave: melon, biotecnología, mejoramiento genético

Introducción

El melón, (*Cucumis melo* L.) ($2n = 24$ cromosomas) es una hortaliza de gran importancia en las regiones tropicales y subtropicales. La producción mundial de melón ascendió en 2017 a más de 31 millones de toneladas (FAOSTAT Data, 2017). A través del mejoramiento genético del melón se han obtenido variedades e híbridos de exquisito sabor, con buenos rendimientos, resistencia a enfermedades y buena calidad de frutos. Sin embargo, las fuertes barreras de incompatibilidad sexual a nivel interespecífico e intergénico, la gran susceptibilidad del cultivo a

factores bióticos, la baja tolerancia a la sequía y a la salinidad, unido al proceso normal de senescencia, ha limitado el uso del potencial genético de este cultivo en el mejoramiento tradicional (Sultana y Mahabubur, 2014). La Biotecnología, en combinación con los métodos tradicionales, constituyen las estrategias a seguir para garantizar el abasto y calidad de los productos agrícolas (OECD, 2009).

Desarrollo

El mejoramiento tradicional ha permitido durante décadas un aumento considerable de variedades de melón, contribuyendo al desarrollo de frutos de calidad y genotipos resistentes a plagas, enfermedades, estreses abióticos, entre otros. Sin embargo, estos procedimientos son largos, costosos y no garantizan la permanencia estable de las características mejoradas en las siguientes generaciones de las variedades comerciales. La Biotecnología, basada en el uso de cultivo de tejidos y de ingeniería genética, ha incrementado los rendimientos y permitido el crecimiento bajo condiciones desfavorables, superando la incompatibilidad interespecífica. Las técnicas de rescate de embriones, polinización *in vitro*, y de hibridación somática mediante el aislamiento y fusión de protoplastos han sido exitosas en el desarrollo de nuevos melones (Navrátilová et al., 2011).

Un sistema de regeneración *in vitro* es un requisito fundamental para el mejoramiento genético, a través de la transgénesis. El melón se considera una especie difícil de regenerar, sin embargo, recientemente diversos métodos de regeneración han sido descritos, ya sea por organogénesis o por embriogénesis somática (Pitrat, 2008). Un problema ha sido la generación de plantas con diferentes niveles de ploidía, acentuándose en brotes que provienen de cotiledones (Ren et al., 2013). El genotipo es el factor más importante, seguido de la fuente y tipo de explante (yemas adventicias y axilares, embriones somáticos, protoplastos), la composición del medio de cultivo y las condiciones ambientales como la luz, temperatura y humedad (Sebastiani y Ficcadenti, 2016).

La producción eficiente de plantas diploides por embriogénesis somática fue reportada por Guis et al. (1997) para el cv. Védrantais, donde se produjeron al menos 10 embriones por semilla. La producción de embriones somáticos tiene además requerimientos de auxinas, como el 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), en combinación con Bencilaminopurina (BA) (Akasaka-Kennedy et al., 2004), o tidiazurón (TDZ) (Liborio-Stipp et al., 2001) y fotoperiodo (Guis et al., 1997).

El grupo de Yoshioka et al. (1992) obtuvo las primeras plantas de melón a las que se transfirió el gen de la proteína de la cubierta (PC) del CMV. Posteriormente, se han obtenido otras variedades transgénicas de melón con resistencia a otros virus o múltiples virus, en las que se observa una carencia de síntomas o retardo en la acumulación de partículas virales. Hui-Wen et al. (2009) transfirieron la PC del ZYMV a la variedad oriental de melón Silver Ligth y se observó que la inmunidad contra el virus de las plantas transformadas fue variable y se adjudicó a un mecanismo de Silenciamiento génico postranscripcional (PTGS). También se ha logrado la obtención de plantas resistentes de la variedad *cantalupensis* al virus de la mancha anular de la papaya (*Papaya ringspot virus*: PRSV) tipo W, en las cuales el gen completo de la PC fue introducido en sentido o antisentido (Krubphachaya et al., 2007). Emran et al. (2012) indujeron resistencia mediada por PTGS al virus del moteado verde del pepino (*Cucumber green mottle mosaic virus*: CGMMV) en plantas transgénicas de *C. melo* L. cv. Prince, en las que se insertó el gen de la PM en copia simple o en repetidos dobles. En el caso de las plantas transgénicas de *C. melo* L. cv. Vedrantais, portadoras del gen de *HC-Pro*, se obtuvieron niveles de resistencia superiores al 90% al ser inoculadas mecánicamente con extractos de ZYMV (Leibman et al., 2011), aunque los RNAi provenientes del transgen no fueron tan elevados.

Para contrarrestar la infección por *F. oxysporum*, se han obtenido líneas transgénicas de melón oriental (*C. melo* L. var. *makuwa* cv. Silver Light), capaces de expresar genes fusionados que codifican para la proteína antifúngica AFP y la enzima hidrolítica quitinasa. Al ser inoculadas con *F. oxysporum*, las plantas transgénicas exhibieron una severidad reducida, con índices de enfermedad en el rango de 16 a 20 %, mientras que frente a *Rhizoctonia solani*, se obtuvo alrededor de un 60 % de resistencia en las plantas transgénicas (Bezirganoglu et al. 2013). Se han obtenido plantas transgénicas de melón resistentes a *Pseudoperonospora cubensis*, las cuales sobreexpresan los genes que codifican para las aminotransferasas At1 y At2 [revisado por Núñez-Palenius et al. (2008)]. La sobreexpresión de estos genes en melón confirió resistencia *P. cubensis* en plantas de la variedad susceptible BU21/3 (Taler et al., 2004). Posteriormente se demostró la inducción de resistencia al mismo patógeno en hojas de melón cisgénico de la variedad susceptible BU21/3, al sobreexpresar una copia de los genes *At1* o *At2*, cuando ambos provenían de la variedad susceptible Hemed, lo que sugiere que la carencia de resistencia inicial es resultado de la inhibición transcripcional de los genes *At* (Benjamin et al., 2009).

Otra propiedad destacada que se ha conferido al melón a través de la transgénesis es la mejora en las características de poscosecha. Ayub et al. (1996), usaron el sistema de transformación por *A. tumefaciens* en el melón Cantaloupe tipo Charentais cv. Vedrantaís para transferir el gen de la enzima ACC oxidasa de melón bajo el control de un promotor constitutivo, en orientación antisentido. Clendennen et al. (1999). Utilizaron el producto del gen que codifica para la S-adenosil metionina hidrolasa (SMAasa) con el objetivo de catalizar la degradación del precursor inicial del etileno. De forma similar Peters et al. (1999) sobrexpresaron el gen de la ACC oxidasa de manzana en orientación antisentido y generó cuatro líneas de melón transgénico Cantaloupe cv. Vedrantaís. A diferencia de Ayub et al. (1996), que aplicó la tecnología de ARN antisentido en la variedad de melón Cantaloupe, Nuñez-Palén et al. (2007) utilizaron el cultivar de melón *reticulatus*, tipo Krymka, para reducir la producción de etileno de frutos mediante la introducción de una sola copia del gen ACC oxidasa en orientación antisentido. Hao et al. (2011) reportaron la transformación de melón vía tubo polínico utilizando un vector libre de marcador de selección, incorporando en antisentido, el gen de la ACC oxidasa en el cv. Hetao. La transformación mediante esta vía no requiere de métodos de regeneración *in vitro* de los tejidos transgénicos. Los frutos obtenidos mostraron bajos niveles de etileno, mejor firmeza y la vida de anaquel se extendió hasta 30 días en contraste con los 12 días para los frutos no transgénicos. Otra estrategia ha sido la obtención de plantas transgénicas de melón con la expresión suprimida del gen de la enzima invertasa ácido-soluble MAI1. Las plantas modificadas fueron débiles y se desarrollaron más lentamente que los controles. Sin embargo, en los frutos se observó un alto contenido de sacarosa y un menor tiempo para completar el desarrollo del fruto (Tian et al., 2010).

Se han manipulado las hormonas que controlan el patrón de expresión sexual en las plantas del melón. Papadopoulou et al. (2005) produjeron melones transgénicos al expresar constitutivamente la enzima biosintética del etileno, la 1-Aminociclopropanocarboxilato sintasa (ACS). Switzenberg et al. (2014) expresaron el gen de la ACS, en plantas de melón andromonoicas, utilizando dos promotores órgano-específicos; “Apetala3” (AP3) y el “Pinza de cangrejo” (CRC) de *Arabidopsis*. Posteriormente, Switzenberg et al. (2015) transformaron plantas de melón andromonoicas del cultivar Hale’s Best Jumbo con la construcción *CRC::etr1-1*. Ellos evaluaron sus características de expresión sexual de flores y desarrollo, cuajado y maduración del fruto, tanto en invernadero como en campo abierto. Estos autores encontraron que las plantas con el transgen mostraron mayor número de flores con carpelos sobre el tallo principal y se formaron cuando menos unos 7 o 10 nodos antes, en comparación con plantas control. Igualmente, las plantas transgénicas presentaban la conversión de flores hermafroditas

hacia flores totalmente femeninas en el 50 % del total de flores en cada planta, así como frutos y ovarios elongados en comparación con las plantas control.

Conclusiones

Aunque las dificultades en la transformación genética de melón persisten, se ha logrado reducir los tiempos de obtención de variedades con características especiales. Es necesario ampliar el uso de sistemas de transformación libres de genes marcadores de selección que confieran resistencia a antibióticos para que los productos tengan una mejor aceptación comercial y regulatoria. La vasta información que se ha generado a partir de la secuenciación del genoma de melón ha intensificado la exploración de la función de genes específicos y su impacto sobre la resistencia a patógenos, regulación metabólica, tolerancia a factores bióticos y abióticos y atributos de calidad. La reciente aplicación de la genómica funcional, propiciará la utilización de genes más específicos y/o complejos que definan procesos fisiológicos y bioquímicos en melón.

Literatura Citada

- Akasaka-Kennedy Y., Tomita K. y Ezura H. (2004) Efficient plant regeneration and Agrobacterium-mediated transformation via somatic embryogenesis in melon (*Cucumis melo* L.). *Plant Science* 16, 763–769.
- Ayub, R., Guis M., BenAmor M., Gillot L., Roustan J. P., Latche A., Bouzayen M. y Pech J. C. (1996). Expression of ACC oxidase antisense gene inhibits ripening of Cantaloupe melon fruits. *Natural Biotechnology* 14, 862–866.
- Benjamin I., Kenigsbuch D., Galperin M., Abrameto J. A. y Cohen Y. (2009) Cisgenic melons over expressing glyoxylate-aminotransferase are resistant to downy mildew. *European Journal of Plant Pathology* 125, 355–365.
- Bezirganoglu I., Hwang S. Y., Fang T. J. y Shaw J. F. (2013) Transgenic lines of melon (*Cucumis melo* L. var. makuwa cv. 'Silver Light') expressing antifungal protein and chitinase genes exhibit enhanced resistance to fungal pathogens. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 2, 227-237.
- Clendennen S., Kellogg J. A., Wolf K. A., Matsumura W., Peters S., Vanwinkle J. E., Copes B., Pieper M. y Kramer M. G. (1999) Genetic engineering of cantaloupe to reduce ethylene biosynthesis and control ripening. In: *Biology and Biotechnology of the Plant Hormone Ethylene II*. Kanellis, A., Chang, C., Klee, H., Bleecker, A. B., Pech, J. C. and Grierson, D. (eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Emran A. M., Tabei Y., Kobayashi K., Yamaoka N. y Nishiguch M. (2012) Molecular analysis of transgenic melon plants showing virus resistance conferred by direct repeat of movement gene of Cucumber green mottle mosaic virus. *Plant Cell Reports* 31, 1371-1377
- FAOSTAT (2017) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. Disponible en <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Consultado el 5 de Agosto de 2016.
- Guis M., A. Latche A., Pech J. C. y Roustan J. P. (1997) An efficient method for production of diploid cantaloupe Charentais melon (*Cucumis melo* L var. cantalupensis) by somatic embryogenesis. *Scientia Horticulturae* 69, 199–206.

Hao J., Niu Y., Yang B., Gao F., Zhang L., Wang J. y Hasi A. (2011) Transformation of a marker-free and vector-free antisense ACC oxidase gene cassette into melon via the pollen-tube pathway. *Biotechnology Letters* 33, 55-61.

Hui-Wen W., Yu T. A., Raja J. A., Wang H. C. y Yeh S. D. (2009) Generation of transgenic oriental melon resistant to Zucchini yellow mosaic virus by an improved cotyledon-cutting method. *Plant Cell Reports* 28, 1053-1064.

Krubphachaya P., Jurícek M. y Kertbundit S. (2007) Induction of RNA-mediated resistance to Papaya ringspot virus type W. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology* 40, 404-411.

Leibman D., Wolf D., Saharan V., Zelcer A., Arazi T., Yoel S., Gaba V. y Gal-On A. (2011). A High Level of Transgenic Viral Small RNA Is Associated with Broad Potyvirus Resistance in Cucurbits. *Molecular plant-microbe interactions* 24, 1220-1238.

Liborio-Stipp L. C., Januzzi V. M., Stefano S. M. D. y Martinelli A. P. (2001) In vitro morphogenesis of *Cucumis melo* var. inodorus. *Plant Cellular Tissue Organ Culture* 65, 81–89.

Navrátilová, B., Skálová D., Ondřej V., Kitner M., Lebeda A. (2011) Biotechnological methods utilized in *Cucumis* research – A review. *Horticultural Science* (4), 150–158.

Nuñez-Palenius H. G., Huber D. J., Klee H. J. y Cantliffe D. J. (2007). Fruit ripening characteristics in a transgenic 'Galia' male parental muskmelon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Ser.) line. *Postharvest Biology and Technology* 44, 95–100.

Nuñez-Palenius H. G., Gomez-Lim M., Ochoa N., Grumet R., Lester G. y Cantliffe D. J. (2008). Melon Fruits: Genetic Diversity, Physiology, and Biotechnology Features. *Critical Reviews in Biotechnology* 19, 13–55.

OECD (2009) Biotechnologies in Agriculture and Related Natural Resources to 2015. *OECD Journal: General Papers* 3, 2–106.

Papadopoulou E., Little H. A., Hammar S. A. y Grumet R. (2005) Effect of modified endogenous ethylene production on sex expression, bisexual flower development and fruit production in melon (*Cucumis melo* L.). *Sex Plant Reproduction* 18, 131–142.

Peters J. A., Schuch M. W., Silva J. A. y Rombaldi C. V. (1999) Transformação genética do meloeiro e da macieira. *Biotecnologia Ciencia e Desenvolvimento* 11,10–13.

Pitrat M. (2008) Chapter Vegetables I Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae. In: *Handbook of Plant Breeding* J. Prohens-Tomás and F. Nuez (eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Berlin, Germany.

Ren Y., Bang H., Gould J., Rathore K., Patil B. y Crosby K. (2013). Shoot regeneration and ploidy variation in tissue culture of honeydew melon (*Cucumis melo* L. inodorus). *In vitro Cellular and Developmental Biology - Plant* 49, 223-229.

Sultana R.S. y Mahabubur R.M.D. (2014) Biotechnological Techniques for the Changing Climatic Conditions of the 21st Century. *International Journal of Genetic and Genomic* 3, 30-41.

Tian H., Ma L., Zhao C., Hao H., Gong B., Yu X. y Wang X. (2010) Antisense repression of sucrose phosphate syntase in transgenic muskmelon alters plant growth and fruit development. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 393, 365-379.

VALORIZACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE LOS RESIDUOS VINÍCOLAS DE BAJA CALIFORNIA

Tzintzun Camacho Olivia¹

Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California¹, Calle a Delta S/N, Ejido Nuevo León, C.P. 21705, Mexicali, Baja California. otzintzun@uabc.edu.mx

Resumen

Derivado de la actividad vinícola se genera una gran cantidad de residuos que no son dispuestos y aprovechados adecuadamente. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar metodologías para la obtención de hidrolizados a partir de los residuos vinícolas y su aplicación en el desarrollo de cultivos agrícolas. Se recolectaron muestras de orujo de uva para vino tinto, blanco y rosado generados por dos industrias del Valle de Guadalupe. Los residuos se secaron, molieron y fueron sometidos a un proceso de hidrólisis ácida seguido de un tratamiento térmico a alta presión. Se realizó la caracterización (azúcares reductores, azúcares totales y fenoles totales) y pruebas de funcionalidad de los de los hidrolizados. Como resultado se obtuvo que la concentración de azúcares reductores y totales fue mayor en los hidrolizados de orujo de vino rosado (8.12 ± 0.61 g/L y 13.22 ± 0.80 g/L, respectivamente). Mientras que la mayor concentración de fenoles totales se obtuvo en el hidrolizado de vino tinto (0.32 ± 0.04 mg/mL). Cabe destacar que el hidrolizado de vino rosado estimuló la germinación de semillas de lechuga y rábano en comparación con los controles. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este trabajo son evidencia del aprovechamiento de los hidrolizados vinícolas en el área agrícola, principalmente, en la germinación de semillas.

Palabras clave: aprovechamiento, orujo de uva, compuestos bioactivos

Abstract

Derived from the wine activity, a large amount of waste is generated that are not discarded and used properly. Therefore, the aim of this study was to evaluate methodologies to obtain hydrolysates and their application in the development of agricultural crops. Marc samples of red wine, white and pink were collected from two wine industries in the Guadalupe Valley. The residues were dried and ground; after that, an acid hydrolysis process was carried out followed by a high-pressure thermal treatment. Hydrolysates were characterized (reducing sugars, total sugars and total phenols), and functional assays were conducted. As result, the concentration of reducing and total sugars was high in the hydrolysates of pink wine marc (8.12 ± 0.61 g/L and

13.22 $\pm$ 0.80 g/L, respectively). While, a high concentration of phenols was obtained in the hydrolysates of red wine (0.32 $\pm$ 0.04 mg/mL). It is important mention that the hydrolysates of pink wine stimulated the germination of lettuce and radish seeds compared with the control treatment. Therefore, the results obtained in this study are evidence of the use of wine hydrolysates in the agricultural area, mainly, for the seed germination.

Keywords: utilization, grape marc, bioactive compounds

Introducción

Baja California se caracteriza por ser el principal productor de uva para vino en la República Mexicana con 4250 hectáreas establecidas (Secretaría de Fomento Agropecuario, 2015); y por contar con la principal zona productora de vinos a nivel nacional, responsable del 90 % de la producción total (Larousse de los vinos, 2008; Meraz, 2009). Cabe destacar que se tienen registradas cerca de 72 casas vinícolas en los diferentes valles de Baja California, destacando el Valle de Guadalupe como la zona mayormente reconocida por sus casas vitivinícolas y por su ruta turística. Por consiguiente, Baja California se ha posicionado a nivel nacional e internacional como la región en la que se producen los mejores vinos del país.

El desarrollo de la industria vitivinícola en esta entidad ha originado una rápida expansión turística y empresarial. Sin embargo, el procesamiento industrial de la uva ha ocasionado también la generación de residuos orgánicos que carecen de un tratamiento adecuado para su disposición, y en algunos casos el tratamiento sólo es de compostaje. En la elaboración del vino los principales residuos generados son el orujo (semillas y piel). El orujo es el 15-40% del peso total de la uva y contiene concentraciones importantes de mosto, azúcares, ácido tartárico, taninos y otras materias extractivas (Fabbri *et al.*, 2015).

En algunos países se han desarrollado procesos para el aprovechamiento de los residuos vinícolas con aplicaciones en el área agronómica, farmacéutica/cosmética y/o energética, debido a sus compuestos bioactivos (taninos, ácido tartárico, polifenoles, antocianinas). Sin embargo, el planteamiento de alternativas para incrementar el valor económico de un residuo, es consecuencia del estudio de la problemática concreta de una región. En el caso del estado de Baja California, se requieren plantear estrategias tecnológicas para el aprovechamiento de los residuos vinícolas por parte de las casas vinícolas para la generación de productos de alto valor agregado. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue establecer metodologías para la obtención de hidrolizados a partir de los residuos vinícolas (ricos en compuestos bioactivos y nutricionales) y su aplicación en el desarrollo de cultivos agrícolas.

Materiales y Métodos

Muestreo de los residuos vinícolas: el muestreo de los residuos vinícolas se realizó en el mes de septiembre y octubre de 2017 en dos plantas viticultoras del Valle de Guadalupe en Ensenada, Baja California. Se tomaron muestras representativas de 10 kg de orujo de uva para vino tinto, vino blanco y vino rosado. Los residuos vinícolas fueron almacenados en bolsas ziploc a -20°C hasta su uso.

Obtención de hidrolizados de los residuos vinícolas: se realizó el secado de los orujos de uva para vino tinto, rosado y blanco a 80°C durante 48 h. Los orujos secos se molieron hasta obtener un polvo fino. Posteriormente, se realizó un tratamiento de hidrólisis ácida de los polvos con ácido clorhídrico (10% v/v) seguido de un tratamiento de explosión de vapor de acuerdo al método descrito por Tzintzun et al., (2016).

Cuantificación de azúcares reductores y totales: se realizó la cuantificación de azúcares reductores en los hidrolizados empleando el método modificado del ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) descrito por Miller (1959). Cabe destacar que se preparó una curva patrón de glucosa (0 a 1 g/L) como estándar para la cuantificación de azúcares reductores. La concentración de azúcares totales se determinó con el método modificado de Fenol-Sulfúrico descrito por Dubois (1956). Cabe destacar que se preparó una curva estándar de sacarosa empleando concentraciones en un rango de 0.1 a 0.5 g/L.

Cuantificación de fenoles totales: se determinó la concentración de fenoles totales empleando el método modificado de Lapornik, Prosek y Wondra (2005). Para cuantificar la concentración de fenoles totales en las muestras, se empleó la ecuación de la curva patrón de ácido gálico (0.05 a 0.25 mg/mL).

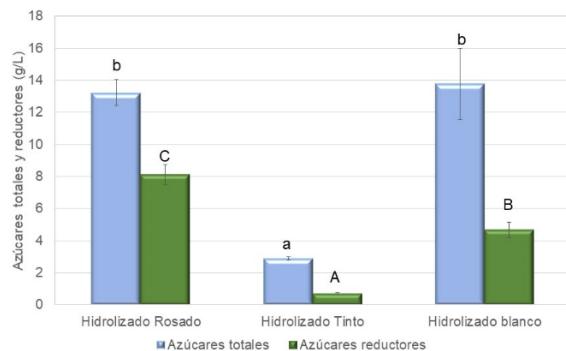
Ensayos de germinación de semillas empleando hidrolizados de residuos vinícolas: se evaluó la funcionalidad del hidrolizado de orujo de vino rosado sobre la germinación de seis especies de semillas (*Beta vulgaris subsp. Vulgaris*, *Ocimum basilicum*, *Allium shoenoprasum*, *Lactuca sativa*, *Raphanus sativus* y *Capsicum annuum*). Se empleó un diseño factorial completamente al azar con dos factores: (i) tipo de semilla (con 6 niveles) y (ii) tratamiento (control e hidrolizado de vino rosado), para cada tratamiento se emplearon 25 réplicas. Las semillas se incubaron en una cámara ambiental con fotoperiodos de 12 h a una temperatura de 22-25 °C.

Resultados y Discusión

Caracterización de los hidrolizados de residuos vinícolas

Con el objetivo de evaluar un pretratamiento adecuado para someter a los orujos de uva (vino tinto, rosado y blanco), y obtener hidrolizados ricos en compuestos nutritivos y bioactivos, se evaluó un pretratamiento de hidrólisis ácida y explosión con vapor para garantizar el rompimiento de polímeros de pared celular. En primer lugar, se analizó la concentración de azúcares reductores (Figura 1a), observándose que la mayor concentración se obtuvo en el orujo de uva para vino rosado (8.12 ± 0.61 g/L), seguido del orujo de vino blanco (4.67 ± 0.48 g/L) y tinto (0.72 ± 0.05 g/L). Mientras que, en el caso de los azúcares totales, se obtuvo la mayor concentración en los orujos de vino rosado (13.22 ± 0.80 g/L) y blanco (13.78 ± 2.21 g/L), y la menor concentración en el orujo de vino tinto (2.90 ± 0.1 g/L). Por otra parte, se determinó la concentración de fenoles totales en los hidrolizados de los residuos vinícolas. Como se observa en la Figura 1b, la mayor concentración de fenoles totales se observó en el hidrolizado del orujo de vino tinto (0.32 ± 0.04 mg/mL), en comparación con el vino rosado (0.20 ± 0.01 mg/mL) y blanco (0.18 ± 0.01 mg/mL).

a)



b)

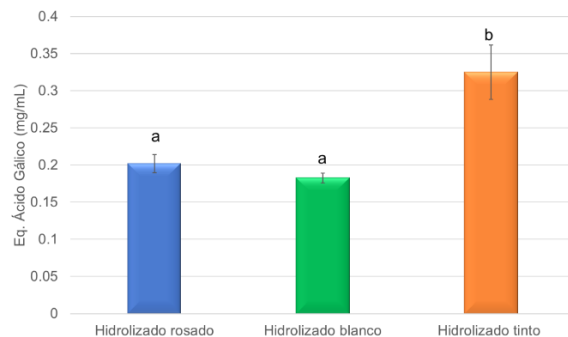


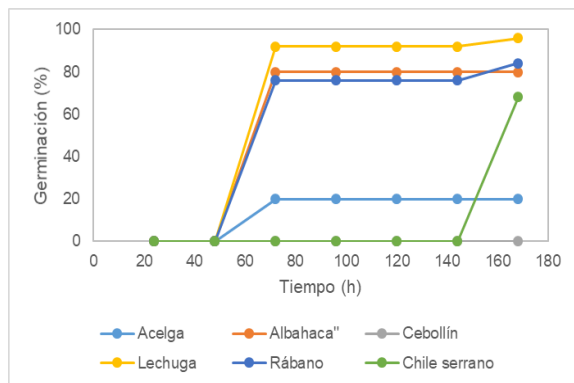
Figura 1. Determinación de compuestos bioactivos en los hidrolizados de orujo de uva para vino tinto, rosado y blanco. a) Concentración de azúcares reductores y totales. b) Concentración de fenoles totales. Los tratamientos con letra diferentes son significativamente diferentes (Prueba Tukey-Kramer, $\alpha \leq 0.05$).

Efecto de los hidrolizados sobre la germinación de semillas y crecimiento

Con el objetivo de evaluar la funcionalidad de los hidrolizados de los residuos vinícolas, se evaluó el efecto de los hidrolizados sobre seis especies agrícolas. En los ensayos se evaluó el índice de germinación, así como el crecimiento de tallo y raíces de las plántulas. Al comparar el

efecto del hidrolizado de orujo de vino rosado sobre la germinación de las semillas (Figura 2), se observó que la lechuga alcanzó porcentajes de germinación similares a los experimentos control ($92 \pm 4\%$). Mientras que la germinación de las semillas de rábano tratadas con hidrolizado fue superior en comparación con los experimentos control (92% y 84%, respectivamente). Sin embargo, la estimulación de la germinación de las semillas de albahaca y acelga fue menor con el hidrolizado (60 y 12 %, respectivamente) en comparación con los experimentos control (80 y 20%, respectivamente).

a)



b)

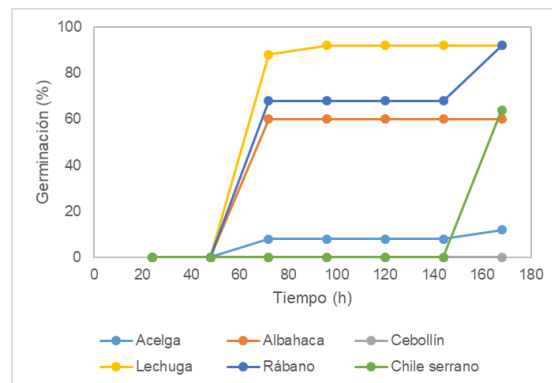
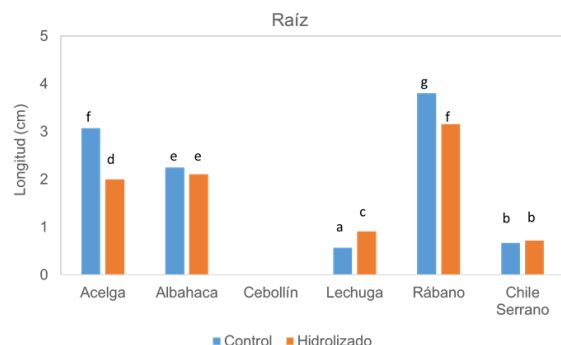


Figura 2. Índice de germinación de seis especies de semillas bajo diferentes tratamientos: a) Experimentos control (semillas tratadas con agua destilada), b) Experimentos con hidrolizado de orujo de vino rosado.

Asimismo, se evaluó el efecto del hidrolizado de orujo de vino rosado sobre el crecimiento de raíces y parte aérea de las seis especies en estudio. Como se observa en la Figura 3a, las semillas de lechuga tratadas con el hidrolizado presentaron un incremento en la longitud de las raíces en comparación con los experimentos control. Mientras que para la acelga, albahaca y rábano no se observaron diferencias significativas en la longitud de las raíces en comparación con los experimentos control. Por otra parte, se evaluó el efecto del hidrolizado sobre el crecimiento de los tallos o parte aérea de las seis especies de semillas seleccionadas. Como resultado se observó que la longitud de los tallos de la acelga tratada con el hidrolizado fue superior a los experimentos control (Figura 3b). Mientras que para el resto de las semillas no se observaron diferencias significativas entre los experimentos control y los hidrolizados.

a)



b)

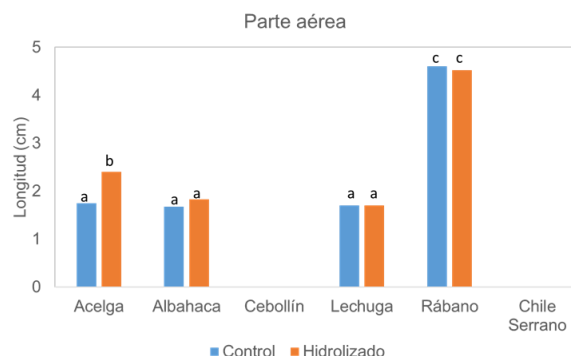


Figura 3. Efecto del hidrolizado de orujo de vino rosado sobre el crecimiento de las raíces (a) y parte aérea (b) de acelga, albahaca, cebollín, lechuga, rábano y chile serrano. Los tratamientos con letra diferentes son significativamente diferentes (Prueba Tukey-Kramer, $\alpha \leq 0.5$).

Como se observa en este estudio, los hidrolizados mostraron un efecto positivo en la germinación y elongación de tallos y/o raíces del rábano y lechuga. Estos resultados pueden explicarse debido al alto contenido de carbohidratos contenidos en el hidrolizado de orujo de vino rosado (13.22 ± 0.80 g/L de azúcares totales). Cabe destacar que la pared celular de la semilla y piel de la uva están formados por celulosa y hemicelulosa y al someterse a un pretratamiento de hidrólisis favoreció su rompimiento para la obtención de monosacáridos de fácil asimilación por la semilla.

Conclusiones

Con base en las pruebas de funcionalidad de los hidrolizados de los residuos vinícolas, se concluye que el hidrolizado de vino rosado estimuló la germinación de semillas de lechuga y rábano en comparación con los experimentos control.

Literatura Citada

- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Robers, P.A., Smith, F. (1956). Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. *Analitical Biochemistry*, 28, 350-356.
- Fabbri, A., Bonifazi, G., Serranti, S. (2015). Micro-scale energy valorization of grape marcs in winery production plants. *Waste Management*, 36, 156-165.
- Lapornik, B., Prosek, M., Wondra, A.G. (2005). Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*, 71, 214-222.

Larousse de los vinos. (2008). *Larousse de los vinos. Los secretos del vino. Países y regiones*. España: Larousse Editorial.

Meraz-Ruiz, L. y Wise-Lozano, J. A. (2018). Capítulo 2: El sector vitivinícola de Baja California: un estudio de su competitividad. *Agronegocios en México: Competitividad y desafíos*. Editorial Qartuppi.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2018. <https://www.gob.mx/sader/es/articulos/disfruta-del-vino-mexicano-en-tinto-mx-2018?idiom=es>

Tzintzun-Camacho, O., Sánchez-Segura, L., Minchaca-Acosta, A.Z., Rosales-Colunga, L.M., Hernández-Orihuela, A., Martínez-Antonio, A. (2016). Development of bacterial culture medium from avocado seed waste. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 15, 831-842.

PONENCIAS ORALES

AGUA Y SUELO

EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE UN SISTEMA DE PIVOTE CENTRAL

Zamora Salgado, Sergio¹, Beltrán Morales, F. Alfredo¹, Loya Ramírez, José Guadalupe¹, Ruiz Espinoza, Francisco Higinio¹

Profesor-Investigador. Universidad Autónoma de Baja California Sur¹⁻². szamora@uabcs.mx

Resumen

En las zonas áridas y semi-áridas del mundo, la producción agrícola depende de un riego eficiente, siendo el objetivo garantizar las mejores condiciones de utilización del agua y el óptimo aprovechamiento por parte de la planta. Cuando los sistemas de riego se utilizan para aplicar fertilizantes y pesticidas, la uniformidad de la aplicación se vuelve aún más crítica por lo que es importante que los propietarios y operadores de los sistemas de riego, en nuestro caso, pivote central, comprueben periódicamente la uniformidad de sus sistemas. La uniformidad de riego depende del grado de qué agua se aplica de manera uniforme en diferentes áreas del campo. Para su determinación se pueden utilizar varios métodos/fórmulas. Para un sistema de riego por pivote central, el método más habitual es el de Heerman y Hein que se basa en la norma UNE-EN ISO 1154. En la evaluación el valor obtenido fue de 82.43%, que está en el rango que permite considerarlo como razonable, pero que requiere ser monitoreado constantemente.

Palabras claves: Aspersión, Uniformidad, Heermann y Hein.

Abstract

In the arid and semi-arid areas of the world, agricultural production depends on efficient irrigation, being the objective to guarantee the best conditions of water use and optimal use by the plant. When irrigation systems are used to apply fertilizers and pesticides, the uniformity of the application becomes even more critical so it is important that the owners and operators of the irrigation systems, in our case, central pivot, check the uniformity of their systems periodically. The uniformity of irrigation depends on the degree of which water is applied uniformly in different areas of the field. Several methods/formulas can be used for determination. For a central pivot irrigation system, the most common method is Heermann and Hein which is based on the UNE-EN ISO 1154 standard. In this determination the obtained value was 82.43%,

which is in the range that allows it to be considered as reasonable but that requires constant monitoring.

Keywords: Sprinkler, Uniformity, Heermann and Hein.

Introducción

En las zonas áridas y semi-áridas del mundo, la producción agrícola depende de un riego eficiente. El objetivo fundamental de un sistema de riego es garantizar las mejores condiciones de utilización del agua y el óptimo aprovechamiento por parte de la planta, lo que se logra a través de la aplicación del agua en las cantidades necesarias de una manera oportuna y homogénea en el suelo, de acuerdo a los requerimientos de la planta (Pizarro, 1987). La tecnificación del riego no implica que se alcancen altas eficiencias si estos sistemas no se operan adecuadamente bajo las premisas de su diseño, por lo tanto, la evaluación de sistemas de riego debe ser un procedimiento rutinario con la finalidad de detectar fallas de manera oportuna para su solución (Román, Mendoza, Inzunza y Sánchez., 2005). Cuando los sistemas de riego se utilizan para aplicar fertilizantes y pesticidas, la uniformidad se vuelve aún más crítica. Por lo tanto, es importante que los propietarios y operadores de pivotes comprueben periódicamente la uniformidad de sus sistemas (Mulu and Alamirew. 2012). Dos términos describen el rendimiento del sistema de aspersión: la eficiencia de la aplicación y la uniformidad. (Topak, Süheri, Çiftçi, & Acar, 2005). Las medidas de eficiencia cuantifican la uniformidad del riego considerando el funcionamiento y operación del sistema de riego, mientras que las medidas de uniformidad dependen solo del grado de qué agua se aplica de manera uniforme en diferentes áreas del campo (Solomon, 1984). El estudio cuantitativo específico de la uniformidad del riego por aspersión comenzó con el trabajo de Christiansen (1942). El coeficiente de uniformidad de la aplicación de agua en un pivote central se determina estableciendo pluviómetros a lo largo de la longitud del pivote, llevando el sistema de riego a la presión de funcionamiento adecuada y dejando que el sistema pase por encima de ellos (Topak *et al.*, 2005; Mulu and Alamirew, 2012). Este coeficiente define cómo se distribuye el agua uniforme en el área que se riega y se pueden utilizar varios métodos y/o fórmulas para su determinación. Para un sistema de riego por pivote central, el método más habitual es el de Heermann y Hein que se basa en la norma UNE-EN ISO 11545 (Abdelrazaq 2014).

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en un pivote central instalado en el Valle de La Paz B.C.S., midiéndose presión y gasto en 91 aspersores. Para el aforo se utilizaron recipientes de plástico

de 2 L y cronómetro, mientras que, para la presión, un manómetro. Posteriormente se procedió a colocar una línea de pluviómetros a lo largo del pivote con una separación de 3 m: se colocaron un total de 69 recipientes. A continuación, se hizo avanzar el pivote por el área de los pluviómetros y posteriormente, se midió volumen de agua contenido en cada uno de ellos (Figura 1). Con datos obtenidos se procedió a realizar los cálculos para determinar la CU con el **método de Heermann y Hein**, utilizando la siguiente expresión.

$$C_{uH} = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - \bar{V}_w| S_i}{\sum_{i=1}^n V_i S_i} \right] \quad \text{Dónde:}$$

C_{uH} , es el coeficiente de uniformidad de **Heermann y Hein**

n , número de pluviómetros utilizados en el análisis de datos

i , número asignado para identificar un pluviómetro en particular, comenzando por el pluviómetro situado más cerca del eje del pivote ($i=1$) y finalizando con $i=n$ para el pluviómetro más alejado del eje del pivote.

V_i , volumen de agua recolectado en el pluviómetro i (ml)

S_i , distancia del pluviómetro i hasta el eje del pivote (m)

V_w , volumen medio ponderado de agua recogida, calculada según: $\bar{V}_w = \frac{\sum_{i=1}^n V_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$

La metodología indica que no se tienen que considerar los pluviómetros cuyo volumen sea menor al 50% de la media de los volúmenes colectados.



Figura 1. Alineación de los pluviómetros, volumen y cuantificación del agua colectada

Resultados y Discusión

En la Figura 2, se refleja los resultados obtenidos de la medición de presión y gasto por aspersor. Se observa que conforme se incrementa la distancia del centro del pivote la presión

disminuye. En caso contrario, el gasto se incrementa, ya que la superficie que se tiene que cubrir es mayor.

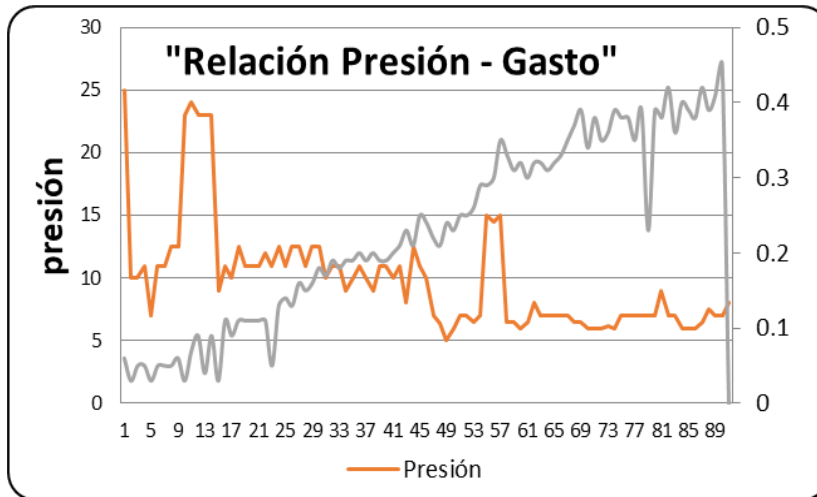


Figura 2: Relación entre la presión y el gasto del sistema de pivote

Se ha comprobado experimentalmente que un ramal horizontal la presión media corresponde a un punto situado a 1/3 de la longitud del origen, y que el tramo que va desde el origen hasta éste punto se produce aproximadamente el 75% de la pérdida de carga del ramal (Tarjuelo, 1995).

El Cuadro 1, las columnas 2 y 3 se refieren a la distancia de ellos respecto al centro del pivote y del volumen capturado en el pluviómetro, datos que dan pie a las columnas 4, 5 y 6 que nos van a permitir obtener los valores que serán utilizados en el modelo de Heermann y Hein. Para establecer los valores a considerar en el cálculo, se procedió a verificar los pluviómetros donde se haya capturado el 50% del valor de la media: en este caso $(105/2) = 53$, no encontrando alguno que estuviera por debajo de éste valor.

Cuadro 1: Datos para utilizarse en el modelo Heermann y Hein

Pluviómetro	Distancia al centro del pivote S_i	Volumen colectado V_i	$(S_i * V_i)$	ABS[Vol. Col-media ponderada] $V_i - \bar{V}_w$	$(V_i - \bar{V}_w)S$
1	48.5	89	4316.5	16	776
2	51.5	100	5150	5	257.5
3	54.5	60	3270	45	2452.5
67	246.5	54	13311	51	12571.5
68	249.5	133	33183.5	28	6986
69	252.5	80	20200	25	6312.5
Σ	10384.5		1092886.5		192020

$$\text{Cálculo de la media ponderada: } \overline{V_w} = \frac{1092886.5}{10384.5} = 105$$

$$C_{uH} = 100 \left[1 - \frac{192020}{1092886.5} \right] \quad C_{uH} = 100[1 - 0.1756] = \mathbf{82.43\%}$$

Con base a lo reportado por Merriam y Keller (1978), el Coeficiente de uniformidad que se obtuvo, 82.43%, está dentro del rango señalado para un sistema que requiere inspección y verificación de los emisores (80 - 85%). Además señalan que en caso de que el valor sea de 80 % o menos, se requerirá realizar un mantenimiento completo de todo el sistema. En este sentido Harrison and Calvin (2013) indican que los valores de Cu en el modelo de Heermann y Hein, de 80 a 85%, se considera razonable, que no se necesitan mejoras, pero el sistema debe ser monitoreado de cerca. Sin embargo, Abedinpour (2017), señala que el estándar de la industria sugiere que CU sea superior al 85%.

Conclusiones

El coeficiente de uniformidad calculado de 82.43%, se puede considerar como “bueno”, pero está por debajo del valor estándar requerido por la industria, por lo que se requiere atender las recomendaciones que el sistema requiere de limpieza o sustitución en las boquillas de los emisores, por lo que se tiene que poner atención en el mantenimiento antes del próximo ciclo agrícola.

Literatura Citada

Abdelrazaq K. A. (2014). Improvin the performance of center-pivot irrigation system. Journal of engineering and development, Vol. 18, No.4ISSN 1813- 7822

Abedinpour M. (2017). Field evaluation of centre pivot sprinkler irrigation system in the North-East of Iran. Journal of Water and Land Development. No. 34 p. 3–9. DOI: 10.1515/jwld-2017-0033

Christinasen J.E.(1942). Boletin 670. University of California. Bekerly California. <https://archive.org/details/irrigationbyspri670chri/page/91> Soil & Water Res., 5, 2010 (4): 139–145

Harrison K. and Perry C.(2013). Evaluating and interpreting application uniformity of center pivot irrigation systems. College of Agricultura and Enviromental Sciences. The University of Georgia. Cooperative extensión

Keller, J., and Bliesner, R.D. (1990). Sprinkle and trickle irrigation. Van Nostrand Reinhold, New York, NY. 652 pp.

Merriam, J.L. and Keller, J. (1978) Farm irrigation system evaluation: A Guide to Management. Utah State University, Logan, Utah.

Mulu A. and. Alamirew T. (2012). Evaluating coefficient of uniformity for center pivot sprinkler irrigation.. Global journal of biology, agriculture & health sciences. (g.j. b.a.h.s), vol. 1(1) 2012:17-21 issn - 2319 – 5584

Pizarro, F. (1987). Riego localizado de alta frecuencia. (RLAF): gotero, microaspersión, exudación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 300 p.

Román, L. A.; Mendoza, M. F.; Inzunza, I. M. A.; Sánchez, C. I. y Rodríguez, C. A. (2005). Evaluación de sistemas de riego presurizado. CENID RASPA.INIFAP. Folleto científico. Núm. 17. Gómez Palacio, Durango.

Solomon K. H. (1984). Yield related interpretations of irrigation uniformity and efficiency measures. Irrig Sci 5:161-172

Solomon, K.H. (1990). Sprinkler irrigation uniformity, Center for Irrigation Technology, USA. Accessed on 15 de agosto 2019 from cati.csufresno.edu/CIT/rese/90/900803/index.html.

Tarjuelo M.B (1995). El Riego por aspersión y su tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Topak R., Süheri S., Çiftçi N., Acar B. (2005). Performance evaluation of sprinkler irrigation in a semi-arid area. Pakistan Journal of Biological Sciences 8

RENDIMIENTO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) BAJO RIEGO POR GOTEO, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Ortiz Enríquez José Eliseo¹, Padilla Valenzuela Isidoro¹, Félix Valencia Pedro¹, Valdez Gascón Benjamín²⁺, Muñoz Valenzuela Sergio³ y Ortiz Muñoz Martín E.³

INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug¹, INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo² y MC e Ing. asesores³, ortiz.eliseo@inifap.gob.mx,

Resumen

La superficie de maíz del 2008-2009 al 2018-2019 ha variado de 7,411 a 49,843 ha, el área se ha venido incrementando y una de las razones es porque la superficie de trigo ha disminuido debido a su baja rentabilidad. El rendimiento del 2008-2009 al 2013-2014 fue el mismo con 6,369 kg/ha, del 2014-2015 aumentó hasta 9 t/ha, esto debido al cambio de la fecha de siembra. El maíz demanda bastante agua, se aplican siete riegos en total bajo riego por superficie, con una lámina neta de 95 cm (9.5 millares de m³/ha). Este trabajo se realizó en el ciclo 2018-2019 en el Block 2228 del Valle del Yaqui, se validó el sistema de riego por goteo en una superficie de 16.6 ha. El rendimiento fue de 18 t/ha, rendimiento alto rara vez obtenido en el Valle del Yaqui, con características excelentes de calidad y una lámina aplicada de 41.22 cm. La productividad del agua fue de 22.7 litros de agua para producir un kilo de maíz o 4.39 kg por cada m³ de agua aplicado. Para trigo se requieren 1,100 litros/kilo con riego por superficie y 602 litros/kilo para riego por aspersión y goteo.

Palabras clave: Riego por goteo, maíz y alto rendimiento

Abstract

The area of corn from 2008-2009 to 2018-2019 has varied from 7,411 to 49,843 ha, the area has been increasing and one of the reasons is because the area of wheat has decreased due to its low profitability. The yield from 2008-2009 to 2013-2014 was the same with 6,369 kg / ha, from 2014-2015 it increased to 9 ton / ha, this due to the change in the sowing date. The corn demands enough water, seven irrigations are applied in total under surface irrigation, with a water table of 95 cm (9.5 thousands of m³ / ha). This trail was carried out in the 2018-2019 cycle with in the Block 2228 in the Yaqui Valley, the drip irrigation system on an area of 16.6 ha was validated. The yield was 18 ton / ha, high yield rarely obtained in the Yaqui Valley, with excellent quality characteristics and an applied water table of 41.22 cm. Water productivity was 22.7 liters

of water to produce a kilo of corn or 4.39 kg per m³ of water applied. For wheat, 1,100 liters / kilo are required with surface irrigation and 602 liters / kilo for sprinkler and drip irrigation.

Key words: Drip Irrigation, Corn and High yield.

Introducción

El centro de origen del maíz (*Zea mays*, L. ssp *mays*) es la Región de Mesoamérica, las tierras altas de México. El principal productor de maíz es USA, México está en el octavo lugar. El trigo ocupa la mayor superficie agrícola del Valle del Yaqui, Sonora, complementada maíz, el cual ha sido parte de la secuencia de cultivos con superficie variable en función de la demanda de grano, el precio al productor y la disponibilidad de agua en las presas. La superficie con maíz del ciclo 2008-2009 al 2018-2019 ha variado de 7,411 a 49,843 ha, del 2015-2016 a la fecha el área de siembra se ha venido incrementando (Cuadro 1) y una de las razones es porque la superficie de trigo ha bajado en la región debido a la baja rentabilidad del mismo. En relación al rendimiento de grano de maíz del ciclo 2008-2009 al 2013-2014 fue prácticamente el mismo con un promedio de 6,369 kg/ha, del 2014-2015 el rendimiento ha aumentado hasta 9 ton/ha promedio a la fecha, un incremento del 30%, esto se explica porque los productores maiceros han cambiado la fecha de siembra tomando el riesgo de sembrar tarde (entre noviembre y diciembre) como una manera de aumentar el rendimiento y disminuir el riesgo por heladas.

Cuadro 1. Superficie de siembra de maíz en el Valle del Yaqui, Sonora. 2008-2019

Ciclo	Superficie (ha)	Rendimiento en kg/ha
2008-2009	10,763	6,040
2009-2010	17,552	6,790
2010-2011	12,978	5,922
2011-2012	13,898	6,211
2012-2013	17,897	6,178
2013-2014	7,551	7,070
2014-2015	7,411	7,453
2015-2016	15,696	8,238
2016-2017	22,928	8,649
2017-2018	41,974	11,624
2018-2019	49,843	12,381

El maíz de otoño-invierno demanda bastante agua, se aplican alrededor de siete riegos en total bajo riego por superficie, con una lámina neta de entre 90 a 100 cm (9 a 10 millares de m³/a), es

decir, un 30% más agua que el trigo, muy similar al algodónero y esto limita de alguna manera el incremento de la superficie. La siembra comercial de maíz bajo riego presurizado sea riego por goteo o por aspersión es mínima y puede ser una forma de aumentar rendimiento y aumentar la productividad del agua. El objetivo de este trabajo fue evaluar el sistema de riego por goteo en el cultivo de maíz semi- comercial con un productor cooperante.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo otoño-invierno 2018-2019 en una parcela agrícola de un productor del Valle del Yaqui, localizado en el Block 2228, con una superficie de 16.6 ha. El tipo de suelo fue arcilloso, se realizó un análisis de suelo antes de sembrar. El método de análisis para fósforo fue el de Bray P1, para nitrógeno fue el de Brucina, para la conductividad eléctrica fue el de Puente de Conductividad y para los microelementos fue el de absorción atómica. El cultivo anterior fue garbanzo también regado con riego por goteo, la preparación del terreno fue cinceleo, doble paso de rastra, no se fertilizó en presembrado tampoco al momento de la siembra, trazo de camas a 1.50 m de separación y las hileras de siembra separadas a 70 cm, o sea a 35 cm a cada lado de la cinta de riego. La instalación de la cinta de riego fue a 5 cm de profundidad y calibre 7 mil, con un gasto de 1.1 litros por hora a 14 Libras y goteros separados a 30 cm, posteriormente se aplicó el riego de presembrado sin ningún otro producto.

La siembra se realizó en húmedo el 5 de diciembre de 2018, se utilizó una sembradora de precisión marca Monosem, depositando 9 semillas por metro lineal a 6 cm de profundidad, con una población de 128,571 semillas/ha y se sembró el híbrido Dekalb 4050. Después de la siembra se aplicó el herbicida Gramoxone (Paraquat) con una aspersora para el control de maleza. El manejo del riego se llevó a cabo con base en la humedad del suelo (utilizando sensores marca Watermark), clima, lámina de agua aplicada y conocimiento personal (el autor es especialista en Irrigación). En cuanto a la fertilización solo se aplicó nitrógeno en forma de urea como ferti-irrigación, en total 450 kg/ha de urea equivalente a 207 kg/ha de nitrógeno aplicados en cuatro riegos. La recolección se realizó con cosechadora comercial (Combinada marca John Deere Modelo 9770 STS). Las variables que se tomaron fueron el rendimiento de grano y sus características de calidad y la lámina de riego aplicada por riego y total.

Resultados y Discusión

Análisis de suelo

El tipo de suelo fue arcilloso, la conductividad eléctrica o contenido total de sales de ocho muestras, el promedio a 00-30 cm de profundidad fue de 3.2 mS/cm y de 30-60 cm fue de 3.0

mS/cm, de acuerdo a Maas y Hoffman 1977, citados por Ruíz, 2018, el maíz a 1.7 mS/cm ya inicia a disminuir el rendimiento y por cada unidad de incremento en la salinidad el rendimiento disminuye en un 12%. El pH a 00-30 cm fue de 7.64 y a 30-60 cm fue de 7.59, muy similar en ambas profundidades y clasificado como ligeramente alcalino. El contenido de Nitrógeno a 00-30 cm fue de 167 kg/ha, clasificado de medio a alto (alto de acuerdo al laboratorio) y de 30-60 cm el contenido fue de 163 kg/ha. El Fósforo con 128 kg/ha (muy alto) en la capa 00-30 cm y de 112 kg/ha en estrato 30-60 cm (Bernal, 2015). Con estos resultados se tomó la decisión de no fertilizar en presiembra o al momento de la siembra, sólo como ferti-irrigación en los riegos de auxilio.

Aplicación de los riegos y lámina de riego aplicada.

En el Cuadro 2 se muestra la cantidad de agua aplicada al maíz o lámina de riego aplicada, en el riego de presiembra (RP) se aplicaron 9.77 cm, cerca de 1 millar de m³/ha (mm³), se aplicaron once riegos de auxilio (RA) en total con láminas de 1.67 a 4.28 cm cada riego. La aplicación de los riegos se realizó dependiendo de la humedad del suelo (sensores marca Watermark), clima, fenología y experiencia propia. Solamente el primer riego de auxilio (R1) se retrasó debido a que al inicio las temperaturas son bajas (-2 a 8 grados centígrados), posteriormente los intervalos se reducen de abril en adelante ya que las temperaturas aumentan y la evapotranspiración también se incrementa (28 a 36 grados). La lámina total aplicada incluyendo el riego de presiembra más los riegos de auxilio fue de 41.22 cm o 4.122 mm³/ha. En riego por superficie se aplican alrededor de 95 cm de lámina de riego.

Cuadro 2. Lámina de riego aplicada, Intervalo de riego y etapa fenológica en maíz regado bajo riego por goteo, en el Valle del Yaqui, Sonora. 2018-2019.

Fecha	Intervalo de riego días	Lámina aplicada en cm	Etapas Fenológicas	Fertilización
R1, RP, 15-11-18	0	9.77	--	no
5-12-18	19	-	Siembra	no
R2, 1RA, 23-1-19	48	4.28	V4 (4ta hoja)	si
R3, 2RA, 15-2-19	23	3.85	V6	si
R4, 3RA, 8-3-19	21	3.96	V10	si
R5, 4RA, 27-3-19	19	3.22	R1 (floración)	si
R6, 5RA, 4-4-19	8	1.78	R1	no
R7, 6RA, 13-4-19	9	3.22	R2	no
R8, 7RA, 20-4-19	7	3.22	R2	no
R9, 8RA, 27-4-19	7	1.95	R4 (grano tierno)	no
R10, 9RA, 1-5-19	4	2.63	R5	no
R11, 10RA, 7-5-19	6	1.67	R6 (madurez)	no
R12, 11RA, 15-5-19	7 (160 días)	1.67 (41.22)	R6	no

Rendimiento de grano y productividad del agua.

La cosecha fue con trilladora comercial el 25 de junio de 2019 a los 202 días del ciclo vegetativo. El rendimiento promedio de las 16.6 ha fue de 18.126 t/ha como rendimiento de campo, ya con descuentos por castigo en la recepción y ajustado el rendimiento a pagar fue de 17.862 ton/ha. La lámina total de agua aplicada fue de 41.22 cm, la productividad del agua fue que se necesitaron 22.7 litros de agua para producir un kilo de grano de maíz o de otra manera se produjeron 4.39 kg por cada m³ de agua aplicado. Ortiz (2017), ha documentado en diferentes trabajos la productividad del agua para diferentes cultivos y la mayor productividad se ha obtenido con riego presurizado, así para trigo se requieren 1,100 litros/kilo con riego por superficie, 602 litros/kilo para riego por aspersión y goteo, para naranja se requieren 720 litros/kilo para riego por superficie y 343 litros/kilo para riego por goteo.

Cuadro 3. Características de la cosecha de maíz con goteo, Valle del Yaqui, Sonora. 2018-2019

Características	Valores
Peso hectolítrico o peso específico	74.2-75.9
Humedad	14.40-16.00%
Impurezas en el grano	1.7 %
Daño en el grano	1.5 %
Grano quebrado	1.8 %
Peso total de campo	300.890 ton
Rendimiento de campo	18,126 kg/ha
Castigos o descuentos totales	4,385 kg
Rendimiento a pagar	17,862 kg/ha

Conclusiones

El rendimiento de grano de maíz fue de 18,126 kg/ha. Este rendimiento rara vez se ha obtenido en el Valle del Yaqui.

La productividad del agua fue de 22.7 litros para producir un kilo de grano de maíz, una productividad muy eficiente.

La lámina de riego total aplicada en todo el ciclo de maíz fue de 41.22 cm.

Literatura Citada

Bernal, T. Carlos. 2015. El suelo, el agua y los fertilizantes. Libro técnico. Imprenta: Talleres gráficos de impreformas del Yaqui, S.A. Cd. Obregón, Sonora.

Maas, E.V. and Hoffman, G.J. 1977. Crop Salt Tolerance-Current Assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division, 103, 115-134. En: Ruíz, C.S.2018. Curso de Salinidad. Enero 2018. Guadalajara, Jalisco.

Ortiz, E.J.E. 2017. Productividad del agua de diferentes cultivos bajo diferentes sistemas de riego en el Valle del Yaqui, Sonora. Documento electrónico no publicado. Campo Experimental Norman E. Borlaug-CIRNO-INIFAP.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2019. Estadística de Cultivos en el Distrito de Desarrollo Rural 148 Cajeme. Cd. Obregón, Sonora. Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Yaqui. 2019. Estadísticas de cultivos. Cd, Obregón, Sonora.

BALANCE DE AGUA Y CARBONO EN ESPÁRRAGO (*Asparagus officinalis*) EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Rodríguez Julio C¹; Viveros-Huerta Gonzalo²; Lizárraga-Celaya Carlos¹; Ortega-Farías Samuel³; Watts Christopher¹; López-Avendaño Jesús E.⁴; Grageda-Grageda José⁵; Peñalba-Garmendia M. Cristina¹; Meling-López Alf E.¹

Universidad de Sonora¹. Luis Encinas y Rosales S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora. Hortícola del Desierto, Caborca², Sonora, México. CITRA, Universidad de TALCA³, Chile. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa⁴, CP 80000, Culiacán, Sinaloa.⁵INIFAP Costa de Hermosillo⁴, Sonora, México Autor para correspondencia: jcrood@guayacan.uson.mx

Resumen

Los cultivos perennes constituyen en la región una parte importante de la actividad económica. El espárrago es un cultivo de exportación y con antecedentes de alto consumo de agua. En este sentido se planteó un experimento para determinar su capacidad de secuestrar carbono y determinar su evapotranspiración (ET), mediante la técnica de covarianza de vórtices (EC). Los resultados preliminares indican que tiene una alta ET ($ET > 7\text{mm/día}$), importante capacidad de secuestrar carbono hasta ($10\text{gC/m}^2/\text{día}$) y por consiguiente un alto coeficiente de cultivo ($K_c > 1$), lo que permite deducir al momento que si tiene altos consumo de agua.

Palabras clave: Evapotranspiración, intercambio neto de carbono, riego, agricultura

Abstract

Perennial crops in the region form an important part of economic activity. Asparagus is an export crop and has a history of high water consumption. In this sense, an experiment was proposed to determine its capacity to sequester carbon and determine its evapotranspiration (ET), by means of the Eddy Covariance (EC) technique. Preliminary results indicate that it has a high ET ($ET > 7\text{mm / day}$), an important capacity to sequester carbon up to ($10\text{gC/m}^2/\text{day}$) and therefore a high crop coefficient ($K_c > 1$), which allows to deduce at the moment that It has high water consumption.

Key words: Evapotranspiration, Net Exchange Ecosystem, Irrigation, agriculture

Introducción

En las zonas áridas del planeta, el agua es el recurso limitante para el desarrollo socioeconómico y en muchas de ellas la agricultura es el principal usuario del agua dulce. En la región oeste y árida de Norteamérica, el 90% del agua está siendo utilizada por la agricultura (Skaggs et al., 2011). En el noroeste de México, la agricultura también es el principal usuario y su principal fuente es el agua subterránea y en algunos distritos de riego, como el 037(Caborca) su disponibilidad está totalmente comprometida (CONAGUA, 2011). Este acuífero está sobreexplotado y con un alto riesgo ambiental; sin embargo, esta región es el principal productor de espárrago a nivel nacional y genera jornales y divisas. Entonces el reto es incrementar la productividad del agua y fijar más carbono a través de la fotosíntesis y almacenarlo en el suelo. En este sentido, la iniciativa 4x1000 por Minasny et al. (2017), propone incrementar el carbono del suelo en los primeros 0.30m de la superficie al incrementar la superficie agrícola y cambio en las técnicas de manejo (labranza mínima o labranza cero). Por otro lado, la tecnología en riegos no ha tenido el objetivo deseado, ya que en algunos casos continúan aplicando láminas de riego similares y en el mejor de los casos, los ahorros en agua no reducen el impacto a los acuíferos o cuencas a través de la reducción de las extracciones (Grafton et al., 2018). En este sentido, se planea determinar el consumo de agua y su potencial de secuestrar carbono en el suelo por espárrago usando la técnica de covarianza de vórtices (EC).

Materiales y métodos

En una superficie de 48.5 ha fue instalada una torre micrometeorológica de 6m de altura. En ella se colocó un sistema de covarianza de vórtices (EC) para determinar la evapotranspiración (ET), el flujo de calor sensible (H), y las componentes del balance de carbono en la superficie. Sensores adicionales fueron colocados sobre la torre y en suelo a diferentes profundidades para determinar otras variables como humedad y tensión del agua en el suelo. Mediciones adicionales de área foliar (LAI) y tensión de agua en tallos al mediodía fueron realizadas periódicamente. El cultivo recibe riego subsuperficial (-0.25m) con cinta doble de 1.25 L h⁻¹ y espaciamiento de emisores a 0.30 m y entre líneas a 3m. El EC está muestreando a 10 Hz, y los datos meteorológicos a 0.03 Hz. Los datos meteorológicos son promediados a 10 min. Ambos datos son almacenados en un datalogger CR5000 (CampbellSci). Los datos turbulentos son procesados usando el software EddyPro (LI-COR) y promediados a 30 min. Finalmente, son posprocesados en línea en el sitio web del instituto Max Planck (<https://www.bgc-jena.mpg.de/REddyProc/brew/REddyProc.rhtml>), para posteriormente obtener datos diarios de

cada variable de interés, tales como ET, H, Intercambio Neto de Carbono (NEE), Respiración Ecosistémica (Reco) y Productividad Primaria Bruta (GPP). Para el cálculo de ETo se utilizó la aproximación de PM-FAO56 y para el coeficiente de cultivo (Kc), la propuesta de simple Kc de Doorenbos y Pruitt (1977).

Resultados y Discusión

La figura 1 muestra el comportamiento de las principales variables utilizadas para la toma de decisiones de la frecuencia de riego y su lámina. En ella se observa que al inicio del ciclo ET y Kc son bajos y los cambios en ellos son debido mayormente a la precipitación (figura 2) y riego inicial no cuantificado. Posteriormente al término de la cosecha de turiones (10 de abril), el espárrago inicia su etapa de helecho y su ET se incrementa exponencialmente debido al rápido crecimiento, donde el LAI crece hasta alcanzar valores de $8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ en el verano durante la tercera brotación (datos no mostrados). A escala diaria los valores máximos observados de ET son superiores a 8 mm día^{-1} , son similares a los estimados por Campi et al. (2019) para primavera seca en la región mediterránea.

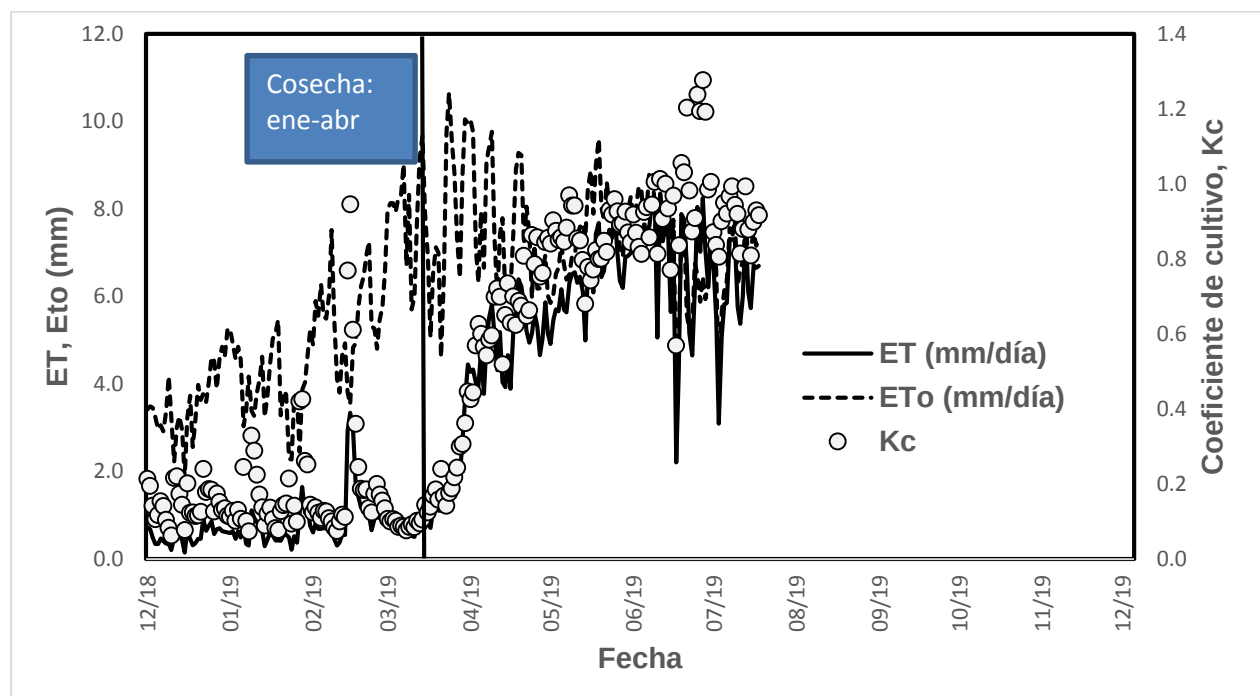


Figura 1. Evolución diaria de ETo, ET y Kc en espárrago, Caborca, Sonora.

La figura 2 muestra la evolución de la tensión del agua del suelo a diferentes profundidades y riego. En ella se observa que a partir de las brotaciones se incrementa el riego y la tensión del

suelo se mantiene en valores cercanos a 0 cbars en los tensiómetros cercanos a la superficie y a ~ -20 cbars a profundidades 1.2m. Estos valores son similares a los observados en otras hortalizas como sandía (Román et al., 2017).

La figura 3 muestra las componentes del balance de carbono en la superficie. En ella se observa que, durante el periodo de cosecha, la NEE de carbono es positivo, lo que implica que la fotosíntesis representada por GPP tiende a ser mínima, dominando los procesos de respiración del agroecosistema (Reco=respiración autótrofa y heterótrofa). Con el inicio de la primera brotación (etapa helecho) los procesos de GPP se incrementan y son superiores a Reco, dando como resultado la asimilación de carbono como biomasa nueva (NEE, valores negativos implica ganancia de carbono por el ecosistema). Los valores máximos observados de NEE son similares a los observados por López et al. (2016), en cultivos anuales como el maíz y trigo, en los cuales existe un rápido crecimiento y alta cobertura.

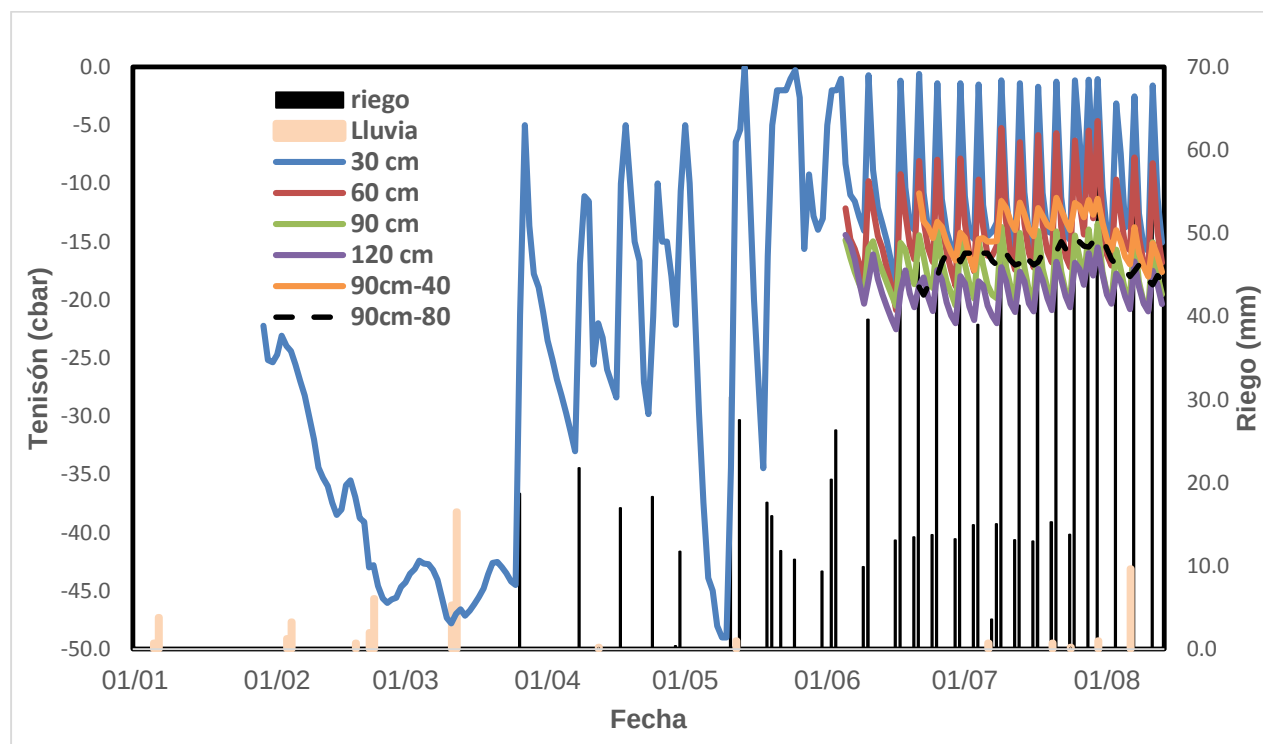


Figura 2. Evolución de la tensión de agua en el suelo y riego en espárrago, Caborca, Sonora.

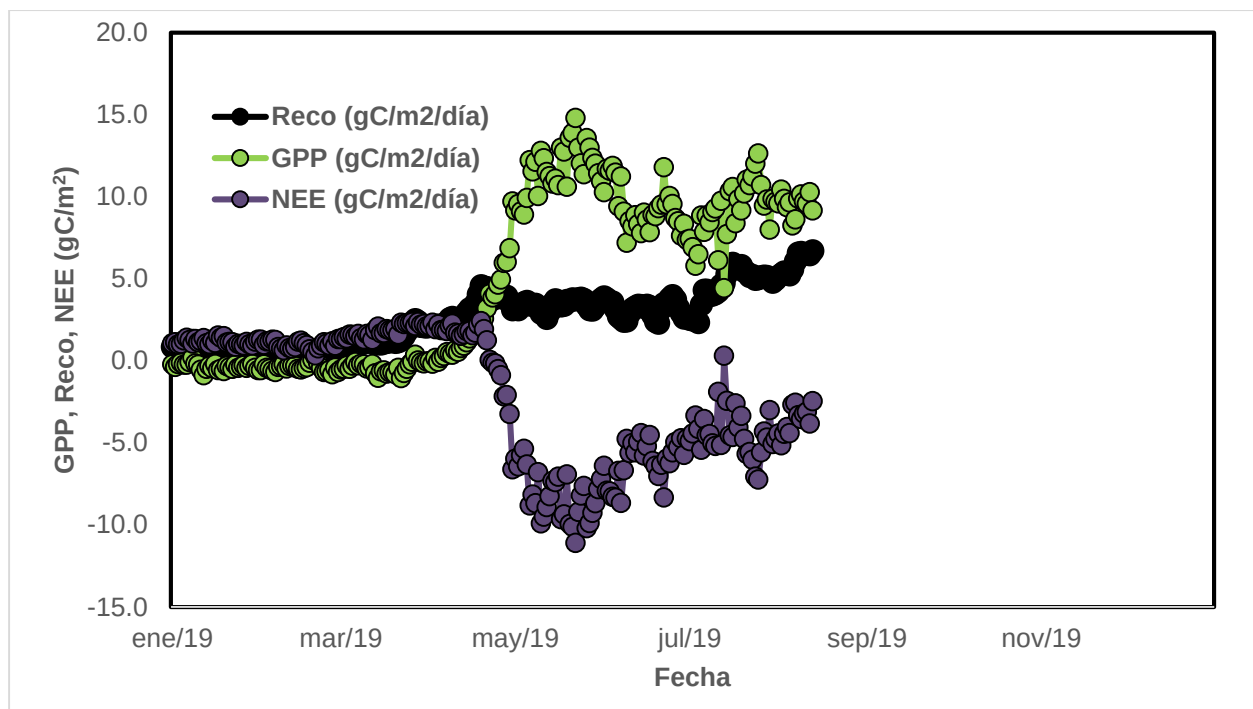


Figura 3. Evolución de las componentes de balance de carbono en espárrago, Caborca, Sonora.

Conclusiones

El espárrago es un importante cultivo en la región árida. Los resultados preliminares confirman que si es un cultivo con una alta cobertura vegetal y por lo consiguiente un alto consumo de agua. Esta alta cobertura y consumo de agua está directamente ligado a la fijación de carbono por la fotosíntesis y su baja cantidad de tejido heterótrofo en la parte aérea. Por lo consiguiente, debe ser estudiado más ampliamente su capacidad de secuestrar carbono y determinar de manera correcta sus necesidades reales de riego.

Literatura citada

Campi, P. M. Mastorilli, A.M. Stellacci, F. Modugno, A. D. Palumbo. 2019. Increasing the effective use of water in green asparagus through deficit irrigation strategies. *Agricult Wat Manag*, 217: 119–130.

CONAGUA. 2011. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero 2605 Caborca, estado de Sonora. SEMARNAT, México DF, 33pp.

Grafton, R. Q., J. Williams, C. J. Perry, F. Molle, C. Ringler, P. Steduto, B. Udall, S. A. Wheeler, Y. Wang, D. Garrick, and R. G. Allen. 2018. The paradox of irrigation efficiency. *Insights/Policy Forum, Science*, 364 (6404).

López-Avendaño, J.E., Rodríguez J.C., Yepez-Gonzalez E., Watts C. Robles-Zazueta C. Felix-Lizarraga J. U, López Higuera L, Saiz-Rodriguez R. 2016. Los agroecosistemas funcionan como sumidero de carbono?. En Paz et al (2016). Estado actual del conocimiento del ciclo de carbono y sus interacciones en México, PMC, Texcoco, México. 721pp.

Minasny, B., B.P. Malone, A. B. Mcbratney, D. A. Angers et al. 2017. Soil carbon 4 per mile. *Geoderma*, 292:59-86.

Roman-Roman, L. T. Diaz-Valdes, J. E. López-Avendaño, C. Watts, F. Cruz-Bautista, J. Rodriguez-Casas, J. C. Rodriguez. 2017. Evapotranspiration del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) en la Costa de Hermosillo, Sonora, México. *Terra Latinoamericana*, 35:41-49.

Skaggs, R., Z. Samani, S. Bawazir and M. Bleiweiss. 2011. The Convergence of Water Rights, Structural Change, Technology, and Hydrology: A Case Study of New Mexico's Lower Rio Grande. *Natural Resources journal*, 51: 95-117

Agradecimientos

La realización de este trabajo es gracias al apoyo del Fondo de Cooperación y Desarrollo entre México (AMEXCID) y Chile (AGCID), de la Universidad de TALCA y la Municipalidad de Linares, Chile y del productor cooperante.

EFFECTS OF THREE IRRIGATION TECHNIQUES ON YIELDS AND EFFICIENCY IN THE USE OF WATER BY THE VINE (*Vitis vinifera* L.) IN THE VALLEY OF GUADALUPE, BAJACALIFORNIA

**Valenzuela-Solano César¹, Martínez Díaz Gerardo², Márquez Cervantes Arnulfo³ y
Vieira De Figueiredo Fernando²**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias¹, Calle del Puerto No. 375 Depto. 23, Fracc. Playa Ensenada, Ensenada, Baja California, México. E-mail: valenzuela.cesar@inifap.gob.mx.

INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo². INIFAP-Campo Experimental Norman Borlaug³.

Resumen

En la costa de Ensenada en Baja California, se elaboran los vinos de mayor calidad y se producen el 90% de los vinos mexicanos. Actualmente esta importante actividad vitivinícola enfrenta una seria crisis de falta de agua para el riego debido al agotamiento de los mantos acuíferos. La escasez de agua pone en riesgo la producción de la vid y el vino, y el bienestar de los habitantes de la zona. Dada la baja disponibilidad de agua, es imperativo incrementar la eficiencia de uso en el viñedo. con el fin de contribuir a la rentabilidad y sustentabilidad de la viticultura. Una opción es encontrar técnicas de riego alternativas a la que generalmente usan los viticultores. En el presente estudio se evaluaron las siguientes: 1) Riego de goteo convencional; 2) Secado Parcial de la Zona Radicular y 3) Riego Subsuperficial modificado, bajo un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones. Las variables medidas fueron: rendimiento de frutos, peso por fruto, eficiencia en el uso del agua, longitud de brotes, y °Brix y pH en los frutos. A las variables se les corrieron análisis de varianza y la prueba DMS. Las técnicas de riego no afectaron significativamente los rendimientos de frutos. La técnica secado parcial redujo significativamente la longitud de los brotes, y los °Brix y pH en los frutos. Esta misma técnica promovió una mayor eficiencia en el uso del agua, al requerirse 199 lt para producir un kg de frutos, esto es 10% menos agua que es el convencional.

Palabra clave: riego goteo, química frutos, eficiencia riego.

Abstract

Baja California, Mexico, produce the 90% of the Mexican wines. The lack of water for the irrigation of vineyards is becoming a main problem to this industry. In order to find alternatives to improve the water efficiency by the grapevines, in 2018 a field study of three irrigation techniques was conducted. The results showed no significant differences between the

treatments studied on fruit yields. However, the partial root-zone drying technique reduced significantly the shoot length and the Brix degree and pH of fruits. It is important to point out that the pH reduction is favorable to make good wines. This technique enhanced a best water use efficiency by grapevines, requiring 199 l of water to produce a kg of fruits, which means 10% less water than the conventional irrigation technique.

Key words: drip irrigation, fruit chemistry, efficiency use.

Introducción

La costa de Ensenada en Baja California, es la principal Región vitivinícola en México. Allí se elaboran los vinos de mayor calidad, y se producen el 90% de los vinos mexicanos. La materia prima se obtiene de 4,100 ha de viñedos que cultivan 180 productores (SPV 2009). Actualmente esta importante actividad vitivinícola enfrenta una seria crisis de falta de agua para el riego debido al agotamiento de los mantos acuíferos (CONAGUA, 2013). La escasez de agua pone en riesgo el desarrollo de la producción de la vid y el vino, así como el bienestar de los habitantes de la zona. Dada la baja disponibilidad de agua, es imperativo incrementar la eficiencia en el uso del agua de riego en el viñedo con el fin de contribuir a la rentabilidad y sustentabilidad de la viticultura en el largo plazo. Una opción es encontrar técnicas de riego alternativas a la que generalmente usan los viticultores. El objetivo del presente trabajo fue conocer los efectos de tres técnicas de riego sobre los rendimientos y la eficiencia en el uso del agua por la vid en el Valle de Guadalupe, Baja California.

Materiales y Métodos

El proyecto se estableció en un viñedo ubicado en el Valle de Guadalupe, B.C., de agosto de 2017 a noviembre de 2018. El estudio se realizó en un suelo de textura arenosa, en el cultivar Cabernet Sauvignon injertado en el portainjerto Freedom con distanciamientos de 0.9 x 2.4 m entre plantas e hileras, respectivamente. Los tratamientos evaluados fueron: 1) Riego convencional (testigo); 2) Secado Parcial de la Zona Radicular y 3) Riego Subsuperficial modificado, los cuales fueron distribuidos en bloques al azar con cinco repeticiones. En el tratamiento secado parcial de la raíz, las plantas fueron regadas por medio de dos mangueras de poliducto cada una de las cuales tenía dos goteros con gasto de 2 l h en solo uno de los lados de la planta. Cada dos riegos una sola de las dos mangueras era abierta para que humedeciera una parte del suelo donde tenía los goteros, mientras que la otra manguera permanecía cerrada, en la siguiente semana la situación se invertía. Por otra parte, en el tratamiento riego subsuperficial modificado, el agua fue suministrada directamente a la zona

donde iniciaba el desarrollo de las raíces (25 cm profundidad) por medio de un tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro, conectado al gotero por medio de una manguera de poliducto de 5 mm de diámetro. Cada tratamiento fue aplicado en 5 hileras de 20 plantas cada una. En los tratamientos los riegos se aplicaron para satisfacer el 60% de la Evapotranspiración del cultivo. Los volúmenes de agua aplicados en cada riego fueron determinados a través de la fórmula: $Etc = Eto \times Kc \times 0.6$. Dónde: Etc =demanda de agua; Eto= Evapotranspiración potencial, obtenida de una estación climatológica automatizada; Kc: coeficientes del cultivo variables a través del ciclo y 0.6: fracción de la demanda total de agua. Para dar seguimiento a la dinámica de la tensión de humedad del suelo, se establecieron en cada tratamiento tres sensores a 30, 60 y 90 cm de profundidad, los cuales fueron conectados a un lector automático que registraba una lectura cada hora. Las variables medidas fueron: rendimiento de frutos, peso por fruto, eficiencia en el uso del agua, longitud de brotes, y °Brix y pH en los frutos a la cosecha. Los °Brix y el pH fueron medidos con un refractómetro y un potenciómetro digitales, respectivamente. A las variables medidas se les corrieron análisis de varianza y separación medias mediante la prueba DMS.

Resultados y Discusión

Los volúmenes de agua aplicados en los tratamientos fueron muy cercanos entre sí ya que variaron entre 3,122 m³ ha en el tratamiento secado parcial de la raíz y 3,500 m³ ha, en el riego subsuperficial (Cuadro 1). En cuanto a los efectos de los tratamientos sobre las variables del rendimiento, los resultados no mostraron diferencias significativas entre los mismos, aunque se observó un ligero incremento con el tratamiento secado parcial de la raíz, de 7% y 13% en los rendimientos de frutos y el peso del racimo, respectivamente con relación al testigo.

Cuadro 1. Volúmenes de agua de riego aplicados y rendimientos de frutos de vid. 2018.

Tratamiento	Volumen aplicado (m ³ ha)	Rendimiento de frutos* (t ha)	Racimos por planta	Peso por racimo (g)	Peso por Fruto (g)
Convencional	3,327	15.67 a	39.76 a	96.68 a	0.97 a
Secado parcial	3,122	15.71 a	34.34 a	99.68 a	1.05 a
Subsuperficial	3,500	16.81 a	33.22 a	109.18 a	0.94 a

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes a $p < 0.05$, prueba de DMS.

Estudios previos de riego realizados en la vid en el valle de Guadalupe (Valenzuela y Hernández, 2015), han mostrado que se requieren de dos a tres ciclos de evaluación para contar con datos más precisos. Esto sugiere continuar con el estudio en los siguientes años.

Los tratamientos impactaron significativamente el vigor vegetativo, la longitud de los brotes con el secado parcial fue en promedio de 94.3 cm, mientras que con el convencional y subsuperficial fueron de 135.1 y 131.2 cm, respectivamente. Las menores longitudes de brotes en el secado parcial, pudieron deberse a que durante el ciclo las tensiones de humedad del suelo fueron siempre más altas que en el resto de los tratamientos, como se mostrará más adelante.

En la Figura 1 se muestra la dinámica horaria de las tensiones de humedad del suelo a 0 - 90 cm de profundidad de las tres técnicas de riego probadas. Los valores promedio en el periodo de tiempo medido fueron: 3.5, 7.2 y 38 kPa, en las técnicas subsuperficial, convencional y secado parcial, respectivamente. Dado que en la vid se pueden mantener tensiones de humedad de 60 kPa durante el ciclo sin reducir los rendimientos de frutos, los datos sugieren que es factible aplicar menos agua, sobre todo con la técnica subsuperficial.

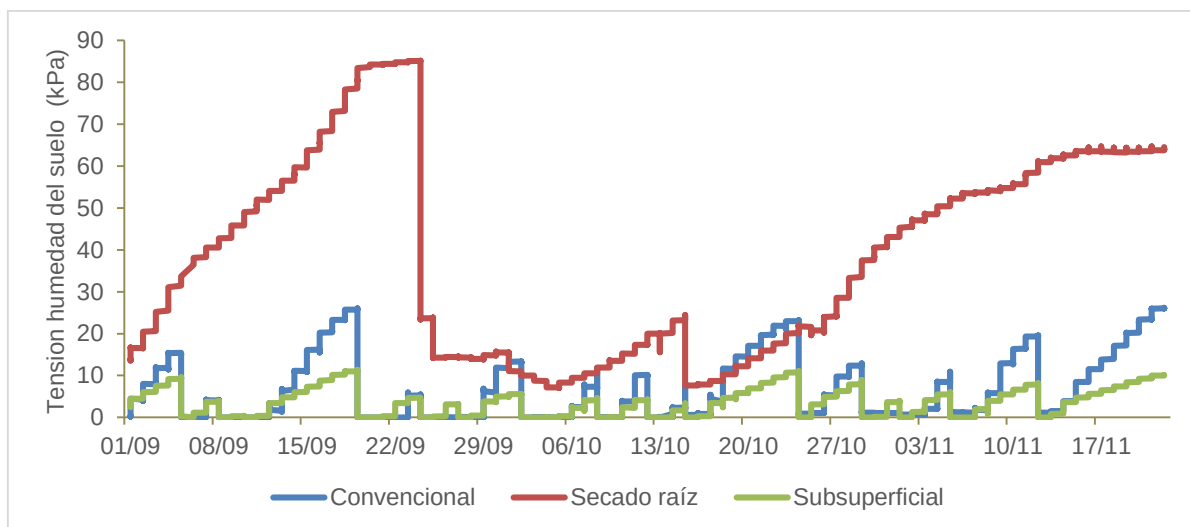


Figura 2. Tensión de humedad del suelo promedio de 0 a 90 cm de profundidad en vid Guadalupe, B.C.

La mayor eficiencia en el uso del agua por el cultivo de la vid se consiguió con el tratamiento secado parcial de la raíz donde se requirieron 199 lt de agua para producir un kg de frutos, mientras que el menos eficiente fue el convencional donde se usaron 212 lt de agua para un kg de frutos, lo que significó un 10% más agua que en el secado parcial. El tratamiento de riego subsuperficial tuvo un comportamiento intermedio con 208 l kg de frutos (Figura 2).

La técnica secado parcial de la raíz redujo significativamente los contenidos de °Brix en los frutos, al pasar de 22.4 en el testigo a 21.5 lo cual pudo deberse al menor desarrollo vegetativo en el secado parcial como fue reportado por Castellarin et al (2008). Igualmente, el pH se redujo de 3.55 en el testigo a 3.34 en el secado parcial, lo cual es favorable para lograr un vino de mejor color y sabor (Kodur 2011).

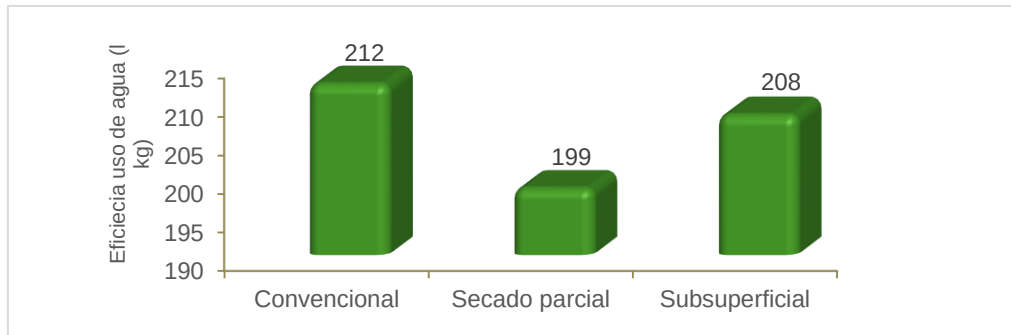


Figura 3. Eficiencia en el uso del agua por el cultivo de la vid.

Conclusiones

Los tratamientos no afectaron significativamente rendimientos, número y peso de racimo ni tamaño de frutos, pero el secado parcial redujo significativamente la longitud de los brotes. La mayor eficiencia en el uso del agua se logró con el secado parcial, requiriéndose 199 lt de agua para producir un kg de frutos, esto es 10% menos agua que con la técnica convencional. La técnica secado parcial de la raíz redujo significativamente los contenidos de °Brix y pH en los frutos en relación al testigo, al pasar los °Brix de 22.4 a 21.5, y el pH de 3.55 a 3.34. Las mayores tensiones de humedad del suelo fueron medidas en parcelas regadas con la técnica secado parcial y las más bajas en parcelas regadas con la técnica subsuperficial.

Literatura Citada

Castellarin , S.D., Matthews, M.A., Di Gaspero G, y Gambetta G.A. 2008. Water deficit accelerate ripening and induce changes in gene expression regulating Flavonoid biosynthesis in grape berries. *Planta* 227: 101-112.

CONAGUA. (2013). Disponibilidad media anual de agua subterránea de los acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*. 20/12/2013.

Kodur, s. 2011. Effects of juice pH and potassium on juice and wine quality, and regulation of potassium in grapevines through rootstocks (*Vitis*): a short review. *Vitis* 50:1-6.

Sistema Producto Vid. (2009). Disponible en: <http://vidyvino.org> (Acceso Junio 2009).

Valenzuela, S.C. y M.R. Hernández. (2015). Influencia de cinco programas de riego sobre la eficiencia en el uso del agua de riego por la vid (*Vitis vinifera* L.) en el Valle de Guadalupe, B.C. XVII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. 350-354 pp.UABC.

BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

VIABILIDAD DE CEPAS DE LEVADURA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

Arteaga Barrera Ana Cecilia¹, Sillas Hernández Sergio Damián¹, Toscano Palomar Lydia¹, Zayas Orozco Glenda¹, Casillas Lamadrid María Eugenia¹, Salazar Zenteno Manuel²

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Mexicali, Ave. Tecnológico S/N, C.P. 21376
Colonia Elías Calles, Mexicali, B.C, México¹, Email: arteagabac@gmail.com
Puerco Salvaje, Calzada Independencia #613, C.P. 21270 Colonia Vallarta, Mexicali, B.C, México²

Resumen

En lo que respecta a la calidad del proceso y al aprovechamiento de los recursos, el rendimiento de las levaduras en la fermentación para la producción de cerveza es un factor crítico, por lo que existen condiciones de operación que exigen su control, factores importantes de la célula para realizar su metabolismo. Por otro lado, existen factores ligados a la cantidad y el estado vital de la célula, los cuales se evalúan con pruebas de viabilidad y vitalidad. En este trabajo se analizó la viabilidad en tres distintas cepas de levadura (BSI-1 American Ale 1, A-65 Kolsch y BSI-530 Trappist Ale 3) provenientes de una planta de producción de cerveza artesanal durante su ciclo de uso en la fermentación por lotes. Se empleó la técnica de tinción con azul de metileno para realizar las pruebas de viabilidad, realizando las lecturas en la cámara de Neubauer. Se mostraron diferentes niveles de viabilidad entre las cepas de levadura con respecto al tiempo (normalmente declives), siendo A-65 Kolsch la cepa con mejor desempeño, seguida de BSI-530 Trappist Ale 3 y por último BSI-1 American Ale 1. La técnica por tinción con azul de metileno se validó por el método de transferencia de diluciones en la placa Petri y al comparar los resultados de ambos métodos se encontró que varían de forma normal de acuerdo con la bibliografía consultada.

Palabras Clave: Calidad, cerveza, levadura.

Abstract

According to the quality of the process and use of resources, the performance of yeast in fermentation for beer production is a critical factor, so there are operating conditions that require control, important factors for the cell to perform its metabolism. On the other hand, there are factors linked to the quantity and vital state of the cell, which are evaluated with viability and vitality tests. In this work, viability was analyzed in three different yeast strains (BSI-1 American

Ale 1, A-65 Kolsch and BSI-530 Trappist Ale 3) from a craft beer production plant during its batch fermentation cycle. Staining technique with methylene blue was used to perform the viability tests, making the readings in a Neubauer chamber. Different levels of viability were shown among the yeast strains with respect to time (usually declines), with A-65 Kolsch being the best performing strain, followed by BSI-530 Trappist Ale 3 and finally BSI-1 American Ale 1. Staining technique with methylene blue was validated by the dilution transfer method in Petri dish and when comparing the results of both methods it was found that they vary normally according to the literature consulted.

Keywords: *Beer, quality, yeast.*

Introducción

La levadura, en un medio con condiciones óptimas de activación, metaboliza los carbohidratos provenientes del cocimiento de malta y por el proceso de fermentación, los convierte en alcohol etílico. En la fermentación, para el rendimiento de las levaduras, se exige el control de ciertos factores, entre ellos el aporte de oxígeno, el estado nutricional del mosto, la temperatura, el pH, la concentración de etanol, entre otros. De la misma forma, es importante el estado vital de la célula y su cantidad, lo cual puede evaluarse con pruebas de viabilidad y vitalidad, donde la viabilidad se refiere al porcentaje de células que están vivas y la vitalidad es una medida de la salud o el vigor de las células vivas. El rendimiento de las cepas de levadura en la fermentación depende de su capacidad para adaptarse a estos factores, particularmente durante la fermentación por lotes. Esta práctica suele implicar el reciclaje de una cepa de levadura (reinoculación) durante una serie de fermentaciones, con tal de aprovechar al máximo la capacidad de fermentación de la célula (Gibson, Lawrence, Leclaire, Powell y Smart, 2007). Existen varios métodos para evaluar la viabilidad, uno de ellos utiliza tinción con azul de metileno para detectar y cuantificar células muertas microscópicamente (Luarasi, Troja y Pinguli, 2017). Como validación del método de tinción con azul de metileno, puede emplearse el método de transferencia de diluciones en placa Petri para el recuento de las unidades formadoras de colonias (UFC) presentes. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar la viabilidad de tres cepas de levadura empleadas en la producción de cerveza artesanal, donde la fermentación se desarrolla por lotes. Se usaron dos métodos de estudio, la tinción con azul de metileno para el conteo en cámara de Neubauer y el recuento en placa Petri como validación del método de tinción.

Materiales y Métodos

Cepas de levadura. Se analizó la viabilidad de tres distintas cepas de levadura, utilizadas en la producción de cerveza, siendo estas las cepas BSI-1 American Ale 1, A-65 Kolsch y BSI-530 Trappist Ale 3 (Brewing Science Institute, 2019) durante un lapso de 50 días. Las muestras fueron recuperadas de una planta de producción de cerveza artesanal (Cervecería Puerco Salvaje) ubicada en Mexicali, Baja California, México. Se tomaron muestras de 2 mL en tubos Eppendorf estériles, registrando pH y temperatura.

Cuadro 1. Especificaciones y datos de muestreo.

BSI-1 American Ale 1			BSI-530 Trappist Ale 3		A-65 Kolsch		Muestra proveniente de ¹
No.	T (°C)	pH	T (°C)	pH	T (°C)	pH	-
1	3.5	5	1.9	4	1.9	4	1ra Gen. ² (resguardo)
2	21.3	6	21.1	6	16.6	6	1ra Gen. (fermentación)
3	1.6	6	2.3	4	2.3	4	2da Gen. (resguardo)
4	22.2	4	22.4	4	11.11	4	2da Gen. (fermentación)
5	2.2	5	2.1	4	-	-	3era Gen. (resguardo)

Recipiente de almacenamiento refrigerado (resguardo), tanques cilindro cónicos (durante la fermentación), Generación.

Tratamiento de la muestra y diluciones. Se realizó un proceso de lavado previo, consistiendo en centrifugación y tres lavados (Sami, Ikeda, y Yabuuchi, 1994), a 12500 rpm durante 30 s, en una centrífuga para tubos Eppendorf. Se utilizó agua desionizada estéril para los primeros dos lavados. El diluyente utilizado para el tercer lavado fue un Buffer Fosfato Salino (PBS) estéril con pH de 7.4. Todas las muestras de cepa de levadura fueron diluidas para los procedimientos de conteo celular en cámara de Neubauer y el recuento en placa Petri. Se realizaron las siguientes diluciones (10^{-1} – 10^{-5}), empleando tubos de ensayo y agua desionizada estéril como diluyente.

Tinción con azul de metileno y conteo celular en cámara de Neubauer. Se tomaron 100 μ L de la dilución 10^{-2} de suspensión celular y se mezcló con 100 μ L de solución de tinción azul de metileno (0.1 mg de azul de metileno por cada mililitro de disolvente citrato de sodio dihidratado al 2% a emplear). La mezcla se incubó durante 5 min a temperatura ambiente (Kwolek-Mirek y Zadrag-Tecza, 2014).

Se examinó la viabilidad en microscopio mediante el conteo de células totales y teñidas utilizando la cámara de Neubauer, con la lente de 40X, en el que las células incoloras son viables y las teñidas de azul no viables, con estos datos se calculó lo siguiente:

$$\%Viabilidad = \frac{\text{Total de células contadas} - \text{total de células teñidas}}{\text{total de células contadas}} * 100$$

Recuento en placa. El medio de cultivo empleado fue extracto de levadura-peptona-dextrosa (YPD) agar. Se inocularon por duplicado 100 µL de las diluciones 10^{-4} y 10^{-5} . Se incubaron a 28 °C y se realizó el conteo de las unidades formadoras de colonias (UFC) presentes a las 48 h. (Kwolek-Mirek y Zadrag-Tecza, 2014).

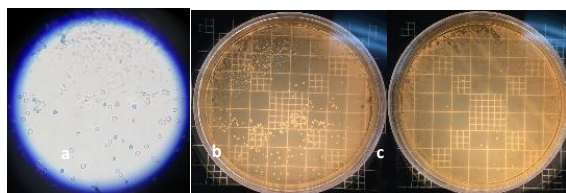


Figura 1. Células de levadura. a: células viables y no viables visibles en el campo; b y c: crecimiento de levadura (BSI-530 Trappist Ale 3) a las 48 h en medio YPD (dilución 10^{-4} y 10^{-5} respectivamente).

Resultados y Discusión

Evaluando la viabilidad de las cepas de levadura por el método de tinción con azul de metileno (Figura 2), todas iniciaron con un valor de viabilidad aceptable (valores aproximados al 90% y 100%) lo cual es adecuado para su estado inicial (envío del proveedor). La cepa BSI-530 Trappist Ale 3 siempre presenta una disminución de la viabilidad en cada muestra evaluada con respecto al tiempo, en promedio un 10.5%. La segunda generación durante su fermentación (muestra 4) tuvo un declive mayor a los otros, se considera que es debido al resguardo prolongado (17 días). De forma similar, la cepa A-65 Kolsch también mostró una disminución de la viabilidad, en promedio un 6.82%, por lo que esta tuvo un mejor desempeño que BSI-530 Trappist Ale 3.

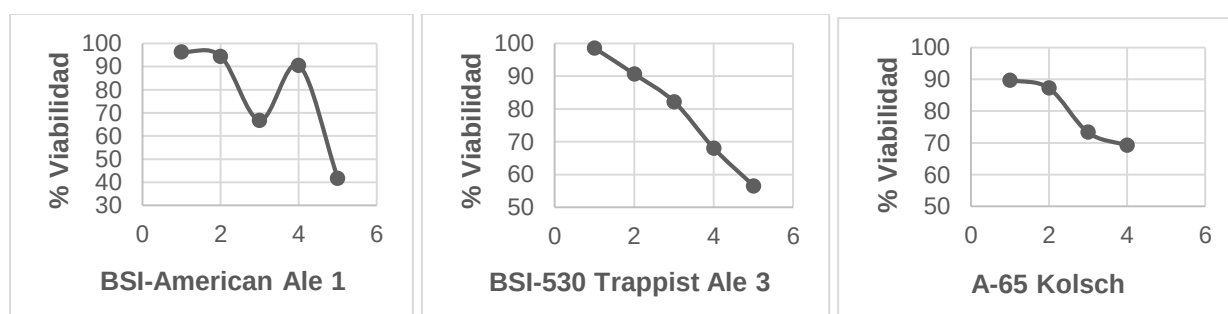


Figura 2. Porcentaje de viabilidad de cepas de levadura por el método de tinción de azul de metileno.

Durante la fermentación de la primera generación (muestra 2), BSI-American Ale 1 tuvo un ligero declive. En el resguardo de la segunda generación (muestra 3), esta sufrió un declive significativo, al igual que en el resguardo de la tercera generación (muestra 5). Durante la fermentación de la segunda generación (muestra 4), se obtuvo un valor de viabilidad cercano a los primeros dos valores obtenidos. Comparado con el comportamiento de BSI-530 Trappist Ale 3 y A-65 Kolsch, BSI-American Ale 1 mostro inestabilidad durante el ciclo de uso analizado.

Cuadro 2. Validación del método de tinción con azul de metileno.

BSI-1 American Ale 1		BSI-530 Trappist Ale 3		
Muestra No.	Células/mL en recuento por tinción	Células/mL en recuento en placa	Células/mL en recuento por tinción	Células/mL en recuento en placa
5	1.585x10 ⁸	3.3x10 ⁷	2.735x10 ⁸	3.4x10 ⁷

Según el Cuadro 2, los resultados de ambos métodos varían significativamente, encontrando una mayor cantidad de células muertas en el recuento en placa. Esto se debe a que, en este método, las células que no formaron colonias (las que no pueden reproducirse) se reconocen como muertas, por lo que aquellas células que no pueden reproducirse pero que se encuentran vivas no se toman en cuenta durante el conteo. Las células vivas que no pueden reproducirse, al ser visibles en el microscopio, pueden contabilizarse en el método de tinción con azul de metileno, por lo que se tienen mejores resultados de viabilidad con métodos de tinción, concordando con lo concluido por otros autores al comparar estos métodos (Kwolek-Mirek y Zadrag-Tecza, 2014).

Conclusiones

La evaluación de la viabilidad de la levadura con respecto al tiempo durante el proceso de fermentación por lotes para la producción de cerveza mostró diferentes resultados entre las cepas de levadura, siendo estos normalmente declives. A-65 Kolsch fue la cepa con mejor desempeño, seguida de BSI-530 Trappist Ale 3 y por último BSI-1 American Ale 1, debido a su inestabilidad. Al comparar los resultados del recuento celular con tinción de azul de metileno y el recuento en placa Petri, se encontró que varían de forma normal según la bibliografía

consultada. Se recomienda evitar largos tiempos de resguardo de las cepas (no más de una semana) y debido a que el método de conteo celular por tinción de azul de metileno no es un método predictivo de la viabilidad, sino que da un resultado del estado actual, se considera que realizar análisis de viabilidad previos a la inoculación de la cepa (sobre todo en las reinoculaciones), son complementarios para el control de la levadura en la fermentación para la producción de cerveza.

Literatura Citada

Gibson, B. R., Lawrence, S. J., Leclaire, J. P. R., Powell, C. D. y Smart, K. A. (2007). Yeast responses to stresses associated with industrial brewery handling: FEMS Microbiology Reviews, 31(5), 535–569. doi:10.1111/j.1574-6976.2007.00076.x

Kwolek-Mirek, M. y Zadrag-Tecza, R. (2014). Comparison of methods used for assessing the viability and vitality of yeast cells. FEMS Yeast Research, n/a–n/a. doi:10.1111/1567-1364.12202

Luarasi, L., Troja, R. y Pinguli, L. (2017). Yeast vitality monitoring during the fermentation process of beer production. Journal of Hygienic Engineering and Design 2017, Vol.19 pp.78-81 ref.8. Retrieved from: <http://www.jhed.mk/filemanager/JHED%20Vol.%2019/03.%20FPP/07.%20Full%20paper%20%20Linda%20Luarasi.pdf>

Sami, M., Ikeda, M. y Yabuuchi, S. (1994). Evaluation of the alkaline methylene blue staining method for yeast activity determination. Journal of Fermentation and Bioengineering, 78(3), 212–216. doi:10.1016/0922-338x(94)90292-5

The Brewing Science Institute (BSI), Yeast supplier and microbiology lab. (2019). BSI-1 American Ale 1, A-65 Kolsch, BSI-530 Trappist Ale 3. Retrieved from: <https://www.brewingscience.com/yeast-library/>

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE FENOLES EN QUELITE (*Amaranthus hybridus*)

Peralta Olachea R.G., Beltrán Morales F.A., Arce Amezquita P.M., Ruiz Espinoza F.H.,
Manríquez Rivera G. A., Loya Ramírez J.G., Zamora Salgado S.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur Km 5.5. La Paz, Baja California Sur.

México. e-Mail: roosa_pera@hotmail.com

Resumen

Los antioxidantes son conocidos como moléculas que actúan antes o durante una reacción en cadena de los radicales libres existen muchos métodos para medir la capacidad antioxidante, un método muy usado se basa en la estabilidad del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH). El estudio se llevó a cabo durante junio 2019 en la UABCS. La actividad antioxidante se determinó con el método denominado DPPH y Folin-Ciocalteu para cuantificar la cantidad de fenoles totales. Los parámetros a evaluar fueron la raíz, tallo, hoja, flor y una muestra compuesta de la planta del quelite (*Amaranthus hybridus*). Se utilizaron dos métodos fotométricos el “método acuoso y etanólico”. El método acuoso tuvo la mayor actividad, destacando la compuesta con 1.475 mg equivalentes de trolox por gr de producto fresco, en el método etanólico destaco la flor con 0.069 mg equivalentes de trolox por mg de extracto; esto nos permite valorar la planta como una fuente alternativa de alimentos con mayor actividad antioxidante.

Palabras clave: Oxidación, Amaranto, Método acuoso.

Abstract

Antioxidants are known as molecules that act before or during a chain reaction of free radicals there are many methods to measure antioxidant capacity, a widely used method is based on the stability of radical 1,1-diphenyl-2-picrilhydrazil (DPPH). The study was carried out in June 2019 at UABCS. The antioxidant activity was determined using the method called DPPH and Folin-Ciocalteu to quantify the amount of total phenols. The parameters to be evaluated were the root, stem, leaf, flower and a sample composed of the quelite plant (*Amaranthus hybridus*). Two photometric methods were used, the "aqueous and ethanolic method". The aqueous method had the most activity, emphasizing the compound with 1.475 mg equivalents of Trolox per gr of fresh product, in the ethanolic method emphasized the flower with 0.069 mg equivalents of Trolox per mg of extract; This allows us to evaluate the plant as an alternative source of foods with increased antioxidant activity.

Key words: Oxidation, Amaranth, Aqueous method.

Introducción

Los antioxidantes son conocidos como moléculas que actúan antes o durante una reacción en cadena de los radicales libres; ya sea en la etapa de iniciación, propagación, terminación, descomposición o en la subsecuente oxidación de los productos (Cardoso, Silva, Castro y Bolzani, 2005). Existe muchos métodos para medir la capacidad antioxidante de una especie o sustancia, un método muy usado se basa en la estabilidad del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) la cual se atribuye a la deslocalización del electrón desapareado, esta deslocalización también le otorga una coloración violeta caracterizada por una banda de absorción, centrada alrededor de 520 nm (Molyneux, 2004). Los compuestos fenólicos o polifenoles constituyen un amplio grupo de sustancias químicas, con diferentes estructuras y propiedades químicas y actividad biológica, englobando más de 8,000 compuestos distintos. Químicamente, los compuestos fenólicos son sustancias que poseen un anillo aromático, con uno o más grupos hidróxidos. Como antioxidantes, los polifenoles pueden proteger las células contra el daño oxidativo y por lo tanto limitar el riesgo de varias enfermedades degenerativas asociadas al estrés oxidativo causado por los radicales libres (Martínez, Gonzales, Culebras y Tuñón, 2002). La Organización Mundial de la Salud se estima que en México se ha incrementado alarmantemente los índices de enfermedades crónico degenerativas, estas enfermedades crónico degenerativas se asocian a la falta de consumo de antioxidantes en la dieta. En nuestro país, la utilización de plantas silvestres es una alternativa en la alimentación (Ortiz, Vázquez y Montes, 2005). Un claro ejemplo son los diversos tipos de quelites que crecen de manera espontánea en los campos de cultivo y que proporcionan un alto valor nutricional en vitaminas, minerales, fibra y proteínas (Mera *et al.*, 2003). Cabe señalar que el quelite, se han convertido en verdura de exportación, habiéndose producido 5,334 ton el año 2014 (SIAP, 2014).

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo durante el mes de junio en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, en la Ciudad de La Paz. De acuerdo con Robles (1998), la ciudad de La Paz se encuentra en el extremo nordeste del Valle de La Paz, localizada en 24°10" latitud norte y 110° 19" longitud oeste. La muestra de la especie de quelite (*Amaranthus hybridus*) se recolectó en el campo agrícola de la UABCS. El parámetro a evaluar fue la actividad antioxidante a partir de la raíz, tallo, hoja y flor y la muestra compuesta, se usaron dos métodos fotométricos para medir la actividad "El método acuoso y

método etanolico". En el Método acuoso se licuaron 50 g de cada muestra con 50 mL de agua destilada y se filtró al vacío con papel filtro y embudo con un filtrador marca Welch GEM 1.0 Vacuum Pump para evitar el paso de los sólidos, después se midieron sólidos solubles totales con un medidor marca Hanna modelo HI 96801; así mismo se midió pH y C.E (Conductividad eléctrica), con un medidor marca Hanna modelo combo pH & E.C. Después se realizó una dilución de 1:1, 30 mL de cada muestra filtrada y 30 mL de metanol, los cuales fueron mezclados, y se tomó una parte de dicha solución con una micro pipeta y se filtró utilizando algodón absorbente PROTEC pro para separar las partículas más pequeñas, obteniendo la solución madre. Para el Método etanolico se separaron 50 g de cada muestra y se introdujo en un matraz de 500 mL y se aforó con 200 ml de etanol al 96%. Se dejó reposando 24 horas, después se filtró al vacío con un filtrador marca Welch GEM 1.0 Vacuum Pump para eliminar las partículas sólidas más grandes, después, las muestras se colocaron en un rota vapor marca BÜCHI R-114 para eliminar el etanol y obtener los compuestos sólidos, después se introdujeron las muestras a una caja Petri y se guardaron en el horno marca VWR Scientific por 24 horas, una vez evaporado completamente el líquido, se tomaron 25 mg de la muestra sólida y se aforo con 25 mL de metanol en un matraz obteniendo la solución madre. Una vez obtenidas las soluciones madre de cada método se preparó la solución stock DPPH, se pesó 8 mg de DPPH y se aforó en 100 mL metanol, dejando reposar 30 minutos en la oscuridad, posteriormente se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-Vis a 515nm. Finalmente se preparó la muestra problema, en el cual se realizó 1 blanco de cada muestra con 0.025 mL de muestra problema 1.975 mL de metanol y 4 repeticiones cada muestra con 0.025 mL de muestra problema 0.975 mL de metanol y 1.00 mL de solución stock de DPPH se esperó por 30 minutos y se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-Vis a 515 nm. Una vez obtenidos los reactivos se prepararon 100 µL de la muestra problema se mezclaron con 100 µL de agua destilada con 250 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu 2N y por último la solución de Na₂CO₃ al 7.5% dejando reposar 2 horas. Se midió la absorbancia en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-Vis a 765 nm. El análisis de los resultados y de las medias estadísticas se realizó mediante el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2012). Se utilizó de diseño experimental de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey). La figura 1 representa las imágenes obtenidas de los materiales y metodología utilizados, anteriormente mencionada.



Figura 1. Extracto acuoso, extracto etanólico y lecturas del espectrofotómetro.

Resultados y Discusión

Valores obtenidos con el método de extracción acuosa se muestran en el cuadro 1, el parámetro que obtuvo la mayor actividad antioxidante fue la muestra compuesta con 1.475 mg equivalentes de Trolox por gr de producto fresco y el último la raíz con 0.054, la mayor cantidad de fenoles totales la obtuvo la hoja con 2.257 Meq de Ácido Galico entre L y en último lugar la raíz con 0.054, en pH las 5 muestras obtuvieron un pH básico. En conductividad eléctrica (C.E.) la raíz obtuvo mayor cantidad de sales con 8.828 y la menor cantidad la flor con 6.438.

Cuadro 1.- Tabla de resultados obtenidos de las variantes calculadas de la extracción acuosa, actividad antioxidante, cantidad de fenoles totales, conductividad eléctrica, pH y sales solubles.

Tratamientos	Actividad antioxidante mg eq. Trolox/gr de producto fresco	Fenoles totales Meq de Ácido Gálico/l	C.E	pH	S.S
Compuesta	1.475 a	1.789 b	7.823 ab	6.443 c	1.975 bc
Hoja	1.402 a	2.257 a	7.800 ab	6.488 b	3.25 a
Flor	0.950 b	1.184 c	6.438 b	6.508 b	2.5 b
Tallo	0.147 c	0.338 d	7.805 ab	6.613 a	1.775 cd
Raíz	0.054 c	0.216 d	8.828 a	6.593 a	1.175 d

En el diseño experimental de bloques al azar, se realizó una comparación de medias, el cual se añadieron al programa para que nos arrojara el valor mas alto el cual esta marcado con una (a), el segundo lugar con una (b), el tercer lugar con una (c) y el cuarto con una (d).

Valores obtenidos con el método de extracción etanólica se observan en el cuadro 2, el parámetro que obtuvo mayor actividad antioxidante fue la muestra de la flor con 0.069 mg equivalentes de Trolox por g de extracto, el ultimo la raíz con 0.008. La mayor cantidad de fenoles totales la obtuvo la flor con 0.092 Meq de Ácido Galico entre L y en ultimo la raíz con 0.034. En comparación con nuestros resultados (Peralta *et al.*, 2018) menciona que el quelite

(*Amaranthus hybridus*) tiene actividad antioxidante con 1.313 g equivalentes de Trolox por gramo de muestra fresca. Con base a su resultado, se analizó cada parte de la planta para demostrar cuál contiene la mayor actividad antioxidante en la planta. Los fenoles totales en el método acuoso obtuvieron la mayor cantidad, al igual la actividad antioxidante (Lu y Foo, 1999) mencionan que los investigadores que utilizaron etanol o mezclas etanol-agua como solventes de extracción, reportaron menores valores, considerados por muchos investigadores buenos solventes para la extracción de antioxidantes.

Cuadro 2.- Tabla de resultados obtenidos de las variantes calculadas de la extracción etanólica, actividad antioxidante y cantidad de fenoles totales.

Tratamientos	Actividad antioxidante mg eq. Trolox/gr de extracto	Cantidad de fenoles totales mg eq. de Ácido Gálico/litro
Compuesta	0.052 b	0.054 c
Hoja	0.065 a	0.071 b
Flor	0.069 a	0.092 a
Tallo	0.018 c	0.047 c
Raíz	0.008 c	0.034 d

En el diseño experimental de bloques al azar, se realizó una comparación de medias, el cual se añadieron al programa para que nos arrojara el valor más alto el cual este marcado con una (a), el segundo lugar con una (b), el tercer lugar con una (c) y el cuarto con una (d).

Conclusiones

El método de extracción acuoso presentó la mayor actividad antioxidante en comparación con el método etanólico. En el método acuoso la muestra compuesta tuvo la actividad más alta y la hoja quedo en segundo lugar, sin embargo, en fenoles totales la hoja tuvo mayor cantidad. En el método etanólico la flor fue más alta la actividad y la hoja quedo en segundo y con más fenoles totales fue la flor y la hoja no tuvo mucha diferencia significativa. Como conclusión, la hoja de quelite podría considerarse como una fuente alternativa de alimento, con alto valor en su actividad antioxidante.

Literatura citada

Cardoso C.L., Silva H.S, Castro G.I., Bolzani V. S. (2005). New Biflavonoid and Other Flavonoids from the Leaves of *Chimarrhis turbinata* and their Antioxidant Activity. Journal of Brazilian Chemical Society; 16: 1353-1359.

Molyneux P., (2004). The use of the stable free radical diphenyl picrilhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, Songklanakarin Journal of Science and Technology, Vol. 26 No. 2, 2004, 211-219.

Martínez F. S., González G. J., Culebras J. M., Tuñón M. J., (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes, Nutrición Hospitalaria, Vol. 17 No.6, 271-278.

Ortiz Gómez AS., Vázquez García V., Montes Estrada M., (2005). La alimentación en México: enfoques y visión a futuro. Estudios Sociales 113:8 - 34.

Mera Ovando LM., Alvarado Flores R., Basurto Peña F., Bye Boeltler RA., Castro Lara D., Evangelista V., Mapes Sánchez C., Martínez Alfaro MA., Molina N., Saldívar J. (2003). Rev. Jardín Bot. Nac. 24:45-49.

SIAP., (2014). SAGARPA. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> consultada el 21 sep. 2015.

Olivares Sáenz E., (2012). Programa Estadístico Versión 1.0. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Peralta O. R.G., Beltrán M. F.A., López T. C., Arce A. P.M., Ruiz E. F.H., Loya R. J.G., Zamora S. S., Murillo A. B. Poder antioxidante de cinco hortalizas de hoja: un estudio preliminar. La Paz, Baja California Sur.

LU T., FOO L. (1999). Rosmarinic acid derivatives from *Salvia officinalis*. Phytochemistry. 51:91-94.

USO DE COADYUVANTES PARA VIGORIZAR PROPAGULOS DE PITAYA (*Stenocereus SPP.*) MULTIPLICADOS *IN VITRO*

Urbina Sánchez, E¹.; Bianey Rodríguez Arteaga²; José Luis Rodríguez de la O³

Centro Universitario UAEM Tenancingo, Carretera Tenancingo - Villa Guerrero Km. 1.5, 52400
Tenancingo, México¹, elizaurbina@yahoo.com; Unidad Académica de Agricultura. Carretera Tepic-
Compostela. Km. 9. Xalisco, Nayarit. CP. 63780².

Resumen

Se tomaron propágulos multiplicados *in vitro* y se sembraron en un medio base de Murashige y Skoog (MS) con el propósito de incrementar su vigor, para esto; se evaluó el efecto de benciladenina (BA) a concentraciones de 0 y 1 mg·L⁻¹ y, en combinación de con sulfato de adenina (100 mg·L⁻¹), caseína hidrolizada (100 mg·L⁻¹), extracto de malta (100 mg·L⁻¹), sacarosa (6 g), y uso de vitaminas como: tiamina, myo-inositol, piridoxina, ácido nicotínico y ácido pantoténico (50 mg·L⁻¹), de tal manera que se conformaron 12 tratamientos. Se midió: diámetro de brote (DB), altura de brote (HB), longitud de raíces (LR), número de raíces (NR). El análisis de los datos se realizó mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2 x 6) cuyos factores fueron Benciladenina (0 y 1 mg·L⁻¹) y Coadyuvantes (sin coadyuvante, S. Adenina, Caseína, E. Malta, Sacarosa y vitaminas). La comparación de medias se hizo con la prueba de Duncan con ($\alpha \leq 0.05$). benciladenina incrementa el diámetro de brote en pitaya producidas *in vitro*; pero no afectó la altura del brote. Benciladenina incrementa el diámetro de brote en pitaya producidas *in vitro*; pero no afectó la altura del brote. El uso de coadyuvantes en el medio como: vitaminas, caseína hidrolizada, extracto de malta y sacarosa al 3 % indujeron la elongación de los brotes de pitaya cultivadas *in vitro*.

Palabras clave: Coadyuvantes, micropropagación

Abstract

Multiplicated propagules were taken *in vitro* and seeded in a base medium of Murashige and Skoog (MS) 1962 in order to improve their vigor, for this; the effect of benzyladenine (BA) at concentrations of 0 and 1 mg·L⁻¹ and, in combination with 100 mg adenine sulfate·L⁻¹, hydrolyzed casein at 100 mg·L⁻¹, extract was evaluated of malt at 100 mg·L⁻¹, sucrose at 6 g, and use of vitamins such as: thiamine, myo-inositol, pyridoxine, nicotinic acid and pantothenic acid at 50 mg·L⁻¹ L, in such a way that they conformed 12 treatments It was measured: bud diameter (DB),

bud height (HB), root length (LR), number of roots (NR). Data analysis was performed using a completely randomized design with factorial arrangement (2 x 6) whose factors were Benzyladenine (0 and 1 mg.L⁻¹) and Adjuvants (without adjuvant, S. Adenina, Casein, E. Malta, Sucrose and vitamins). The comparison of means was made with the Duncan test with ($\alpha \leq 0.05$). benzyladenine increases pitaya bud diameter produced in vitro; but it did not affect the height of the outbreak. benzyladenine increases pitaya bud diameter produced in vitro; but it did not affect the height of the outbreak. The use of adjuvants in the environment such as: vitamins, hydrolyzed casein, malt extract and 3% sucrose induced elongation of pitaya sprouts grown in vitro.

Keywords Adjuvants, micropropagation

Introducción

La pitaya es una especie que destaca por sus frutos exóticos de importancia económica por su gran diversidad de usos como: fruta fresca, y para la elaboración de mermeladas, pulpa concentrada, bebidas refrescantes, etc., en la actualidad hay eventos dedicados a esta fruta potencializando su demanda y comercialización. *Stenocereus* spp. puede reproducirse de forma tradicional, por semillas; teniendo altos porcentajes de germinación, pero a su vez presentando problemas en el crecimiento de las plántulas de esta especie, obteniendo mejores resultados con la propagación vegetativa mediante esquejes, lamentablemente con esto se causa la deforestación de zonas naturales y propagación en muchos casos de plagas y enfermedades Martínez-Villegas, Andrade-Rodríguez, Villegas-Monter, Alia-Tejacal, Villegas-Torres y López-Martínez, (2011). Los productores de pitaya presentan diversos problemas: uno de los principales es la dificultad para encontrar materiales libres de patógenos y el de reunir la cantidad de material para establecer las huertas. Por estos motivos se necesitan técnicas que permitan una rápida multiplicación de cactáceas, ya que su desarrollo es extremadamente lento en condiciones naturales, pudiendo acelerar la multiplicación con otras técnicas para obtener individuos nuevos y sanos. Una de las técnicas más utilizada en estos casos es la micropropagación o cultivo de tejidos vegetales. Que es una técnica que se ocupa para la obtención de plantas nuevas a partir de pequeños explantes o tejidos vivos sembrados en medios artificial bajo condiciones asépticas,

para la obtención masiva de plantas nuevas y sanas. Por lo anterior se planteó el objetivo de incrementar el vigor de propágulos de pitaya multiplicados *in vitro*.

Materiales y Métodos

Los explantes multiplicados *in vitro* se sembraron en diferentes medios de cultivo, los cuales estuvieron constituidos por el medio base MS (1962) al 100%, suplementado con 0.40 mg·L⁻¹ de myo-inositol, 3 % de sacarosa, 7 g de agar y con 1 mg·L⁻¹. Los tratamientos se conformaron con benciladenina (BA) o sin benciladenina (BA). Y su combinación con diferentes coadyuvantes, tales como: sulfato de adenina 100 mg·L⁻¹ L, caseína hidrolizada 100 mg·L⁻¹ L, extracto de malta 100 mg·L⁻¹ L, sacarosa 6 g, y uso de vitaminas como: tiamina, myo-inositol, piridoxina, ácido nicotínico y ácido pantoténico, de tal manera que se conformaron 12 tratamientos (Cuadro 1). Las variables a evaluar fueron: diámetro de brote DB, altura de brote (HB), longitud de raíces (LR), número de raíces (NR). El análisis de los datos se realizó mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2 x 6) cuyos factores fueron Benciladenina (0 y 1 mg·L⁻¹) y Coadyuvantes (sin coadyuvante, S. Adenina, Caseína, E. Malta, Sacarosa y vitaminas). La comparación de medias se hizo con la prueba de Duncan con ($\alpha \leq 0.05$).

Cuadro 1. Tratamientos utilizados para elongar *in vitro* propágulos de pitaya (*Stenocercus* spp.)

Trat	BA (mg)	S. Adenina (mg)	Caseína (mg)	E. Malta (mg)	Sacarosa %	Piridoxina Ac. Nicotínico Ac. Pantoténico (mg)
1	0					
2	1					
3	0	100				
4	1	100				
5	0		100			
6	1		100			
7	0			100		
8	1			100		
9	0				6	
10	1				6	
11	0					50
12	1					50

Resultados y Discusión

En el Cuadro 2 se observa que existen diferencias significativas para diámetro de brote y altamente significativas para las variables altura de brote, longitud de brote y número de raíces, con respecto a los tratamientos con BA (0 y 1 mg·L⁻¹). La mayor altura de brote, longitud de raíz

y número de raíces se presentó cuando los explantes fueron sembrados en un medio base sin BA, mientras que el mayor diámetro de brote se consiguió cuando estos se pusieron en un medio con 1 mg·L⁻¹ (Cuadro 2). En cuanto al uso de algún coadyuvante, para obtener mayor vigor del brote se puede ver que existieron diferencias altamente significativas, para las variables diámetro de brote, altura de brote y longitud de

Cuadro 2. Efecto del uso de coadyuvantes para la elongación de explantes multiplicados in vitro de pitaya (*Stenocercus spp.*)

FACTOR	DB	HB	LR	NR
		cm		
Benciladenina (BA)				
0	0.52b*	1.19a**	1.78a**	1.79a**
1	0.59a	0.88b	0.0b	0.0b
Coadyuvante (COA)				
Sulfato de Adenina (SA)	0.50bc**	0.75b**	0.75d**	0.87a*
Vitaminas Vit	0.69a	1.23a	0.61d	0.62a
Caseína hidrolizada (CAS)	0.60ab	1.16a	1.00b	1.12a
Extracto de malta (Mal)	0.43c	1.11a	1.41a	0.87a
Sacarosa 6% (SAC)	0.51bc	0.85b	0.69d	1.00a
Sacarosa 3% (SC)	0.61ab	1.15a	0.90c	0.87a
BA*COA	**	**	**	*
C.V	19.36	24.55	147.51	

DB: Diámetro de brote, HB: altura de brote, LR: longitud de raíz, NR: número de raíz

raíz. Estos resultados difieren con los obtenidos por Salazar, Torrealba, Castro y Torrealba (2005). quienes indicaron la caseína hidrolizada no favoreció la organogénesis y favorece el necrosamiento en cacao. Los coadyuvantes no afectaron de manera significativa la variable número de raíz. El uso de vitaminas promovió el mayor diámetro y altura de brote (Cuadro 2), resultados similares fueron encontrados por Borges, Pérez Zayas (2007) quienes encontraron que el uso de vitaminas estimula la elongación de las células y tejidos del tallo. En el mismo cuadro se destaca que la caseína hidrolizada, el extracto de malta y la sacarosa al 3 % también promovieron la mayor altura de brote. La mayor longitud de raíz se tiene cuando se utilizó extracto de malta (Cuadro 2).

Conclusiones

El uso de benciladenina incrementa el diámetro de brote en pitaya producidas *in vitro*; pero no afectó la altura del brote. El uso de coadyuvantes en el medio como: vitaminas, caseína hidrolizada, extracto de malta y sacarosa al 3 % indujeron la elongación de los brotes de pitaya cultivadas *in vitro*.

Literatura Citada

Borges-García, Misterbino.; Pérez-Tamames, Yilian.; Zayas-Fernandez, D. (2007). Efecto de diferentes formulaciones de vitaminas en la multiplicación *in vitro* de ñame clon caraqueño. Biotecnología Vegetal, 7 (3), 177. Recuperado de [file:///E:/rodrigo%20congreso%20ica/377-1416-1-PB%20\(1\).pdf](file:///E:/rodrigo%20congreso%20ica/377-1416-1-PB%20(1).pdf)

Martínez-Villegas, Y.M.; Andrade-Rodríguez, María.; Villegas-Monter, A.; Alia-Tejacal, I.; Villegas-Torres, O.G.; López-Martínez, V. (2011). Cultivo *in vitro* de pitayo (*Stenocereus stellatus* [Pfeiffer] Riccobono). Revista Chapingo Serie Horticultura 17(3), 95-105. Recuperado de <file:///C:/Users/MICRO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/KZNJYRZB/v17n3a2.pdf>

Salazar, E.; Torrealba, D.; Castro, L. y Torrealba, M. (2005). La caseína hidrolizada inhibe el desarrollo de callos provenientes de anteras de cacao cultivadas *in vitro*. Agronomía Trop. [online]. 55(4), 497-505. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0002-192X2005000400003&script=sci_abstract&tlng=en

POTENCIAL INMUNOLOGICO DEL MUERDAGO (*Phoradendron spp*) EN DOS HOSPEDEROS EN BAJA CALIFORNIA SUR

¹Beltrán Morales F. A., ¹ Sánchez Ramos F.A., ¹Arce Amezquita P., ¹Ruiz Espinoza F.H., ¹Loya Ramírez J. G., ¹Zamora Salgado S., ²Murillo Amador B., Troyo Diéguez E.

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur Km 5.5. Apartado postal 19-B. La Paz, Baja California Sur. México. ²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz Baja California Sur. México. e-Mail: abeltran@uabcs.mx

Resumen

Una de las plantas que han mostrado su efecto en la destrucción de células cancerosas es el muérdago, son plantas parásitas distribuidas mundialmente, que crecen sobre diversas especies arbóreas. Los estudios realizados in vitro o con animales de laboratorio sugieren que los extractos de muérdago podrían tener una doble actividad: un efecto citotóxico sobre las células tumorales, por una parte, y el fortalecimiento del sistema inmune por la otra. La recolección del muérdago (*Phoradendron spp*) se llevó a cabo en dos plantas hospederas; vinorama (*Acacia farnesiana* L.) y palo amarillo (*Tecoma stans* L.). La actividad antioxidante se determinó por el método del DPPH y el contenido de fenoles por el método de Folin-Ciocalteu. El muérdago que se desarrolla sobre vinorama (*Acacia farnesiana* L.) presenta un contenido superior en poder antioxidantes con 1514,82 mg equivalentes de trolox por gr de muestra y en el contenido de fenoles con 319, 86 mg equivalentes de ácido gálico por gr de muestra; con respecto al muérdago encontrado sobre palo amarillo (*Tecoma stans* L.). En estudios previos se han encontrado compuestos como Lecitinas y Viscotoxinas en especies de *Phoradendron* que han resultaron benéficas en pacientes con tumores cancerígenos.

Palabras clave: Plantas parasitas, antioxidantes, fenoles.

Abstract

One of the plants that have shown their effect in the destruction of cancer cells is the mistletoe, are distributed worldwide, parasitic plants that grow on various tree species. Studies with laboratory animals or in vitro suggest that mistletoe extracts might have a dual activity: a cytotoxic effect on tumor cells, by one hand, and the strengthening of the immune system on the other. The collection of mistletoe (*Phoradendron spp*) was carried out on two host; vinorama (*Acacia farnesiana* L.) and yellow stick (*Tecoma stans* L.). The antioxidant activity was

determined by the DPPH method and the content of phenols by Folin-Ciocalteu method. The mistletoe that develops on vinorana (*Acacia farnesiana* L.) It has a content higher in antioxidants with 1514,82 mg equivalent of trolox per g sample and on the content of phenols with 319, 86 mg equivalent of Gallic acid by g of sample; with respect to the mistletoe found on yellow stick (*Tecoma stans* L.). Previous studies have found compounds as Lecithins and Viscotoxins species of *Phoradendron*, which have proved to be beneficial in patients with cancerous tumors.

Key words: Parasitic plant, antioxidants, phenols.

Introducción

El cáncer es la principal causa de muerte en todo el mundo. En 2015 se atribuyeron a esta enfermedad 8,8 millones de defunciones. El cáncer se produce por la transformación de células normales en células tumorales en un proceso en varias etapas que suele consistir en la progresión de una lesión precancerosa a un tumor maligno (WHO, 2019). La WHO define planta medicinal como todo y cualquier vegetal que posee sustancias que pueden ser utilizadas con finalidades terapéuticas o que sean precursores de fármacos semisintéticos (WHO, 2019). Con el paso de los años se han registrado varios procedimientos clínicos que utilizan las plantas medicinales tradicionales (Veiga, J.V.F., 2005). Una de las plantas que han mostrado su efecto en la destrucción de células cancerosas es el muérdago, una planta parásita distribuidas mundialmente, que crecen sobre diversas especies arbóreas, la composición química de los extractos derivados de él depende de la especie del árbol anfitrión, por ejemplo, manzano, olmo, roble, álamo, pino, abedul. (Maier y Fiebig, 2002, Ribereau-Gayon et al., 1986. Kaegi, 1998). Los muérdagos pertenecen a las familias *Misodendraceae*, *Loranthaceae*, *Santalaceae*, *Viscaceae*, principalmente y están agrupados en el orden Santalales. Existen más de 100 especies, la mayoría se encuentran en los géneros *Viscum*, *Phoradendron*, *Arceuthobium*, *Peraxilla*, *Loranthus*, *Amylothea*, *Amyema*, *Taxillus*, *Psittacanthus*, *Scurrula* (Patel y Panda, 2104)

En vista de la capacidad de muérdago para estimular el sistema inmunitario, se le clasificó como un tipo de modificador de la respuesta biológica. (Gabiús et al, 1994). Los modificadores de respuesta biológica constituyen un grupo diverso de moléculas biológicas que se han utilizado individualmente o combinadas con otras sustancias para tratar el cáncer o para disminuir los efectos secundarios de los medicamentos contra el cáncer. Es posible que tres componentes de los muérdago: viscotoxinas, polisacáridos y lectinas, sean las responsables de estos efectos. (Mengs et al., 2002, Stein et al., 1999, Lenartz et al., 2000). Actualmente,

diversas preparaciones de *Viscum album* son comercializadas en Europa como auxiliares en el tratamiento de distintos tipos de cáncer (Ernst, 2002; Kienle et al., 2003). Los estudios realizados in vitro o con animales de laboratorio sugieren que los extractos de muérdago podrían tener una doble actividad: un efecto citotóxico sobre las células tumorales, por una parte, y el fortalecimiento del sistema inmune por la otra (Mengs et al., 2002). Con base en lo anterior el objetivo de este trabajo fue determinar el potencial inmunológico mediante la medición de poder antioxidante y fenólico del muérdago (*Phoradendron spp*) sobre dos hospederos en Baja California Sur.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó durante el mes de mayo de 2019; en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, ubicado en la Ciudad de La Paz. De acuerdo con Robles (1998), la ciudad de La Paz se encuentra en el extremo nordeste del Valle de La Paz, localizada en 24°10' latitud norte y 110° 19' longitud oeste, a 18.5 metros sobre el nivel del mar. Las plantas analizadas se obtuvieron en el ejido Álvaro Obregón situado a 23° 52' 46. 5'' N de latitud, 110°11' 41.4" de longitud oeste, a 360 msnm. Ubicado a 30 km al sur de la ciudad de La Paz en Baja California Sur, México. La recolección del muérdago (*Phoradendron spp*) se llevó a cabo en dos plantas hospederas; vinorama (*Acacia farnesiana* L.) y palo amarillo (*Tecoma stans* L.). La actividad antioxidante se determinó por el método del DPPH, el cual consiste en que este radical tiene un electrón desapareado y es de color azul-violeta, decolorándose hacia amarillo pálido por la reacción de la presencia de una sustancia antioxidante, siendo medida con un espectrofotómetro a 517 nm. Por diferencia de absorbancia se determina el porcentaje de captación de radical libre DPPH. (Llica, Castañeda, & Vazquez, 2008). También se determinó el contenido de fenoles utilizando el método de Folin-Ciocalteu el cual se basa en la capacidad de los fenoles para reaccionar con agentes oxidantes. El reactivo de Folin-Ciocalteu contiene molibdato y tungstato sódico, que reaccionan con cualquier tipo de fenol, formando complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico (Gutiérrez & Ortiz, 2008). Antes de comenzar con el proceso, los muérdagos se lavaron y se secaron para quitarle las impurezas. Se pesaron 500 g del material verde y se maceraron con metanol acuoso al 80% en un matraz a temperatura ambiente durante 24 horas, posteriormente se filtraron. A continuación, se recuperó el solvente en un rotovapor marca Buchi, modelo R-114 y se obtuvo el extracto. En una estufa marca VWR Scientific modelo 1370 G, se evaporó la mayor parte del disolvente, de aquí se tomaron 25 mg y se agregaron 25 mililitros de metanol luego. Posteriormente se homogenizó con un Sonicador marca Branson modelo 5210 durante 10 minutos. Finalmente se

prepararon las soluciones para DPPH y fenoles para medirlas en el espectrofotómetro Thermo Scientific™ UV Vis GENESYS™ 10S. El análisis de los resultados y de las medias estadísticas se realizó mediante el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2012). Se utilizó de diseño experimental de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey).

Resultados y Discusión

Los compuestos fenólicos y los antioxidantes en general han atraído el interés de muchos investigadores ya que son compuestos de gran alcance y pueden proteger al organismo del estrés oxidativo. La actividad antioxidante de compuestos fenólicos es principalmente debido sus propiedades de oxidación-reducción.

Cuadro 1. Capacidad antioxidante y contenido de fenoles del muérdago (*Phoradendron spp*) en dos hospederos.

Muérdago	Fenoles	Poder antioxidante mg
	mg equivalentes de ácido gálico por gr de muestra	equivalentes de trolox por gr de muestra
<i>Phoradendron spp</i> Hospedero: vinorama	319,86 a	1514,82 a
<i>Phoradendron spp</i> Hospedero: palo amarillo	278,20 b	501,60 b

Valores con letras iguales dentro de columnas, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05)

El muérdago es una planta parásita distribuida mundialmente, que crecen sobre diversas especies arbóreas, la composición química de los extractos derivados de él depende de la especie del árbol anfitrión. En cuadro 1 puede observarse que el muérdago que se desarrolla sobre vinorama (*Acacia farnesiana* L.) presenta un contenido superior en poder antioxidantes con 1514,82 mg equivalentes de trolox por gr de muestra y en el contenido de fenoles con 319,86 mg equivalentes de ácido gálico por gr de muestra; con respecto al muérdago encontrado sobre palo amarillo (*Tecoma stans* L.). Estas altas concentraciones de antioxidantes podrían ser muy importantes en potencial inmunológico. En estudios previos (Figuerola-Hernández J.L. et al, 2005) han mencionado que se han encontrado Lecitinas y Viscotoxinas en especies de *Phoradendron* que han resultaron benéficas en pacientes con tumores cancerígenos.

Conclusiones

El muérdago que se desarrolla sobre vinorana (*Acacia farnesiana* L.) presenta un contenido superior en poder antioxidantes con 1514,82 mg equivalentes de trolox por gr de muestra y en el contenido de fenoles con 319, 86 mg equivalentes de ácido gálico por gr de muestra; con respecto al muérdago encontrado sobre palo amarillo (*Tecoma stans* L.). Las Lecitinas y Viscotoxinas encontradas en especies de *Phoradendron* podrían resultar benéficas en pacientes con tumores cancerígenos.

Literatura Citada

Ernst, E. (2002) Cancer therapy with mistletoe: Hope or hype? *J Herb Pharmacotherapy* 2:3-5

Figueroa-Hernández J.L., G. Sandoval González, V. Jayme Ascencio, J.L. Figueroa-Espitia and G. Fernández Saavedra (2005). Plant Products with Anti-cancer Properties Employed in the Treatment of Bowel Cancer: Literature Review 1985 and 2004 .Proc. West. Pharmacol. Soc. **48**: 77-83.

Gabius, H.J., Gabius, S., Joshi, S.S. (1994). From ill-defined extracts to the immunomodulatory lectin: will there be a reason for oncological application of mistletoe. *Planta Med* 60 (1): 2-7.

Kaegi, E. (1998). Unconventional therapies for cancer: 3. Iscador. Task Force on Alternative Therapies of the Canadian Breast Cancer Research Initiative. *CMAJ* 158 (9): 1157-9.

Kienle, G.S., Berrino, F., Büssing, A., Portalupi, E., Rosenzweig, S., Kiene. H. (2003). Mistletoe in cancer. A systematic review on controlled clinical trials. *Eur J Med Res* **8**:109-119

Lenartz, D., Dott, U., Menzel, J. (2000). Survival of glioma patients after complementary treatment with galactoside-specific lectin from mistletoe. *Anticancer Res* 20 (3B): 2073-6May-Jun.

Maier, G., Fiebig, H.H. (2002). Absence of tumor growth stimulation in a panel of 16 human tumor cell lines by mistletoe extracts in vitro. *Anticancer Drugs* 13 (4): 373-9.

Mengs, U., Göthel, D., Leng-Peschlow, E. (2002) Mistletoe extracts standardized to mistletoe lectins in oncology: review on current status of preclinical research. *Anticancer Res* **22**:1399-1408

Stein, G.M., Schaller, G., Pfüller, U. (1999). Thionins from *Viscum album* L: influence of the viscotoxins on the activation of granulocytes. *Anticancer Res* 19 (2A): 1037-42, Mar-Apr.

Ribéreau-Gayon, G., Jung, M.L., Di Scala, D. (1986). Comparison of the effects of fermented and unfermented mistletoe preparations on cultured tumor cells. *Oncology* 43 (Suppl 1): 35-41.

Patel Seema and Panda Suryakanta (2014). Emerging roles of mistletoes in malignancy management REVIEW ARTICLE. *3 Biotech* (2014) 4:13–20.

Veiga, J.V.F, Pinto, A.C., Maciel, M.A.M. (2005). Plantas Medicinais: Cura Segura? *Revista Química Nova*. (28): 519-528. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>. Fecha de consulta: 14/08/2019.

HORTICULTURA

EFECTO DE SILICIO Y CLORO EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS Y RENDIMIENTO DE TOMATE F₃

Luz Llairely Cázares Flores¹, Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz, Leopoldo Partida Ruvalcaba, Felipe Ayala Tafoya, Oropeza Velázquez Teresita Donají, Norma Delia Zazueta Torres, Tomás Díaz Valdés, Moisés Gilberto Yáñez Juárez, Carlos Alfonso López Orona.

Doctorado en Ciencias Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa¹, km 17.5 Carretera Culiacán-Eldorado. Apdo. Postal 726, Culiacán, Sinaloa. México. Tel. 01 (667) 4 77 41 22. *Autor para correspondencia: llarely_uas@gmail.com

Resumen

Esta investigación se realizó para dilucidar el efecto que ocasiona el silicio, cloro o la combinación de ambos en crecimiento y rendimiento de tomate *Solanum lycopersicum* F₃. En un experimento se sembró tomate F₃, en charolas de poliestireno rellenas con peat moss en casa sombra y se fertilizaron con 1.0 g de N L⁻¹ y fertilizante foliar (Micro min 20-30-10). En otro experimento con plantas de tomate sembradas en un suelo vertisol crómico bajo casa sombra, la separación entre plantas fue de 25 cm y camas con separación de 1.6 m entre sí, con sistema de riego por goteo. Para ambos experimentos se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, donde los tratamientos fueron: 20, 30 y 50 mg de Si o Cl y las relaciones v/v de 20:20, 30:30 y 50:50 mg de Si:Cl L⁻¹, más el testigo. Las variables de estudio fueron: verdor, altura, área foliar, peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz en plántulas, así como verdor, altura, área foliar y rendimiento en plantas de tomate. Silicio y Cloro en dosis de 20, 30 y 50 mg L⁻¹ fueron eficaces para incrementar el crecimiento de plántulas, pero cuando se aplicó a través del riego por goteo en plantas con cinco hojas verdaderas, los efectos fueron menores y contrarios a los que se observaron en las plantas testigos.

Palabras claves: Casa sombra, suelo vertisol, altura, área foliar, peso seco de hojas y raíces.

Abstract

This research was carried out to elucidate the effect caused by silicon, chlorine or the combination of both in growth and yield of tomato *Solanum lycopersicum* F₃. In one experiment, F₃ tomato was planted in polystyrene trays filled with peat moss in the shade house and fertilized with 1.0 g of N L⁻¹ and foliar fertilizer (Micro min 20-30-10). In another experiment with

tomato plants planted in a chromic vertisol soil under a shade house, the separation between plants was 25 cm and beds with a separation of 1.6 m from each other, with a drip irrigation system. For both experiments, the experimental design of randomized complete blocks was used, where the treatments were: 20, 30 and 50 mg of Si or Cl and the v / v ratios of 20:20, 30:30 and 50:50 mg of Si: Cl L⁻¹, plus the witness. The study variables were: greenness, height, leaf area, dry weight of the aerial part, root dry weight in seedlings, as well as greenery, height, leaf area, yield and post-harvest quality in tomato plants. Silicon and chlorine in doses of 20, 30 and 50 mg L⁻¹ were effective to increase the growth of seedlings, but when applied through drip irrigation in plants with five true leaves, the effects were minor and contrary to those were observed in the control plants.

Keywords: Shaded house, vertisol soil, height, foliar area, dry weight of leaves and roots.

Introducción

En México, entre 2013 y 2016, la producción de tomate aumentó en 35%, al pasar de 2, 052 000 t a 2, 769 000 t. Lo anterior representa un aumento en el volumen nacional en cuatro años de alrededor de 717 000 t, las cuales son distribuidas en los mercados nacional e internacional (SAGARPA, 2017).

El Silicio (Si) normalmente no es considerado como un elemento esencial en la nutrición de las plantas, sin embargo, diversos estudios han mostrado que puede influir en forma positiva en el crecimiento y rendimiento de las plantas (Balakhnina y Borkowska, 2013; Epstein, 2009; Mitani y Ma, 2005). Por otro lado, el Cl es un micronutriente esencial, sin embargo, en las plantas superiores éste no es aplicado en la nutrición (Marschner, 1998), ya que puede ser generalmente suministrado por la lluvia, y las plantas deficientes en Cl son raramente observadas en la agricultura o en la naturaleza. Las altas concentraciones de Cl en el tejido pueden ser tóxicas para las plantas de cultivo, y pueden restringir la agricultura de las regiones salinas (Xu *et al.*, 2000). Por lo anterior el objetivo de la investigación fue determinar el efecto que ocasionan el silicio, cloro o la aplicación de ambos elementos, así como cuál o cuáles son las dosis más eficaces en el crecimiento de plántulas y rendimiento del cultivo de tomate.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada a 24° 37' 29" LN y 107° 26' 36" LO, en Sinaloa, México. Durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2016-2017.

Primer experimento

La siembra se realizó el 12 de octubre de 2016 en charolas de poliestireno con 242 cavidades rellenas de peat moss, se utilizó tomate F₃. Las plántulas se fertilizaron con 1.0 g de N L⁻¹ tomado de urea. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y diez tratamientos: 20, 30 y 50 mg de Si L⁻¹, 20, 30 y 50 mg de Cl L⁻¹, 20:20, 30:30 y 50:50 mg v/v de Si:Cl L⁻¹, más el testigo fertilizado sólo con N. Las dosis se aplicaron mediante el riego por decantación manual sobre la superficie del sustrato contenido en las charolas de poliestireno, ésta se realizó sólo una vez cuando las plántulas tuvieron bien definida la primera hoja verdadera. En las plántulas testigo sólo se utilizó agua. A los 15 días después de la aplicación de los tratamientos, se evaluó el verdor con un Spad 502 en la parte media de una hoja de cada planta, en una muestra de 20 plantas seleccionadas al azar. La altura de plántulas se midió con una regla de 30 cm, desde la base del tallo hasta la yema apical de la misma. El área foliar se determinó con una cinta métrica, al medir largo y ancho de la primera hoja verdadera, y se utilizó la fórmula = $0.35 \cdot L^2 - 5.31 \cdot L + 57.6$ propuesta por Blanco y Folegatti, (2003). El peso de materia seca de raíz y parte aérea de las plántulas se hizo después del secado en estufa a 70 °C durante (72 h), con báscula de precisión.

Segundo experimento

Se sembró tomate F₃ bajo condiciones de casa sombra en noviembre de 2016, en un suelo vertisol crómico. La separación entre plantas fue de 25 cm. Las parcelas experimentales constaron de surcos de 32 m de largo, con separación de 1.6 m entre surcos. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y nueve tratamientos: 20, 30 y 50 mg de Si L⁻¹, 20, 30 y 50 mg de Cl L⁻¹, 20:20 y 30:30 mg v/v de Si:Cl L⁻¹, y un testigo fertilizado sólo con N tomado de urea y fertilizante foliar (Micro min 20-30-10). Las dosis se diluyeron en 3.0 L de agua y se aplicaron sólo una vez en el fondo de un surco de 5.0 cm de profundidad, cuando éstas tuvieron cinco hojas verdaderas, en tanto que las plantas testigo sólo recibieron 3.0 L de agua. Posteriormente todas las parcelas experimentales fueron manejadas con riego por goteo durante una hora. Cada unidad experimental constó de 20 plantas seleccionadas al azar. Las variables de estudio fueron: verdor que se determinó con un Spad 502, en la parte media de dos folíolos de una hoja fisiológicamente madura y sin deterioro en cada planta. La altura de plantas de tomate se midió con una cinta métrica, desde la base del tallo hasta la yema apical de la misma. El área foliar se evaluó en la séptima hoja verdadera a los 20 días después de la aplicación de silicio y se utilizó la fórmula = $0.347 (L \cdot W) - 10.7$ de Blanco y Folegatti, (2003). Se cosechó tres veces por semana.

Los datos recabados se analizaron estadísticamente con el paquete estadístico SAS, y se hizo comparación múltiple de medias con la prueba de Duncan ($\alpha \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se puede notar que las plantas cultivadas en casa sombra, en verdor no se observaron diferencias estadísticas, sin embargo, las plantas tratadas con Si en dosis de 20 y 30 mg L⁻¹, incrementaron ligeramente su verdor (5 y 10%, respectivamente), comparados con el promedio del testigo. En altura se mostraron diferencias estadísticas, aunque el mayor incremento ocurrió en las plantas tratadas con Si en dosis de 30 mg L⁻¹ y en aquéllas cultivadas con 20:20 mg de Si:Cl la altura disminuyó.

Cuadro 1. Verdor, altura, área foliar, materia seca de raíz y parte aérea de plántulas de tomate.

Dosis	Verdor (SPAD)	Altura (cm)	Área foliar (cm ²)	Materia seca de raíz (g)	Materia seca de parte aérea (g)
20 mg L ⁻¹ de Si	37.13 a	8.50 cde	37.30 abc	0.21 ab	0.31 bc
30 mg L ⁻¹ de Si	38.89 a	10.47 a	35.32 c	0.19 ab	0.39 a
50 mg L ⁻¹ de Si	35.68 a	8.90 bcd	35.77 c	0.15 ab	0.29 cd
20 mg L ⁻¹ de Cl	34.68 a	8.60 cde	37.28 abc	0.23 a	0.27 cd
30 mg L ⁻¹ de Cl	35.49 a	8.61 cde	36.39 bc	0.10 b	0.24 d
50 mg L ⁻¹ de Cl	35.78 a	9.11 cd	35.67 c	0.24 a	0.34 abc
20:20 mg L ⁻¹ de Si-Cl	35.74 a	7.70 e	38.00 ab	0.12 b	0.22 d
30:30 mg L ⁻¹ de Si-Cl	34.88 a	9.91 ab	35.97 c	0.25 a	0.37 ab
50:50 mg L ⁻¹ de Si-Cl	35.47 a	8.03 cde	38.59 a	0.12 b	0.23 d
0 mg L ⁻¹ (testigo)	35.28 a	7.83 de	38.51 a	0.11 b	0.36 ab

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, Duncan ($P \leq 0.05$).

En área foliar también ocurrieron diferencias estadísticas significativas entre los promedios que se indican en el Cuadro 1, de tal manera que las plantas testigo superaron a las tratadas con Si, Cl o la combinación de ambos elementos. La materia seca de raíz se expresó con diferencias estadísticas, de tal manera que las dosis 30:30 mg L⁻¹ de Si:Cl incrementaron la materia seca en 127 % en relación al testigo. En peso seco de parte aérea las plántulas tratadas con las dosis de 30 mg L⁻¹ de Si y 30:30 mg L⁻¹ de Si:Cl fueron estadísticamente iguales al testigo con valores porcentuales superiores al testigo en 8 y 3 %, respectivamente.

Segundo experimento

En el Cuadro 2 se puede notar que las plantas cultivadas en casa sombra, en verdor se observaron diferencias estadísticas, de tal manera que las plantas tratadas con Si, Cl y Si:Cl en dosis de 20, 20 y 30:30 mg L⁻¹, incrementaron ligeramente su verdor (0.5, 3 y 2 %, respectivamente), comparados con el promedio del testigo. En altura se mostraron diferencias estadísticas, aunque el mayor incremento ocurrió en las plantas testigo y en aquéllas cultivadas con 30:30 mg de Si:Cl, con el resto de los tratamientos la altura disminuyó. En área foliar también ocurrieron diferencias estadísticas significativas entre los promedios que se indican en el Cuadro 2, de tal manera que las plantas tratadas Si:Cl en dosis de 30:30 mg L⁻¹ tuvieron un incremento de 11 % en comparación al testigo, el resto de las dosis decrecieron en área foliar en un 4-39 %. El rendimiento se expresó con diferencias estadísticas (Cuadro 2), pero en relación al testigo las plantas tratadas con Cl en dosis de 50 mg L⁻¹ representaron incrementos porcentuales superiores en un 3 %. El resto de las dosis obtuvieron menor rendimiento, que oscilaron en un 5-27 %.

Cuadro 2. Crecimiento de tomate F₃ bajo condiciones de casa sombra.

Dosis	Verdor (Spad)	Altura (cm)	Área foliar (cm ²)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
20 mg L ⁻¹ de Si	49.85 abc	68.00 bcd	308.66 bc	23.21 a
30 mg L ⁻¹ de Si	47.19 c	73.47 b	335.95 ab	23.20 a
50 mg L ⁻¹ de Si	48.12 bc	53.87 e	214.61 d	17.84 b
20 mg L ⁻¹ de Cl	51.12 a	63.47 cd	282.12 bcd	23.22 a
30 mg L ⁻¹ de Cl	48.46 abc	71.83 b	300.18 bc	21.49 ab
50 mg L ⁻¹ de Cl	50.24 ab	70.03 bc	302.33 bc	25.14 a
20:20 mg L ⁻¹ de Si-Cl	48.37 abc	62.70 d	233.57 cd	21.75 ab
30:30 mg L ⁻¹ de Si-Cl	50.78 ab	80.13 a	390.57 a	21.75 ab
0 mg L ⁻¹ (testigo)	49.56 abc	81.40 a	350.49 ab	24.50 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, Duncan (P≤0.05).

El ligero incremento del verdor de las plántulas, la mayor altura, así como el incremento del peso de materia seca de raíz y de la parte aérea, son aspectos que indican la eficiencia fotosintética de aquéllas tratadas con silicio, ya que de otra manera hubiera ocurrido respuestas totalmente similares con respecto al testigo y, en consecuencia, también indican mejora en la calidad de plántulas. Estos resultados coinciden con lo reportado por Valente *et al.* (2004), quienes han referido que los efectos directos del silicio se acompañan de varios efectos indirectos, que incluyen un aumento de la capacidad fotosintética, la reducción de las tasas transpiratorias, un mayor crecimiento de las plantas y mayor resistencia mecánica de las

células. En relación al Cl, Li *et al.* (2002), observaron que éste se acumula principalmente en los cloroplastos, y es esencial para la función fotosintética. Se puede inferir que el silicio aplicado en plántulas con la primera hoja verdadera ocasionó efectos que mejoran la calidad de las plántulas, pero cuando se aplicó en plántulas con cinco hojas verdaderas los efectos fueron contrarios. Los resultados en el verdor difieren con los de Jianpeng *et al.* (2010), ya que ellos encontraron que, Si incrementa significativamente los niveles de clorofila a, clorofila b, clorofila total y carotenoides en hojas de pepino, a los 10 y 15 días de haber sido tratadas con dicho elemento. Diferencias que pueden ser debido a que se trata de diferente especie, como lo señala Viana (2005). Por eso los resultados de esta investigación concordaron con los referidos por Chapagain *et al.* (2011), quienes mencionan que el Cl es un micronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, que es requerido en pequeñas cantidades por todos los cultivos, y su rol es ayudar en la fotosíntesis, regular las funciones de enzimas, la regulación estomática por pérdida de agua, transportar nutrientes en las plantas (Ca, Mg, K), incrementar la producción en cereales, aumentar la resistencia a las enfermedades, y con niveles adecuados del suministro, el Cl mejora los rendimientos y la calidad de muchos cultivos, como la cebolla y el algodón (Chen *et al.*, 2010). Esta coincidencia no sólo fue con las plantas tratadas con Si y Cl de manera individual, sino también con la combinación de ambos. Gomez *et al.* (2006), mencionan que, mediante un manejo nutrimental, donde se agregue silicio, las plantas pueden incrementar hasta el doble de rendimiento en relación al testigo.

Conclusiones

Silicio y Cloro en dosis de 20, 30 y 50 mg L⁻¹, aplicada en riego por decantación al sustrato, cuando las plántulas presentaban la primera hoja verdadera, fueron eficaces para incrementar el verdor, altura y materia seca de raíces y en consecuencia, también mejoró la calidad de plántulas; pero cuando se aplicó a través del riego por goteo en plantas con cinco hojas verdaderas, los efectos fueron menores y contrarios a los que se observaron en las plantas testigos, sin embargo Si y Cl en dosis de 20 mg L⁻¹, fueron eficaz para incrementar ligeramente el verdor y disminuir altura, sin embargo Cl por si sólo en dosis de 50 mg L⁻¹ fue eficaz para aumentar el verdor, disminuir altura e incrementar rendimiento.

Literatura citada

Balakhnina, T and Borkowska, A. 2013. Effects of silicon on plant resistance to environmental stresses: review. *Int. Agrophys.* 27: 225-232. Doi: 10.2478/v10247-012-0089-4

Chapagain, B. P., Wiesman, Z., Zaccai, M., Imas, P. and Magen, H. 2011. Potassium Chloride Enhances Fruit Appearance and Improves Quality of Fertigated Greenhouse Tomato as Compared to Potassium

Nitrate. 643-658. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/PLN-120017671> (Consultado: mayo 13, 2017).

Chen, W., He, Z. L. , Yang, X. E. , Mishra, S. and Stoffella, P. J. 2010. Chlorine nutrition of higher plants: progress and perspectives'. *Journal of Plant Nutrition* 33 (7): 943-952. DOI: 10.1080/01904160903242417

Epstein, E. 2009. Silicon: its manifold roles in plants. *Annals of Applied Biology*. 55: 155-160.

Jianpeng, F., Qinghua, S., Xiufeng, W., Min, W., Fengjuan, J. and Huinu, X. (2010). Silicon supplementation ameliorated the inhibition of photosynthesis and nitrate metabolism by cadmium (Cd) toxicity in *Cucumis sativus* L. *Scientia Horticulturae* 123: 521-530. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.10.013>

Li, T. X., C. Q. Wang, G. R. Ma, X. Z. and Zhang, R. S. 2002. Research progress of chloridecontainign fertilizer. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences* 15: 86-91.

Marschner H. 1998. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Ed. Academic Press. San Diego, CA. 889 p.

Mitani, N. and MA, J. F. 2005. Uptake system of silicon in different plant species. *Journal of Experimental Botany* 56: 1255-1261.

SAGARPA. 2017. Aumenta 35 por ciento producción de jitomate "Hecho en México" <https://www.horticultivos.com/cultivos/tomate/la-produccion-tomate-mexico-estados-unidos> (Consultado: junio, 2018).

Valente, A., Moráis, R., Couto, C. and Correira, J. H. 2004. Modeling, simulation and testing of a silicon soil moisture sensor based on the dual-probe heat-ptilse method. *Sens and Actuators A*. 115 (2): 434-439.

Viana, J. E. 2005. Importancia del silicio en la nutrición vegetal. *Agromil*. Tolima, Colombia. <http://www.silicioagromil.com>. (Consultado: septiembre, 2016).

Xu, G., Magen, H., Tarchitzky. J. y Kafkafi, V. 2000. Advances in chloride nutrition. *Advances in Agronomy* 68: 96-150.

FERTILIZACIÓN SINTÉTICA, ORGÁNICA Y CARBÓNICA EN EL CULTIVO DE CHILE JALAPEÑO DENTRO DE MINI-TÚNEL

Olivia Vanessa Encines Chaidez¹, Felipe Ayala Tafoya², Tomás Díaz Valdés², Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz², Marino Valenzuela López², Juan Martín Parra Delgado²

Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Colegio de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Sinaloa¹ (UAS). E-mail: vanexa_07@hotmail.com. Facultad de Agronomía, UAS².

Resumen

La investigación se realizó con el objetivo de conocer la influencia del CO₂ producido por compostaje, fertilización sintética (solución Steiner) y orgánica (vermicomposta) en chile jalapeño cultivado dentro de mini-túnel. Se usó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 2x2x2 y tres repeticiones por tratamiento. Las variables de respuesta evaluadas fueron: concentración de CO₂ dentro del túnel, producción de biomasa seca por planta y rendimiento de frutos. El compostaje conjuntamente con fertilización orgánica y sintética, compostaje + fertilización orgánica, y compostaje + fertilización sintética, incrementaron la concentración de CO₂ dentro del túnel en 153.8, 76.3 y 31.9%, respectivamente, comparados con el cultivo donde sólo se usó fertilización sintética (390.3 $\mu\text{mol mol}^{-1}$). Con compostaje + fertilización orgánica y sintética, fertilización orgánica y sintética, y compostaje + fertilización sintética, aumentó en los respectivos 43.2, 24 y 5.5% la producción de biomasa seca por planta y en 50, 24.1 y 12.3% el rendimiento total, en comparación con las mismas variables obtenidas con fertilización sintética. Palabras clave: CO₂ de compostaje, biomasa seca por planta, rendimiento de frutos.

Abstract

The research was carried out with the objective of knowing the influence of CO₂ produced by composting, synthetic fertilization (Steiner solution) and organic (vermicomposta) in jalapeño chili grown in mini-tunnel. A randomized block design with 2x2x2 factorial arrangement and three repetitions per treatment was used. The response variables evaluated were: CO₂ concentration inside the tunnel, production of dry biomass per plant and fruit yield. Composting together with organic and synthetic fertilization, composting + organic fertilization, and composting + synthetic fertilization, increased the concentration of CO₂ within the tunnel by 153.8, 76.3 and 31.9%, respectively, compared to the crop where only synthetic fertilization was used (390.3 $\mu\text{mol mol}^{-1}$). With composting + organic and synthetic fertilization, organic and synthetic fertilization, and composting + synthetic fertilization, the production of dry biomass per plant increased by 43.2,

24 and 5.5% and the total yield by 50, 24.1 and 12.3%, compared to same variables obtained with synthetic fertilization.

Keywords: CO₂ by composting, dry biomass by plant, fruits yield.

Introducción

La tendencia actual en la agricultura es encontrar alternativas de cultivo que incrementen el rendimiento y disminuyan el uso de fertilizantes sintéticos, plaguicidas y reguladores del crecimiento, con los cuales se corre el riesgo de contaminar el ambiente (Moreno *et al.*, 2005). En la búsqueda de alternativas de desarrollo sostenible, procesos como el compostaje y los productos derivados del mismo, han adquirido un especial auge por su capacidad de restituir al suelo una cierta proporción de materia orgánica (Melgarejo *et al.*, 1997; Dhulla *et al.*, 2004). La composta es un abono orgánico en expansión por su capacidad para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, las cuales son deterioradas por el uso continuo y exclusivo de fertilizantes sintéticos bajo condiciones de producción intensivas de cultivo, mientras que el CO₂ producido durante dicho proceso es emitido hacia la atmósfera y desperdiciado, por lo que se desconoce el beneficio que se puede conseguir, si se utiliza en interacción con la fertilización sintética y orgánica, en el cultivo protegido de chile jalapeño. El objetivo de este trabajo fue determinar la contribución de los fertilizantes sintéticos y orgánicos, así como del CO₂ producido por el compostaje, en el crecimiento de las plantas y el rendimiento de chile jalapeño cultivado dentro de mini-túnel.

Materiales y Métodos

El trabajo de investigación se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, sito en el km 17.5 de la maxipista Culiacán-Mazatlán. El clima de Culiacán es BS₁(h') w(w) (e): semiseco muy cálido extremoso con lluvias de verano, por ciento de precipitación invernal con respecto al total anual menor de cinco.

Se construyeron mini-túneles de 1 m de alto por 1 m de ancho con arcos de alambrón, puestos sobre las camas de cultivo a una distancia de 1.5 m entre arcos, y sobre ellos se colocó manualmente una película de plástico transparente. Dentro de cada túnel de 6 m de largo, en 3 m se cultivó chile jalapeño y en los otros 3 m se colocaron dos contenedores (mitades de tambos de 200 litros) con 50 L de compostaje cada uno, con 1 m de separación entre secciones. En el compostaje se utilizó la siguiente proporción de materias primas: estiércol de bovino (160 kg), salvado de trigo (40 kg), alfalfa molida (80 kg), tierra aluvial (80 kg), además de melaza (4 L) y levadura (30 g) para activar el proceso de descomposición.

La siembra de chile jalapeño, variedad Mixteco, se realizó el 28 de agosto de 2017 en charolas de poliestireno de 200 cavidades con sustrato peat moss y vermiculita, en invernadero. El trasplante se realizó el 12 de diciembre de 2017. La separación entre plantas fue de 0.25 m, a hilera doble, para una densidad de 22,222 plantas por hectárea.

En el experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 2x2x2. Los tres factores: compostaje (C), con cuatro ciclos de compostaje distribuidos durante el cultivo; fertilización sintética (FS), mediante la solución Steiner; y fertilización orgánica (FO), consistente en 10 t ha⁻¹ de vermicomposta incorporadas al suelo durante la formación de camas de cultivo; fueron utilizados con los niveles, con y sin. Los tratamientos fueron: T1=C+FS+FO, T2=C+FS, T3=C+FO, T4=C, T5=FS +FO, T6=FS (Testigo comercial), T7=FO y T8=Testigo absoluto.

Las variables de respuesta evaluadas fueron: la concentración promedio de CO₂ registrada dentro del túnel a las 9 am y 12 pm, mediante un medidor de CO₂ (CO2-100, Amprobe); la eficiencia fotosintética de las plantas, a través de la producción de biomasa seca por planta, obtenida al final del ciclo de cultivo, con balanza de precisión (CP622, Sartorius), previo secado en horno eléctrico (292, Felisa) a 70 °C, hasta peso seco constante; y el rendimiento de frutos, los cuales se cosecharon en estado de madurez comercial y clasificaron en los calibres comerciales: Chico (2 a 3”), Mediano (3 a 4”) y Grande (4 a 5”). Los resultados de las variables evaluadas fueron procesados mediante análisis de varianza y prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la comparación de medias con el paquete InfoStat versión 2018.

Resultados y Discusión

La concentración de CO₂ en el aire interno del túnel mostró diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) por causa de los tratamientos (Cuadro 1). La concentración de CO₂ en T1 (C+FS+FO), T3 (C+FO) y T2 (C+FS) superó en los respectivos 153.8, 76.3 y 31.9%, a los 390.3 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ registrados en T6 (FS). Así, la mayor contribución al incremento del CO₂ en el ambiente aéreo del cultivo protegido fue ocasionada por el compostaje, debido a la descomposición de los materiales orgánicos y la respiración de los microorganismos (Sotelo, 2004; Velasco-Velasco *et al.*, 2004; Franch *et al.*, 2015). Seguido por la contribución de la vermicomposta aplicada al suelo (FO), con la cual se incrementaron las poblaciones de microorganismos y la respiración edáfica (Sotelo *et al.*, 2004), y de la fertilización sintética (FS), ya que gran parte de la significancia de los microorganismos se expresa por mantener un balance adecuado entre el suelo, la nutrición vegetal y la microbiota nativa. El punto en donde

se llevan a cabo las interacciones más importantes es la rizósfera, de modo que en una manera general se puede decir que la sostenibilidad depende de mantener buenas condiciones físicas, químicas y biológicas en el suelo (De Brito *et al.*, 2003).

La producción de biomasa seca por planta del T1 (C+FS+FO), de 150.23 g/planta, superó en 15.4, 35.7 y 43.2% a la biomasa seca acumulada por las plantas de T5 (FS+FO), T2 (C+FS) y T6 (FS), respectivamente; mientras que los valores más bajos, de 66.31 y 60.16 g, se registraron en las plantas de T4 (C) y T8 (Testigo).

El rendimiento total y por tamaños comerciales también presentó diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) por causa de los tratamientos (Cuadro 1). El mayor rendimiento total se registró en T1 (C+FS+FO), con 61.76 t ha⁻¹, el cual fue 20.9, 33.6 y 50% más alto que el rendimiento total obtenido en T5 (FS+FO), T2 (C+FS) y T6 (FS), respectivamente.

Cuadro 1. Influencia de los tratamientos en la concentración de CO₂ en el aire, biomasa seca/planta y rendimiento de chile jalapeño cultivado dentro de mini-túnel.<

Tratamiento	CO ₂ (μmol mol ⁻¹)	Biomasa seca (g)	Rendimiento (t ha ⁻¹)			
			Total	Grande	Mediano	Chico
T1=C+FS+FO	990.60 a*	150.23 a	61.76 a*	26.84 a	21.99 a	12.92 a
T2=C+FS	688.20 c	110.67 bc	46.24 bc	23.72 ab	13.40 b	9.13 b
T3=C+FO	787.07 b	92.71 cde	16.30 d	6.09 c	4.62 c	5.60 c
T4=C	647.60 c	66.31 f	4.04 e	4.25 d	1.56 d	1.23 d
T5=FS+FO	514.67 d	130.13 b	51.09 b	25.64 a	15.38 b	10.07 ab
T6=FS	390.33 e	104.92 bcd	41.17 c	20.27 b	12.70 b	8.20 bc
T7=FO	465.33 d	80.42 de	15.04 d	5.15 cd	4.57 c	5.31 c
T8=TESTIGO	330.40 e	60.16 f	3.04 e	0.87 e	1.27 d	0.90 d
DMS	68.3	28.3	6.6	4.2	2.9	2.9

C=Compostaje. FS=Fertilización sintética. FO=Fertilización orgánica. DMS=Diferencia mínima significativa. *Medias con letras iguales dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

Los mayores rendimientos de chile jalapeño de tamaño Grande fueron obtenidos con T1 (C+FS+FO), T5 (FS+FO) y T2 (C+FS), con 26.84, 25.64, 23.72 t ha⁻¹, superiores en los respectivos 32.4, 26.5 y 17% al obtenido en T6 (FS, testigo comercial). Para los frutos de chile jalapeño de tamaño Mediano, el mayor rendimiento se observó en T1, con 21.99 t ha⁻¹, que superó en 43, 64.1 y 73.2% a los obtenidos en T5, T2 y T6, estadísticamente iguales entre sí. Con respecto a los frutos de chile jalapeño de tamaño Chico, como se observa en el Cuadro 1,

el rendimiento logrado en T1 (12.92 t ha⁻¹) no fue diferente al conseguido en T5, pero superó en 41.5 y 57.6% al promovido por T2 y T6, estadísticamente iguales entre sí. Estos resultados sugieren que, de no mantenerse una fertilización adecuada, se corre el riesgo de disminuir el potencial de rendimiento, principalmente por una reducción en la concentración de nutrientes en el suelo. Este riesgo puede evitarse con el uso de composta, ya que tiene un aporte de microorganismos benéficos, cuya adición al suelo favoreció la disponibilidad y asimilación de los fertilizantes sintéticos (Seuferet *et al.*, 2012).

Conclusiones

El compostaje ocasionó el mayor incremento en la concentración de CO₂ dentro del mini-túnel, seguido de la fertilización orgánica y sintética. La mayor producción de biomasa seca por planta, así como los rendimientos más altos, fueron inducidos por compostaje + fertilización orgánica y sintética, fertilización sintética y orgánica, compostaje + fertilización sintética, y fertilización sintética, en ese orden.

Literatura Citada

- De Brito, A. M., Gagne, S., and Antoun, H. (1995). Effect of compost on rhizosphere microflora of the tomato and on the incidence of plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 61(1): 194-199.
- Dhulla, S. K., Goyala, S., Kapoora, K. K., and Mundra, M. C. (2004). Microbial biomass carbon and microbial activities of soils receiving chemical fertilizers and organic amendments. *Archives of Agronomy and Soil Science* 50: 641-647. <https://doi.org/10.1080/08927010400011294>
- Franch, D. J., Calvet, S. S., Soriano, S. M. D., Pérez, B. I., y García, M. F. J. (2015). Evaluación técnica y ambiental del vermicompostaje de estiércoles de ovino, caprino y conejo. Trabajo fin de grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural. Universitat Politècnica de València.
- Melgarejo, P. M. R., Ballesteros, G. M. I., y Bendeck, L. M. (1997). Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales en humus de lombriz y composts derivados de diferentes sustratos. *Revista Colombiana de Química*.
- Moreno, R. A., Valdés, P. M. T., y Zarate, L. T. (2005). Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost / arena bajo condiciones de invernadero. *Agricultura Técnica* 65(1): 26-34.
- Sotelo, C. E., Iglesias, M. C., y Díaz, I. (2004). Actividad Respiratoria en la producción de vermicompuesto a partir de residuos domiciliarios y diferentes absorbentes. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas* 2004. Universidad Nacional del Nordeste.
- Velasco-Velasco, J., Figueroa-Sandoval, B., Ferrera-Cerrato, R., Trinidad-Santos, A., Gallegos-Sánchez, J. (2004). CO₂ y dinámica de poblaciones microbianas en composta de estiércol y paja con aireación. *Terra Latinoamericana* 22: 307-316.

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) CON GUANO DE MURCIÉLAGO

Manríquez Rivera G. A¹, Beltrán Morales F. A¹., Gámez Insunza D. I¹., Martínez Santos J¹., Mayoral Plata S¹., Peña Loredó M¹., Ramírez López L¹., Peralta Olachea R. G. ¹,
Troyo Diéguez E.²

Universidad Autónoma de Baja California Sur¹. Carretera al sur Km 5.5. Centro de Investigaciones del Noroeste². La Paz, Baja California Sur. México. e-Mail: gissmr22@gmail.com

Resumen

Se busca hacer uso de insumos alternativos, que permitan abordar los agroecosistemas desde la integración cultural, socio-económica, biofísica y técnicas, en aras de producciones sostenibles, aplicándolo en diversos cultivos como el tomate (*Solanum lycopersicum*), al ser en México una de las principales hortalizas que se producen con fines de exportación, presentándose grandes extensiones con rendimientos promedio superiores a las 40 t ha⁻¹. Por lo que se impulsa a estudiar nuevas alternativas de fertilización para cubrir las necesidades, obtener rendimientos y ser sustentable. El objetivo de esta investigación fue evaluar la preparación de la siembra primero se recolectó el guano de murciélago, después se mezcló al 0%, 5%, 10%, 15%, y 20% completando con sunchine a un 70%, vermiculita a un 20% y peat foam a un 10% obteniendo así el 100% de la mezcla total. Los resultados muestran que la dosis del tratamiento al 5% mostró los mayores efectos en el crecimiento y desarrollo de la planta; mientras que la dosis del tratamiento al 20% tuvo un efecto negativo e inhibitorio en la germinación y emergencia de la planta.

Palabras claves: Abonos, Contaminación, Fertilizantes.

Abstract

It seeks to make use of alternative supplies, which allow to address agro-ecosystems from cultural, socio-economic, biophysical and technical integration, for the sake of sustainable production, applying it in various crops such as tomato (*Solanum lycopersicum*), being in Mexico one of the main vegetables produced for export purposes, with large extensions with average yields of more than 40 t ha⁻¹. So it is encouraged to study new fertilization alternatives to meet needs, obtain yields and be sustainable. The objective of this research was to evaluate the preparation of the planting was first collected the bat guano, then mixed at 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% completing with sunchine at 70%, vermiculite at 20% and peat foamat at 10% thus

obtaining 100% of the mixture to 70%, vermicuete at 20% and peat foam at 10% thus obtaining 100% of the mixture to 70% Such. Results show that the 5% treatment dose showed the greatest effects on plant growth and development.

Keywords: Credits, Pollution, Fertilizers.

Introducción

Actualmente existen varias razones bien fundamentadas para usar métodos orgánicos y ecológicos. La agricultura convencional agroquímica se basa en la dependencia del agricultor en tecnologías industrializadas que requieren alta inversión de dinero y que debido a su flujo unidireccional (al no permitir la posibilidad de reciclar) lleva a la contaminación y degradación ambiental y dificulta el desarrollo económico del sector rural; una situación "insostenible" a largo plazo (Cajamarca; 2012). Por lo que se requiere buscar las causas que afectan la producción y hacer uso de insumos alternativos, que permitan abordar los agroecosistemas desde la integración cultural, socio-económica, biofísica y técnicas, en aras de producciones sostenibles (Plazas y García; 2014). Un insumo alternativo es el uso de los guanos, que son abonos orgánicos, de origen animal, con una composición muy variada (Paz; 2005). Al ser un producto totalmente natural, y aunque no todos tienen el mismo valor para su empleo en el abonado de plantas, su uso como fertilizante origina cultivos ecológicos, consiguiendo de esta manera que el rastro de los componentes que se encuentran en el fertilizante sean prácticamente indetectables en las plantas ya que los materiales que lo componen son: amoníaco, ácido úrico, fosfórico, oxálico, y ácidos carbónicos, sales e impurezas del suelo ; dentro de las 17 principales funciones que realiza es acelerar la floración, la maduración y la estructura de las raíces, aumenta la resistencia contra ataques de bacterias y por su lenta liberación evita problemas de excesos, que suelen ser comunes cuando se hacen aplicaciones desmedidas de fertilizante que pueden causar daños irreparables (García; 2011); "por lo se califica como una alternativa positiva, preferentemente en el uso de hortalizas como es el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) ya que en México es una de las principales hortalizas que se producen", cultivándose con fines de exportación, grandes extensiones de los estados del Noroeste y Occidente, con rendimientos promedio superiores a las 40 t/ha. Anualmente se siembran más de 52 mil hectáreas y se producen dos millones de toneladas (Ríos-Ororio *et al.*, 2014).

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en febrero de 2019, en el Cuerpo Académico de Agricultura Sustentable de Zonas Áridas (CAZUZA) localizado en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, ubicada en el municipio de La Paz Baja California Sur, México. En una casa malla con un 80% de sombra ubicada en las siguientes coordenadas: 24, 6' 3.14'' y Latitud Norte 110, 18' 54.44'' Longitud Oeste. (X=0569557 y Y=2665366). Para la preparación de la siembra primero se recolectó el guano de murciélago, después se mezcló al 0%, 5%, 10%, 15%, y 20% completando con sunchine a un 70%, vermiculita a un 20% y peat foam a un 10% obteniendo así el 100% de la mezcla total. La semilla de tomate utilizada fue la variedad saladet Rio Grande. La siembra se realizó en una charola de 200 cavidades la cual se dividió en 5 unidades experimentales de 5 cavidades cada una. Los riegos proporcionados fueron una vez al día durante la mañana todo el tiempo del experimento desde el momento en que fueron sembradas las semillas. Se monitoreó diariamente la temperatura con un termómetro marca W.S Tyler USA modelo 10 (0.0787 in) 2 mm, donde las temperaturas osciladas fueron entre 21.3 centígrados a 30.3 centígrados. Los tratamientos fueron nombrados como (T1, T2, T4, T5) y un testigo como (T6) de los cuales se realizaron 5 repeticiones de cada uno. La emergencia de las plantas se registró el día cuando se observó una protuberancia en el sustrato y la aparición de los cotiledones de la plántula y se contó el número de plántulas emergidas. Después de la emergencia y con el paso del tiempo se llevó el registro de las plántulas que contaban con las hojas verdaderas las cuales se contó su diámetro con una regla cuando tenían más de 0.5 cm de longitud. Se realizaron 7 mediciones en total. La medición de altura de las plantas se realizó a través de una regla de 30 cm una vez por semana. El diámetro del tallo fue medido por un vernier electrónico (CALLIPER) cuando las plántulas tuvieron suficiente grosor ya que los tallos fueron medidos una sola vez. Después de todo el tiempo las plántulas fueron extraídas de la charola, donde se separó la parte aérea y la parte de la raíz en una báscula de precisión (OHAUS) después de obtener estos datos se llevaron a una estufa deshidratadora (SHEL-LAB) a una temperatura de 65 grados, donde estuvieron por 3 días y posteriormente fueron de nuevo pesadas en la báscula de presión, donde se tomaron los datos de peso verde y peso seco de las plántulas. El experimento fue analizado con un diseño al azar con 5 repeticiones y 5 tratamientos. El análisis de los resultados se realizó con el programa de programa estadístico de la facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. En el cual se utilizó el diseño experimental de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD= $p=0.05$).

Resultados y discusión

En el cuadro 1 se observa los resultados obtenidos de las mediciones y pesados de cada uno de los tratamientos así como el testigo. Los valores arrojan que el mejor tratamiento empleado con guano es al 5%, mostrando mayor crecimiento y desarrollo; mientras el tratamiento al 20% fue el de mayor deficiencia, encontrándose de forma intermedia los tratamientos al 10% y 15% reflejando un comportamiento similar al testigo.

Cuadro 1. Registro de los parámetros evaluados con respecto a los tratamientos y testigo.

Tratamiento	PVR	PVA	PVT	PSR	PSA	PST	Altura	Grosor tallo	# Foliolos	%Emergencia
Testigo	0.971 b	3.099 b	4.220 b	0.244 ab	0.336 b	0.714 b	8.892 ab	0.996 bc	5.640 abc	88.558 a
5%	4.518 a	10.586 a	15.104 a	0.420 a	0.924 a	1.344 a	13.700 a	2.914 a	10.700 a	89.980 a
10%	1.4616 b	4.602 b	6.018 b	0.118 bc	0.316 b	0.434 bc	8.380 ab	2.128 ab	6.720 ab	6.660 b
15%	0.076 b	0.806 b	0.882 b	0.010 bc	0.048 bc	0.058 c	4.020 bc	0.57 bc	1.600 bc	0 b
20%	0 b	0 b	0 b	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c	0 b

*Pesos en gramos de PVR: Peso verde raíz, PVA: Peso verde aéreo, PVT: Peso verde total, PSR: Peso seco raíz, PSA: Peso seco aéreo, PST: Peso seco total.



Figura 1. Medición de altura de plántulas de tomate, pesado del sistema radicular y del sistema aéreo

De acuerdo con García(2011), el guano de murciélago es utilizado en algunos países y se ha demostrado que tiene propiedades que inducen un crecimiento y desarrollo sobresaliente de los cultivos ya que es rico en minerales esenciales para las plantas y además contienen microorganismos que ayudan a controlar las enfermedades del suelo y los nemátodos perjudiciales. El guano se ha usado mayormente en su forma sólida como fertilizante y durante sus aplicaciones se han evidenciado efectos de quemadura de follaje en cultivos, además de agotar los nutrientes del suelo. Sin embargo, hace mención que los efectos positivos o negativos son debidos a la cantidad de guano que se aplique directamente a la planta y el

tiempo en que se riegue la planta. Si la técnica de aplicación no se cumple las plantas presentaban quemaduras, efecto del amonio, por tanto, el método de solubilización del nitrógeno y los demás nutrientes es importante para no afectar las plantas (Sánchez, 2016).

Conclusión

Es importante tener conocimiento de las dosis y su efecto en la hortaliza; ya que se puede tener un efecto positivo, estimulando el crecimiento y desarrollo como se muestra en el tratamiento al 5%, siendo el mejor de los tratamientos, o en su defecto un comportamiento negativo e inhibitorio como se ve en el tratamiento al 20%.

Literatura citada

Cajamarca V. D.; 2012; Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos; Facultad de ciencias Agropecuarias; Universidad de cuenca; pag. 1-118. Recuperado agosto 2019: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3277/1/TESIS.pdf>

García Lozano B. A.; 2011; Biorreguladores de crecimiento, fertilizantes químicos y orgánicos en tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill); Facultad de agronomía; Universidad Autónoma de Nuevo León; pag.16-19. Recuperado agosto 2019: <http://eprints.uanl.mx/2417/>

Paz Despaigne F.; 2005; Utilización del guano de murciélago en la producción de semilla de la cebolla multiplicadora (*Allium ascalonicum*, Lim); Agricultura organica1; Empresa Cultivos Varios Tunas. Pag 12-13. Recuperado agosto 2019: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202005_1/05%20guano%20murcielago.pdf

Plazas-Leguizamón N.; García-Molano J.; 2014; Los abonos orgánicos y la agremiación campesina: una respuesta a la agroecología; Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial; Vol. 12 No. 2 (170-176). Recuperado agosto 2019: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n2/v12n2a19.pdf>

Ríos-Ororio O., Chavez-Servia J., Carrillo-Rodriguez J.; 2014; Producción tradicional y diversidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo: un estudio de caso en Tehuantepec-Juchitán, México; Agricultura, Sociedad y Desarrollo; ISSN:1870-5472; Vol. 11; Pag. 35-51. Recuperado agosto 2019: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1870-54722014000100003&lng=en&nrm=iso

Sánchez García Y.; 2016; Caracterización química del guano de aves marinas de la Isla San Jerónimo, Baja California, México y su viabilidad como fertilizante agrícola; Programa de Posgrado en Ciencias de la Vida con orientación en Biotecnología Marina; Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California; Pag. 76-77. Recuperado septiembre 2019: <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1319/1/245271.pdf>

EFFECTO DEL ÁCIDO ABSCÍSICO Y ETEFÓN EN LA CALIDAD DE UVA DE MESA CV RED GLOBE EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA

Martínez Gerardo¹, Márquez Arnulfo², Valenzuela César³ y Vieira Fernando¹

Investigadores del INIFAP en el Campo Experimental Costa de Hermosillo¹, Campo Experimental

Norman Borlaugh² y Campo Experimental Valle de Mexicali³, Ensenada.

martinez.gerardo@inifap.gob.mx,

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del ácido abscísico (ABA) solo o con etefón en la calidad de uva de mesa cv Red Globe. El experimento se realizó en la Costa de Hermosillo, Sonora, en el ciclo 2018-2019, en un viñedo comercial bajo riego por goteo. Los tratamientos fueron: 1) Etefón 400 ppm, 2) ABA 200 ppm, 3) ABA 300 ppm, 4) Etefón + ABA (400 + 200 ppm) y 5) Etefón + ABA (400 + 300 ppm), los cuales se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Al momento de la cosecha el etefón aportó una intensidad de color rojo de las bayas de 68.3%, la cual fue estadísticamente menor a los tratamientos restantes, cuyas intensidades oscilaron de 86.2 a 92.2% ($p \leq 0.05$). El reventado, contenido de sólidos solubles y tamaño de bayas no fueron afectados por los tratamientos. Bajo condiciones extremas de temperatura (46 a 49 °C máximas diarias) en las que se desarrolló el presente trabajo, el ABA solo o mezclado con etefón dio mejores resultados que el etefon solo para inducir la coloración en las bayas de vid.

Palabras Claves: *Vitis vinífera*, color, uva de mesa.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of abscisic acid (ABA) alone or with ethephon on grape quality of the table grape cv Red Globe. The experiment was carried out in La Costa de Hermosillo, Sonora, in 2018-2019, in a commercial vineyard under drip irrigation. Treatments were: 1) Ethephon 400 ppm, 2) ABA 200 ppm, 3) ABA 300 ppm, 4) Ethephon + ABA (400 + 200 ppm) y 5) Ethephon + ABA (400 + 300 ppm), which were distributed in a completely randomized block design with three replications. At harvest, ethephon gave a grape red intensity of 68.3%, which was statistically lower than in the remaining treatments, in which red intensity was from 86.2 to 92.2% ($p \leq 0.05$). Splitting, soluble solid content and berry size were not affected by the treatments. Under the extreme temperature (46 to 49 °C daily maximum temperature) in

which the experiment was conducted, ABA alone or with ethephon gave better results than ethephon alone to stimulate coloration to the grape berries.

Palabras Claves: *Vitis vinífera*, color, table grape.

Introducción

Una de las prácticas para obtener una buena coloración de las bayas de vid es la aplicación de etefón en dosis de 200 a 450 ppm en más de dos aplicaciones. Cuando las condiciones de manejo y temperatura son desfavorables se necesitan llevar a cabo más de tres aplicaciones en dosis altas de este producto, lo que puede llevar a la acumulación de etefón en concentraciones que rebasan los residuos máximos permitidos por los importadores (>1 ppm),. reventado de bayas y reducción en la firmeza (Cutipa, 2013; Martínez, 2008 Martínez, 2008; Peppi, 2014). El etefón no afecta la acumulación de sólidos solubles y la acidés (Yana, 2013: Peppi, 2014). El ABA ha sido propuesto como una de las hormonas desencadenantes del inicio de la maduración en frutos no climatéricos, lo cual induce la biosíntesis de pigmentos en la cutícula de las bayas (Villalobos, 2011). Lo cual podría ser benéfico para evitar los problemas de residuos, de firmeza y de falta de color obtenidos por el etefón. Se ha sugerido que el ABA ha dado mejores resultados para otorgar el color de las bayas cuando existen altas temperaturas ambientales (Peppi, Fidelibus y Dokoozlian, 2007; Peppi, 2014). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del ácido abscísico (ABA) solo o con etefón en la calidad de uva de mesa cv Red Globe, bajo las condiciones de temperatura del mes de junio de la Costa de Hermosillo, Sonora, la cual presenta una mínima promedio de 22.8 y una máxima promedio de 39.6 °C.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la Costa de Hermosillo, Sonora, en un viñedo comercial bajo riego por goteo, en el ciclo 2018-2019. Los tratamientos fueron: 1) Etefón 400 ppm, 2) ABA 200 ppm, 3) ABA 300 ppm, 4) Etefón + ABA (400 + 200 ppm) y 5) Etefón + ABA (400 + 300 ppm), los cuales se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por tres plantas, de las cuales solo se tomó la central para la toma de datos.

En cada tratamiento se realizaron dos aplicaciones, el 9 y 15 de junio, respectivamente. La aplicación de etefón se realizó con mochila asperjando al follaje y al racimo utilizando 1500 litros de agua por hectárea. La aplicación de ácido abscísico fue solo a los racimos con atomizadores de 500 ml bañando hasta escurrimiento. La aplicación se realizó en el mismo día

pero separados en más de una hora, realizando primero la aplicación de ABA y luego la de etefón.

En la cosecha realizada el 20 de junio, se evaluó la intensidad del color rojo de los racimos, color que es el típico de la vid cv Red Globe pero cuya intensidad se ve afectada por la cantidad de pigmentos que se sintetizan en la piel. Para ello se realizó una evaluación visual utilizando una escala porcentual, la cual es de uso común para evaluar la intensidad de color rojo de los racimos de vid. Los racimos de color verde, en los que no ocurre biosíntesis de pigmentos reciben un valor de 0, mientras que los que tienen bayas rojo oscuro reciben un valor de 100. También se evaluó la cantidad de bayas reventadas por racimo. Además, se colectaron 20 bayas de diferentes racimos por unidad experimental las cuales se llevaron a laboratorio para medir coloración individual de las bayas, peso fresco, diámetro ecuatorial y contenido de sólidos solubles.

Se realizó un análisis de varianza de los datos utilizando el diseño bloques al azar y comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 mediante el uso del paquete Diseños Experimentales FAUANL ver. 1.6 (2015).

Resultados y Discusión

Al momento de la cosecha el etefón aportó una intensidad de color rojo del racimo de 68.3%, la cual fue estadísticamente menor a los tratamientos restantes, cuyas intensidades oscilaron de 86.2 a 92.2%($P \leq 0.05$) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de ABA y etefón en la coloración y reventado de bayas del cv Red Globe, en la Costa de Hermosillo.

Tratamiento Etefón ppm + ABA ppm	Intensidad de color del racimo %	Intensidad de color de las	
		bayas %	Reventado de bayas %
400 + 000	68.3 b	62.4 b	0
000 + 200	86.2 a	87.0 a	0
000 + 300	90.6 a	87.7 a	0
400 + 200	92.1 a	92.8 a	0
400 + 300	90.0 a	88.5 a	0

La evaluación de la intensidad del color individual de las bayas colectadas y observadas en laboratorio aportó resultados similares: las aplicaciones de etefón a 400 ppm dieron la intensidad de color más baja la cual fue de 62.4%, valor estadísticamente inferior al de los restantes tratamientos (Cuadro 1). Con este valor de coloración los racimos no son comercialmente aceptables lo que significa que sería necesario realizar aplicaciones adicionales de etefón para posiblemente alcanzar el color deseado. Aunque con la aplicación de ABA la intensidad de color rojo de las bayas fue similar a la obtenida con etefon + ABA, la tendencia fue a obtener una mejora con la combinación de ambas hormonas. Resultados simiars reportó Cutipa (2013) en Perú.

El reventado, peso, diámetro ecuatorial y contenido de sólidos solubles de las bayas no fueron afectados por los tratamientos (Cuadros 1 y 2), lo cual concuerda con los resultados de otros autores (Cutipa, 2013; Peppi *et al.*, 2007).

Cuadro 2. Efecto de ABA y etefón en el tamaño y contenido de sólidos solubles de las bayas del cv Red Globe, en la Costa de Hermosillo.

Tratamiento Etefón ppm + ABA ppm	Peso de la baya g	Diámetro ecuatorial mm	Contenido de sólidos solubles °Brix
400 + 000	8.35	22.43	13.9
000 + 200	8.65	23.18	12.6
000 + 300	7.85	21.78	12.7
400 + 200	7.60	22.66	13.1
400 + 300	8.05	21.62	12.2

La Costa de Hermosillo presenta un clima extremo. Las aplicaciones en este ciclo se realizaron cuando las temperaturas máximas diarias oscilaron de 46 a 49 °C. Lo anterior indica que bajo estas condiciones el ABA es una hormona capaz de estimular la biosíntesis de pigmentos de las bayas con una mejor efectividad que etefón. Este es el primer estudio en que se reporta que el ABA aportó una coloración aceptable bajo las temperaturas extremas mencionadas.

De acuerdo a Martínez (2008) etefón estimula el reventado de bayas cuando se realiza en dosis y número de aplicaciones excesivas en el cultivar Flame Seedless. De acuerdo a este ensayo, en Red Globe con dos aplicaciones a 400 ppm no se estimuló este defecto.

Conclusiones

El ácido abscísico solo o en mezcla con etefón aportó mayor intensidad del color de las bayas de vid en el cv Red Globe, que el etefón solo, bajo condiciones ambientales de temperaturas extremas. Peso de bayas, diámetro ecuatorial y contenido de sólidos solubles no fueron afectados los tratamientos.

Literatura Citada

Yana, P. G. (2013). Aplicación de ácido abscísico y ethephon en la coloración del racimo para el mejoramiento de calidad de uva de mesa (*Vitis Vinifera* L.) cv. Crimson Seedless en zona árida – Ica. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4160>.

Cutipa, J. (2013). Ácido abscísico y ethephon en la coloración de uva de mesa cv. Red Globe. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4116>

Martínez, G. (2008). Efecto del ethephon en el reventado de bayas de la vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedless. *Biotecnia* 10(2): 45-51.

Peppi, C. (2014). Fundamento fisiológico del color en uva de mesa. <http://www.redagricola.com>

Peppi, C., Fidelibus, M., y Dokoozlian, N. (2007). Application timing and concentration of abscisic acid effect quality of Red Globe. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 82:304-310.

Villalobos, L. (2011). Ácido abscísico: Importante modulador de la ruta fenilpropanoide en bayas de vid cv. Carmenere. (Tesis de doctorado). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* JACQ.) CULTIVADOS EN CASA SOMBRA EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Mendoza Gómez Aurelia¹, Morales Maza Antonio², Velázquez Alcaraz Teresa de Jesús¹, Bazante González Isidro³, Suarez Hernández Ángel Manuel³, Camacho García Alma Lourdes³, Núñez Ramírez Fidel³.

Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía¹. auremza81@gmail.com. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias,² Valle de Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín³.

Resumen

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es una hortaliza de gran importancia en México y el mundo, debido a sus propiedades. El estudio se realizó en el INIFAP, Campo Experimental Valle de Mexicali. El objetivo fue evaluar la respuesta del cultivo en malla sombra, utilizando seis genotipos experimentales y un testigo comercial, mediante un programa general de fertirriego aplicado a todos los genotipos. La siembra del material genético en charolas se realizó el 04 de enero de 2018 en charolas de polietileno con 130 cavidades, con un promedio de 97.24% de nacencia entre los siete cultivares establecidos. (Figura 1), el transplante se realizó el día 15 de marzo en casa sombra. (Figura 2, 3), durante este periodo y hasta el fin de la cosecha, se realizó el manejo agronómico general al cultivo y se tomaron datos cuantitativos para evaluar rendimiento entre los tratamientos. Los cultivares establecidos en condiciones protegidas bajo malla sombra se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, los cuales tuvieron buena respuesta en crecimiento, desarrollo y rendimiento por planta, mostrando en el análisis de varianza que estadísticamente existen diferencias significativas. Para la variable de rendimiento se obtuvo una media de 24.53 t ha⁻¹, ante estos resultados, se indica que el cultivo de chile habanero tiene buen crecimiento, desarrollo y rendimiento de frutos en este ambiente, y que uno o más de todos los genotipos en evaluación se adaptan a las condiciones ambientales y son prometedores para selección con fines comerciales.

Palabras clave: *Capsicum chinense* Jacq., casa sombra, selección, cultivares, rendimiento, adaptabilidad.

Abstract

Habanero chili (*Capsicum chinense* Jacq.) Is a vegetable of great importance in Mexico and the world, due to its properties. The study was conducted at INIFAP, Experimental Field at Mexicali Valley. The objective was to evaluate the response of the shade mesh crop, using six experimental genotypes and a commercial control, through a general fertigation program applied to all genotypes. The sowing of the genetic material in trays was carried out on January 4, 2018 in polyethylene trays with 130 cavities, with an average of 97.24% of birth between the seven established cultivars. (Figure 1), the transplant was performed on March 15, 2018 in shadow house. (Figure 2, 3), during this period and until the end of the harvest, the general agronomic management of the crop was carried out and quantitative data were taken to evaluate the yield between the treatments. The cultivars established under conditions protected under shade mesh were established in a randomized complete block design with three repetitions, which had a good response in growth, development and yield per plant, showing in the analysis of variance that statistically significant differences exist. For the yield variable, an average of 24.53 t ha⁻¹ was obtained. Given these results, it is indicated that the cultivation of habanero pepper has good growth, development and yield of fruits in this environment, and that one or more of all evaluation genotypes adapt to environmental conditions and are promising for selection for commercial purposes.

Introducción

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) pertenece a las solanáceas, incluye unas 25 especies y su centro de origen es en las regiones tropicales y subtropicales de América Central, existen otras especies del género *Capsicum* cuyo fruto también es denominado ají, (Long, 1998). Diferentes centros de Investigación han establecido diversos programas de mejoramiento genético en este cultivo. En el 2003 el Centro de Investigación Científica de Yucatán inició un programa estratégico de investigación en el mejoramiento genético del cultivo de chile habanero, los estudios realizados han involucrado desde aspectos básicos hasta formular un plan de rescate y resguardo del material genético de la región, entre los resultados se cuenta con el mayor banco de germoplasma en Yucatán y el conocimiento base para obtener la denominación de origen, se han registrado ocho variedades de chile habanero ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) de la SAGARPA.

En México el habanero se siembra en diferentes estados, principalmente en la Península de Yucatán, donde se obtienen producciones que oscilan entre 10 y 30 t ha⁻¹. Los Valles de San Quintín y Mexicali, son una zona de importancia agrícola, más del 80% de sus actividades son

relacionadas con la agricultura, desde el 2013 se han establecido siembras en la región de alrededor de 13 ha (SIAP, 2014 y SEFOA-BC, 2014). Malveira *et al.* (2008), realizaron una caracterización morfológica y genética sobre la diversidad del género *Capsicum chinense* Jacq. y encontraron diversidad genética en 38 accesiones de genes, con lo cual aseguran que la mayoría de las diferentes variedades de habaneros tienen una caracterización morfológica similar (forma, tamaño, estructura). En el 2012, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias desarrolló la variedad Jaguar de chile habanero, la cual cuenta con características de planta y fruto con tolerancia a mancha bacteriana, pudriciones de la raíz, enfermedades virales y minador de la hoja, así como un incremento de su rendimiento superior al 36 por ciento, resistente a ambientes extremos y mayor vida en anaquel.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó bajo casa sombra en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-CEMEXI), ubicadas en el Campo Experimental Valle de Mexicali, en la carretera a San Felipe, Km. 7.5 Col. Colorado II, Mexicali, Baja California, México. Cuenta con un clima extremo cálido-seco con temperaturas arriba de los 40 grados en verano y bajo cero en invierno, con una precipitación pluvial media anual de 132 milímetros, su ubicación geográfica de 31° 45' 37" latitud norte y 115° 15' 33" longitud oeste, con altitud de 15 msnm.

El tamaño de la malla sombra fue de 400 m² con una altura de 3.3 metros, la parcela útil fue de 90 m², tres surcos de 15 m de largo, 80 cm ancho 1 m entre surco, Se estableció un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, de acuerdo a la metodología de Steel y Torrie (1980), utilizando el modelo estadístico: $y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$, cada bloque se estableció con los siete genotipos sembrados a doble hilera con una distancia entre plantas de 50 cm. Los genotipos fueron: T1 Variedad comercial JAGUAR, como testigo, T2-HRA 7-1 (habanero rojo, determinado), T3-HAN 1-30 (habanero naranja indeterminado), T4-HRA 1-1 (habanero rojo, determinado), T5-HAN 25 (habanero naranja, indeterminado), T6-HAN 1-40 (habanero naranja, indeterminado), T7-HQR 15-3 (habanero naranja, indeterminado), la variedad jaguar de polinización libre, fue creada y liberada por el INIFAP-Campo Experimental Las Huastecas en Altamira, Tamaulipas en el 2012, actualmente es la variedad que más se establece en la República Mexicana.

La siembra se realizó el 04 de enero de 2018 en charolas de polietileno con 130 cavidades, establecidas en una empresa privada, para inducir una buena germinación y nacencia en la semilla y obtener plántulas vigorosas, previo a la siembra, se realizó un tratamiento a la semilla

24 horas antes, el cual consistió en la aplicación de ácido giberélico en una concentración al 40%, utilizando 2 gramos de producto por litro de agua, se sumergió la semilla en la solución, de manera que quedara cubierta en su totalidad y se dejó ahí por 24 horas, posterior a ello se llevó a cabo la siembra en charolas utilizando una semilla por cavidad.

El trasplante se hizo el 15 de marzo del mismo año, las variables de estudio fueron: porcentaje de germinación, fenología, velocidad de crecimiento de plantas, número de frutos por planta, longitud de frutos, diámetro de frutos, peso de fruto y rendimiento en toneladas por hectárea. Los datos numéricos fueron sometidos a análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias con la prueba de Tukey con $\alpha \leq 0.05$, en el paquete estadístico Statistix 8.

El inicio y fin de cosecha fue: primer corte, 05 de julio del 2018, segundo corte, 20 de julio, tercer corte el 01 de agosto y el último corte se realizó el 23 de agosto de 2018, dando un intervalo entre cortes de 10 a 15 días, es importante mencionar que durante el verano las temperaturas en el Valle de Mexicali oscilan entre 40 y 50 grados, debido a estas condiciones solo se alcanzaron a realizar cuatro cortes. De acuerdo a registros con productores e investigadores de UABC e INIFAP, la ventana de siembra de chile habanero para el Valle de Mexicali es durante el mes de noviembre, para realizar el transplante a finales de enero y poder tener el inicio de cosecha durante el mes de mayo. En este trabajo, el inicio de cosecha fue a los 112 días después del transplante, con un total de cuatro cortes y 49 días en cosecha.

Resultados y Discusión

La nacencia de los diferentes genotipos inició a los 19 días después de la siembra (dds), los avances fueron graduales en cada uno de los materiales. De los siete genotipos sembrados se obtuvo un promedio de 97.24 %, aunque la variedad comercial Jaguar presentó 100 % (Cuadro 1). De acuerdo con Catalá *et al.*, 2008, existen diferentes factores, tanto bióticos como abióticos, que pueden afectar la germinación de semillas y la nacencia de plántulas, ya que ellos encontraron que el exceso de humedad afecta de manera considerable. En la figura 4 se muestran los resultados gráficos de las semillas sembradas, semillas germinadas y porcentaje de germinación en cada genotipo.

En el análisis de varianza, estadísticamente se muestran diferencias significativas para las variables evaluadas, entre las diferentes líneas en relación con el testigo comercial, para rendimiento, se arrojó una media de 24.53 toneladas, siendo superior al reportado en la producción media anual en el 2013, donde (SIAP, 2013) reporta un rendimiento promedio de 11.01 t ha⁻¹ en campo abierto, 42 t ha⁻¹ bajo invernadero y 22 t ha⁻¹ en malla sombra, con esto se refleja que el cultivo bajo condiciones protegidas obtiene un incremento de más de 20% en

casa sombra, esto en base a los resultados que se obtuvieron en el 2013 cuando se liberó la variedad Jaguar (testigo comercial), la cual alcanzó más de 15 toneladas por hectárea, bajo fertirrigación superando las 30 toneladas por hectárea a campo abierto y más de 36 toneladas bajo condiciones de agricultura protegida.

Cuadro 1. Porcentaje de nacencia de plántulas de siete genotipos de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Enero, 2018.

Tratamientos	Semillas sembradas	Plántulas nacidas	Porcentaje	
T1 - Variedad Jaguar (testigo)	130	130	100	a
T2 - Línea HRA 7-1	130	125	96.15	ab
T3 - Línea HAN 1-30	130	129	99.23	a
T4 - Línea HRA 1-1	130	125	96.15	ab
T5 - Línea HAN 25	130	126	96.92	ab
T6 - Línea HAN 1-40	130	124	95.35	b
T7 - Línea HQR15-3	130	126	96.92	ab

Datos obtenidos en el sistema de producción de plántulas de Baja Plants, S.A. de C.V. San Quintín, Baja California, México.

En los resultados obtenidos en esta investigación fueron muy similares. En peso promedio del fruto, peso promedio por planta, diámetro polar y ecuatorial de fruto, estadísticamente no muestran diferencias significativas, incluyendo días a primer corte, días a último corte, días en cosecha y número de cortes.

Mendoza *et al.* (2016) realizaron estudios de rendimiento de un híbrido de chile habanero durante tres años bajo condiciones de invernadero en el valle de San Quintín y dentro de los resultados obtenidos, fue 72 toneladas por hectárea, los años en que se evaluaron fueron 2013, 2014 y 2015. En cuanto a los materiales establecidos en condiciones de cielo abierto y malla sombra, no se obtuvieron resultados favorables, ya que las condiciones óptimas de temperatura para este cultivo son arriba de 18 °C, se obtuvo una producción de 4 t ha⁻¹.

En el cuadro 2 se observan las medias en rendimiento de los diferentes genotipos de chile habanero establecidos bajo condiciones de casa sombra en el Valle de Mexicali, observamos que el tratamiento 2 y 5 correspondiente a las líneas experimentales HAN 1-30 y HAN 25, presentan un total de 28 t ha⁻¹ respectivamente, superando a la variedad comercial Jaguar, la cual fue utilizada como testigo. Ramírez *et al.* (2007) evaluó el potencial productivo de chile habanero en el sur de Tamaulipas a campo abierto bajo condiciones de temporal, obteniendo un rendimiento de 34 t ha⁻¹, cabe mencionar que de las seis líneas experimentales provienen

del campo experimental de Las Huastecas al Sur de Tamaulipas.

Cuadro 2. Rendimiento promedio en los siete genotipos de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), en casa sombra en el Valle de Mexicali, B.C. Septiembre, 2018.

Genotipos	Rendimiento t ha ⁻¹ .	
T1 - Variedad Jaguar (testigo)	19.15	c
T2 - Línea HRA 7-1	28.03	a
T3 - Línea HAN 1-30	23.61	b
T4 - Línea HRA 1-1	24.40	ab
T5 - Línea HAN 25	28.08	a
T6 - Línea HAN 1-40	27.33	ab
T7 - Línea HQR15-3	21.15	bc

Conclusiones

El cultivo de chile habanero cultivado bajo casa sombra en el Valle de Mexicali, tiene buen crecimiento, desarrollo y rendimiento de frutos, y uno o más de todos los genotipos en evaluación se adaptan mejor a estas condiciones ambientales y son prometedores para fines comerciales.

Literatura Citada

- Long, S. J. 1998). *Capsicum* y cultura: La historia del chilli. 2ª edición México. Fondo de cultura Económica. pp. 77-81.
- Malveira, F. R., López R., Silva B. W., Gomes L. M. A., Medeiros F. F. 2008. Morphologic characterization and genetic diversity of *Capsicum chinense* Jacq. Accessions along the upper Rio Negro – Amazonas. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 8: 187-194.
- Mendoza, G. A., Bazante G. I., Ruíz C. J., Pedro M. J. 2016. Análisis de Rendimiento en un Híbrido de Chile Habanero durante tres ciclos de evaluación. *Acta Fitogenética*, 3,124 p.
- Ramírez, M. M., Vázquez G. E. 2007. Potencial de producción del chile habanero (*Capsicum chinense*), en el sur de Tamaulipas. INIFAP. Campo Experimental Sur de Tamaulipas.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. Mc. Graw-Hill, New York. p. 481.
- SIAP. 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo. www.siap.gob.mx. (Consultado en Agosto de 2018).

RESPUESTA DEL CULTIVO DE CALABACITA (*Cucurbita pepo* L.) A LA APLICACIÓN DE SILICIO

Grisell Anahia Galindo-Pérez², Rubén Macías-Duarte³, Raúl Leonel Grijalva-Contreras³, Fabián Robles Contreras³, Daniel Gonzáles-Mendoza¹, Ariana Isabel Torres-Bojorquez¹, **Fidel Núñez-Ramírez^{1§}**

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera a Delta s/n CP. 21705, Ejido Nuevo León, Baja California, México. [§]Autor para correspondencia: fidel.nunez@uabc.edu.mx. ²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. Campus El Cerrillo, Piedras Blancas, Carretera Toluca - Ixtlahuaca Kilómetro 15.5, C.P. 50200, Edo. de México. ³Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sitio Experimental Caborca. Avenida S No. 8 Norte. C.P. 83600. H. Caborca, Sonora, México.

Resumen

La utilización del silicio (Si) como elemento benéfico reporta mejoras en la fisiología, crecimiento y rendimiento de los cultivos. Se realizó un estudio con el objetivo de estudiar la absorción de nutrientes, el crecimiento y rendimiento en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Se evaluaron cuatro dosis de Si (0, 4.64, 9.28 y 18.56 kg ha⁻¹ semana⁻¹). El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura, número de hojas, área foliar, peso seco de las hojas, área foliar específica, peso seco de los tallos y peso seco total de la planta. Así mismo, se midió el NDVI, potasio, nitratos y grados brix en el extracto celular de peciolo. Los resultados mostraron que bajo las condiciones en que se realizó el experimento, la aplicación de Si no modificó ninguna de las variables evaluadas.

Palabras clave: rendimiento, nutrición mineral, fisiología vegetal, fertirrigación.

Abstract

The use of Silicon (Si) as beneficial element, report highlights in plant physiology, growth and yield of crops. An experiment was conducted with the aim of to evaluate the response on nutrients uptake, growth and yield of squash (*Cucurbita pepo* L.). Four Si rates were evaluated (0, 4.64, 9.28 y 18.56 kg ha⁻¹ week⁻¹) applied through drip irrigation. The experiment was established under a randomized block design with four replicates. The variables measured were height, leaves number, foliar area, dry weight of leaves, specific leaf area, dry weight of stems and total dry weight of plant. Likewise, NDVI, potassium, nitrates and brix degree were

measured on extract cellular of petiole. Yield was expressed as fruit number per plant and kg m². Results shown, that under environmental conditions of this experiment, the Si addition at squash, did not modify anywhere of the variables evaluated.

Keywords: yield, mineral nutrition, plant physiology, fertirrigation.

Introducción

El Si es el segundo elemento mineral más abundante en el suelo después del oxígeno y forma el 31 % de la corteza terrestre (Gong *et al.*, 2006). En la solución del suelo se encuentra en forma de ácido monosilícico (H₄SiO₄) en concentraciones que van 0.1 a 0.6 mM (Ma y Yamaji, 2008). El Si actúa como una barrera física y mecánica en las plantas. No solo se deposita en las paredes celulares, sino que también participa en las actividades metabólicas y fisiológicas cuando las plantas están en condiciones de estrés (Ma, 2004; Liang *et al.*, 2007). Aunque, el Si no se considera un elemento esencial para el crecimiento y metabolismo de las plantas, es benéfico en condiciones estresantes (Liang *et al.*, 2007). Algunos autores han reportado tolerancia a la salinidad mediante la fertilización de Si en diferentes cultivos como arroz, trigo, tomate, pepino, cebada. El objetivo de este estudio fue identificar el efecto del Si aplicado en el cultivo de calabacita.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó durante la primavera de 2019, en la Unidad Experimental de Fertirrigación del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, en el Ejido Nuevo León, en Mexicali, Baja California. México. Se evaluaron cuatro tratamientos de silicio aplicado en forma semanal (0, 4.64, 9.28 y 18.56 kg ha⁻¹ semana⁻¹). Se utilizó dióxido de silicio (96%; Diatomix, Bio Agrinor®, Zapopan, Jalisco México) y se aplicó a través de sistema de riego por goteo. Los tratamientos se aplicaron bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se utilizó calabacita de la variedad comercial Grey Zucchini (Southern Star Seeds, Mexicali B.C. México), la cual se sembró el 16 de marzo de 2019, en camas separadas a 1.65 m a doble hilera y con separación de 40 cm entra planta y planta hasta lograr una densidad de plantación de 2.42 plantas m². La aplicación de los tratamientos fue desde el 29 de marzo y hasta el 3 de mayo del 2019. Se utilizó un sistema de riego por goteo con goteros separados a 20 cm. El riego se realizó cuando tensiómetros insertados en el suelo a una profundidad de 30 cm tuvieron lecturas de 20-25 Cbr. La dosis de fertilización fue de 180-60-80 kg ha⁻¹ de nitrógeno, fósforo y potasio. El control de malezas se realizó de forma manual y el de plagas fue de acuerdo a prácticas tradicionales. Las variables evaluadas fueron altura,

número de hojas (ambas a los 45 dds: días después de la siembra), área foliar (AF), peso seco de las hojas (PSH), área foliar específica (AFE), peso seco de los tallos (PST) y peso seco total de la planta (PT) (AF, PSH, AFE, PST y PT a los 55 dds). Así mismo, a los 45 dds se midió el NDVI, la concentración de potasio, nitratos y grados brix en el extracto celular de peciolo. El rendimiento se cuantificó a los 45 dds y se reportó como número de frutos por planta y kg m². Los resultados obtenidos de cada parcela se les realizaron análisis de varianza.

Resultados y Discusión

El cuadro 1, presenta la altura y el número de hojas del cultivo de calabacita por efecto de cuatro dosis de Si.

Cuadro 1. Dosis de Si sobre la altura y número de hojas del cultivo de calabacita.

SiO ₂ (kg ha ⁻¹ semana ⁻¹)	Altura (cm)	Número de hojas planta ⁻¹
0	59.27	12.73
4.64	55.47	12.60
9.28	59.07	13.13
18.56	54.47	11.93
Valor de P	0.196	0.770
Desviación estandar	7.499	3.148

La altura estuvo en el orden de los 57.07 cm mientras que el número de hojas por planta fue de 12.59. En ninguna de estas variables la aplicación de Si afectó significativamente ($P > 0.05$) al cultivo de calabacita.

El cuadro 2, presenta el AF, PSH, AFE, PST y PT de plantas de calabacita por efecto de cuatro dosis de Si. Al igual que el Cuadro 1, ninguna de las variables la aplicación de Si afectó significativamente ($P > 0.05$) al cultivo de calabacita.

Cuadro 2. Área foliar, peso seco de las hojas, peso seco específico, peso seco de los tallos y peso seco total en el cultivo de calabacita por efecto de cuatro dosis de Si.

Si (kg ha ⁻¹ semana ⁻¹)	Área foliar (cm·planta ⁻¹)	Peso seco de las hojas (g·planta ⁻¹)	Área foliar específica (cm·g·planta ⁻¹)	Peso seco del tallo (g·planta ⁻¹)	Peso seco total (g·planta ⁻¹)
0	7799	51.01	168.30	45.00	95.10
4.64	7406	50.02	184.30	31.67	78.00
9.28	8915	46.31	174.44	45.83	96.92
18.56	6991	42.61	176.90	37.50	80.10
Valor de P	0.434	0.947	0.978	0.282	0.754
Desviación estandar	1419.28	19.57	46.03	9.40	26.83

El Cuadro 3, presenta el NDVI, concentración de potasio, nitratos y °Brix en el extracto celular de peciolo del cultivo de calabacita por efecto de cuatro dosis de Si. El NDVI a los 45 dds, estuvo en el orden de los 0.66 unidades, mientras que la concentración de potasio y nitratos, y °Brix fue de 6475 mg L⁻¹, 343 mg L⁻¹ y 2.24 unidades respectivamente. En ninguna de las variables la aplicación de Si afectó significativamente ($P > 0.05$) al cultivo de calabacita.

Cuadro 3. NDVI, concentración de potasio, nitratos y °Brix en el extracto celular de peciolo del cultivo de calabacita por efecto de cuatro dosis de Si.

Si (kg ha ⁻¹ semana ⁻¹)	NDVI	Potasio (mg·L ⁻¹)	Nitratos (mg·L ⁻¹)	°Brix
			¹⁾	
0	0.68 (±0.03)	6700	250	2.16
4.64	0.63 (±0.08)	6500	260	2.50
9.28	0.69 (±0.03)	6433	470	2.33
18.56	0.67 (±0.12)	6267	393	2.00
Valor de P	0.800	0.823	0.110	0.512
Desviación estandar	0.0777	564.94	564.05	0.408

El número de fruta estuvo en el orden de las 23.5 frutas por planta y el rendimiento 3.58 kg m² (dato no mostrado). Ninguna de las variables de rendimiento respondió significativamente ($P > 0.05$) a la aplicación de Si en el cultivo de calabacita.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, el Si, no jugó un papel importante como efecto benéfico. Existen reportes en la literatura del beneficio de Si en cultivos manejados bajo condiciones de estrés como salinidad, sequía, ataque de insectos o enfermedades (Wang et al., 2015; Savvas, Giotis, Chatzieustratiou, Bakea y Patakioutas, 2009). Para nuestro caso, las plantas de calabacita no estuvieron sometidas a estrés alguno lo que no permitió mostrar las bondades reportadas de este elemento. Otra situación es que la mayoría de los reportes se centran en estudios de plantas de la familia de las gramíneas (Gong, Zhu, Chen, Wang y Zhang, 2005; Gong, Randall y Flowers, 2006). Otra situación es que cuando se ha probado el beneficio del Si en cucurbitáceas y solanaceas, los resultados obtenidos se han publicado en etapas tempranas de plántula (Wang et al., 2015; Li, Zhu, Hu, Han y Gong 2015).

Conclusiones

Bajo las condiciones en que se desarrolló este experimento, la respuesta del cultivo de calabacita a la aplicación de silicio, fue nula. Es recomendable realizar evaluaciones pero en cultivos sometidos a algún tipo de estrés.

Literatura Citada

Gong, H.J.; Randall, D.P.; Flowers, T.J. 2006. Silicon deposition in the root reduce uptake in rice (*Oryza sativa* L.) seedling by reducing bypass flow. Plant, Cell & Environment, 29:1970–1979.

Gong, H.; Zhu, X.; Chen, K.; Wang, S.; Zhang, C. 2005. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, 2: 313–321

Li, H.; Zhu, Y.; Hu, Y.; Han, W.; Gong, H. 2015. Beneficial effects of silicon in alleviating salinity stress of tomato seedlings grown under sand culture. *Acta Physiol Plant.*, 37: 1-9.

Liang, Y.; Sun, T.; Zhu, W.Y.G.; Christie, P. 2007. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: A review. *Environmental Pollution*, 147: 422-428.

Ma, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50: 11-18

Ma, J.F. and Yamaji, N. 2008. Functions and transport of silicon in plants. *Cellular and Molecular Life Science*, 65: 3049-3057

Savvas, D.; Giotis, D.; Chatzieustratiou, E.; Bakea, M.; Patakioutas, G. 2009. Silicon supply in soilless cultivations of zucchini alleviates stress induced by salinity and powdery mildew infections. *Environ. Exp. Bot.* 65, 11–177

Wang, S.; Liu, P.; Chen, D.; Yin, L.; Li, H. and Deng, X. 2015. Silicon enhanced salt tolerance by improving the root water uptake and decreasing the ion toxicity in cucumber. *Frontiers in Plant Science*, 6: 759- 769.

Zhu, Z.; Wei, G.; Li, J.; Qian, Q.; Yu, J. 2004. Silicon alleviates salt stress and increase antioxidant enzymes activity in leaves of salt stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167: 527–533.

MONITOREO DE ÍNDICE TÉRMICO EFICAZ DE AMERINE Y WINKLER EN EL VALLE DE GUADALUPE, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. PERIODO 2013 A 2017

**Ruiz-Carvajal J. S.¹, López-González, G.², Méndez-Hernández, S.³, Velasco-Aulcy, L.⁴
Alonso-Villegas R.⁵, Pérez-Muñoz, V.A.⁵**

¹Investigador Área de Viticultura de Escuela de Enología y Gastronomía. Universidad Autónoma de Baja California. jruiz@uabc.edu.mx. ²Coordinadora de Área de Enología y Viticultura. Escuela de enología y Gastronomía. Universidad Autónoma de Baja California. Gricelda.lopez@uabc.edu.mx. ³Profesor-Investigador Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales. Universidad Autónoma de Baja California. smendez@uabc.edu.mx. ⁴Profesora-Investigadora. Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales. Universidad Autónoma de Baja California. lizaulcy@uabc.edu.mx. ⁵Profesores-Investigadores Área de viticultura y Enología. Escuela de enología y Gastronomía. Universidad autónoma de Baja California.

Resumen

La crisis climática, está ocasionando cambios significativos en las regiones vitícolas alrededor de todo el mundo. En Baja California, sus efectos ya se hacen evidentes sobre todo en el valle de Guadalupe que se caracteriza por un clima tipo mediterráneo templado árido, apropiado para el cultivo de vid (*Vitis vinifera* L.). Se realizó una comparación de las temperaturas promedio históricas (1961 a 2017) del Valle de Guadalupe para calcular el Índice de suma de temperaturas eficaces (ITe) o Índice de Amerine y Winkler (1944) para determinar la aptitud climática para las variedades blancas y tintas. Debido a que en la región se tiene el registro de 1, 796.71 ha del total establecidas. Los resultados obtenidos indican que existe un aumento considerable en el índice de suma de temperaturas eficaces (ITe) y está impactando en el crecimiento y desarrollo de la vid en brotaciones y maduración asincrónicas, retraso en la maduración de la baya y oleadas de golpe de calor en el llenado de la fruta.

Palabras Clave: *Viticultura, Integral térmica eficaz, Variedades de vid.*

Abstract

Global climate change is causing significant changes in the world's wine regions. In the Guadalupe Valley region characterized by a temperate arid Mediterranean climate suitable for *Vitis vinifera* these changes are already manifesting. A comparison of the historical average temperatures (1961 to 2017) of the Valle de Guadalupe was made to calculate the Effective Sum Index (ITe) or Amerine and Winkler Index (1944) to determine the climatic aptitude for the

white and red varieties. Due to the fact that in the region there is a record of 1796.71 ha of the total established. The results obtained indicate that there is a considerable increase in the sum index of effective temperatures (ITe) and is affecting the growth and development of the vine.

Introducción

El cultivo de la vid se extiende por una amplia variedad de climas en todo el mundo; esta diversidad de climas vitícolas es consecuencia de su gran diversidad genética, de su capacidad de adaptación a diferentes ambientes, así como el manejo agronómico mediante técnicas de cultivo (Baeza, *et al.*, 2017). El índice de Amerine y Winkler ha sido usado desde 1944 en la viticultura para caracterizar una región vitícola (Sotés, 2017). A través del análisis de las temperaturas máximas, mínimas y promedio diarias históricas del valle de Guadalupe del periodo 1961 a 2003, se calculó el índice integral eficaz de Amerine y Winkler; sumando las temperaturas medias diarias eficaces desde el 1 de abril al 30 de octubre, siendo la temperatura eficaz (Te) la temperatura activa (Ta) menos 10°C durante el periodo 2013 a 2017 y su comparación con el periodo histórico versus lustro. La vitivinicultura es una de las principales actividades del sector primario y representa la tercera fuente de ingresos en zona costa de Baja California, con un clima tipo mediterráneo y vocación vitícola adecuada para la producción de uva. Es por ello que la relación entre el clima y la viticultura han sido estudiadas y numerosos índices bioclimáticos basados en las variables temperaturas han sido propuestas para describir la aptitud vitícola de una región (Baeza *et al.*, 2017). El objetivo del presente es estimar la variabilidad del índice térmico eficaz (ITe) de Amerine y Winkler en la región vitícola del valle de Guadalupe, Baja California en la última década.

Materiales y Métodos

El valle de Guadalupe, se localiza a unos 30 km al noroeste de Ensenada y se trata de una extensión rocosa y montañosa de más de sesenta mil hectáreas a la vera del arroyo Guadalupe. La altitud es de 335 metros y su particular situación geográfica hace que se registre un microclima muy similar al mediterráneo, tan favorable para la viticultura. Sin embargo, difiere del clima mediterráneo en que dista del mar unos 25 km, haciéndolo algo más extremo (SEFOA, 2018). Para esta investigación, se realizó un diagnóstico climático del periodo 1961 a 2017 por medio de estadísticas de datos meteorológicos de las temperaturas máximas, mínimas y promedio de la estación de Guadalupe del Sistema de Información del Manejo del Agua de Riego en Baja California (SIMARBC), del Gobierno del Estado para 2017 y 2018 respectivamente (OEIDRUS, 2018). De acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por

E. García, el Clima predominante en la parte norte del Estado es árido Templado con lluvias en invierno BSKs, verano cálido y Temperatura del mes más caliente menor a 22°C, la precipitación promedio es de 236 mm anuales, presentando el periodo de lluvias durante los meses de noviembre a abril. Asimismo, el clima predominante en la región colindante con la costa es de tipo BSKs, árido, templado, con temperatura media anual entre los 12° y 18°C, temperatura del mes más caliente menor a 22°C, con lluvias invernales.

Resultados y Discusión

Baja California registra un total de 3,870.5 ha de plantaciones de vid (*Vitis vinífera*), para la elaboración de vinos distribuidos en cinco regiones vitícolas. La zona “A”, comprende a los valles de Guadalupe y Ejido El Porvenir; la zona “B”, El Sauzal y San Antonio de las Minas; la zona “C” a Santo Tomás, Ejido Uruapan y San Vicente; la zona “D”, a los valles de San Rafael, Real del Castillo y El Tule; la zona “E” a Tijuana Tecate y Valle de Las Palmas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficie plantada de vid en Zona Costa de Baja California. México. 2018

Región	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
A. Valle de Guadalupe, El Porvenir	1, 796.71	46.42
B. El Sauzal, San Antonio de las Minas	324.2	8.61
C. Santo Tomás, Ejido Uruapan, San Vicente	1, 483.4	38.33
D. Valle de San Rafael, Real del Castillo, El Tule	161.3	4.17
E. Tijuana, Tecate, Valle de las Palmas	104.90	2.71
TOTAL	3, 870.5	100

Fuente: SADER, 2018. Distrito de Desarrollo Rural, 001. Ensenada, Baja California.

El valle de Guadalupe y Ejido El Porvenir, representan la principal región vitivinícola del Estado con 1,796.71 ha (46.42%). Las principales variedades tintas son: Cabernet Sauvignon, Merlot, Grenache, Nebbiolo, Tempranillo, Petite Syrah, Zinfandel; mientras que las variedades blancas son: Chardonnay, Sauvignon Blanc y Chenin Blanc respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Registro de las 10 variedades plantadas en Valle de Guadalupe, Baja California. 2017

Variedad	Variedad	Ha	Porcentaje (%)
Cabernet Sauvignon	Tinta	391.57	21.79
Merlot	Tinta	128.99	7.18
Grenache	Tinta	126.40	7.04
Nebbiolo	Tinta	125.71	7.00
tempranillo	Tinta	85.73	4.77
Petite Syrah	Tinta	84.53	4.70
Zinfandel	Tinta	81.65	4.54
Chardonnay	Blanca	77.22	4.30
Sauvignon Blanc	Blanca	75.22	4.19
Chenin Blanc	Blanca	73.71	4.10
Otras		545.98	30.39
TOTAL		1,796.71	100

Fuente: SADER, 2018. Distrito de Desarrollo Rural, 001. Ensenada, Baja California.

Al analizar las variedades recomendadas por Amerine y Winkler y los criterios de suma de temperaturas eficaces; de las 1,796.71 ha, destacan siete variedades tintas Cabernet Sauvignon, Merlot, Grenache, Nebbiolo, Tempranillo, Petite Syrah, Zinfandel principalmente y tres blancas Chardonnay, Sauvignon Blanc y Chenin Blanc. En la región de Guadalupe, existen 303 productores de uva y vino; de los cuales, 43 producen uva y vino; 47 producen vino solamente y 213 producen uva solamente. Con base en las variables climáticas radiación solar, temperaturas, humedad relativa, vientos y precipitación pluvial, se presenta el análisis del índice de la suma de temperaturas efectivas (ITe) de Amerine y Winkler (1944) que toma en cuenta las temperaturas medias por encima de 10°C (temperaturas eficaces) desde el 1 de abril al 30 de octubre (ITe).

Cuadro 3. Registro Mensual de índice de Amerine y Winkler (ITe) del periodo 2013 a 2018. Valle de Guadalupe, Baja California, México.

Mes	Históricas (1961- 2017)	2013	2014	2015	2016	2017	Promedio Lustro
Abril	135.00	151.81	237.87	224.69	185.07	199.39	199.77
mayo	201.50	247.86	329.54	213.66	176.80	213.95	236.36
Junio	273.00	290.26	332.33	392.88	345.18	378.06	347.74
Julio	378.20	376.77	459.91	411.77	405.75	467.39	424.31
Agosto	396.80	390.97	469.36	446.20	402.98	459.71	433.84
Septiembre	342.00	373.76	466.10	420.59	317.30	411.94	397.94
Octubre	257.30	210.60	350.61	343.24	288.47	385.14	315.61
Total	1, 983.80	2,042.03	2,645.72	2,452.03	2,121.55	2,515.58	2,355.57
Región	IV	IV	V	V	IV	V	V

Fuente: Elaboración propia (2018).

Los resultados obtenidos permiten clasificar al Valle de Guadalupe en región IV y V. La región IV es cálida con 1930 a 2220 grados-día (GDD), se desarrollan bien los vinos naturales dulces pero en años cálidos los frutos tienden a tener baja acidez. Los vinos blancos, comunes y tintos de mesa son satisfactorios si se producen de variedades de acidez alta, es zona de posible riesgo. Las variedades tintas son Barbera, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Nebbiolo, Tempranillo y Zinfandel entre otras; para variedades blancas son representativas Chenin Blanc, French Colombard, Moscatel Blanco, Palomino. Por consiguiente, la región V, es muy cálida, mayor de 2220 grados-día (GDD); donde los vinos de mesa blancos y tintos comunes pueden hacerse con variedades de acidez alta. Los vinos para postre pueden ser muy buenos, es zona de riesgo. Las variedades representativas en vinos tintos son: Barbera, Garnacha, Misión, Ruby Cabernet, Monastrell entre otras; y los vinos blancos Chenin Blanc, Colombard, Malvasía Blanca, Palomino. (Amerine y Winkler, 1944).

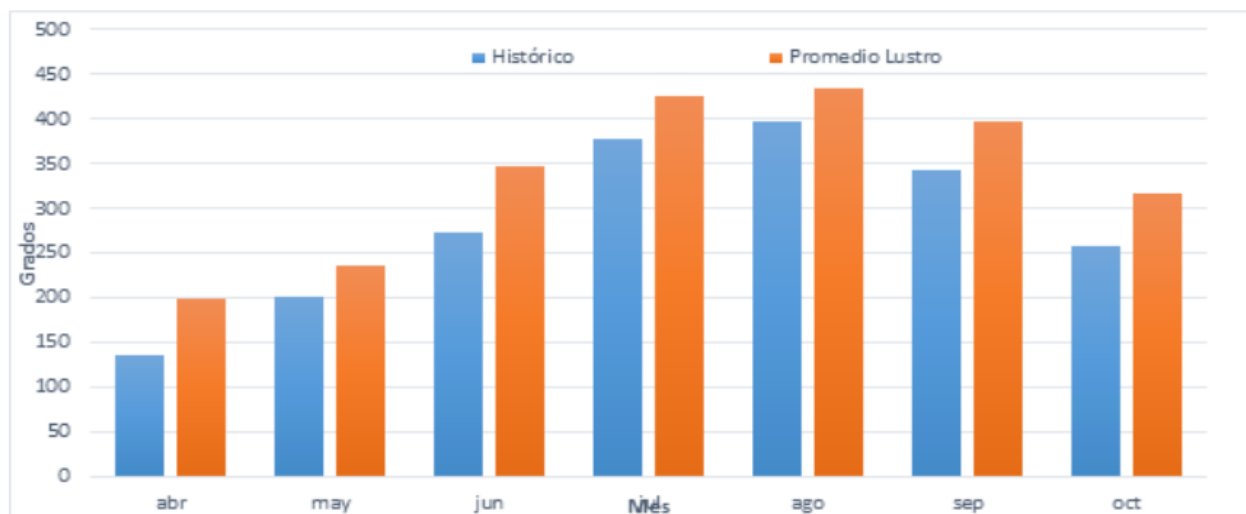


Figura 1. Registro comparativo mensual de índice de Amerine y Winkler histórico versus último lustro (2013 a 2017). Valle de Guadalupe, México.

En la figura 1, se observa que el aumento del índice del promedio de los últimos cinco años comparados con el histórico en todos los meses del periodo de crecimiento, desarrollo, maduración y vendimia del cultivo de la vid para la región del valle de Guadalupe.

Conclusiones

Se observó un aumento de las sumatorias de las temperaturas térmicas eficaces (ITe) durante el periodo evaluado. Se detectaron dos áreas vitícolas; la primera clasificada como IV, donde los datos históricos del valle de Guadalupe, 2013 y 2016 como los menos calientes y térmicos. En contraste, el área V con 2014, 2015, 2017 y el promedio del lustro como los más calientes y térmicos. Este aumento de las temperaturas puede llevar a un alargamiento del periodo activo y cambios en la categoría regional de acuerdo al índice de Amerine y Winkler.

Literatura Citada

Amerine, M. and Winkler, A. (1944), "Composition and Quality of Musts and Wines of California Grapes". Hilgardia 15: 493-675.

Baeza, T.P. (2017). Guía de Campo de Viticultura. Editorial Agrícola Española. Gobierno de España. Ministerio de Agricultura y Pesca, alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General Técnica. Madrid, España.

Consultoría y Asesoría Empresarial Sustentabilidad en los Negocios. 2009. Efectos del cambio climático sobre la industria vitivinícola de Argentina y Chile. Estudio sobre los impactos y las medidas de adaptación en un escenario de calentamiento global hacia el año 2050.

Hidalgo, T. J. (2011). "tratado de Enología". 3 Tomos. Ed. Mundi-Prensa. Pp. 1822.

Ruiz, C.J.A., Díaz, P.G, Guzmán R.S.D., Medina, G.G., Silva, S.M.M. (2006). Estadísticas climatológicas Básicas del Estado de Baja California (Periodo 1961-2003). Instituto Nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional del Noroeste. Libro Técnico No. 1.

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2018). Servicio de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP). (URL: <https://www.gob.mx/siap>).

Secretaria de Fomento Agropecuario. Gobierno del Estado de Baja California. (2018). Estudio Estadístico sobre producción de uva en Baja California. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS). México. (URL: http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/).

Sotés, V., (2017). Evaluación del medio vitícola. Caracterización del clima. Grupo de investigación en viticultura de la Universidad Politécnica de Madrid. *In* Baeza, T.P. Guía de campo de viticultura. Editorial Agrícola. Madrid, España.

Toretto J., Sotes-Ruiz V., Gómez-Miguel V.G., 2012. Clima, zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas Iberoamericanas. Ciencia y Tecnología para Desarrollo (CYTED). Madrid, España.

PARASITOLOGÍA

SUSCEPTIBILIDAD DE *Heliothis virescens* POBLACIÓN VALLE DEL FUERTE A LAS PROTEÍNAS CRY1AC Y CRY2AB DE *Bacillus thuringiensis*

Aguilar-Medel Sotero¹, Jaime Mejía Carranza¹ y J. Luis Martínez Carrillo²

Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario UAEM Tenancingo¹. Km 1.5, carretera Tenancingo-Villa Guerrero, 52400, Tenancingo, Edo de México. saguilarm@uaemex.mx; Instituto Tecnológico de Sonora², 5 de Febrero 818 Sur, Colonia Centro Cd., Obregón, C.P. 85000, Sonora, México.

Resumen

Se realizaron bioensayos de líneas base y dosis diagnóstica para determinar la susceptibilidad del gusano tabacalero *Heliothis virescens* F. de campo (Valle del Fuerte, Sinaloa) y la colonia de laboratorio a las proteínas Cry1Ac y Cry2Ab de *Bacillus thuringiensis*. Los valores de la CL₅₀ de Cry1Ac fueron de 0.06 y 0.11 µg/ml en la colonia Susceptible y Valle del Fuerte, respectivamente. Con Cry2Ab, las CL₅₀ fueron de 0.45 µg/ml en la Susceptible y 0.87 µg/ml en Valle del Fuerte. Los porcentajes de larvas que se desarrollaron al tercer instar fueron mayores en los testigos y disminuyeron al incrementarse las concentraciones de las proteínas. En bioensayos de las dosis diagnósticas se usaron las concentraciones de 0.05 y 0.5 µg/ml de Cry1Ac y Cry2Ab, respectivamente. Los porcentajes de mortalidad fueron del 42.5 al 75.6 %. No se desarrollaron larvas del tercer instar y el peso se redujo alrededor del 96.3 %. La población de *H. virescens* Valle del Fuerte es susceptible a las proteínas Cry1Ac y Cry2Ab de *B. thuringiensis*.

Palabras Clave: Bioensayos, insectos lepidópteros, algodón genéticamente modificado

Abstract

Baseline and diagnostic dose bioassays were performed to determine the susceptibility of the *Heliothis virescens* F. field tobacco worm (Valle del Fuerte, Sinaloa) and the laboratory colony to the Cry1Ac and Cry2Ab proteins of *Bacillus thuringiensis*. The LC₅₀ values of Cry1Ac were 0.06 and 0.11 µg / ml in the susceptible colony and Valle del Fuerte, respectively. With Cry2Ab, the LC₅₀ were 0.45 µg / ml in the susceptible colony and 0.87 µg / ml in Valle del Fuerte. The percentages of larvae that developed at the third instar were higher in the controls and decreased as protein concentrations increased. In bioassays of the diagnostic doses the concentrations of 0.05 and 0.5 µg / ml of Cry1Ac and Cry2Ab were used, respectively. Mortality rates were from 42.5 to 75.6 %. No larvae of the third instar developed and the weight was

reduced by about 96.3 %. The population of *H. virescens* Valle del Fuerte is susceptible to the Cry1Ac and Cry2Ab proteins of *B. thuringiensis*.

Keywords: Bioassays, lepidoptera, genetically modified cotton

Introducción

El gusano tabacalero *H. virescens*, es una plaga de cultivos como soya (*Glycine max* L.), algodón (*Gossypium hirsutum* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), maíz (*Zea mays* L.) y garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Para su control se ha recurrido al uso frecuente de insecticidas químicos, lo que ha ocasionado el desarrollo de resistencia. Se han buscado alternativas para el manejo de este insecto, una de ellas es el uso de *Bacillus thuringiensis* (Bt), la cual, es una bacteria gram-positiva que produce proteínas cristalinas (Cry) con efectos insecticida, activas contra insectos, nematodos y otros invertebrados (Iatsenko *et al.*, 2014). Las proteínas Bt son amigables con el medio ambiente y se han usado como bioplaguicidas o expresadas en cultivos genéticamente modificados (Frankenhuyzen *et al.*, 2013). A pesar de sus ventajas, a la fecha ya se han reportado casos de resistencia en diversas especies de insectos en poblaciones de campo y de laboratorio, especialmente en aquellas que expresan un solo gen *cry* (Tabashnik *et al.*, 2009).

En México, el cultivo del algodonoero genéticamente modificado se inició en 1996 en una superficie reducida, pero actualmente cubre casi el 100%. El riesgo del desarrollo de la resistencia por parte de las plagas a las proteínas Bt que producen estos cultivos, es latente, razón por la cual, como parte del programa del manejo de la resistencia se considera el monitoreo de la resistencia mediante bioensayos de líneas base y dosis diagnósticas en condiciones de laboratorio.

El presente trabajo tuvo como objetivo, determinar la susceptibilidad del gusano tabacalero *H. virescens* de una población de campo y una colonia de laboratorio a las proteínas Cry1Ac y Cry2Ab, mediante bioensayos de línea base y dosis diagnósticas.

Materiales y Métodos

Poblaciones. En agosto del 2018 se colectó una población de *H. virescens* en el Valle del Fuerte, Sinaloa, con la cual se realizaron bioensayos de líneas base con las proteínas Cry1Ac y Cry2Ab. Al mismo tiempo, se realizaron bioensayos con una colonia Susceptible de la misma especie, proporcionada por el Centro de Investigación Regional Noroeste del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CIRNO-INIFAP).

Bioensayo. El método de bioensayo usado fue el descrito por Sims et al. (1996), que consiste en colocar la proteína sobre la dieta artificial contenida en charolas para bioensayos (Bio-assay Tray, Bio-Ba-128, C-D). Veinticuatro horas después, se colocó una larva neonata (≤ 12 h de edad), la cual fue confinada con un papel plástico transparente autoadherible con microperforaciones (Pull'n Peel Tab Bio-CV-16, C-D International, Inc., USA). Las charolas infestadas fueron colocadas en la cámara de cría bajo condiciones controladas: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, humedad relativa de 70 ± 5 % y fotoperiodo de 14 horas luz.

En cada bioensayo se usaron por lo menos ocho concentraciones de la proteína en evaluación y se incluyó un testigo, en el cual, solamente se colocaron 200 μL de agua-agar al 0.2%. El tamaño de cada muestra fue de 32 larvas por concentración y se realizaron cuatro repeticiones en días diferentes. Los datos registrados fueron: mortalidad, desarrollo al tercer instar y peso de las larvas, los cuales se registraron cinco días después de haber expuesto las larvas a las proteínas. La mortalidad fue ajustada usando la fórmula de Abbott (Abbott, 1925).

Análisis Estadísticos. Los porcentajes de mortalidad se analizaron asumiendo el modelo Probit. Los valores de respuesta de cada población se presentan con sus correspondientes límites de confianza al 95 %. Las respuestas de dos poblaciones fueron consideradas significativamente diferentes cuando sus límites de confianza no se traslaparon. La proporción de Resistencia (RR) se obtuvo dividiendo la respuesta de la población de campo entre la respuesta de la población susceptible.

Dosis Diagnóstica. Las dosis diagnósticas que se usaron fueron de 0.05 y 0.5 $\mu\text{g/ml}$ para Cry1Ac y Cry2Ab, respectivamente.

Proteínas. Se utilizó el insecticida MVP II (Mycogen, Corp., San Diego, CA), formulación sólida que contiene a la proteína Cry1Ac a la concentración de 19.1%. Como fuente de la proteína Cry2Ab, se utilizó tejido liofilizado de la planta de maíz *Zea mays* L., modificada genéticamente, y que expresa la proteína a la concentración de 0.4%.

Resultados y Discusión

Mortalidad. Los porcentajes de mortalidad de las larvas con las proteínas Cry1Ac y Cry2Ab se muestran en la Cuadro 1. En todos los casos los porcentajes mortalidad registrados en la población de campo fueron similares a la colonia de laboratorio debido al traslape de sus límites de confianza, tanto en la CL_{50} como en la CL_{95} , y los valores de las proporciones de resistencia RR_{50} y RR_{95} fueron bajos. Estos resultados indican que la población de campo no muestra resistencia a las proteínas Cry1Ac y Cry2Ab de *B. thuringiensis*. La única situación donde los límites de confianza no se traslaparon, fue con la CL_{50} de la proteína Cry1Ac, pero la RR_{50} fue

solo de 1.83, lo que indica que la población de campo sigue siendo igualmente susceptible a la colonia de laboratorio.

Cuadro 1. Líneas base de mortalidad del gusano tabacalero *Heliothis virescens* población Valle del Fuerte y Susceptible a las proteínas Cry1Ac y Cry2Ab de *Bacillus thuringiensis*.

Proteína/Población	CL ₅₀ (95% IC) ^a	CL ₉₅ (95% IC) ^a	RR ₅₀	RR ₉₅
Cry1Ac Valle del Fuerte	0.11 (0.090 - 0.14)	4.27 (2.85 – 6.92)	1.83	2.73
Cry1Ac Susceptible	0.06 (0.05 – 0.08)	1.56 (1.07 – 2.46)		
Cry2Ab Valle del Fuerte	0.87 (0.51 – 1.60)	17.50 (6.75 – 104.00)	1.9	1.1
Cry2Ab Susceptible	0.45 (0.29 – 0.76)	6.06 (2.65 – 28.04)		

CL₅₀, Concentración que mata el 50% de los individuos (µg/ml). CL₉₅, Concentración que mata el 95% de los individuos (µg/ml). ^a Límites de confianza al 95%. RR₅₀, Proporción de resistencia a nivel de la CL₅₀. RR₉₅, proporción de resistencia a nivel de la CL₉₅.

Desarrollo de larvas del tercer instar. Con la proteína Cry1Ac, los mayores porcentajes de larvas del tercer instar se desarrollaron en el testigo, pero con 0.013 µg/ml ya no se tuvieron larvas con este estado de desarrollo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de larvas de gusano bellotero *H. virescens* que se desarrollaron al tercer instar con diferentes concentraciones de la proteína Cry1Ac.

Población	Concentración de la proteína Cry1Ac µg/ml		
	0	0.0036	0.013
Valle del Fuerte	89.1	7.8	0
Susceptible	96.1	6.3	0

De igual forma, con la proteína Cry2Ab, los porcentajes de larvas del tercer instar en los testigos fueron mayores, pero con 0.15 µg/ml ya no alcanzaron este estado de desarrollo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de larvas de gusano bellotero *H. virescens* que se desarrollaron al tercer instar con diferentes concentraciones de la proteína Cry2Ab. 2019.

Población	Concentración de la proteína Cry2Ab µg/ml				
	0	0.01	0.025	0.06	0.15
Valle del Fuerte	90.6	57.0	28.9	14.1	0.0
Susceptible	87.5	25.8	18.8	0.0	0.0

Dosis diagnóstica. Con la proteína Cry1Ac, en la población Valle del Fuerte, el porcentaje de mortalidad fue del 42.5%, ninguna larva se desarrolló al tercer instar y el peso se redujo en 95.7%; estos resultados fueron similares en la colonia Susceptible, en esta última, el porcentaje de mortalidad fue del 60.7%, ninguna larva se desarrolló al tercer instar y el peso se redujo en 96.6%. Para el caso de la proteína Cry2Ab, en la población Valle del Fuerte, el porcentaje de mortalidad fue del 75.6% y en la colonia Susceptible del 57.3%, en ninguna de las dos colonias se desarrollaron larvas del tercer instar, y el peso se redujo en 97.9% en Valle del Fuerte y 96.3% en la Susceptible. Esta información servirá para continuar con el monitoreo de la resistencia de *H. virescens* a las proteínas Cry1Ac y Cry2Ab.

Conclusiones

La respuesta de la población Valle del Fuerte fue similar a la colonia de laboratorio, tanto con la proteína Cry1Ac como con la Cry2Ab, y en bioensayos de dosis diagnósticas de las respectivas concentraciones, en ninguno de los casos hubo desarrollo de larvas del tercer instar, el peso de las larvas que sobrevivieron se redujo en más del 95%; por lo tanto, la población de *H. virescens* del Valle del Fuerte es susceptible a las proteínas Cry1Ac y Cry2Ab. Las concentraciones de 0.05 y 5 µg/ml pueden seguirse usando para monitorear la resistencia a estas proteínas.

Literatura Citada

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Frankenhuyzen, K.V. (2013). Cross order and cross-phylum activity of *Bacillus thuringiensis* pesticidal proteins. J. Invertebr. Pathol. 114, 76–85.

Iatsenko, I., Nikolov, A. y Sommer, R.J. (2014). Identification of distinct *Bacillus thuringiensis* 4A4 nematocidal factors using the model nematodes *Pristionchus pacificus* and *Caenorhabditis elegans*. *Toxins*. 6: 2050–2063.

Sims, S.R., J.T. Greeplate, T.B. Stone, M. Caprio y F. Gould. (1996). Monitoring strategies for early detection of Lepidoptera resistance to *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins, pp. 229-242. In T.M. Brown, (ed.), *Molecular Genetics and Ecology of Pesticide Resistance*. American Chemical Society Symposium Series.

Tabashnik, B.E., Van Rensburg, J.B.J. y Carrière, Y. (2009). Field-evolved insect resistance to Bt crops: Definition, theory and data. *J. Econ. Entomol.* 102: 2011– 2025.

EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*) LABILL, ALBERGUE DE DIVERSOS GRUPOS DE INSECTOS

Ordaz Silva Salvador¹, López Sánchez Imelda Virginia¹, Carrasco Peña Laura
Dennisse¹, **Canseco Aviña Alexis²**, Soto Hernández Macotulio³, Chacón Hernández
Julio César⁴, Pedro Méndez José Guadalupe¹, Delgadillo Ángeles Jorge Luis¹

Maestros y estudiante de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín, Universidad Autónoma De Baja California^{1,2}. Km 180.2. Carretera Ensenada-San Quintín. CP 22930. Ejido Padre Kino, San Quintín, Baja California, México. alexis.canseco@uabc.edu.mx. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental Zaragoza; (Inifapcirne)³. Carretera Zaragoza-Ciudad Acuña, Km 12.5. Zaragoza, Coahuila. C.P. Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas⁴, División del Golfo No. 356, Col. Libertad. Ciudad Victoria, Tamaulipas 87019, México. C.P.

26450

Resumen

El árbol de eucalipto es originario de Australia y es una especie valiosa dada su utilización para reforestación, en la industria del papel, o bien para uso medicinal. En el Valle de San Quintín, se utiliza al igual que algunas especies de *Tamarix*, para formar barreras rompevientos y proteger a los cultivos del efecto de éste. El eucalipto es un árbol perenne que se caracteriza porque su corteza se desprende en capas año con año. En este estudio se muestreó la corteza de 16 árboles de eucalipto y se recolectaron todos los especímenes de la clase insecta. Se recolectaron un total de 1893 ejemplares, de los cuales el mayor número correspondió al orden Coleóptera y el menor a Díptera, con 1769 (93%) y 1 (0.05%) individuos, respectivamente. Los otros órdenes de insectos encontrados fueron Dermáptera (81), Hemíptera (16), Ortóptera (11), Psocóptera (9), Thysanura (3) e Himenóptera con 2 individuos. De acuerdo a las claves utilizadas en este trabajo, la familia más representativa fue Curculionidae (Coleóptera) con 1769 ejemplares. En el presente estudio, se observó que la característica de la corteza del eucalipto sirve como refugio para una gran cantidad de insectos, entre los que destacan los del orden Coleóptera, y muy particularmente, de la familia Curculionidae, que se caracteriza por presentar hábitos principalmente fitófagos.

Palabras clave: Barreras, Órdenes de insectos, Fitófagos

Abstract

The Eucalyptus tree is native to Australia and it is an important species in the reforestation, paper industry and medicine. In San Quintin Valley it is used, like some species of *Tamarix*, to form windbreak barriers and protect crops from wind direct effect. Eucalyptus is a perennial tree that is characterized because its bark is shed in layers year after year. In this study, the bark of sixteen eucalyptus trees was sampled and all specimens of the insect class were collected. A total of 1893 specimens were collected, of which the largest number corresponded to the order Coleoptera and the smallest to Diptera, with 1769 (93%) and 1 (0.05%) individuals, respectively. The other orders of insects found were Dermaptera (81), Hemiptera (16), Orthoptera (11), Psocoptera (9), Thysanura (3) and Hymenoptera (2). According to the keys used in this work, the most representative family was Curculionidae (Coleoptera) with 1769 insects. In the present study, it was observed that the characteristic of the eucalyptus bark serves as a refuge for a large number of insects, among which those of the order Coleoptera stand out, and very particularly, of Curculionidae, which is characterized by mainly presenting phytophagous habits. Key words: barriers, Insect orders, Phytophagous

Introducción

El género *Eucalyptus* (Myrtaceae), incluye casi 600 taxones distintos siendo la mayoría originarios de Australia (Chippendale, 1988); es una de las especies maderables que se han distribuido alrededor de todo el mundo (Close, 2005) y fue introducido en México a partir del último tercio del siglo pasado por médicos para su uso medicinal (Hinke, 2000), en la actualidad el eucalipto se encuentra distribuido por todo el país y su uso ha cambiado utilizándose como un árbol maderable, para reforestación, en la industria del papel, o bien como barrera natural contra el viento en algunas zonas. Desde sus lugares de origen ha sido distribuido por todo el mundo y especialmente a zonas de clima mediterráneo, tropical o subtropical (FAO, 2000). Aproximadamente el 70% de la biomasa total de cada árbol corresponde a madera, mientras que el resto lo componen hojas y ramillas, ramas gruesas y corteza con 12, 8 y 10 %, respectivamente Nicolás (1962), González *et al.*, (1985) y Donoso (1999). Esta última tiene la peculiaridad de desprenderse por tiras o capas delgadas al madurar, dejando una segunda corteza lisa. Los insectos y otros artrópodos aprovechan estos hábitos y los utilizan como refugio para evadir a sus enemigos naturales y las condiciones adversas del ambiente. En este estudio se observó que debajo de la corteza se encontraban algunos insectos y arácnidos, por lo que el objetivo de este trabajo fue el de registrar la presencia de insectos asociados a la corteza de *Eucalyptus globulus* a nivel orden y familia debido a que en la región agrícola de San

Quintín este árbol es utilizado como barreras vivas para contrarrestar el efecto del viento sobre los cultivos que se producen.

Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín (FINSQ), la cual está ubicada a 30° 39' 03" LN, 115° 57' 59" LO y presenta una altitud de 10 msnm. Se localiza en el km 180.2 de la carretera transpeninsular, en el ejido Padre Kino. La FINSQ cuenta con una superficie de aproximadamente una hectárea y con diferentes especies de árboles, entre los que destacan los eucaliptos (*Eucalyptus globulus* Labill, Myrtaceae). Se eligieron 16 árboles que presentaran desprendimiento inicial de la corteza, la cual fue retirada cuidadosamente desde la base del suelo y hasta aproximadamente dos metros de altura y se colectó la entomofauna encontrada debajo de la misma en cada uno de los árboles. El material biológico colectado, fue depositado en contenedores de plástico de manera separada con alcohol al 70% (v/v), mismo que fue trasladado al Laboratorio de Parasitología para su separación a nivel orden. Se montaron en alfileres entomológicos ejemplares de cada uno de los grupos determinados y se observaron al microscopio en caso de ser necesario para identificarlos hasta la categoría de familia, misma que se llevó a cabo mediante las claves taxonómicas de Triplehorn y Johnson (2005) y claves visuales de McGavin (2002) y Evans (2008).

Resultados y Discusión

De acuerdo a las claves taxonómicas utilizadas se identificaron 15 familias de insectos distribuidas en ocho Órdenes (Figura 1 y Tabla 1). La Figura 1 muestra que el Orden Coleóptera fue el más representativo con 1769 ejemplares, lo cual representa un 93% del total de insectos colectados, seguido por Dermaptera, Hemiptera, Orthoptera y Psocoptera con 81 (4.28%), 16 (0.84%), 11 (0.58%) y 9 (0.47%) individuos, respectivamente; estos cinco órdenes representan el 99.04% del total de insectos colectados. El resto de los ejemplares colectados (0.96%) correspondió a Thysanura, Díptera e Himenóptera con 3, 1 y 2 ejemplares, respectivamente. Dentro de Coleóptera, la familia más representativa fue la Curculionidae con 1738 ejemplares, seguida por Chrysomelidae, Tenebrionidae, Carabidae y Cerambycidae con 14, 12, 4 y 1 individuos, respectivamente. El orden Hemíptera estuvo representado por tres familias, que fueron Reduviidae, Anthocoridae y Psyllidae con 14, 1 y 1 ejemplares cada una, mientras que de Himenóptera se encontraron dos ejemplares de Braconidae y uno de Scelionidae. En el resto de los órdenes solo se identificó una familia dentro de cada uno, que fueron Labiduriidae

en Dermaptera, Lepismatidae en Thysanura, Liposcelidae en Psocoptera, Gryllidae en Orthoptera y Psychodidae en Diptera (Tabla 1). Aunque no hay muchos estudios sobre el papel que juega la corteza en algunos árboles, Rojas y Gallardo (2005) en el sur de Chile, mencionan que los principales insectos asociados a los recursos forestales y madera se ubican principalmente dentro de los Órdenes Coleóptera, Himenóptera, Lepidóptera e Isóptera, lo que coincide y contrasta fuertemente con lo observado en el presente estudio, ya que el Orden Coleóptera comprende el 93.45% y el Himenóptera solo el 0.15%, mientras que Dermáptera y Hemíptera representaron el 4.28 y 0.84%, respectivamente; los órdenes Thysanura, Psocóptera, Ortóptera y Diptera completaron el 100% de la entomofauna asociada a la corteza del eucalipto (Figura 1).

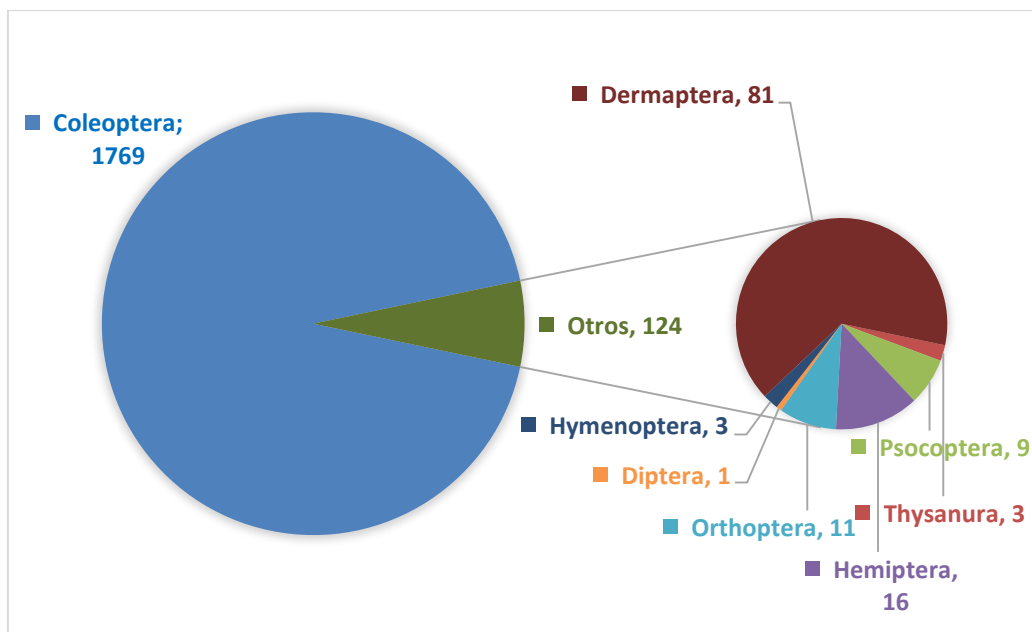


Figura1. Representación esquemática de órdenes de insectos encontrados bajo la corteza de eucalipto

Conclusiones

Es importante conocer la biología y hábitos de las plagas, sobre todo cuando no hay cultivos o plantas a las cuales puedan dañar, como es el caso de los refugios, ya sea para eludir o evitar a sus enemigos naturales o para soportar las condiciones adversas del medio ambiente, tales como temperaturas bajas, precipitaciones o fuertes vientos. La familia de insectos que resultó en el presente estudio con mayor número de insectos (Curculionidae) presenta hábitos

principalmente fitófagos, por lo que resulta interesante el continuar estudios sobre la relación de este insecto con el árbol de eucalipto.

Literatura Citada

Chippendale G.M., (1988). *Eucalyptus*, Angophora (Myrtaceae). Flora of Australia 19. Australian Government Publishing Service, Canberra, 543 pp.

Close D, C, Bail I, Hunter S, Beadle C, L. (2005). Effects of exponential nutrient-loading on morphological and nitrogen characteristics and on after-planting performance of *Eucalyptus globulus* seedlings. Forest Ecology and Management 205, 397-403.

Donoso, S. 1999. Evaluación de prácticas selvícolas en plantaciones de *Eucalyptus globulus*. Tesis Doctoral. ETSI Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba.

Evans, A. V. (2008). Field Guide to Insects and Spiders of North America. Sterling Publishing Co.Inc. New Sterling Publishing Co.Inc. New York. USA. 496 pag.

FAO, 2000. Global Forest Resources assessment 2000 – Main Report. FAO Forestry Paper. ISSN 0258-6150, 2000. 470 p. URL: www.fao.org/forestry/fo/fra/main/index.jsp

González E., Penalva F. y Gómez C. 1985b. Concentración foliar de nutrientes en *Eucalyptus globulus* según el tratamiento fertilizante y época de su aplicación. Anales del I.N.I.A. Serie Forestal 9, 47-55.

Hinke, Nina. (2000). La llegada del eucalipto a México. *Ciencias* 58, 60-62.

McGavin, G. C. (2002). Insects spiders and other terrestrial arthropods. Dorling Kindersley Limited. New York. USA. 256 pag.

Nicolas, A. (1962). Influencia de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* sobre las propiedades de las tierras. *Anales del Instituto Forestal de Investigaciones y experiencias* 7, 5-54

Rojas, P.E. y Gallardo, V. R. (2004). Manual de insectos asociados a maderas en la zona sur de Chile. Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. División Protección Agrícola. Proyecto Vigilancia y Control de Plagas Forestales

Triplehorn Ch. A. & Johnson N. F. 2005. Borror and Delong's introduction to the study of insects. Seventh edition. Thompson Brooks/Cole. Belmont, California. USA.

INCIDENCIA Y DISEMINACIÓN DEL HUANGLONGBING (HLB) EN EL SUR DE SONORA

Cubedo Ruiz Edgar Adalberto¹, Pacheco Covarrubias Juan José¹, Parra Acosta Fannie Isela¹ y Valenzuela Lagarda Javier²

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Norman E. Borlaug¹. Cd. Obregón, Son., Méx. ecubedo@hotmail.com. ²Comite Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sonora², Méx.

Resumen

El HLB manifestó ser una problemática real para la región del sur de Sonora hasta inicios del año 2017, cuando su brote en tejido vegetal e insectil empezó a incidir con mayor intensidad en el municipio de Guaymas. Para estimar la incidencia y diseminación del Huanglongbing se realizaron dos muestreos del vector que transmite la enfermedad en diferentes zonas a lo largo del sur del estado y se diagnosticaron con PCR en tiempo real. Los resultados indicaron que las zonas con mayor problemática son Guaymas y la costa sur del estado de Sonora (Huatabampo). Se observó una tendencia de aumento de incidencia de la enfermedad entre el primer muestreo y el segundo en la mayoría de las zonas estudiadas. Finalmente se detectaron dos gradientes de diseminación del HLB, una que parte desde el sur hacia el centro de la región sur de Sonora y la otra desde el norte, donde se encuentra la zona endémica.

Palabras claves: HLB, diseminación, incidencia.

Abstract

The HLB started to be a real problem for southern Sonora region until beginning year 2017, when its outbreak in plant and insect tissue started to affect the Guaymas County with big intensity. To estimate the incidence and spread of Huanglongbing two samples of the vector that transmits the disease were taken in different areas throughout the south of the state and diagnosed with real-time PCR. The results indicated that the most problematic areas are Guaymas and the southern coast of the state of Sonora (Huatabampo). A tendency to increase the incidence disease was observed between the first and second sampling in most studied areas. Finally two HLB dissemination gradients were detected, one starts from the south towards

the center of the southern region of Sonora and the other from the north, where the endemic zone is located.

Introducción

El Huanglongbing (HLB) es causado por la α -proteobacteria *Candidatus Liberibacter*; su vector en México es el Psílido Asiático de los Cítricos (PAC) *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Liviidae). El HLB ha causado graves daños a la industria citrícola a nivel mundial debido a que acorta la vida comercial de la planta y ocasiona la reducción de la calidad de la fruta. Las primeras detecciones de la enfermedad en México fueron en Yucatán, Quintana Roo, Nayarit y Jalisco durante el año 2009. Para el año 2015, 23 de los 25 estados que integran la citricultura nacional confirmaron la presencia del HLB en árboles y principalmente en vectores. En sur de Sonora, la primera detección del HLB fue en tejido insectil en el 2011. Posteriormente, en 2015, se registró una muestra más de psílido positivo en la ruta del Rio Yaqui; y no fue sino hasta inicios de 2017 que la enfermedad se encontró en un árbol de traspatio en Empalme, Son. Desde este suceso hasta finales del 2018 se dictaminaron por parte de SENASICA 702 muestras positivas para el sur de Sonora. En total, 697 fueron del vector y cinco de tejido vegetal. Derivado de los antecedentes de la enfermedad en el área, este trabajo tiene como objetivo estimar la incidencia y el desplazamiento inicial del HLB en el Sur de Sonora a través de su detección en psílicos (adultos de *D. citri*) capturados en traspatios.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en árboles de traspatio del sur de Sonora. Para ello, la región se clasificó en zona endémica, zona de inicio activo del HLB, zonas potenciales de infección y zonas buffer. En cada zona se realizaron dos muestreos; el primero, durante noviembre y diciembre de 2018, y el segundo durante marzo y abril de 2019. Para los muestreos se consideraron varias localidades por zona con distanciamientos equidistantes entre ellas de 5 a 10 km. En total se analizaron 373 muestras las cuales estuvieron compuestas por 20 adultos de psílicos cada una. Las muestras fueron recolectadas por técnicos de las Juntas de Sanidad Vegetal de la zona. Una vez tomadas las muestras fueron enviadas al laboratorio de biotecnología del INIFAP en el Campo Experimental Norman Borlaug. Se extrajo el ADN con el protocolo CTAB y se procedió a realizar la detección del Huanglongbing por medio de PCR en tiempo real (Cuadro 1). Finalmente, se calculó el porcentaje de casos positivos por cada zona y se acumularon por localidad para visualizar la propagación del HLB en el sur de Sonora.

Cuadro 1. Total, de muestras de psílidos analizadas desde traspatios para la detección del HLB en las diversas zonas de estudio. Ciclo 2018-2019.

Zonas	Región	LM1	LM2	MM1	MM2
Endémica	Guaymas	4	4	14	16
Inicio activo del HLB	Huatabampo	5	5	19	19
Potenciales de infección	Valle del Mayo (VM)	16	16	55	55
	Valle del Yaqui (VY)	7	7	28	28
	Comunidades Yaquis	8	9	22	25
Buffer	Costa (V. del Yaqui y Huatabampo)	10	10	30	30
	Frontera Sonora/Sinaloa	5	5	15	15

LM1= Localidades primer muestreo; LM2= Localidades segundo muestreo; MM1= Muestras analizadas primer muestreo; MM2= Muestras analizadas segundo muestreo

Resultados y Discusión

En la figura 1 se ilustra el porcentaje de muestras de psílidos positivas al HLB en los dos muestreos realizados. En el muestreo 1, la zona con el porcentaje de diagnósticos positivos más alto fue la endémica (Guaymas) con el 84.2%. Contrario a este caso, las regiones del Valle del Mayo y del Yaqui, ambas pertenecientes a la zona con potencial de infección, tuvieron las proporciones más bajas de la enfermedad en el vector con 7.0 y 0.0%, respectivamente. Para el segundo muestreo se observó una tendencia de aumento en las proporciones de casos con HLB en la mayoría de las zonas estudiadas, siendo las regiones con menor infección en el primer muestreo [Valle del Mayo (+27.3%) y Yaqui (+25%)] las que se reflejaron los mayores aumentos.

Finalmente, aunque en la zona endémica hubo un ligero descenso de diagnósticos positivos (-3%), es la que tuvo la mayor incidencia de HLB en ambos muestreos.

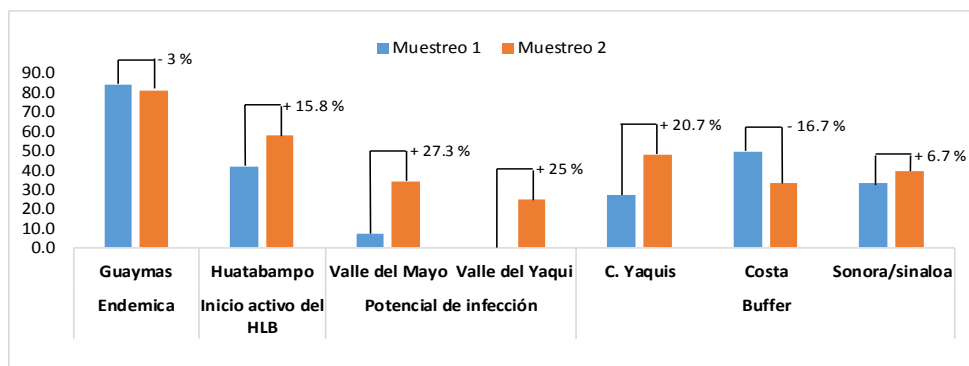


Figura 1. Porcentaje de muestras de psílidos con diagnostico positivo al HLB en el Sur de Sonora. Muestreos 1 y 2, ciclo 2018-2019.

La figura 1 con el porcentaje de muestras con HLB de las zonas de estudio y por localidad, ilustra dos gradientes de dispersión de la enfermedad, uno que va desde la zona endémica (Guaymas) hacia el centro del sur de Sonora; y la otra, que parte desde la costa sur (Huatabampo) con una mayor intensidad hacia los Valles del Yaqui y del Mayo (Figura 2). Por otra parte, los datos obtenidos al momento nos han permitido identificar posibles focos de infección que deben ser controlados a través de la disminución de las poblaciones del vector, con el fin de disminuir el grado de diseminación del inoculo hacia la parte productora de cítricos, misma que está localizada en el centro del sur de Sonora (Figura 2).

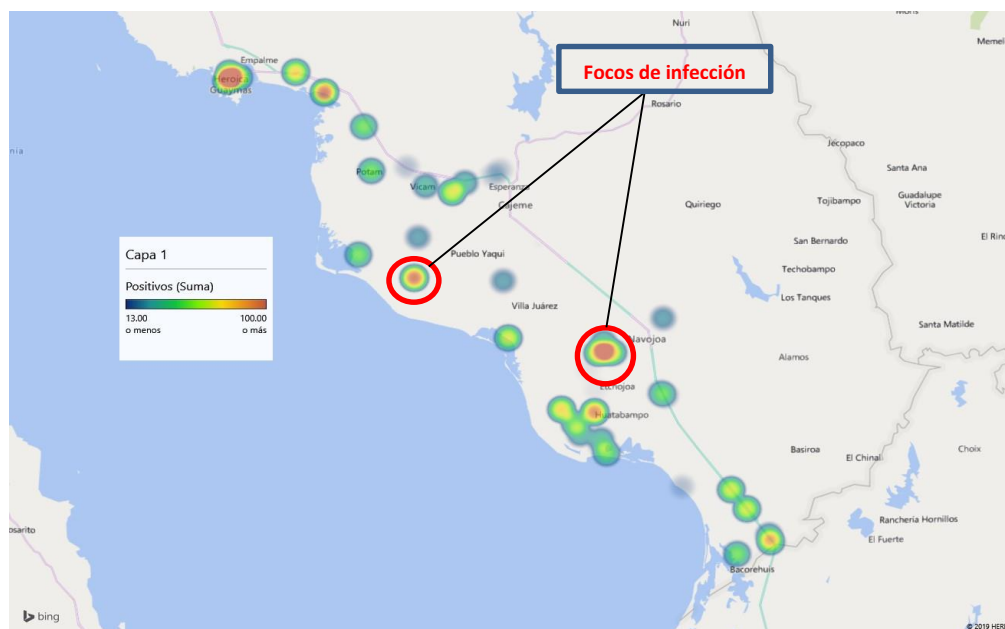


Figura 2. Gradientes de diseminación del HLB en el sur de Sonora. Resultado del porcentaje de muestras de psílidos positivas por localidad de dos muestreos durante el ciclo 2018-2019.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio muestran que el HLB se encuentra en diferentes proporciones en *Diaphorina citri* a lo largo y ancho del Sur de Sonora, siendo Guaymas la región más afectada. No obstante, los aumentos porcentuales de diagnósticos positivos a través del tiempo nos muestran claramente el avance del HLB desde las zonas con mayor incidencia hacia aquellas que en algún momento estuvieron libres o casi libres de la enfermedad, pudiendo convertirse estas últimas en zonas endémicas si no se da el manejo adecuado del vector.

Literatura Citada

Bové J. M. 2006. Huanglongbing: A destructive, Newly-Emerging, century-old disease of citrus. J. Plant Pathol. 88 (1): 7-37.

Flores-Sánchez J. L., Mora-Aguilera G., Loeza-Kuk e., López-Arroyo J.I., Domínguez-Monge S., Acevedo-Sánchez G y Robles-García P. 2015. Pérdidas en producción inducidas por *Candidatus liberibacter* asiaticus en limón persa, en Yucatán México. Revista Mexicana de Fitopatología. 33: 195-210.

Li W., Hartung J. S and Laurene L. 2006. Quantitative real-time PCR for detection and identification of *Candidatus Liberibacter* species associated. J. of Microbiological Methods. 66: 104-115.

Mora-Aguilera G., Robles-García P., López-Arroyo J.I., Flores-Sánchez J. L., Acevedo-Sánchez G., Domínguez-Monge S y González-Monge R. 2014. Situación actual y perspectivas del manejo del HLB de los cítricos. Revista Mexicana de Fitopatología. 32: 108-119.

Trujillo-Arriaga J. 2010. Situación actual, regulación y manejo del HLB en México. 2º Taller internacional sobre el huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos. Mérida, Yucatán, México.

EVALUACIÓN DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES POSTERIOR A LA PODA MECÁNICA DE RAÍZ EN ZAPOTE AMARILLO (*Pouteria campechiana*)

Galvis Muñoz Santiago Bryan¹, González Chávez Ma. del Carmen Angeles², Rodríguez
Monroy Mario¹, Rodríguez López Amado¹ y **Evangelista-Lozano Silvia¹**

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-IPN, ² Colegio de
Posgraduados Campus Montecillos. sevangel@ipn.mx

Resumen

La poda de raíz de plantas perennes, antes del trasplante a campo, es una actividad que en algunos casos beneficia el buen desarrollo; además puede favorecer la asociación con microorganismos, como la generada con los hongos micorrízico arbusculares; hongos que desarrollan estructuras con funciones particulares, y su formación depende tanto del estado de desarrollo del hongo y condiciones en las que se lleve a cabo la asociación. En este estudio se planteó el objetivo de evaluar el efecto de la poda mecánica de la raíz en el desarrollo y sobre la asociación natural con hongos micorrízico arbusculares en plantas de *P. campechiana* cultivadas de vivero. Plantas de 12 meses después de la germinación y conservadas en condiciones de vivero, con abundantes raíces plegadas y compactadas, fueron trasplantadas a abolsas de polietileno (18 L), se cuantificó el desarrollo; además, se les extrajeron segmentos de raíz, que fueron aclarados, teñidos, y observados; se registró la frecuencia; además de la intensidad de colonización. Se realizaron muestreos entre los 20 y 80 días después del trasplante. A los 50 días después del trasplante, se observó diferencias estadísticas significativas en el número de hojas, área foliar y diámetro de tallo, y en la frecuencia e intensidad de colonización de hongos micorrízico arbusculares, en raíces que fueron podadas antes del trasplante en comparación con raíces no podadas.

Palabras clave: zapote amarillo, canistel, poda de raíz, raíz malformada

Abstract

Root pruning of perennial plants, before field transplantation, is an activity that in some cases favors good development; it can also favor association with microorganisms, the most frequent is that generated by arbuscular mycorrhizal fungi; fungi that have structures with particular functions, and their formation depends on the state of development of the fungus and conditions

in which the association is carried out. In this study, the objective of evaluating the effect of mechanical root pruning in development and on the natural association with arbuscular mycorrhizal fungi in plants of *P. campechiana* cultivated from nursery was raised. Plants 12 months after germination and preserved in nursery conditions, with abundant presence of folded and compacted roots, were transplanted into polyethylene bags (18 L), development was quantified and were extracted root segments, which were clarified, stained, and observed accordingly with established protocol; frequency was measured; in addition to the intensity of colonization. Samples were taken between 20 and 80 days after transplantation. At 50 days after the transplant, significant statistical differences were observed in the number of leaves, leaf area and stem diameter, and in the frequency and intensity of colonization of arbuscular mycorrhizal fungi, which were higher in roots that pruned before transplantation compared to non-pruned roots.

Keywords: zapote amarillo, canistel, root pruning, malformed root

Introducción

Entre los microorganismos que interactúan con la raíz de las plantas superiores, la más frecuente es la generada por los hongos micorrízico arbusculares (HMA), con funciones particulares, y su asociación depende del estado de desarrollo del hongo y de las condiciones de edáficas (Smith y Read, 2008). Las hifas extra radicales interactúan con el entorno edáfico en búsqueda de un sistema radical con el cual asociarse, una vez que entra en contacto con un segmento de raíz, se forma el apresorio (estructura de contacto y adhesión); para iniciar el proceso de ingreso a la raíz; esto permite optimizar la absorción de agua y nutrientes, así como, mayor interacción con la microbiota edáfica (Ramos, Lima, Dias, Kasuya y Feijó, 2009; Souza, 2015). Las hifas intra radicales colonizan la raíz al ingresar en el tejido del córtex, y luego diferenciarse en arbúsculos, vesículas y esporas; estas también, transfieren nutrientes, metabolitos y agua a la planta (Al-Qarawi, Mridha y Dhar, 2013; Souza, 2015). Los HMA influyen la ramificación de las raíces por la secreción de auxinas producidas en el micelio (Hodge y Storer, 2015). Souza (2015), considera que el 80% de las plantas terrestres tienen asociación con una o varias especies de HMA; algunos frutales forman la asociación con HMA y tienen diferentes niveles de dependencia hacia el hongo (Klironomos, 2003; Rodrigues y Rodrigues, 2014). Debido a la escasa información relacionado con la asociación con hongos micorrízico arbusculares, se propone en este estudio en *P. campechiana*, comúnmente conocido como: zapote borracho, zapote amarillo canistel, entre otros nombres; es una especie con alto valor nutricional, con centro de origen en México; su aprovechamiento se remonta a la antigüedad, como alimento,

medicina y como árbol maderable; pertenece al orden Ericales y a la familia Sapotaceae, tiene sinonimia con *Lucuma campechiana* Kunth, *L. elongata* Steud, *Richardella nervosa* (Lim, 2013). Esta especie, presenta una raíz pivotante; el fruto con una a tres semillas gigantes, que es posible propagar en condiciones de invernadero (Ferrini, Nicese, Mancuso, y Giuntoli, 2000). En la propagación, si la planta permanece, más tiempo del requerido en vivero las raíces se deforman (Gilman, Harchick y Paz, 2010), escasos son los trabajos en especies arbóreas (Amoroso, Frangi, Piatti, Ferrini, Fini y Faoro, 2010); posiblemente se debe a que el desarrollo de este grupo es lento. Es necesario la producción de plantas con un sistema radical saludable y así establecer con exitoso un cultivo de árboles; las condiciones adecuadas de crecimiento radical en plantas de hábito arbóreo en sus fases iniciales de desarrollo es importante; por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la poda mecánica en el desarrollo de la planta y la exploración de hongos micorrízico arbusculares en la frecuencia e intensidad de colonización en plantas de *P. campechiana* cultivadas de vivero.

Materiales y Métodos

En una plantación, fueron colectados frutos de *Pouteria campechiana*; las semillas extraídas se sembraron en contenedores de un litro con agrolita, después de la germinación (5 cm de raíz y presencia de la plúmula); trasplantadas en bolsas de polietileno negro, calibre 400 (35 cm alto x 15 cm ancho), en sustrato de turba, agrolita, vermiculita (60/20/20/ v/v), pH ajustado a 5.8 ± 0.2 , porosidad 86% (denominado sustrato mezcla); en este sustrato permanecieron por 365 días con un riego por semana (400 ml agua potable). Posteriormente se realizó un segundo trasplante a bolsas de polietileno negro de mayor tamaño 40 x 30 cm (bolsa de 18 L), a esta edad todas las plantas presentaron la raíz principal malformada o torcida (abundantes plegadas y compactadas).

En este segundo trasplante, se separaron cuatro grupos de plantas, primer grupo: plantas con la raíz podada y en sustrato mezcla, segundo grupo: plantas con la raíz sin poda y en sustrato mezcla, tercer grupo: plantas con la raíz podada y en sustrato de río (arena o tierra de río, acumulación de arena-tierra en la ribera del río Yautepec), cuarto grupo: plantas con raíz sin poda y en sustrato de río. La poda de la raíz se realizó dos cm arriba de donde la raíz presentará la torcedura; el sustrato de río fue utilizado sin desinfectar; los riegos se realizaron uno por semana. Se evaluó número de hojas, área foliar total software Imagej v. 1.51j8 (Schneider et al., 2012) y diámetro del tallo, longitud de raíz, altura de la planta; para valorar el efecto de la poda se utilizaron 3 plantas por tratamiento (365 días de edad) y las evaluaciones se realizaron a los: 20, 35, 50, 65 y 80 días después del segundo trasplante.

Para la exploración de micorrizas, se extrajeron 30 segmentos de raíz de 1 cm de longitud por cada replica (tres); la tinción fue siguiendo el protocolo modificado de Phillips y Hayman (1970), posteriormente montados con glicerol 50% en grupos de 10 segmentos organizados paralelamente y separados entre sí. La medición de la frecuencia e intensidad de colonización se realizó según los protocolos de Trouvelot, Kough y Gianinazzi-Pearson, (1986) y Onipchenko (2004). La observación se realizó mediante el método de Nicolson (1960) y Onipchenko (2004). El estadístico aplicado un ANOVA $\alpha = 0.05$, software estadístico Minitab 17. Únicamente se reporta la frecuencia e intensidad. La exploración de HMA, se efectuó en 3 plantas de 365 días de edad, solamente en los tratamientos de sustrato de río con poda y no poda de raíz; las evaluaciones se realizaron a los 20, 35, 50, 65 y 80 días después del segundo trasplante.

Resultados y Discusión

Las plantas que permanecieron en segundo trasplante en sustrato de río presentaron diferencia significativa con el resto de tratamientos en el número de hojas, área foliar y diámetro de tallo; se notó la diferencia a partir del día 50 (Figura 1), en la longitud de raíz, altura de la planta no hubo diferencia. El sustrato de río tiene cerca del 90% de arena el resto son sedimentos, y Crane y Balerdi (2016), reportan que *P. campechiana*, está mejor adaptada a suelos con alta capacidad de drenaje. Después de 50, la planta se encuentra adaptada al nuevo medio; y comenzaron a crecer y desarrollarse las raíces laterales.

La mayor frecuencia de colonización en la asociación natural con hongos micorrízico arbusculares (HMA) en *P. campechiana*, fue en plantas con raíz con poda mecánica (**p+**), a partir del día 50 después del trasplante y poda (Figura 2A). La mayor frecuencia de colonización puede atribuirse a la emisión de raíces laterales; Según Smith y Read (2008) y Souza (2015), las raíces laterales son puntos de ingreso adecuado para los propágulos de HMA debido a la baja lignificación y mayor presencia de pelos radicales que, por la carencia de cutícula, esto aumentan la permeabilidad de la raíz; así también, la poda en raíz promueve la elongación de raíces laterales, por la posible señalización dirigida de fitohormonas (Aloni, Aloni, Langhans y Ullrich, 2006). Sin embargo, las plantas de ambos tratamientos presentaron altas frecuencias de colonización con un mínimo del 70%. El comportamiento en la intensidad de colonización fue semejante a la frecuencia, a partir del día 50 después del trasplante (Figura 2B), se puede relacionar con la permeabilidad ofrecida por raíces laterales y se considera lo que indican Naik, Nandini y Jameel, (2018), que la asociación con HMA puede promover el crecimiento, y en general, en el desarrollo de las plantas; en este estudio solamente se consideró la exploración de micorrizas en plantas trasplantadas en sustrato de río.

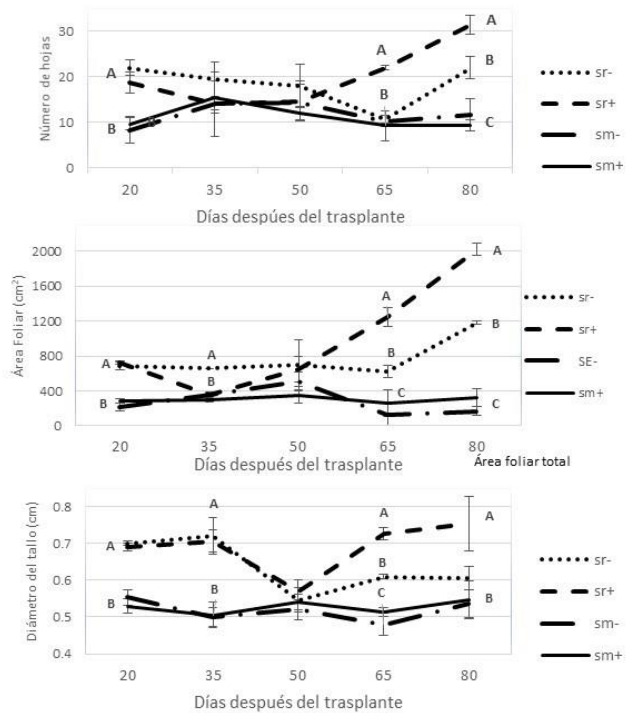


Figura 1. Efecto de la poda mecánica (+) y sustrato de río (sr) en el número de hojas, área foliar y diámetro de tallo en plantas de *P. campechiana* de doce meses de edad. En la prueba de comparaciones múltiples de Tukey se asignan similitudes con letras iguales y diferencias estadísticas con letras diferentes, con $P=0.05$. sr: sustrato de río, (sm: sustrato mezcla (-) sin poda y (+), con poda)

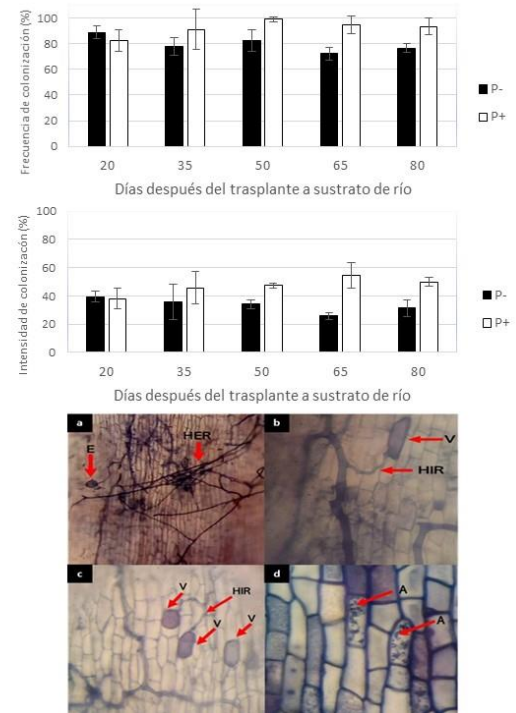


Figura 2. A. Frecuencia e intensidad de colonización en la asociación con hongos micorrízico arbusculares en *P. campechiana*, raíz malformada y sin poda (P-) y raíz con poda mecánica (P+). B. Estructuras micorrízicas encontradas en las raíces de *P. campechiana*. a Espora, b. Vesícula (V), c. Grupo de vesículas (V), d. Arbusculos (A)

Conclusiones

La poda mecánica de la raíz en plantas que han permanecido por 365 días en condiciones de vivero y en contenedor estrecho, permite recuperar plantas, y el mejor sustrato es el de río; además, los hongos micorrízico arbusculares presentan alta frecuencia e intensidad de colonización en plantas de *P. campechiana* cultivadas de vivero y con poda de raíz, esto indica que el sustrato de río contiene propágulos.

Literatura Citada

- Aloni, R., Aloni, E., Langhans, M., Ullrich, C.I. (2006). Role of cytokinin and auxin in shaping root architecture: Regulating vascular differentiation, lateral root initiation, root apical dominance and root gravitropism. *Annals of Botany*, 97(5), 883–893. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl027>
- Al-Qarawi, A., Mridha, M., Dhar, P. (2013). Report of *Funnelliformis mosseae* (Nicol. & Gerd.) Gerd. y *Trappe* from Rangeland Soil of Saudi Arabia, 8(2), 23–26.

Amoroso, G., Frangi, P., Piatti, R., Ferrini, F., Fini, A., Faoro, M. (2010). Effect of container design on plant growth and root deformation of littleleaf linden and field elm. *HortScience*, 45(12), 1824–1829. <https://doi.org/10.1590/S0013-738X2010001200010>

Crane, J. H., Balerdi, C. F. (2016). Canistel Growing in the Florida Home Landscape 1 Planting a Canistel Tree, 1–6

Ferrini, F., Nicese, F.P., Mancuso, S., Giuntoli, A. (2000). Effect of Nursery Production Method and Planting Technique on Tree Establishment in Urban Sites: Preliminary Results. *Journal of Arboriculture*, 26(5), 281–284. Retrieved from <http://joa.isa-rbor.com/request.asp?JournalID=1&ArticleID=2905&Type=2>

Gilman, E.F., Harchick, C., Paz, M. (2010). Effect of Container Type on Root Form and Growth of Red Maple. *Journal of Environmental Horticulture*, 28,1–7.

Klironomos, J.N. (2003). Variation in Plant Response to Native and Exotic Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Ecology*, 84(9), 2292–2301.

Lim, T. K. (2016). Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants* (Vol. 10). <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7276-1>

Naik, S.M. R., Nandini, M.L.N., Jameel, A. (2018). Role of Arbuscular Mycorrhiza in Fruit Crops Production, 6(5), 1126–1133.

Nicolson, T. H. (1960). Mycorrhiza in the Gramineae. *Transactions of the British Mycological Society*, 43(1), 132–140. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(60\)80017-4](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(60)80017-4)

Onipchenko, V.G. (2004). Alpine Ecosystems in the Northwest Caucasus.

Phillips, J M., Hayman, D.S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55(1), 158–168. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(70\)80110-3](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(70)80110-3)

Ramos, A.C., Lima, P.T., Dias, P.N., Kasuya, M. C.M., Feijó, J.A. (2009). A pH signaling mechanism involved in the spatial distribution of calcium and anion fluxes in ectomycorrhizal roots, 448–462.

Rodrigues, K.M., Rodrigues, B. F. (2014). Arbuscular mycorrhizal (am) fungi and plant health, *Fungi in Biotechnology*, (January) 8-24.

Schneider, C. A., Rasband, W. S., Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9(7), 671–675. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22930834>

Smith, S.E., Read, D.J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis* (3rd ed.). Academic press.

Souza, T. (2015). *Handbook of Arbuscular Mycorrhizal Fungi*. *J Lipid Res* (Vol. 38). Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24850-9>

Trouvelot, A., Kough, J., Gianinazzi-Pearson, V. (1986). Mesure du taux de mycorhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In V. Gianinazzi-Pearson & S. Gianinazzi (Eds.), *Physiological and genetical aspects of mycorrhizae* (pp. 217–221). Paris: INRA.

CONTROL BIOLÓGICO DE LA POLILLA DE LA CERA (*Galleria mellonella*) CON LA APLICACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN EL VALLE DE SAN QUINTÍN

Maldonado Valdiviezo Claudia Esmeralda¹, **Gómez Soto Héctor Eduardo¹**, Beltrán
Arce Lizbeth¹, Ordaz Silva Salvador¹, Delgadillo Ángeles Jorge Luis¹, Carrasco Peña
Laura Dennisse¹

Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín¹

hector.eduardo.gomez.soto@uabc.edu.mx

Resumen

Esta investigación se desarrolló en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) en la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín (FINSQ), utilizando cepas del banco de microorganismos de la facultad, el objetivo del trabajo es la evaluación de cepas de hongos entomopatógenos como una estrategia alterna para el control de la polilla de la cera (*Galleria mellonella*), es importante señalar que en la actualidad la tendencia es la reducción de plaguicidas químicos y encontrar nuevas soluciones amigables con el ambiente para el control de plagas. El muestreo de *Galleria mellonella* dio como resultado hasta treinta juveniles por muestreo, mismos que se llevaron para analizarlos en laboratorio, se utilizaron 3 tratamientos de hongos entomopatógenos los cuales son colectas de la facultad (*Isaria fumosorosea*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) y un testigo (agua destilada). Las dosis obtenidas de las cepas se utilizaron para la aplicación de dicho entomopatógeno sobre la plaga, así mismo se inspecciona mortandad e inmovilidad de los insectos hasta que se efectuó por completo su acción.

Palabras clave: Entomopatógenos, Control, Bioplaguicidas.

Abstract

This research was carried out at the Autonomous University of Baja California (UABC) at the San Quintin School of Engineering and Business (FINSQ), using strains from the bank of microorganisms of the faculty, the objective of the work is evaluation of entomopathogenic fungal strains as an alternative strategy for the control of wax moth (*Galleria mellonella*), it is important to note that currently the trend is the reduction of chemical pesticides and find new environmentally friendly solutions for pest control. The sampling of *Galleria mellonella* resulted in

up to thirteen juveniles per sampled, which were taken to analyze them in the laboratory, tree treatments were used (*Isaria fumosorosea*, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*) and a witness (distilled water). The doses obtained from the strains were used for the application of said entomopathogen on the pest, also the mortality and immobility of the insects is inspected until their action is completely carried out.

Key words: Entomopathogens, Control, Biopesticides.

Introducción

En México, la apicultura representa una importante actividad dentro del sector pecuario. De esta actividad dependen 42 mil productores, quienes en conjunto cuentan con aproximadamente dos millones de colmenas, y permiten que el país se ubique como el quinto productor y tercer exportador de miel en el mundo. La miel es el principal producto de la colmena, y la cera es uno de los productos más útiles de las abejas (*Apis mellifera* L.), que además se utiliza en la industria farmacéutica, odontología y cosmética, (Universidad Austral de Chile, 2006)

La polilla de la cera es una mariposa de color marrón – ceniciento, viven en toda Europa y América. Esta plaga causa daño cuando se encuentra en estado larval, destruyendo los panales no protegidos que han contenido cría o polen, tanto en el almacén del apicultor como en las colonias débiles o muertas. (Asociación Malagueña de Apicultores, 2011).

Isaria fumosorosea es un hongo entomopatógeno que se caracteriza por presentar colores vistosos como blanco, amarillo, verde, rosa o rojo. Las esporas de este hongo al ponerse en contacto con el insecto plaga se le adhiere a la cutícula penetrando directamente después de la germinación de la conidia, al desarrollarse el hongo, libera toxinas contra el insecto provocando la muerte (CB-06,1999; Agrobionsa, 1995; Econova, 1998).

Metarhizium anisopliae es un hongo mitospórico o anamorfo de reproducción asexual, usado ampliamente como entomopatógeno para el control biológico. Tiene la capacidad de parasitar y eliminar un amplio rango de insectos plaga de diversas plantas de importancia agrícola. Establecido el hongo dentro del insecto ocurre la proliferación de hifas filamentosas y la generación de micotoxinas que inactivan el huésped según Castillo Zeno Salvador (2005).

Beauveria bassiana es un hongo usado para el control de un gran número de insectos plaga y es la especie de entomopatógenos comercialmente más utilizada alrededor del mundo, actualmente se le asocia con una plaga del café llamada la broca del café (*Hypothenemus hampei*) y se encuentra causando mortalidad del insecto en todos los países donde esta plaga ha llegado, (Bustillo P., 2004).

El objetivo es evaluar cepas de hongos entomopatógenos (*Isaria fumosorosea*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*) como control biológico de la plaga de la cera (*Gallería mellonella*). Estas cepas de hongos entomopatógenos son una opción viable como control biológico, ya que ayudan a regular insectos plaga manteniéndolos en niveles adecuados, disminuyen la resistencia que pudieran generar dichas plagas y el deterioro al medio ambiente.

Materiales y métodos

Obtención de larvas *G. mellonella*

Se muestreo un granero ubicado en un rancho en el Ejido Rubén Jaramillo, San Quintín, Baja California, México. Las larvas de la polilla se transfirieron en contenedores pequeños de plástico de ½ L. de capacidad, se separaron las pupas para su desarrollo y fácil identificación. Las poblaciones de larvas se mantuvieron a temperatura ambiente promedio de $24^{\circ}\text{C} \pm 2$.

Obtención UFC (unidades formadoras de colonias).

Se utilizaron tres aislamientos monoesporicos nativos (*Isaria fumosorosea*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*), los cuales se desarrollaron en Agar Dextrosa Papa. Una vez que se desarrollaron se tomaron las cajas Petri, a las cuales se les agrego 30 ml de agua destilada para facilitar el raspado de la cepa con ayuda de una espátula, de lo cual se depositó una pequeña muestra de la solución del hongo sobre una cámara de Neubauer. Debido a las altas concentraciones de esporas se realizaron diluciones en la solución, las cuales constaron de diluir 1 ml de la concentración madre en 9 ml de agua destilada, para la segunda dilución de tomo 1 ml de la primera dilución en 9 ml de agua destilada. Las concentraciones obtenidas fueron las siguientes: T1 *Isaria fumosorosea* 5.5×10^7 , T2 *Beauveria bassiana* 3.8×10^7 , T3 *Metarhizium anisopliae* 2.9×10^8 , T4 Testigo (Agua destilada). Se depositó un tratamiento por atomizador con 100 ml de agua cada uno.

Preparación de los tratamientos

Se prepararon recipientes estériles (cajas Petri) para cada tratamiento los cuales contaban con 3 repeticiones cada uno conteniendo 10 larvas en su interior, las cuales fueron asperjadas con los tratamientos, selladas para evitar contaminación y reducir el error experimental. Todos estos mantenidos a temperatura ambiente promedio a $24^{\circ}\text{C} \pm 2$.

Toma de datos

Se tomaron datos de mortandad de larvas dándole seguimiento al tiempo y número de muertes por tratamiento durante 15 días. Al perpetuar el experimento se realizó la prueba estadística de Mann Whitney, la cual se caracteriza por ser una prueba no paramétrica aplicada a dos

muestras independientes. Esta prueba se llevó a cabo entre todos los pares posibles de los tratamientos para cada uno de los días de evaluación, a un nivel de significancia de $p \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

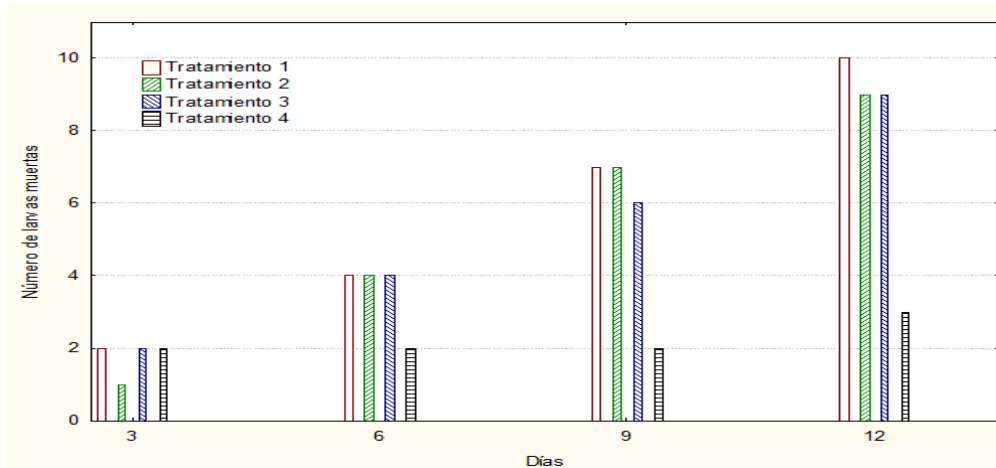


Figura1. Las columnas representan el promedio de larvas muertas de cada tratamiento por los días de evaluación. Donde T1: *Isaria fumosorosea*, T2 *Beauveria bassiana*, T3 *Metarhizium anisopliae*, y T4 testigo (agua destilada).

Cuadro 1. Letras diferentes por día de evaluación indican diferencia estadística significativa con un valor de $p \leq 0.05$.

TRATAMIENTOS	3 DIAS	6 DIAS	9 DIAS	12 DIAS
T1: <i>Isaria fumosorosea</i>	5 (A)	13 (B)	22 (B)	29 (B)
T2: <i>Beauveria bassiana</i>	2 (A)	10 (A)	22 (B)	28 (B)
T3: <i>Metarhizium anisopliae</i>	9 (A)	14 (A)	22 (B)	27 (B)
T4: AGUA DESTILADA	5 (A)	5 (A)	6 (A)	8 (A)

Conclusiones

En base a los datos obtenidos del efecto de los tratamientos evaluados se puede decir que; los tres tratamientos no muestran una diferencia significativa entre sí, pero en comparación con el testigo, y con los dos tratamientos restantes *Isaria fumosorosea* muestra un comportamiento considerablemente bueno desde el día número 6, a diferencia de los otros que lo muestran hasta el día 9 y 12, pudiendo constar así que *Isaria fumosorosea* bajo temperaturas de $24^{\circ}\text{C} \pm 2$

y humedad entre 65 y 70% es un hongo entomopatógeno de amplio espectro como control biológico de *Galleria mellonella*. (Vidal y Fargues, 2007).

Literatura Citada

Castillo Zeno Salvador (2005) Uso de *Metarhizium anisopliae* para el control biológico del salivazo (*Aeneolamia* spp. y *Prosapia* spp.) en pastizales de *Brachiaria decumbens* en El Petén, Guatemala (Tesis de Maestría) Recuperado en: catie.ac.cr

Gonzalez-Castillo, M., Aguilar, C. N., & Rodríguez-Herrera, R. (2012). Control de insectos-plaga en la agricultura utilizando hongos entomopatógenos: retos y perspectivas. *Rev. Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 4(8).

Bustillo, P., A.E. (2004). ¿Cómo participa el hongo *Beauveria bassiana* en el manejo integrado de la broca del café? *Brocarta Cenicafe* (Colombia) No. 37:1-4.

Vidal C, Fargues J (2007) Climatic constraints for fungal biopesticides. In Ekesi S, Maniania NK (Eds.) *Use of Entomopathogenic Fungi in Biological Pest Management*. Research Signpost. Kerala, India. pp. 39-55.

EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS CONVENCIONALES Y BIORACIONALES PARA EL CONTROL DE *Phenacoccus solenopsis* A NIVEL CAMPO

Carlos Enrique Ail Catzim, **Francisca Pérez Franco** y Ángel Zepeda Ramos

Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, carretera a Delta s/n, C. P.

21705, ejido Nuevo León, Baja California, México. francisca.perez@uabc.edu.mx

Resumen

Phenacoccus solenopsis es una de las principales plagas del algodón, puede provocar pérdidas económicas hasta del 40%. El control químico representa una estrategia para evitar el desarrollo poblacional de esta plaga, sin embargo en el Valle de Mexicali se desconoce que insecticidas son efectivos para el control de esta plaga. Por tal motivo el objetivo de esta investigación fue evaluar insecticidas convencionales y bioracionales para el control de *P. solenopsis*. Se evaluaron ocho insecticidas de diferente grupo toxicológico y se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 3 repeticiones para cada tratamiento. Se realizaron dos evaluaciones al tercer y séptimo día después de la aplicación de los tratamientos para poder determinar la efectividad de los insecticidas. Se observó que los mejores tratamientos fueron acetamiprid y profenofos; los cuales obtuvieron a los 7 DDAT 89 y 95 % de eficiencia respectivamente. De acuerdo a estos resultados se puede recomendar el uso de estos insecticidas para el control de *P. solenopsis* a dosis de 500 gha⁻¹ (Acetamiprid) y 900 mLha⁻¹ (Profenofos).

Palabras claves: Algodón, piojo harinoso, acetamiprid.

Abstract

Phenacoccus solenopsis is one of the main cotton pests, which can cause economic losses of up to 40%. The chemical control represents a strategy to avoid the population development of this pest, however in the Mexicali Valley it is unknown that insecticides are effective for the control of this pest. For this reason, the objective of this research was to evaluate conventional and biorational insecticides for the control of *P. solenopsis*.

Eight insecticides from different toxicological groups were evaluated and a completely randomized block design with 3 repetitions was used for each treatment. Two evaluations were carried out on the third and seventh following day after the application of the treatments in order to determine the effectiveness of the insecticides.

It was observed that the best treatments were acetamiprid and profenofos which obtained at 7 DAA 89 and 95% efficiency respectively. According to these results, the use of these insecticides can be recommended for the control of *P. solenopsis* at doses of 500 gha⁻¹ (Acetamiprid) and 900 mLha⁻¹ (profenofos).

Keywords: Cotton, Mealybug, acetamiprid.

Introducción

El piojo harinoso *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) provoca daño directo, al succionar la savia de las plantas y manchado de la fibra de algodón, si no se realizan medidas para su control las pérdidas económicas en el cultivo de algodón pueden alcanzar más del 40 % Vennila *et al.* 2010). El uso de los insecticidas químicos representa una estrategia importante para evitar el desarrollo poblacional de esta plaga y en consecuencia evitar pérdidas económicas en el algodónero (Suresh *et al.* 2010). A nivel mundial se han realizado estudios para determinar la eficacia de diferentes insecticidas convencionales y bioracionales en contra de *P. solenopsis*, tanto a nivel de campo como a nivel de laboratorio; entre los insecticidas evaluados se encuentran organofosforados, carbamatos, piretroides, neonicotinoides, insecticidas IGR, oxadiazina, espinosinas, avermectinas y diamidas. En el Valle de Mexicali, recientemente se reportan poblaciones altas de *P. solenopsis* en el cultivo de algodónero, afectando a aproximadamente el 15% de la superficie sembrada con este cultivo. Por lo cual surge la necesidad de realizar evaluaciones de insecticidas que sean efectivos sobre *P. solenopsis*, ya que no se tienen estudios al respecto en esta región de algodón. Por lo anterior el objetivo de esta investigación fue evaluar insecticidas convencionales y bioracionales para el control de *Phenacoccus solenopsis* a nivel de campo.

Materiales y Métodos

Ubicación del experimento

Los experimentos de campo se realizaron en el ejido Oaxaca en una parcela de 2500 m² ubicada en el Valle de Mexicali con presencia de piojo harinoso. Se delimitó el área con cinta roja donde se obtuvieron parcelas experimentales de 100 m²

Experimento en campo

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completamente al azar, en parcelas experimentales de 100 m² con tres repeticiones. Se evaluaron ocho insecticidas de diferente grupo toxicológico (Cuadro1).

Cuadro 1. Insecticidas de diferente grupo toxicológico y dosis evaluados sobre *Phenacoccus solenopsis* a nivel de campo

Insecticida	Grupo toxicológico	Dosis
Acetamiprid	Neonicotinoides	500 g ha ⁻¹
Sulfoxaflor	Sulfoxamida	400 mL ha ⁻¹
Flonicamida	Piridinocarboxamidas	400 g ha ⁻¹
Flupiradifurona	Butenolides	1 L ha ⁻¹
Profenofos	Organofosforados	900 mL ha ⁻¹
Spirotetramate	Ketoenoles	800 mL ha ⁻¹
Blue Neem	Botánicos	2 L ha ⁻¹
Blue Aphid	Botánicos	2 L ha ⁻¹

Antes de la aplicación de los tratamientos se determinó el porcentaje de infestación del piojo harinoso en cada parcela experimental, se revisaron 25 plantas/parcela distribuidas en cinco puntos considerando como planta infestada aquella que presentó al menos un piojo harinoso.

El porcentaje de infestación se determinará con la fórmula:

$$PI = \frac{\text{Número de plantas infestadas}}{\text{plantas totales observadas}} \times 100$$

Dónde:

PI= Porcentaje de infestación

Los tratamientos se aplicaron con una mochila manual, se empleó un equipo para cada tratamiento. Para evaluar el efecto de los insecticidas se realizaron muestreos a los 3 y 7 días después de la aplicación de los tratamientos (DDAT), con los cuales se calculó el porcentaje de eficiencia con la fórmula:

$$\% E = \left\{ \frac{\% ITAA - \% ITDA}{\% ITAA} \right\} \times 100$$

Donde:

%E= Porcentaje de eficiencia

% ITDA= Porcentaje de infestación en el tratamiento (insecticida) después de aplicación

% ITAA= Porcentaje de infestación en el tratamiento (insecticida) antes de aplicación

Análisis de resultados

Los resultados de este experimento se analizaron con un ANOVA para conocer si existían diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al nivel de eficiencia de cada insecticida evaluado, se realizó comparación de medias con la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 2 se presenta el porcentaje de infestación para cada tratamiento antes de la aplicación y después de 3 y 7 días de la aplicación. Se observa que los insecticidas acetamiprid y profenofos tuvieron mayor disminución del nivel de infestación de *P. solenopsis* a los 3 y 7 DDAT.

Cuadro 2. Promedio del nivel de infestación de *Phenacoccus solenopsis* para cada insecticida Promedio de tres repeticiones

Insecticida	Antes de la aplicación	3DDAT	7DDAT
	% de infestación		
Acetamiprid	61.33	21.33	6.67
Blue aphid	32.00	30.00	27.33
Blue neem	33.00	26.67	26.67
Flonicamida	73.33	73.33	60.00
Flupiradifurona	53.33	34.67	12.67
Profenofos	62.67	26.67	2.67
Spirotetramat	62.67	56.00	24.00
Sulfoxaflor	24.00	13.33	8.00

En el cuadro 3 se presenta el porcentaje de eficiencia para cada uno de los insecticidas sobre *P. solenopsis*. Se puede observar que los insecticidas acetamiprid y profenofos presentaron mayor porcentaje a los 3 DDAT en comparación con los demás insecticidas.

Cuadro 3. Porcentaje de eficiencia de diferentes insecticidas evaluados en *Phenacoccus solenopsis* a nivel de campo

Insecticida	3DDAT	7DDAT
	% de eficiencia	
Acetamiprid	65.22a	89.13ab
Blue aphid	30.00cd	27.33d
Blue neem	26.67cd	26.67d
Flonicamida	0.00d	18.18d
Flupiradifurona	35.00bcd	76.25bc
Profenofos	57.45ab	95.75a
Spirotetramat	10.64d	61.70c
Sulfoxaflor	44.40abc	66.70c

Porcentaje de eficiencia seguido por diferente literal en la misma columna son diferentes estadísticamente según Tukey (0.05)

A los 7 DDAT, el comportamiento fue similar a la primera evaluación, los insecticidas profenofos y acetamiprid presentaron los mayores porcentajes de eficiencia con valores de 95.75 y 89.13

% respectivamente. Los insecticidas flupiradifurona, sulfoxaflor y spirotetramat presentaron regular eficiencia, los cuales pueden ser considerados para su uso contra *P. solenopsis*.

Conclusiones

Los insecticidas Profenofos (900 mL ha⁻¹) y Acetamiprid (500 g ha⁻¹) son los más eficientes para el control de *P. solenopsis* a nivel de campo.

Los insecticidas Flupiradifurona (1 L ha⁻¹), Sulfoxaflor (400 mL ha⁻¹) y Spirotetramate (800 mL ha⁻¹), se pueden recomendar para uso en rotación con otras moléculas de insecticidas.

Literatura Citada

El-Zahi, E.S., S. A.Aref, S.K.M. Korish. 2016. The cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) as a new menace to cotton in Egypt and its chemical control. Journal of Plant Protection Research. 56 (2): 111-115.

Suresh S., Jothimani R., Sivasubramanian P., Karuppuchamy P., Samiyappan R., Jonatha E.I. 2010. Invasive mealybugs of Tamil Nadu and their management. Karnataka Journal of Agricultural Sciences 23 (1): 6-9.

Vennila S., Deshmukh A.J., Pinjarkar D., Agarwal M., Ramamurthy V.V., Joshi S., Kranthi K.R., Bambawale O.M. 2010. Biology of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* on cotton in the laboratory. Journal of Insect Science 10 (115): 1-9.

EPIDEMIOLOGÍA Y EVASIÓN DEL COMPLEJO DE ENFERMEDADES FOLIARES DEL GARBANZO EN EL SUR DE SONORA

Ramírez Arredondo José Alfonso, Padilla Valenzuela Isidoro y Fierros Leyva Gustavo Adolfo
Campo Experimental Norman E. Borlaug, INIFAP. Apdo. postal 115, Cd Obregón, Sonora, México. C P
85000. Correo: ramirez.alfonso@inifap.gob.mx.

Resumen

En el sur de Sonora, el cultivo de garbanzo es dañado por enfermedades foliares; principalmente por mildiu (*Peronospora ciceris*), moho gris (*Botrytis cinerea*) y tizón por alternaria (*Alternaria alternata*), las cuales pueden ocasionar pérdidas totales. La investigación se hizo durante el ciclo 2016-2017 en la variedad Blanco Sinaloa 92. Se estudió la epidemia del complejo; también se evaluaron fungicidas para su control. Los tratamientos fueron carbendazim (Ultralite 0.5 L ha⁻¹) + clorotalonil (Bravo 2.0 kg ha⁻¹); tebuconazol (Folicur 0.5 L ha⁻¹) + mancozeb (Flonex 3.0 L ha⁻¹); tiofanato metílico (Cercobin 0.75 kg ha⁻¹) + clorotalonil (Bravo 2.0 kg ha⁻¹); trifloxistrobin (Flint 0.120 kg ha⁻¹) + mancozeb (Flonex 3.0 L ha⁻¹); y testigo (agua). Las condiciones meteorológicas con temperaturas mínimas y máximas de 8.1 y 25.4 °C, promedio de humedad relativa de 75.1 %, y lluvia acumulada de 2.3 mm; anticipadas 11 días, determinaron las tasas de la epidemia en el modelo logístico ($R^2 = 0.98$). El periodo con mayor riesgo de infección en vainas por el complejo de enfermedades foliares del garbanzo en el sur de Sonora, es en el mes de febrero; es posible evadir este periodo sembrando a partir de la segunda quincena del mes de diciembre. Las mayores protecciones y rendimientos se obtuvieron con tebuconazol + Mancozeb, trifloxistrobin + mancozeb y tiofanato metílico + clorotalonil, con rendimientos de 2.386, 2.326 y 2.145 ton/ha, respectivamente.

Palabras clave: hongos, clima, fungicidas.

Abstract

In the South of Sonora, the chickpea crop is damaged by foliar diseases; mainly by mildiu (*Peronospora ciceris*), grey mold (*Botrytis cinerea*) and alternating blight (*Alternaria alternata*), which can cause total losses. The research was made during the 2016-2017 season in the Blanco Sinaloa 92 variety. We studied the complex epidemic; fungicides for their control were also assessed. The treatments were carbendazim (Ultralite 0.5 L ha⁻¹) + chlorothalonil (Bravo 2.0 kg ha⁻¹); tebuconazole (Folicur 0.5 L ha⁻¹) + mancozeb (Flonex 3.0 L ha⁻¹); thiophanate methyl (Cercobin 0.75 kg ha⁻¹) + chlorothalonil (Bravo 2.0 kg ha⁻¹); trifloxistrobin (Flint 0.120 kg

ha⁻¹) + Mancozeb (Flonex 3.0 L ha⁻¹); and control (water). The weather conditions with temperatures minimum and maximum of 8.1 and 25.4 ° C, average humidity of 75.1%, and accumulated rainfall of 2.3 mm; 11 days in advance, determined the rates of the epidemic in the logistic model ($R^2 = 0.98$). The period with the highest risk of pod infection from the chickpea foliar disease complex in south of Sonora is in February; it is possible to evade this period by sowing from the second fortnight of December. The greater protections and yields were obtained with tebuconazole + Mancozeb, trifloxistrobin + mancozeb and thiophanate methyl + chlorothalonil, with yields of 2,386, 2,326 and 2,145 ton / ha, respectively.

Keywords: fungi, weather, fungicides.

Introducción

El cultivo de garbanzo en México durante el año 2015 se sembró en una superficie de 79,606.00 ha, y en el Estado de Sonora en 11,245.00 ha (SIAP, 2015). Las enfermedades foliares más comunes en el cultivo de garbanzo en el Sur de Sonora son mildiu (*Peronospora ciceris*), moho gris (*Botrytis cinerea*) y tizón por alternaria (*Alternaria alternata*); y ocasionalmente se presenta roya (*Uromyces ciceris-arietini*) y Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Ramírez, Padilla y Castillo, 2010; Ramírez, Padilla y Castillo, 2017). Las enfermedades foliares del garbanzo son esporádicas en esta región porque dependen de las condiciones de alta humedad ocasionadas por nublados y precipitaciones continuas y prolongadas. Cuando estas condiciones se presentan las enfermedades son favorecidas y desarrollan rápidamente ocasionando daño al follaje, tallos, flores y vainas (Rewal y Grewal, 1989; Nene et al., 2012). Considerando la importancia de las enfermedades foliares del garbanzo y el escaso conocimiento en su control en la región, se realizó esta investigación con el objetivo de determinar las condiciones meteorológicas que favorecen su desarrollo a través de estudios epidemiológicos y tratamientos para su control.

Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó durante el ciclo 2016-2017 en el Sitio Experimental Valle del Mayo, Navojoa, Sonora, (27° 00 de Latitud N y 106° 26' y 109° 30' de Longitud W) y 39 msnm; en un suelo de barrial y en condiciones de riego.

La siembra se realizó el 3 de diciembre de 2016 con la variedad Blanco Sinaloa 92. Se evaluaron cuatro mezclas de fungicidas, estos tratamientos fueron: carbendazim (Ultralite 0.5 L ha⁻¹) + clorotalonil (Bravo 2.0 kg ha⁻¹); tebuconazol (Folicur 0.5 L ha⁻¹) + mancozeb (Flonex 3.0 L ha⁻¹); tiofanato metílico (Cercobin 0.75 kg ha⁻¹) + clorotalonil (Bravo 2.0 kg ha⁻¹); trifloxistrobin

(Flint 0.120 kg ha⁻¹) + mancozeb (Flonex 3.0 L ha⁻¹); y testigo (agua). Las aspersiones se iniciaron cuando se observaron los primeros síntomas. Se hicieron cuatro aplicaciones de los tratamientos, en los días 01, 10, 21 de febrero y 3 de marzo. Se utilizó una escala de severidad arbitraria estimando visualmente el % AFD por lesiones del complejo en cada hoja muestreada, y dando valores en una escala continua de 0 a 100 %. Se obtuvo el desarrollo de la epidemia en el tratamiento testigo (agua). Para ello, los datos fueron ajustados al modelo logístico (Campbell y Madden, 1990).

La epidemia fue analizada con los datos climatológicos de la estación meteorológica automatizada del sitio experimental valle del Mayo ubicada a 100 metros del lote experimental. Al final del ciclo se realizó un muestreo para estimar el rendimiento en cada uno de los tratamientos.

Resultados y Discusión

Las condiciones meteorológicas con temperaturas promedio mínimas y máximas de 8.1 y 25.4 °C, humedad relativa promedio de 75.1 % y precipitaciones ligeras que acumularon 2.3 mm durante el ciclo, favorecieron la epidemia del complejo de enfermedades foliares en garbanzo (Figura 1), con un coeficiente de determinación de 0.98. Los primeros síntomas se detectaron a principios del mes de febrero, con lesiones amarillentas características de mildiu, también se observaron síntomas de moho gris, y de tizón por alternaria que afectaron tallos, hojas, flores y vainas. El tizón por alternaria inició como manchas amarillentas rodeadas de un halo verde oscuro, posteriormente las lesiones aumentaron en tamaño y tomaron una coloración púrpura, también desarrolló tizón con esporulación color café oscuro en flores y vainas. Durante este ciclo es la primera ocasión que el tizón por alternaria predominó dentro del complejo en garbanzo en el sur de Sonora; esta enfermedad se ha reportado ocasionando fuertes daños en garbanzo en la India (Mandhare, Suryawanshi y Gawade, 2008). Durante el mes de febrero el daño por el complejo fue importante, ya que ocasionó defoliación total en el tercio inferior y la mayor caída de vainas. En el muestreo del 22 de febrero, el efecto de los tratamientos fue significativo en el tercio medio de las plantas, las cuales presentaron valores de AFD por el complejo de 6.32 a 9.02 %, mientras que en el testigo agua ocasionó la pérdida de hojas y alcanzó el 32.75 %; la epidemia en el testigo acumuló 61.28% de AFD en el tercio medio (Figura 1).

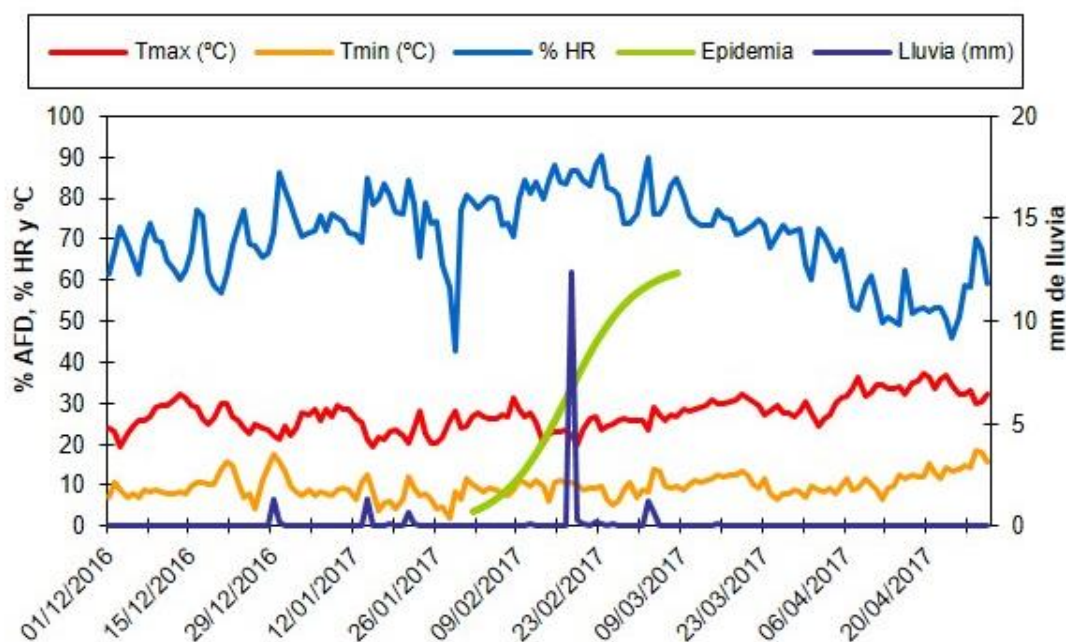


Figura 1. Clima y epidemia del complejo de enfermedades foliares del garbanzo en el sur de Sonora. Ciclo 2016-2017.

Considerando el historial de las condiciones meteorológicas predominantes durante los meses de enero, febrero y marzo en los últimos 16 años; el periodo con mayor riesgo de infección en vainas por el complejo de enfermedades foliares del garbanzo en el sur de Sonora, es en el mes de febrero (Cuadro 1), el cual es posible evadir sembrando a partir de la segunda quincena del mes de diciembre y con ello reducir las aplicaciones de fungicidas para su control. Los mayores rendimientos de garbanzo se obtuvieron en los tratamientos con tebuconazol + mancozeb, trifloxistrobin + mancozeb y tiofanato metílico + clorotalonil (Cuadro 2).

Cuadro 1. Variables de clima de la estación meteorológica automatizada del Sitio Experimental Valle del Mayo durante 16 años; 2003 a 2018.

Mes	Tmin* (°C)	Tmax* (°C)	HR (%)*	Lluvia (mm)*	Días con lluvia*	Años con más de 5 días con lluvia	Años con HR ≥ 75%
Enero	7.6	25.0	73.0	9.6	2.5	2	3
Febrero	8.6	25.7	78.0	12.7	2.6	4	12
Marzo	8.6	25.9	67.5	4.3	1.3	0	1

*Promedio en 16 años

Cuadro 2. Rendimiento de Blanco Sinaloa 92 con diferentes tratamientos para el control del complejo de enfermedades foliares en el sur de Sonora. Ciclo otoño-invierno 2016-2017.

Tratamiento	% AFD	Rendimiento (ton/ha)
tebuconazol + mancozeb	9.02 b*	2.386 a*
trifloxistrobin + mancozeb	6.32 b	2.326 ab
tiofanato metílico + clorotalonil	7.50 b	2.145 ab
carbendazim + clorotalonil	8.18 b	1.848 b
Testigo (Agua)	32.75 a	0.801 c

*Tratamientos con la misma letra entre columnas, son iguales DMS 0.05; AFD= área foliar dañada en el tercio medio de las plantas

Conclusiones

Las enfermedades foliares del garbanzo más comunes en el sur de Sonora en el ciclo 2016-2017 fueron mildiu, moho gris, y tizón por alternaria. Las temperaturas predominantes entre 8.1 y 25.4 °C, humedad relativa promedio superior a 75.1 %, así como precipitaciones ligeras acumuladas de 2.3 mm durante los meses de enero y febrero, favorecieron el desarrollo del complejo de enfermedades foliares en garbanzo.

El periodo con mayor riesgo de infección en vainas por el complejo de enfermedades foliares del garbanzo en el sur de Sonora, es en el mes de febrero, el cual es posible evadir sembrando a partir de la segunda quincena del mes de diciembre.

Los mejores tratamientos para el control del complejo de enfermedades foliares del garbanzo fueron: tebuconazol (Folicur 0.5 L/ha) + mancozeb (Flonex 3.0 L/ha); tiofanato metílico (Cercobin 0.75 kg/ha) + clorotalonil (Bravo 2.0 kg/ha); y trifloxistrobin (Flint 0.120 kg/ha) + mancozeb (Flonex 3.0 L/ha).

Literatura Citada

Campbell C.L. and Madden, L.V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons, New York. 532 p

Mandhare, V. K., Suryawanshi, A. V., and Gawade, S. B. 2008. Studies on alternaria blight of chickpea. Agric. Sci. Digest, 28 (3): 222 – 224.

Nene, Y. L., Reddy, M. V., Haware, M. P., Ghanekar, A. M., Amin, K. S., Pande, S., and Sharma, M. 2012. Field Diagnosis of Chickpea Diseases and their Control.

Ramírez, A. J. A., Padilla, V. I., y Castillo, T. N. 2010. Control químico de enfermedades foliares del garbanzo (*Cicer arietinum* L) en el sur de Sonora. Memorias XIII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas, Mexicali B. C. Pág. 224.

Ramírez, A. J. A., Padilla, V. I., y Castillo, T. N. 2017 Control químico de las enfermedades foliares del garbanzo en el sur de Sonora. Folleto Técnico N° 103. CENEB-INIFAP. 24 p.

Rewal, N., Grewal, J.S. 1989. Effect of temperature, light and relative humidity on conidial germination of three strains of *Botrytis cinerea* infecting chickpea. Indian Phytopathology 42, 79–83.

SIAP (Servicio de información agroalimentaria y pesquera). 2015. Datos estadísticos de cultivos de exportación. SAGARPA.

CONTROL DE FUNGUS GNAT DURANTE EL ENRAIZAMIENTO *ex vitro* DE ESQUEJES DE PAPA

Urbina Sánchez, E¹; Manuel Rodrigo Monroy Mejía¹; **Luis Miguel Vázquez**
García¹; Juan Carlos Reyes Alemán¹; **Gelacio Alejo Santiago²**

Centro Universitario UAEM Tenancingo, Carretera Tenancingo - Villa Guerrero Km. 1.5, 52400
Tenancingo, México¹, elizaurbina@yahoo.com; Unidad Académica de Agricultura. Carretera Tepic-
Compostela. Km. 9. Xalisco, Nayarit. CP. 63780².

Resumen

Se evaluaron productos de control biológico y orgánico (*Bacillus thuringensis* var. *Israelensis* y Azadiractina, respectivamente) a dosis: 0, 0.5, 1.0 y 2.5 g·L⁻¹ y se compararon contra una mezcla de tres químicos: Fenpropatrin, Permetrina y Cipermetrina, a una dosis de 0.5 mL·L⁻¹ cada uno. Con el objetivo de controlar Fungus gnat (*Bradysia difformis*) durante el enraizamiento *ex vitro* de esquejes de plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) dentro del área de enraizamiento de la empresa Agrícola Villarreal S.P.R. de R.L., dedicada a la producción de semilla de papa. Las variables a evaluar fueron porcentaje de mortandad y sobrevivencia de plántulas de papa. Se realizó el análisis de varianza de los productos amigables con el ambiente y finalmente la mezcla de productos químicos se contrastó con los productos amigable con el ambiente. (*Bacillus thuringensis* var. *Israelensis*) a una dosis 2.5 g·L⁻¹ fue el producto que mejor controló la mosquita, no obstante que dicho producto solo ataca larvas en los primeros dos instares (L1 y L2). Aunque no existieron diferencias significativas entre *Bacillus thuringensis* var. *Israelensis* y el tratamiento con productos químicos, se observó daño por intoxicación en las plantas tratadas con esta mezcla.

Palabras clave Mosquita negra, Familia Sciaridae, Control biológico, Control químico

Abstract

Biological and organic control products (*Bacillus thuringensis* var. *Israelensis* and Azadiractin, respectively) were evaluated at doses: 0, 0.5, 1.0 and 2.5 gL⁻¹ and compared against a mixture of three chemicals: Fenpropatrin, Permethrin and Cypermethrin, at one dose of 0.5 mL·L⁻¹ each. With the objective of controlling Fungus gnat (*Bradysia difformis*) during the *ex vitro* rooting of cuttings of potato plants (*Solanum tuberosum* L.) within the rooting area of the company

Agrícola Villarreal S.P.R. of R.L., dedicated to the production of potato seed. The variables to be evaluated were the percentage of mortality and survival of potato seedlings. The analysis of variance of the environmentally friendly products was carried out and finally the mixture of chemical products was contrasted with the environmentally friendly products. (*Bacillus thuringensis* var. *Israelensis*) at a dose of 2.5 g.L⁻¹ was the product that best controlled the mosquito, although this product only attacks larvae in the first two instants (L1 and L2). Although there were no significant differences between *Bacillus thuringensis* var. *Israelensis* and treatment with chemicals, poisoning damage was observed in the treated plants are this mixture.

Keywords: Black mosquito, Family Sciaridae, Biologic control, Chemical control

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.), pertenece a la familia de las solanáceas, cultivada por primera vez 8000 y 5000 a. C, en la región de los Andes del sur de Perú, se ha extendido alrededor del mundo convirtiéndose en un alimento básico, de alto consumo a nivel mundial. (Spooner *et al.*, 2005) En México se producen cerca de 1,780,350 t, con un consumo per cápita de 16.2 kg por año. La mosca negra “Fungus gnat” de la familia Sciaridae, es un grave problema en la producción de plántulas y cultivos de papa bajo invernadero, los daños son en plantas jóvenes o débiles, en ambientes orgánicos y húmedos, donde las larvas se alimentan de sus raíces, lo cual hace difícil su detección (Smith, 2010, Liberatoscioli, 2017). Reduce la absorción de agua y nutrientes, causando su muerte. Las larvas transmiten ácaros, virus y nematodos, los sitios donde las larvas han masticado, son potenciales para el ataque de hongos. El adulto puede ser transmisor de esporas de hongos (Liberatoscioli, 2017). El objetivo del trabajo es controlar Fungus gnat mediante el uso de productos orgánico, biológico y químico durante el enraizamiento *ex vitro* de plantas de papa.

Materiales y Métodos

La presente investigación se llevó a cabo en la empresa Agrícola Villarreal S.P.R. de R.L. ubicada en la localidad de Tenango de Arista, a los 19° 7´43”N y 99° 33´48” O y a una altitud de 2560 msnm. Se utilizaron propágulos de papa (*Solanum tuberosum*) var. Atlantic, obtenidos *in vitro* con 2 cm de altura, se plantaron en domos con 30 plantas para su enraizamiento, estos se colocaron en un invernadero plagado con Fungus gnat, para su infestación. Se evaluaron productos de control biológico y orgánico (*Bacillus thuringensis* var. *Israelensis* y Azadiractina, respectivamente) a dosis: 0, 0.5, 1.0 y 2.5 g.L⁻¹ y se compararon contra una mezcla de tres químicos: Fenpropatrin, Permetrina y Cipermetrina, 0.5 mL.L⁻¹ cada uno. A la semana de

aplicación de los productos químicos, se evaluó el porcentaje de mortandad y sobrevivencia de plántulas de papa. El diseño experimental fue un completamente al azar con arreglo factorial 2 x 4 (Productos amigables con el ambiente y dosis); el producto químico se contrasto con los productos amigables con el ambiente, para conocer el mejor tratamiento.

Resultados y Discusión

En la Figura 1, se observa que las dosis junto con el producto tuvieron efecto significativo sobre el porcentaje de sobrevivencia y porcentaje de mortandad de plantas de papa. De acuerdo con el análisis de varianza *B. thuringensis* a una concentración de 2.5 g·L⁻¹ tuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia y por ende el menor porcentaje de mortandad. García (2008), recomienda usar *B. thuringensis* subespecie *Israelensis* como enemigo natural de *Fungus gnat*, para su control.

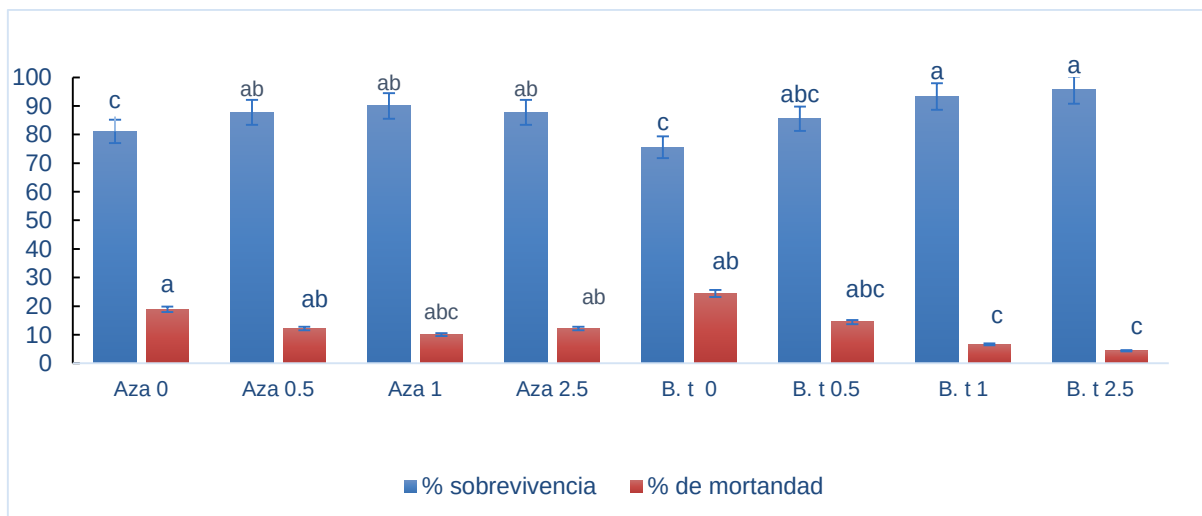


Figura 1. Efecto de la interacción, producto agradable con el ambiente (*Bacillus thuringiensis* subespecie *Israelensis*, B.t), orgánico (Azadiractina, Aza), por dosis, sobre el porcentaje de sobrevivencia y mortandad en esquejes de plantas de papa (*Solanum tuberosum*).

Este produce un complejo cristal de proteínas conocido como protoxinas, que son ingeridas por las larvas. Estas son solubilizadas por los jugos alcalinos del intestino larval y son hidrolizadas por las proteasas del intestino medio, lo que produce toxinas activas de péptidos llamadas delta-endotoxinas, que causan la formación de huecos en la pared del intestino medio, llevando a lisis de las células y muerte de las larvas entre 2 a 24 horas. Mansilla, Pastoriza y Pérez (2001), encontraron que la azadiractina es efectiva para el control de *Fungus gnat* a la dosis de 2 a 2.5 ml.L⁻¹ obteniendo el 100 % de mortandad en estado larvario.

En la Figura 2, se observa que existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Los resultados expuestos muestran que no hay diferencias significativas entre el control biológico y el químico; pero si la hay entre el control biológico (*Bacillus thuringensis* subespecie *Israelensis*) y el orgánico (Azadiractina); sin embargo, aunque no existió diferencia significativa entre control biológico y químico, cabe mencionar que el producto químico presentó intoxicación en la planta.

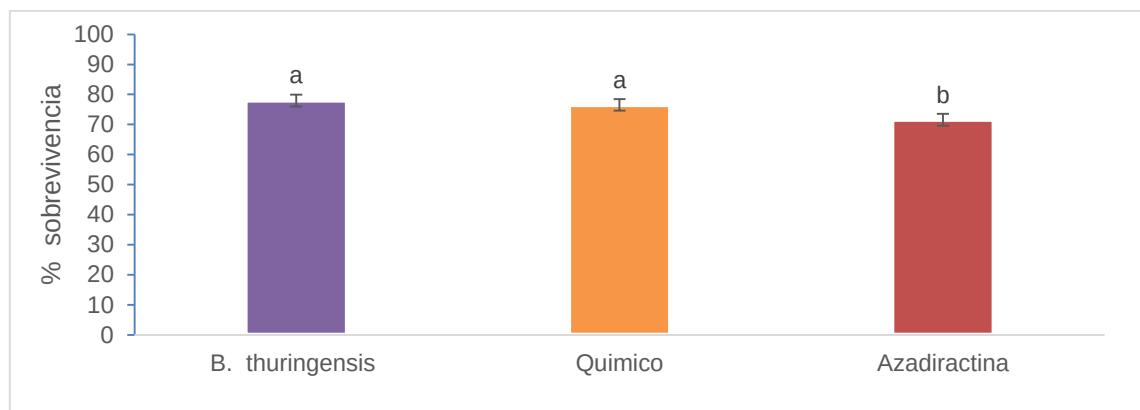


Figura 2. Prueba de contrastes ortogonales entre los métodos de control, biológico (*Bacillus thuringensis* subespecie *Israelensis*), orgánico (Azadiractina) y Químico (mezcla: Fenpropatrinm, Permetrina y Cipermetrina).

Conclusiones

La aplicación de *Bacillus thuringensis* var. *Israelensis* a una dosis de 2.5 g.L⁻¹, en plantas de papa es el mejor método de control de Fungus gnat, con el menor porcentaje de mortandad y daño en plantas de papa.

Literatura Citada

García, P. F. (2008). Fungus gnat, insecto plaga en ornamentales. Publicación Especial No. 31. Campo experimental Morelos. INIFAP. Morelos, México. 6 p.

Liberatoscioli, G. (2017). La mosca del mantillo en invernaderos (En línea) Disponible en http://www.agro-tecnologia-tropical.com/mosca_del_mantillo.html.

Mansilla, J. P.; Pastoriza, M.I. y Pérez, R. (2001). Estudio sobre la biología y control de *Bradysia paupera* Tuomikoski (= *Bradysia difformis* Frey) (Diptera : Sciaridae). Bol. San. Veg. Plagas. 27, 411-417.

Spooner, D. M., Mclean, K., Ramsay, G., Waugh, R. and Bryan, G. J. (2005). A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 126, 14694-14696.

Smith, T. (2010). Fungus gnat and Shore Flies. UMass Extension. Greenhouse Crops and Floriculture Program. University of Massachusetts. Amherst. 7 p.

PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

ISABEL ORO C2018, VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO EN PROCESO DE REGISTRO PARA SU SIEMBRA EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Alvarado Padilla Jorge Iván, Chávez Villalba Gabriela, Villaseñor Mir Héctor Eduardo,
Huerta Espino Julio y García León Elizabeth

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Resumen

El cultivo de trigo en los Valles de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son., es uno de los principales cultivos de invierno con 51,500 hectáreas sembradas en el ciclo agrícola 2018-2019. La variedad CIRNO C2008, es la variedad más sembrada en ambos valles teniendo un reporte de 19,959 hectáreas. El objetivo de la presente investigación es difundir los resultados de rendimiento y calidad industrial de ISABEL ORO C2018, comparada con otras variedades. Esta investigación se realizó por tres años sembrándose en la segunda quincena de diciembre bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con siete tratamientos (variedades) y tres repeticiones donde se evaluaron las variables de días a espigamiento y madurez fisiológica, altura de planta, rendimiento de grano, proteína en grano y color en sémola. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas para la variable rendimiento de grano. En conclusión, la nueva variedad iguala el rendimiento de la variedad CIRNO C2008 y mejora la calidad en color en sémola.

Palabras Claves: Variedad, Rendimiento y Calidad.

Abstract

The wheat in the Valleys of Mexicali, B.C. and San Luis Río Colorado, Son., Is one of the main winter crops with 51,500 hectares planted in the 2018-2019 agricultural cycle. The CIRNO C2008 variety, is the most sown variety in both valleys having a report of 19,959 hectares. This research was carried out for three years sowing in the second half of December under a randomized complete block experimental design with seven treatments (varieties) and three repetitions and considering the variables of days to spike and physiological maturity, plant height, grain yield, grain protein and semolina color. Statistical analyzes showed significant differences for the grain yield variable. In conclusion, the new variety matches the performance of the CIRNO C2008 variety and improves the color quality in semolina.

Keywords: Variety, yield and Quality.

Introducción

El cultivo de trigo en los Valles de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son., es uno de los principales cultivos de invierno con 51,500 hectáreas sembradas en el ciclo agrícola 2018-2019, de las cuales el 14.50% corresponden a trigo del grupo harinero y 73.85% a trigo del grupo cristalino. La variedad CIRNO C2008, es la variedad más sembrada en ambos valles teniendo un reporte de 19,959 hectáreas. El programa de mejoramiento genético de trigo en el INIFAP, está trabajando para mejorar el rendimiento y calidad de la variedad más sembrada y parte de los resultados es la generación de nuevas variedades que iguallen el rendimiento de grano de la variedad CIRNO C2008, pero que mejoren la calidad industrial y tengan resistencia a las enfermedades foliares que actualmente afectan al cultivo de trigo en el noroeste de México (Alvarado, *et. al.*, 2018 y Hortelano, *et. al.*, 2016). Los objetivos de la presente investigación es difundir los resultados de rendimiento y calidad industrial de la variedad ISABEL ORO C2018, y publicar las características fenotípicas de la variedad en proceso de registro.

Materiales y Métodos

Para analizar rendimiento y calidad industrial, se establecieron en la estación Experimental Chapultepec, perteneciente al Campo Experimental Valle de Mexicali, durante tres ciclo agrícolas consecutivos (2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019) seis variedades y una línea experimental considerada como futura variedad de trigo cristalino; las siembras de los experimentos se establecieron en la segunda quincena de diciembre, sembrándose en surcos a 75 cm de separación y sobre el lomo de surco dos hileras a 30 cm de separación. La densidad de siembra fue de 70 kg ha⁻¹ de semilla, con cuatro riegos de auxilio más el de germinación y con una acumulación de fertilización 280 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 80 kg ha⁻¹ de fósforo.

Se usó un diseño experimental de bloques completamente al azar con siete tratamientos, considerando a las variedades como tratamientos y tres repeticiones, el tamaño de parcela fue de dos surcos de tres metros de largo; se realizó un análisis de varianza y una prueba de medias Tukey al 5% para las variables analizadas, las cuales fueron: días a floración, días a madurez, altura de planta, rendimiento de grano, proteína en grano ajustado al 12.5% de humedad y color de sémola.

Para realizar la caracterización fenotípica de la futura variedad, esta se sembró durante dos ciclos agrícolas consecutivos (2016-2017 y 2017-2018) en el Campo Experimental Valle del Yaqui. Para realizar la descripción de la variedad se usó el manual para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad, de la Unión Internacional para la

protección de la obtención vegetal (UPOV, por sus siglas en ingles), actualizada el 19 de septiembre de 2011 (upov,2011).

Resultados y Discusión

En las variables evaluadas solo el rendimiento de grano mostro diferencias estadísticas en los tres ciclos de evaluación. En el cuadro 1, se muestran las variables fenológicas de las variedades evaluadas y todas las variedades se pueden agrupar como variedades de ciclo intermedio y de porte medio. Con respecto a altura de planta las variedades no superan los 90 cm y muestran resistencia al acame. Los días a espigamiento se presentan entre los 84 y 86 días y alcanzan su madurez fisiológica a los 116 y 118 días.

Cuadro 1. Promedio de tres años en fenología y altura de planta.

Variedad	Días a floración	Días a madurez	Altura de planta (cm)
BAROYECA ORO C2013	84	117	87
CIRNO C2008	85	117	82
DESER KING	85	116	83
Isabel Oro C2018	85	118	86
ORITA	84	117	84
QUETCHEHUECA ORO C2013	84	116	86
RÍO COLORADO C2000	86	118	88

En el cuadro 2, se muestran el rendimiento de grano en los diferentes ciclos agrícolas y se observan diferencias estadísticas entre tratamientos siendo Isabel Oro C2018 la variedad con mejor rendimiento de grano, pero estadísticamente igual a la variedad más sembrada. La ventaja que se tiene con Isabel Oro C2018, es que mejora el color de sémola con respecto CIRNO C2008.

Con respecto a proteína en grano, en la figura 1, se muestra el promedio de rendimiento y proteína en grano de los tres años evaluados, y se puede observar que al incrementar el rendimiento de grano el contenido de proteína en grano disminuye, sin embargo, la variedad Isabel Oro C2018 muestra rendimientos superiores a 8,500 kg ha⁻¹ en promedio y la proteína en grano es aceptable para la industria.

Cuadro 2. Rendimiento de grano de los tres años de evaluación.

Variedad	Rendimiento Kg ha ⁻¹			Color de sémola (B Minolta)
	2016-2017	2017-2018	2018-2019	
ISABEL ORO C2018	8481 A	8621 A	8704 A	27.7
CIRNO C2008	8292 A B	8557 A B	8689 A	21.6
QUETCHEHUECA ORO C2013	7848 A B C	7692 C	8067 B	28.4
BAROYECA ORO C2013	7692 B C	8116 B C	7768 B C	27.1
DESERT KING	7600 C	7223 D	7456 C	25.8
RÍO COLORADO C2000	7533 C	7775 C	7468 B C	28.0
ORITA	7359 C	7691 C	7344 C	25.8

Valores con diferente letra son estadísticamente diferentes.

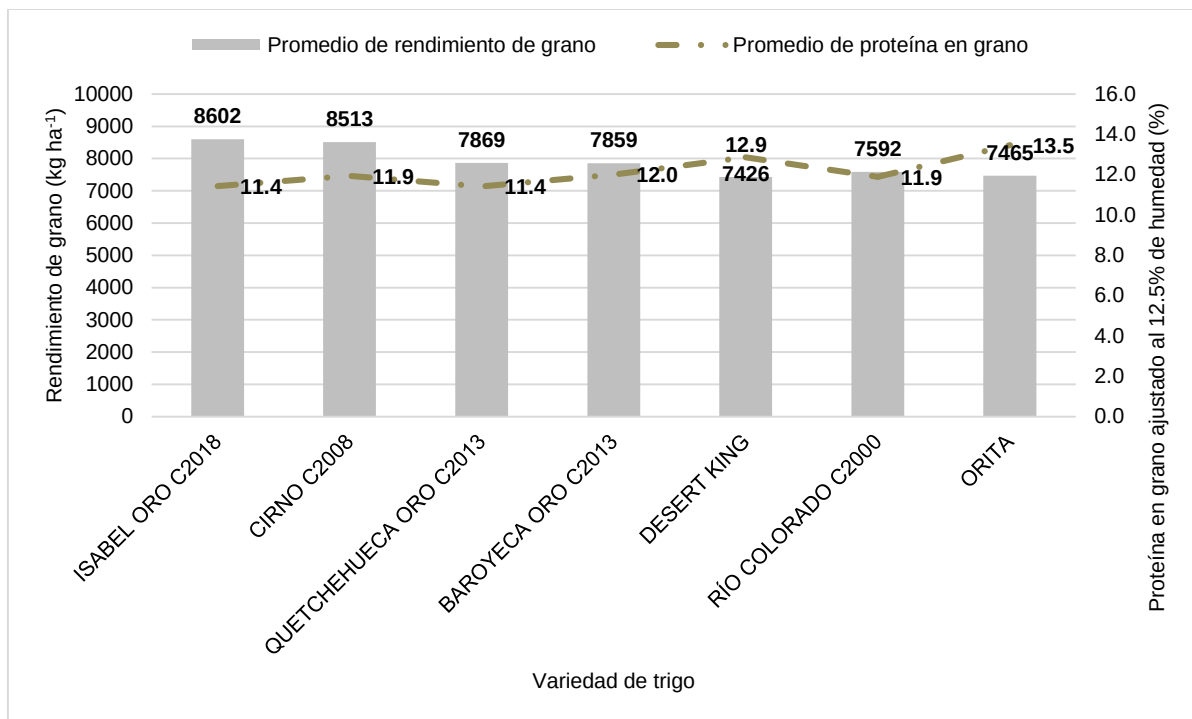


Figura 1. Promedio del rendimiento y proteína en grano de tres años de evaluación.

La variedad Isabel Oro C2018, al mostrar rendimiento similar a CIRNO C2008 y al mejorar la calidad en color a esta variedad más sembrada, Isabel Oro C2018 se propuso como nueva variedad de trigo cristalino y fue descrita como una planta de porte erecto, con glaucosidad fuerte en tallo y espiga y débil en hoja bandera, tiene barba de color negro y distribuida en toda la espiga y la gluma inferior carece de vello, tiene un pico con longitud mediana,

moderadamente curvado, con hombro apiculado y estrecho. El grano es de forma semi-elíptico y no muestra reacción al ser tratado con fenol.

Conclusiones

La nueva variedad iguala el rendimiento de la variedad CIRNO C2008 y mejora la calidad de color en sémola.

La descripción varietal nos ayudara a reconocer la variedad en campo

Literatura Citada

Alvarado Padilla J. I., Chávez-Villalba G., Ammar K., Villaseñor Mir H. E., Camacho Casas M. A., Huerta Espino J., Figueroa López P., Vargas Ruvalcaba Y. N. y Alvarado Padilla E. S. 2018. MARTÍNEZ C2016, NUEVA VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO PARA MEXICALI, BAJA CALIFORNIA Y SAN LUIS RÍO COLORADO, SONORA. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 41 (2): 217 – 218 p.

HORTELANO R., MARTÍNEZ E., VILLASEÑOR H. E. y MORALES V. 2016. Mejoramiento genético de trigo en México. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. Vol.3 No.6 25-31 p.

UPOV. 2011. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. 35 p.

EFFECTO DE LA COMPETENCIA INTRAESPECÍFICA SOBRE EL RENDIMIENTO DE TRIGO HARINERO EN SIEMBRA DIRECTA

Cortés Jiménez Juan Manuel, Ortiz Ávalos Alma Angélica, Félix Fuentes José Luis,
Zazueta Encinas Gerardo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12. Cd. Obregón, Sonora. C.P. 85000.

Correo: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

Resumen

La evaluación se realizó en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, en el ciclo O-I 2018-2019 en un suelo de textura arcillosa. Se comparó la siembra directa de trigo en hileras a 17, 34 y 51 cm de separación, y dos hileras a 17 cm sembradas y dos sin sembrar. La sembradora se calibró a 150 kg ha⁻¹ de semilla, con lo cual los tratamientos fueron de 150, 75 y 37.5 kg ha⁻¹ de semilla. Se fertilizó antes de la siembra con 10 t ha⁻¹ de composta de gallinaza, más 100 kg ha⁻¹ de urea en el primero y segundo riego de auxilio. Se sembró en seco con la variedad Borlaug 100 el 15 de noviembre. Los tratamientos se establecieron en franjas de 9.6 metros de ancho por 110 metros de largo. Se evaluó el rendimiento de grano y sus componentes para lo cual se tomaron seis muestras por tratamiento. Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis repeticiones. La siembra a 17, 34 y 51 cm de separación, y dos hileras a 17 cm, produjo rendimientos de grano de 8.216, 10.549, 10.569 y 8.936 t ha⁻¹ respectivamente. Hileras a 17 y 34 cm fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de los tratamientos. La reducción de la competencia intraespecífica al eliminar una hilera de siembra en trigo, mantuvo constante el número de granos por metro cuadrado y el peso del grano. Una menor competencia promovió un mayor contenido de proteína en el grano.

Palabras clave: *labranza de conservación, granos por espiga*

Abstract

The evaluation was carried out in the Norman E. Borlaug Experimental Station, in the O-I cycle 2018-2019 on a clay-textured soil. Direct sowing of wheat in rows separated at 17, 34 and 51 cm, and two rows at 17 cm sown and two unseeded were compared. The seeder was calibrated to 150 kg ha⁻¹ of seed, then the treatments were 150, 75 and 37.5 kg ha⁻¹ of seed. It was fertilized before planting with 10 t ha⁻¹ of chicken manure compost, plus 100 kg ha⁻¹ of urea in the first and second irrigation. It was seeded dry with the Borlaug 100 variety on November 15.

The treatments were established in strips 9.6 meters wide by 110 meters long. The grain yield and its components were evaluated; six samples were taken per treatment. A randomized block design with six repetitions was used. Sowing separated at 17, 34 and 51 cm, and two rows at 17 cm, produced grain yields of 8,216, 10,549, 10,569 and 8,936 t ha⁻¹ respectively. Rows at 17 and 34 cm were statistically equal to each other and superior to the rest of the treatments. The reduction of intraspecific competition by eliminating a row of sowing in wheat, kept constant the number of grains per square meter and the weight of the grain. Less competition promoted a higher protein content in the grain.

Key words: *Conservation tillage*, grains per spike

Introducción

La competencia Intraespecífica, que es la competencia que se produce entre individuos de la misma especie, se puede optimizar mediante la determinación de la densidad de población que maximice el rendimiento y la rentabilidad de los cultivos, en combinación con los diferentes factores de la producción (Cortés y Ortiz, 2015). Para el caso de trigo, la competencia intraespecífica se puede visualizar a través de los estudios de Hewstone (2003), quien relacionó las etapas de crecimiento del cultivo con los cambios fisiológicos y morfológicos de las plantas que lo integran, mediante el concepto de componentes de rendimiento. En el sur de Sonora, los resultados de validación indicaron que, dentro de la fecha de siembra recomendada, y en suelos sin problemas de salinidad y maleza, no existen diferencias significativas entre métodos y densidades de siembra en trigo, se puede sembrar de 80 hasta 160 kg ha⁻¹ de semilla, con dos, tres o cuatro hileras de plantas por surco (Cortés y Ortiz, 2014; Cortés, Contreras y Martínez, 2003). En el valle del Yaqui, la siembra directa con 75 y 150 kg ha⁻¹ de semilla, produjo rendimientos de trigo de 8.078 y 8.170 t ha⁻¹ respectivamente, sin un incremento significativo en la absorción de nutrimentos (Cortés, Ortiz y Zazueta, 2018). Sin embargo, en el caso de fósforo, su mayor disponibilidad para el trigo, generó una mayor absorción y extracción unitaria de este elemento (Cortés, Ortiz, Zazueta y Rivera, 2018). La siembra directa ha generado excelentes resultados, tanto en ahorro en costos como en el mejoramiento del suelo, por lo cual se repitió el ensayo del ciclo anterior, pero con un trigo harinero, cuya siembra se está promoviendo en el sur de Sonora como parte de la estrategia de autosuficiencia alimentaria del gobierno federal. Los resultados obtenidos, darán mayor certidumbre en la recomendación de este método de siembra. El objetivo de esta evaluación, fue determinar el efecto de la competencia intraespecífica sobre el rendimiento y la proteína de trigo harinero y sus componentes en un sistema de siembra directa.

Materiales y Métodos

La evaluación se realizó en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) del INIFAP, durante el ciclo otoño-invierno 2018-2019 en un suelo de textura arcillosa, con una disponibilidad de 35 ppm de fósforo Bray, 65 kg ha⁻¹ de nitrógeno nítrico, 1.1% de materia orgánica, 0.9 dS^m de conductividad eléctrica, PSI de 3.56 y pH alcalino. El CENEB se encuentra ubicado en el Block 910 del valle del Yaqui, Sonora.



Figura 1. Imagen superior izquierda siembra a 17 cm; Imagen superior derecha, siembra a 34 cm; imagen inferior izquierda, 2 hileras a 17; imagen inferior derecha hileras a 51 cm de separación.

El cultivo se estableció en siembra directa, con una sembradora marca SEMEATO de manufactura brasileña, la cual tiene los cuerpos de siembra separados a 17 cm. Se compararon cuatro métodos de siembra; hileras a 17 cm con todas las salidas de la sembradora abiertas; hileras a 34 cm con una salida abierta y una cerrada; hileras a 51 cm con una salida abierta y tres cerradas; y dos hileras sembradas a 17 cm y dos sin sembrar (Figura 1). La sembradora se calibró para 150 kg ha⁻¹ de semilla. Se utilizó la variedad de trigo harinero Borlaug 100 liberada por INIFAP.

Toda la superficie de fertilizó con 10 t ha⁻¹ de composta de gallinaza aplicada al voleo sobre la paja. Compost Plus® tiene registro OMRI y COFEPRIS y tiene una concentración de 3.0% de nitrógeno y 3.0% de P₂O₅. La siembra se realizó en seco el 15 de noviembre. Los tratamientos se aplicaron en franjas de 9.6 metros de ancho por 110 metros de largo. Se utilizaron tres riegos de auxilio, en los dos primeros se aplicaron 100 kg ha⁻¹ de urea y en el tercer riego de auxilio ya no se aplicó fertilizante. Se aplicó herbicida e insecticida antes del primer riego. Las variables evaluadas fueron el rendimiento de grano y sus componentes y el contenido de proteína en la separación a 51 y 34 cm, para lo cual se tomaron seis muestras por tratamiento. Se determinó el peso de grano y paja, espigas por metro cuadrado, granos por espiga y granos por metro cuadrado. Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis repeticiones.

Resultados y Discusión

La siembra en hileras a 17 y 34 cm de separación, mostró rendimientos de grano estadísticamente iguales entre sí y superiores a los dos métodos de siembra restantes. La diferencia en rendimiento de grano al sembrar a 17 y 34 cm entre hileras, fue de sólo 20 kg ha⁻¹, muy similar a la diferencia obtenida el ciclo 2017-2018 (Cortés, Ortiz y Zazueta, 2018). Con la siembra en hileras a 51 cm se obtuvo el menor rendimiento, el cual, fue estadísticamente igual al obtenido con la siembra en dos hileras a 17 cm dejando dos hileras sin sembrar. En promedio, la siembra a 17 y 34 cm produjo 21.6% más espigas y 21.2% más granos por metro cuadrado en comparación con los otros dos métodos evaluados. No se observó diferencia en el número de granos por espiga (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento de trigo y sus componentes y resultados del análisis de varianza

Variable de respuesta	Distancia entre hileras			
	51 cm	34 cm	17 cm	17 x 2 cm
Rendimiento de grano kg ha ⁻¹	8.216 b	10.549 a	10.569 a	8.936 b
Biomasa grano + paja t ha ⁻¹	18.170 b	21.931 a	23.412 a	18.853 b
Espigas por metro cuadrado	325 bc	363 ab	390 a	294 c
Granos por espiga	53 a	58 a	52 a	58 a
Granos por metro cuadrado	17036 b	20966 a	20290 a	16990 b
Nitrógeno total en grano %	1.91	1.862		
Proteína en grano %	10.92	10.61		

*cifras en hileras con la misma letra son estadísticamente iguales

La problemática detectada en los métodos que rindieron menos, es que después del primer riego de auxilio, el cultivo aún no se cierra y emerge otra generación de maleza, la cual debe controlarse con una segunda aplicación de herbicida o cultivo mecánico. Por el contrario, la

siembra a 17 cm suprime por competencia a la maleza. La mayor correlación con el rendimiento se observó con la biomasa y granos por metro cuadrado (Cuadro 2).

Cuadro 2. Relación entre el rendimiento de grano y algunos de sus componentes

Componente	Ecuación de regresión	R ²	r
Biomasa/ha	y= 0.4504x + 0.2934	0.9205	0.959
Espigas/m ²	y= 0.021x + 2.3672	0.6042	0.777
Granos/espiga	y= 0.051x + 6.7501	0.0357	0.189
Granos/m ²	y= 0.0005x + 0.4753	0.9048	0.951

En el ciclo 2017-2018, la mayor concentración de proteína se observó en la separación a 34 cm y 75 kg ha⁻¹ de semilla, comparado con una separación a 17 cm y 150 kg ha⁻¹ de semilla. La misma tendencia se observó en la presente evaluación, donde el método con mayor separación entre hileras y menor cantidad de semilla mostró el mayor contenido de proteína. Los resultados obtenidos en esta evaluación, corroboran los reportados en labranza convencional y los obtenidos el ciclo 2017-18 en siembra directa, por lo tanto, es factible separar las hileras de siembra en labranza de conservación y tratar de controlar mecánicamente la maleza.

Conclusiones

La reducción de la competencia intraespecífica en trigo, al eliminar una hilera de siembra y reducir a la mitad la cantidad de semilla, mantiene el mismo nivel de rendimiento y promueve un mayor contenido de proteína en el grano.

Literatura Citada

Cortés, J., J.M., Ortiz, A.A.A. y Zazueta E.G. 2018. Competencia intraespecífica, componentes de rendimiento y absorción de nutrimentos en trigo en siembra directa. Memorias del XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 25-26, 2018. Mexicali, B.C., México. p 174-179.

Cortés, J., J.M., Ortiz, A.A.A., Zazueta E.G. y Rivera G.M. 2018. Efecto de la disponibilidad de fósforo en el suelo, sobre su extracción unitaria en trigo. Valle del Yaqui, Sonora. Memorias de la XXX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. p 361-365.

Cortés, J., J.M. y Ortiz, A.A.A. 2015. Manejo de la competencia intraespecífica, en la producción de cultivos sin el uso de agroquímicos, en el valle del Yaqui, Sonora. En: Huerta de la Peña, A. y Díaz Ruíz, R. (Coord.). Agricultura sostenible, una transición desde lo tradicional. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible. Colegio de Postgraduados. p. 127-142. Recuperado de <http://www.investigacion.colpospuebla.mx/pdf/AGRICULTURA%20SOSTENIBLE.pdf>

Cortés, J., J.M. y Ortiz, A.A.A. 2014. Innovación tecnológica con siembra directa de trigo en el valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 9-10, 2014. Mexicali, B.C., México. p 473-477.

Cortés, J., J.M., Contreras de la C.E. y Martínez S.J.J. 2003. Validación de métodos y densidades de siembra en el cultivo de trigo, en el valle del Yaqui, Sonora. Folleto técnico No. 48. Campo experimental Valle del Yaqui. INIFAP. 28 p.

AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN TRIGO MEDIANTE MEJORAMIENTO POBLACIONAL

Díaz Ceniceros Huizar Leonardo¹, Villaseñor Mir Héctor Eduardo², Valdez Rodríguez Yericca Renata³, Hortelano Santa Rosa René², Borbón Gracia Alberto¹ y Chávez Villalba Gabriela¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug. km. 12. Cajeme, Obregón, Sonora, México. diaz.huizar@inifap.gob.mx. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México². Km. 13.5, Carretera Los Reyes-Textcoco. Coatlinchán, Textcoco, Edo de México. ³Postgrado en Fitosanidad-Fitopatología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. km 36.5 Carretera México-Textcoco. 56230, Montecillo, Textcoco, Edo. de México.

Resumen

Los mejoradores de trigo a lo largo de la historia han buscado alternativas que permitan facilitar la generación de variedades. Una de ellas es el uso de la Androesterilidad para Facilitar la Selección Recurrente (MSFRS “por sus siglas en ingles”) para realizar mejoramiento poblacional, que ha demostrado que presenta una serie de ventajas con respecto a los métodos tradicionales. El objetivo del presente trabajo fue estimar el aumento en rendimiento de grano después de 14 ciclos de selección recurrente de la Población Androesteril Oly de Amplia Base Genética (PANDOLY.PABG). El ensayo se integró por cinco líneas del ciclo original (C-0), cinco del ciclo 14 (C-14) y cinco variedades testigo (VT). Se evaluaron en un diseño bloques completos al azar con dos repeticiones, en dos fechas de siembra en Roque, Guanajuato. La unidad experimental consistió de cuatro surcos de 1.0 m de longitud, con distancia entre surcos de 0.30 m y una densidad de 100 kg ha⁻¹. Se registraron las variables días a floración, rendimiento de grano y altura de planta. Se realizó un análisis de varianza, con el paquete estadístico SAS 9.4 y la comparación de medias con la prueba Tukey ($p < 0.05$). El rendimiento más alto es para el C-14 y supera al C-0 con 1 439 kg ha⁻¹, pero no fue estadísticamente diferente al promedio de VT; los días a floración se acortaron dos días y la altura disminuyó 14 cm entre ciclos. El mejoramiento poblacional de trigo es una excelente técnica para el incremento de rendimiento.

Palabras Claves: *Triticum aestivum* L., androesterilidad, selección recurrente.

Abstract

Wheat breeders throughout history have sought alternatives that facilitate the generation of varieties. One of them is the male sterility facility recurrent selection (MSFRS) to perform population improvement, which has shown presents a series of advantages over traditional methods. The objective of this work was to estimate the increase in grain yield after 14 cycles of recurrent selection of Male sterility Oly Population of Broad Genetic Base (PANDOLY.PABG). The trial was integrated by five lines of the original cycle (C-0), five of cycle 14 (C-14) plus five control varieties (VT). Randomized complete blocks design were evaluated in two repetitions, on two planting dates in Roque, Guanajuato. The experimental unit consisted of four rows of 1.0 m in length, with distance between rows of 0.30 m and a density of 100 kg ha⁻¹. The variables days to flowering, grain yield and plant height were recorded. An analysis of variance was performed, with the SAS 9.4 statistical package and the comparison of means with the Tukey test ($p < 0.05$). The highest yield is for C-14 and exceeds C-0 with 1,439 kg ha⁻¹, but it was not statistically different from the average VT; the days to flowering were shortened two days and the height decreased by 14 cm between cycles. Population improvement of wheat is an excellent technique for increasing yield.

Keywords: *Triticum aestivum* L., male sterility, recurrent selection,

Introducción

El rango de adaptación del trigo (*Triticum* spp.) es muy amplio, incluidas regiones elevadas en los trópicos y subtrópicos (Feldman, 1995). Además, existe una creciente demanda de trigo en nuevos mercados, más allá de su región de adaptación climática, ya que es una fuente importante de almidón y energía, proporciona cantidades importantes de una serie de componentes que son esenciales para la alimentación y la salud. El trigo es el segundo cereal con mayor producción en el mundo solo por debajo del maíz, pero superior al arroz y la cebada. En el 2017 hubo una producción mundial de 771.7 millones de toneladas con un promedio de 3.5 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2019). El Mejoramiento genético del trigo en México se inició con el método de selección por Pedigree, con el paso del tiempo se optó por la implementación de otros métodos como el masal, de familias masivas F₃ (Villaseñor, 2015) y la selección recurrente en trigo asistida con la androesterilidad (Villaseñor, 1996), metodologías que permiten generar variedades con alto potencial de rendimiento, tolerancia al acame, resistencia a royas, carbón parcial y mejorar la calidad industrial (Villaseñor *et al.*, 2004). El uso de la Androesterilidad para Facilitar la Selección Recurrente (MSFRS “por sus siglas en ingles”) es una técnica de mejoramiento poblacional que requiere de: a) una fuente de androesterilidad, b)

formar cruza compuestas y c) la selección recurrente. En el mundo no existen mutantes androestériles que permitan realizar la selección recurrente y aplicar las diferentes metodologías de selección en las generaciones de segregación con la eficiencia que se logra con el método convencional de recombinación (Villaseñor *et al.*, 2014). Con la obtención del mutante androestéril dominante Oly mediante irradiaciones recurrentes a semilla de la variedad Temporalera M87, ha permitido la conformación de diversas poblaciones (Villaseñor *et al.*, 2014); una de ellas es la Población Androestéril Dominante Oly de Amplia Base Genética (PANDOLY.PABG). Población recombinante que se generó con 20 progenitores del programa de trigo de temporal del INIFAP para implementar el mejoramiento poblacional (Villaseñor *et al.*, 2015). El objetivo del presente trabajo fue estimar el aumento en rendimiento de grano después de 14 ciclos de selección recurrente de la población PANDOLY.PABG.

Materiales y Métodos

De los 14 ciclos de selección recurrente que se han aplicado en la población PANDOLY.PABG se tomó semilla remanente del ciclo original (C-0) y del ciclo 14 (C-14); por cada ciclo de selección se tomaron al azar 5 familias F_5 y las variedades testigo Tlaxcala F2000, Náhuatl F2000, Tacupeto F2001, Nana F2007 y Conatrigo F2015 (15 genotipos en total). Se evaluaron en un diseño bloques completos al azar con dos repeticiones, en dos fechas de siembra: 5 y 15 de diciembre en el periodo Otoño-Invierno 2017-2018 en Roque, Guanajuato bajo condiciones de riego normal. La unidad experimental consistió de cuatro surcos de 1.0 m de longitud, con distancia entre surcos de 0.30 m y una densidad de 120 kg ha⁻¹. Se registraron las variables días a floración, rendimiento de grano (kg ha⁻¹) y altura de planta (cm). La fertilización se aplicó al voleo en la siembra, a una dosis de 80N-40P-00K. Las malezas se controlaron oportunamente con Topik® 240EC (700 mL ha⁻¹) y Esteron® 47M (750 mL ha⁻¹); también se aplicó preventivamente Folicur® (500 mL ha⁻¹) para el control de roya lineal (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* W.). Se realizó un análisis de varianza combinado, con el paquete estadístico SAS 9.4 (2013), en el cual los factores de variación fueron las fechas de siembra, ciclo de selección y familias dentro de cada ciclo. Se realizó comparación de medias con la prueba Tukey con una confiabilidad de 0.05.

Resultados y Discusión

Los días a floración, el rendimiento de grano y la altura de planta presentan diferencias significativas para las fechas de siembra, se registra una diferencia de 2 208 kg ha⁻¹. En la

primera fecha los genotipos tardaron más días en llegar a floración, más altos y con el mayor rendimiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la fecha de siembra (FS) sobre el rendimiento de grano (REND), días a floración (DF) y altura de planta (AP) de los 15 genotipos.

FS	REND (kg ha ⁻¹)	DF (días)	AP (cm)
1F	4381a	84a	112a
2F	2173b	73b	96b
DMS	1236	2.78	0.96
CV	26.2	2	4.6
R ²	0.84	0.95	0.94

DMS = diferencia mínima significativa; CV = coeficiente de variación; R² = coeficiente de determinación; Tukey p < 0.05.

Para el C-0, C-14 y grupo de variedades testigo (VT) presentan diferencias estadísticas en las tres variables. El rendimiento más alto es para el C-14, que supera al C-0 con 1 439 kg ha⁻¹, pero no fue estadísticamente diferente al promedio de VT; en el C-14 los días a floración se acortaron dos días y la altura disminuyó en 14 cm en comparación con el C-0 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias entre ciclos y variedades testigo (VT) de los caracteres rendimiento de grano (REND), días a floración (DF) y altura de planta (AP)

CICLO	REND (kg ha ⁻¹)	DF (días)	AP (cm)
C-14	3779a	78b	100b
VT	3713a	76c	97b
C-0	2340b	80a	114a
DMS	660	1.2	3.7

DMS = diferencia mínima significativa; Tukey p < 0.05.

El rendimiento de grano osciló entre 4 266 a 1 390 kg ha⁻¹ (Cuadro 3). Los mayores rendimientos de grano los registran los genotipos C-0.19, Tacupeto F2001, C-14.2, Nana F2007 y C-14.3. Mientras que el menor rendimiento lo presenta la línea C-0.15. La mayor precocidad y la menor altura se registra para las VT seguidas por las líneas del C-14.

Los resultados indican que el mejoramiento poblacional de trigo es una excelente técnica para el incremento de rendimiento. Los genotipos pertenecientes al C-14 están a la altura de las variedades testigo. En la PANDOLY.PABG a lo largo de 14 ciclos de selección se logró incrementar el rendimiento de grano gracias a la selección recurrente y recombinación que se genera entre los mejores individuos de la población ciclo tras ciclo.

Cuadro 3. Comparación de medias de los 15 genotipos evaluados en dos fechas de siembra para las variables rendimiento de grano (REND), días a floración (DF) y altura de planta (AP).

GENOTIPO	REND (kg ha ⁻¹)	DF (días)	AP (cm)
C-0.19	4266a	79ab	92def
TACUPETO F2001	4260a	78.2ab	100.7bcd
C-14.2	4237a	77.7abc	99bcde
NANA F2007	4136a	73.7d	104.7bc
C-14.3	3922a	80ab	97.7cdef
C-14.15	3819ab	78.2ab	87.7ef
C-14.21	3735abc	78.7ab	104.7bc
CONATRIGO F2015	3447abcd	76.7bcd	86f
TLAXCALA F2000	3442abcd	74cd	95.7cdef
NÁHUATL F2000	3279abcd	77.5abcd	95.7cdef
C-14.20	3180abcd	77.7abc	111b
C-0.11	2806abcd	81a	97cdef
C-0.16	1675bcd	81a	127.5a
C-0.6	1563cd	80.7a	127.7a
C-0.15	1390d	80.7a	127.7a

Tukey $p < 0.05$.

Conclusiones

El mejoramiento poblacional de trigo es una técnica para el incremento de rendimiento de trigo. El programa de mejoramiento genético del Campo Experimental Valle de México logro incrementar el rendimiento de grano en 1 439 kg ha⁻¹ en la Poblacion Androesteril Oly de Amplia Base Genética después de 14 ciclos de selección. Los genotipos representantes del ciclo 14 están a la altura de las variedades testigo en rendimiento, precocidad y altura.

Literatura Citada

FAOSTAT (2019) *FAO Statistical Database*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consulted: July 2019. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/E>.

Feldman, M. (1995) *Wheats*. In: J. Smartt, N. W. Simmonds, eds. *Evolution of crop plants*. Longman Scientific and Technical, Harlow, UK. pp. 185–192.

Villaseñor M., H. E. (1996) *Selección recurrente en una población de trigo de apareamiento aleatorio mediante el uso de la androesterilidad*. Tesis de Doctorado en Ciencias. IREGEP. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 196 p.

Villaseñor, H. E., J. Huerta E., E. Espitia R., M. Camacho C., & E. Solís M. (2004) *Contribuciones de la genotecnia en el cultivo de trigo en México*. In: XX Congreso Nacional Fitogenética. Symposium Aportaciones de la Genotecnia a la Agricultura. Toluca, Edo. Méx. pp. 58-86.

Villaseñor M., H. E., J. Huerta E., E. Espitia R., R. Hortelano S, M. F. Rodríguez G. & E. Martínez C. (2014) *Genética y estabilidad del mutante androestéril dominante de trigo "Oly"*, Revista Mexicana Ciencias Agrícolas, 8, pp. 1509-1515.

Villaseñor M. H. E. (2015) Sistema de mejoramiento de trigo en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11, pp. 2183-2189.

Villaseñor M. H. E., Hortelano S. R. R., Martínez C. E., Huerta E. J., García L. E. y Espitia R. E. (2015) *Uso de la androesterilidad genética masculina en la reconversión de genotipos para realizar selección recurrente en trigo*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11, pp. 2177-2182.

LINEA CANDIDATA A NUEVA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA EL ESTADO DE SONORA

Chávez Villalba Gabriela¹, Alvarado Padilla Jorge Ivan², Huerta Espino Julio³, Miguel A. Camacho Casas⁴, Borbón Gracia Alberto¹, Díaz Ceniceros Huizar Leonardo ¹ y Fuentes Dávila Guillermo¹.

INIFAP. Campo Experimental Norman E. Borlaug¹. INIFAP. Campo Experimental Mexicali². INIFAP-Valle de México, ⁴Molino la Moderna³. chavez.gabriela@inifap.gob.mx

Resumen

Durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018, el trigo ocupó el primer lugar en superficie sembrada en el estado de Sonora con 256,990 hectáreas, de las cuales el 26% se sembraron con trigos harineros o panaderos. STLN/MUNAL#1//*2BORL14 es una línea de gluten medio, candidata para su liberación y se distingue de otras variedades de su clase por su alto potencial de rendimiento, tolerante a calor y sequía. En conclusión, ante la reducida disponibilidad de variedades harineras con alto potencial de rendimiento y a la escasez de agua en las presas en el sur de Sonora, principalmente en el Valle del Mayo, STLN/MUNAL#1//*2BORL14 es considerada una opción para la sostenibilidad del cultivo de trigo en Sonora.

Palabras Clave: Trigo, Harinero y Calidad.

Abstract

During the autumn-winter 2017-2018 cycle, wheat crop ranked first in planted area in the state of Sonora with 256,990 hectares, 26% of which were planted to flour wheat. STLN/MUNAL#1//*2BORL14 is a medium strength gluten type line, candidate for commercial release as it is distinguished from other varieties of its class due to a higher yield potential and being heat and drought stress tolerance. In conclusion, given the reduced availability of flour wheat varieties with higher yield potential and heat and drought stress tolerance and also due to the shortage of water in the dams in southern Sonora, mainly in the Mayo Valley, STLN/MUNAL#1//*2BORL14 is considered an option for keeping the sustainability of the wheat crop in Sonora.

Key words: Wheat, Bread and Quality.

Introducción

El trigo es uno de los cultivos de mayor importancia en el estado de Sonora. De acuerdo a los datos de la Delegación Estatal de SAGARPA en Sonora durante el ciclo agrícola 2018-2019, este cereal ocupó una superficie de 256,990 hectáreas de las cuales 188,965 ha se destinaron al trigo duro y 68,025 ha al trigo harinero; es decir 74% y 26% respectivamente. La siembra de trigo harinero mostró un aumento en la superficie sembrada con 8% más que el año anterior. Este incremento se debe a la generación de variedades harineras como Borlaug 100 que compiten con el rendimiento de las variedades de trigo duro como CIRNO C2008. El objetivo del presente trabajo es describir las diferencias fenotípicas, potencial de rendimiento y calidad de una línea candidata a variedad.

Materiales y Métodos

Caracterización de la línea: Esta línea se originó de la crucea STLN/MUNAL//*2BORL14 y por dos ciclos consecutivos (2016-17 y 2017-18), se realizó la caracterización fenotípica de acuerdo a las directrices de la (UPOV (1996) y el Manual Gráfico para la descripción de variedades de trigo, (SNICS, 2015), con el objetivo de obtener información para el registro de la línea como nueva variedad en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales y su liberación para uso comercial. Su evaluación agronómica se realizó con base a la guía metodológica que establece el INIFAP para el cultivo del trigo (Camacho-Casas *et al.*, 2004). Las principales variables evaluadas fueron: días a espigamiento, madurez fisiológica, altura de planta y potencial de rendimiento en el Campo Experimental Norman E. Borlaug y en la estación del CIMMYT en el Batán, Texcoco, México.

Análisis de rendimiento: Durante 2016-17 y 2017-18, en el CENEB (INIFAP-CIMMYT) localizado en el Valle del Yaqui, Sonora se establecieron ensayos de rendimiento en cuatro diferentes fechas de siembra y manejadas con 4 y 2 riegos de auxilio. Los resultados de rendimiento fueron analizados y se realizó la prueba de selección en base a discriminación, prueba que consiste en establecer un porcentaje de incremento de rendimiento comparado con el rendimiento de las variedades testigo. La variedad testigo considerada para prueba de selección fue Borlaug 100 por ser la variedad más sembrada y con alto potencial de rendimiento para el noroeste de México.

Análisis de calidad: En el laboratorio de calidad de trigo del CENEB, se analizaron a) Peso hectolítrico (PH), medido con la balanza de Shopper, b) Peso de mil granos (PMG), estimado en 10 gramos de grano; c) Proteína en grano (PG), estimada con un analizador NIR-Perten 9100 y expresado como porcentaje al 12.5% de humedad; Fuerza de Gluten (W) utilizando el y

Volumen de Pan (VP) estimado en una muestra equivalente a 100 gramos de harina al 14% de humedad y expresado en cm^{-3} .

Resultados y Discusión

Caracterización de línea candidata: Planta de hábito de crecimiento intermedio, con muy alta frecuencia de hojas bandera curvadas y longitud media de la planta, la cual se considera desde la base del tallo hasta la punta de las aristas. La espiga es de densidad laxa y expresa una débil glaucescencia y en su cuello esta característica es fuerte; presenta barbas en longitud mediana distribuidas en toda la espiga. En la espiguilla del tercio medio de la espiga, la gluma muestra un hombro angosto y de forma marcadamente elevado con dos puntas presentes. Manifiesta extensión de pubescencia mediana en la parte interna de la gluma y su pico es de forma geniculada, característica normalmente atípica en las variedades comerciales. Su grano es blanco con mediana reacción al fenol. Su planta promedia una altura de 99 cm, superior a los 97 cm de la variedad Borlaug 100, y su ciclo de espigamiento y madurez fisiológica promedia 80 y 123 días, mientras que Borlaug 100 promedió 70 y 118 días respectivamente, cuando estas variedades se manejan con 4 y 5 riegos de auxilio Figura 1.



Figura 1. Plantas de STLN/MUNAL#1// *2BORL14 (sin espigar) y Borlaug 100 en etapa de espigamiento.

Análisis de rendimiento: En México no se ha logrado que se pague la calidad industrial de una variedad, por lo tanto, la productividad y estabilidad de un genotipo sigue siendo la principal característica a considerar al momento de seleccionar una línea experimental en los programas de Mejoramiento de Trigo. Como resultado de las evaluaciones experimentales efectuadas durante dos años, en INIFAP con un promedio general de 7.23 t/ha^{-1} , la productividad de STLN/MUNAL#1*2BORL14 superó en 6.7 % a Borlaug 100. El mayor rendimiento (8.75t ha) de esta línea se obtuvo cuando fue sembrada el 15 de diciembre en el ciclo 2018-19, observando la misma tendencia en el ciclo anterior. El rendimiento de estas variedades es muy similar

cuando se manejan con riego restringido, con 1.1 % STLN/MUNAL#1*2BORL 14 superó a Borlaug 100 (Cuadro1 y 2).

Cuadro 1. Rendimiento experimental (tha^{-1}) de CIANO M2018 y del testigo Borlaug 100 en cinco fechas de siembra durante el ciclo 2017-2018.

Fecha de siembra	BORLAUG 100		STLN/MUNAL#1*2 BORL14	
Riegos	2	4	2	4
01-nov	5.13	5.72	5.81	6.32
15-nov	5.56	6.35	5.64	6.41
30-nov	6.65	6.95	6.53	7.72
15-dic	6.63	7.27	6.70	7.8
30-dic	6.55	6.62	6.51	7.02
Prom	6.10	6.58	6.24	7.06

Cuadro 2. Rendimiento experimental (tha^{-1}) de CIANO M2018 y del testigo Borlaug 100 en cuatro fechas de siembra durante el ciclo 2018-2019.

Fecha de siembra	BORLAUG 100		STLN/MUNAL#1*2 BORL14	
Riegos	2	4	2	4
15-nov	5.74	6.75	5.89	6.82
30-nov	6.80	7.28	6.63	8.23
15-dic	7.27	8.60	7.02	8.75
30-dic	5.36	7.73	5.57	8.42
Prom	6.29	7.59	6.28	8.06

Análisis de Calidad: La industria molinera para la extracción de harina y el fabricante de pan requieren de variedades con un elevado peso específico y buen tamaño de grano para garantizar una alta tasa de extracción, requiere también un elevado contenido de proteína que asegure la obtención de masas fuertes y cohesivas capaces de formar estructuras que retengan el gas proporcionando esponjosidad al pan, característica muy deseada por el consumidor final. El contenido de PG está influenciado por las condiciones ambientales (clima, suelo) y por el manejo agronómico como (fecha de siembra, fertilización, tipo de suelo, control fitosanitario) entre otras (Marinciu, *et al.*, 2008; Rao, *et al.*, 1993). Mientras que la calidad de las proteínas depende de la genética del trigo. Para lo cual es importante considerar todos los parámetros reológicos y producto terminado para seleccionar una nueva variedad. Los resultados promedio para las principales variables evaluadas para esta línea se muestran en el cuadro 3. El PH y PMG promedió 80 kg/hL y 49 g. Al 12.5 % de humedad, el grano posee 12.34% de PG que varía entre 11.7 y 12. 8%. Produce un gluten medio fuerte que varía desde el límite inferior para

un débil extensible en siembras tempranas hasta fuerte extensible en siembras tardías. Con un excelente VP que promedia 988 cc, con una variación de 890 a 1030 cc.

Cuadro 3. Calidad industrial de STLN/MUNAL#1*2BORL14 y del testigo Borlaug 100 en 5 fechas de siembra durante el ciclo 2018-2019.

Variable	STLN/MUNAL...	BORLAUG 100
Peso Específico (kg/hl)	82	82
Peso de 1000 granos (g)	49	52
Proteína-Grano (%)	12.3	12.5
Fuerza General (W)	239	252
Volumen de Pan (cc)	988	948

Conclusiones

La línea candidata es considerada una opción para incrementar la superficie de trigo harinero en algunas regiones del estado de Sonora, donde las condiciones ambientales que prevalecen durante el ciclo del trigo son adecuadas para la incidencia de la roya de la hoja, enfermedad foliar causada por el hongo *Puccinia triticina*, al que STLN/MUNAL#1*2BORL14 manifestó resistencia hasta el ciclo 2018-19. En cuanto a su calidad sobresale que en las fechas de siembra que presenta mayor potencial de rendimiento también presenta mayores niveles de proteína. A pesar que se caracteriza por ser de gluten medio, presenta excelente volumen de pan, por lo que se puede inferir que las proteínas que forman parte del gluten son de buena calidad. Por la tolerancia a calor y sequía y su potencial de rendimiento, la nueva candidata a variedad representa una opción muy deseada por los agricultores del estado de Sonora.

Literatura Citada

Camacho C. M. A., Chávez V. G., Fuentes D. G, Figueroa L. P., Félix F.J.L., y Villa A. B.A. 2016. Borlaug 100, variedad de trigo harinero con elevado potencial de rendimiento para el noroeste de México. Memoria del XVII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas Mexicali.

Camacho-Casas, M.A., P. Figueroa-López, J.L. Martínez-Carrillo, J.M. Cortés-Jimenez, L.M. Tamayo-Esquer, P. Félix-Valencia y Ortiz Enríquez J. E.2004. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Folleto para productores No. 44. INIFAP, CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui Cd. Obregón Sonora, México. 40p.

Chávez-Villalba G., Sing R., Alvarado-Padilla J.I. Huerta-Espino J., Borbón-Gracia A. y Fuentes-Dávila G. CINO M2018. 2019. Línea avanzada de trigo harinero candidata a registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. Memoria día del Agricultor 2019.Publicación especial N0. 26. 52p.

Marinciu C., Nicolae N. And Saulescu. N. N. 2008. Cultivar Effects on the Relationship Between Grain Protein Concentration and Yield in Winter Wheat. Romanian Agricultural Research 25:19-27.

Rao, A.C.S., Smith, J.L., Jandhyala, V.K., Papendick, R.I. and Parr, J.F. 1993. Cultivar and climatic effects on protein content of soft White Winter wheat. Agron. J., 85: 1023-1028

SNICS. 2015. Manual Gráfico para la Descripción Varietal. SAGARPA. 71 p.

UPOV,1996. Guidelines for the Conduct of Test for Distinctness, Homogeneity and Stability for Bread Wheat Varieties (*Triticum aestivum* L.)

PROPAGACIÓN POR VARETA DE LA HIGUERA (*Ficus carica* L.) EN BAJA CALIFORNIA SUR

Loya Ramírez José Guadalupe¹, Gregorio Lucero Vega¹, Carlos Pérez Soto¹, Beltrán Morales Félix Alfredo¹, Ruiz Espinoza Francisco Higinio¹, Zamora Salgado Sergio¹.

Universidad Autónoma de Baja California Sur¹. jloya@uabcs.mx.

Resumen

Baja California Sur ocupa el segundo lugar de producción de higo en México. La producción de planta es una fase crítica desde el inicio de este cultivo. El objetivo del presente estudio fue evaluar dos enraizadores comerciales combinados con varetas con y sin túnel. Las varetas, de 16.0 cm de diámetro y de 1.5 a 2.0 cm fueron plantadas en el sustrato compuesto por 70 % de Sunshine® y 30 % Perlita® en vaso de poliestireno # 14. El material se mantuvo en el laboratorio de hidráulica para su observación y cuidado. La media aritmética de “prendimiento” más alta (80%) ocurrió en Raizone plus® con túnel a 10 días, seguido de Raizone plus® con túnel a 20 días (70 %). El Raizone plus® con túnel por 10 días tuvo un impacto significativo en crecimiento de las plántulas porque quedó en primer lugar en cuatro de las seis variables estudiadas: peso seco de hoja + brote, peso en húmedo de hoja + brote, peso en seco de raíz y longitud de brote. El uso del túnel por 20 días tendió a ser desfavorable con respecto al túnel por 10 días. Aparentemente, el contenido de humedad alto en el ambiente restringió el desarrollo de las plantas.

Palabras claves: *Enraizador, Prendimiento, Materia seca*

Abstract

Baja California Sur ranks second in the production of fig in Mexico. Plant production is a critical phase from the beginning of this crop. The objective of this study was to evaluate two commercial rooting combined with tunneled and untunneled rods. The cuttings, 16.0 cm long and 1.5 to 2.0 cm in diameter, were planted on the substrate composed of 70% Sunshine® and 30 % Perlita® in a polystyrene 14 cup. The material was kept in the hydraulic laboratory for observation. The highest shutting arithmetic average (80%) occurred in Raizone plus® with a 10-day tunnel, followed by Raizone plus® with 20-day tunnel (70%). Raizone plus® tunneled for 10 days had a significant impact on seedling growth because it was first left in four of the six variables studied: dry leaf weight + shoot, wet leaf weight + shoot, root dry weight and bud

length. The use of the tunnel for 20 days tended to be unfavorable with respect to the tunnel for 10 days. Apparently, the high humidity content in the environment restricted the development of plants

Keywords: *Rooting, Shutting, Dry matter*

Introducción

El aprovechamiento de la higuera en México ha sido, tradicionalmente, una actividad artesanal y con una comercialización a baja escala. De acuerdo al SIAP (2017), BCS ocupa el segundo lugar en México con una superficie sembrada de 320 ha. Le sigue el Estado de Morelos con 798 ha. La producción anual de higo en BCS ocupa el tercer lugar en México con 855 t, mientras que los dos primeros lugares son ocupados por Veracruz y Morelos con 4,389 y 1,620 t, respectivamente. A escala mundial, los tres países con mayor producción son: Turquía, Egipto y Marruecos con 305,689, 177,135 y 137,934 t, respectivamente (Axayácatl, 2018).

El rendimiento en plantaciones tradicionales es alrededor de las 12.0 t ha⁻¹. Sin embargo, se podría elevar hasta 80.0 a 90.0 t ha⁻¹. plantaciones intensivas bajo cubierta y cultivo tecnificado (Mendoza, 2013). En México, resultados de investigación local y sistematizada sobre la higuera es escasa (Macías *et al*, 2012).

La higuera es propagada comercialmente por estacas de tallos de uno o dos años (esquejes), las cuales enraízan en vivero o sobre terreno definitivo. (Melgarejo, 2000). El método de esqueje es tan seguro que se ha generalizado en la propagación comercial (Pennsylvania State University, 2019). Esta universidad especifica que la estaca debe ser entre 20 y 30 cm de largo y de 1.5 a 2.0 cm de diámetro. Fateh y Nahdi (2014) sugieren regar las estacas diariamente con una solución de enraizador (1.0 L en 40 L de agua) durante 15 días y a primera hora de la mañana.

Dolgun y Tekintas (2008) proponen una variante del método de esqueje que consiste en doblar los tallos de la planta madre hasta hacer contacto con el suelo. Esta postura favorece que el tallo forme raíces y brotes de buena calidad, además de que demanda menos mano de obra y gastos diversos. Sousa Busquet, Vasconcellos y Miranda (2013) experimentaron la propagación tratando las estacas con auxinas y nebulizadores, pero no vieron ventaja en el uso de auxinas ni del nebulizado.

La ventaja principal de la propagación vegetativa es el acortamiento de la fase juvenil y, por tanto, el tiempo a la fase reproductiva es menor (Hartmann y Kester, 1999). La investigación sobre la obtención de plántula nueva sigue en marcha porque es una parte crítica en este

cultivo. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes manejos de las “varetas” para obtener un buen “rebrote además de plantas sanas y vigorosas.

Materiales y Métodos

El material vegetativo (varetas o estacas) fue tomado de plantas de la variedad Black Mission del Campo Agrícola de la Universidad Autónoma de BCS (UABCS). Las ramas de las plantas madre fueron deshojadas una semana antes de cortar.

Las estacas fueron lavadas con agua y cloro al 3.0 % y después fueron secadas con papel toalla. Finalmente, se midió el diámetro de cada estaca para seleccionar aquellas 16.0 cm de largo y entre 1.5 y 2.0 cm de diámetro. Las estacas fueron plantadas en el sustrato compuesto por 70 % de Sunshine® y 30 % Perlita® en vasos de poliestireno número 14. Fueron regadas tres veces por semana. Los vasos y el contenido fueron mantenidos, para su cuidado y observación, en el Laboratorio de Hidráulica de la UABCS.

Los tratamientos incluyeron la aplicación de dos enraizadores por separado (Raizone plus® y Pectimorf®) por inmersión durante 15 minutos. Además, se comparó con y sin cubierta de plástico (túnel) sobre la estaca y el vaso. Los tratamientos son descritos a continuación.

1. Raizone plus® en túnel 10 días (RaizTun10d). 2. Raizone plus® en túnel 20 días (RaizTun20d). 3. Raizone plus® (Raiz). 4. Pectimorf® en túnel 10 días (PectTun10d). 5. Pectimorf® en túnel días (PectTun20d). 6. Pectimorf® sin túnel (Pect). 7. Testigo en túnel 10 días (testTun10d). 8. Testigo en túnel 20 días (TestTun20d). 9. Testigo sin túnel (Test).

Las variables evaluadas fueron: a) Porcentaje de prendimiento, b) Peso en seco de hoja + broto, c) Peso en húmedo de hoja + broto, d) Peso en seco de raíz, e) Peso en húmedo de raíz, f) Longitud de broto y g) Número de entrenudos. Se corrió un ANDEVA en Excel y las medias fueron separadas con el programa Olivares (2012)

Resultados y Discusión

El Cuadro 1 muestra que la tasas de rebrote mayor (80%) ocurrió en Raizone plus® con túnel por 10 días, seguido de raizal® con túnel por 20 días (70%). En tercer lugar quedó Pectimorf® con túnel por 10 días y con túnel por 20 días (60%). Este podría mejorar su actividad regando los esquejes con el enraizador por un periodo de 15 días, como sugieren Fateh y Nahdi (2014). Los resultados del número de entrenudos (NE) muestran que el mejor tratamiento ($p \leq 0.05$) fue Raizone® sin túnel (4.8), seguido del testigo con túnel por 10 días (4.6), lo cual no refleja impacto claro del enraizador ni del tunel (Cuadro 1).

El Cuadro 1, muestra que la media de longitud de brote (LB) fue mayor ($p \leq 0.05$) Testigo con túnel por 20 días (10.7 cm), Pectimorf® con túnel 10 días (10.6 cm) y Raizone plus® en túnel 10 días (10.6 cm). El túnel mostró un efecto favorable en la talla del brote.

Los tratamientos con mayor PHR ($p \leq 0.05$) fueron Raizone plus® sin túnel (6.9 g), seguido del testigo sin túnel (5.2 g). Parece contradictorio que el túnel, que ofrece un ambiente con mayor humedad, no fue reflejado en el contenido de agua en la raíz.

El tratamiento que presentó valores mayores de PHH+B fue Raizone plus® con túnel 10 días (8.4 g). Este resultado no muestra tendencia consistente respecto al Raizone plus® ni respecto al túnel.

El Cuadro 1, columna PSR, presenta que las medias mayores ($p \leq 0.05$) fueron para Raizone plus® con túnel 10 días (1.8 g) y Raizone plus® con túnel 20 días (1.6 g). El efecto de Raizone plus® en la maza radical es evidente. Es notorio que este enraizador, con la ayuda del túnel, estimuló la formación de “madera” en la raíz, lo cual resulta excelente.

La columna PSR+B muestra que las medias más altas ($p \leq 0.05$) fueron para Raizone plus® con túnel 10 días (2.9 g) seguido de testigo con túnel 20 días (2.2 g). El efecto de los tratamientos sobre el peso de la parte aérea no fue claro.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos sobre siete variables: %rebrote = tasa de rebrote, NE= Numero de entrenudos, LB= longitud del brote, PHR= peso húmedo de raíz, PHH+B= peso húmedo de hoja + brote, PSR= peso seco de raíz y PSH+B= peso seco de hojas+brote

Tratamiento	% rebrote	NE	LB (cm)	PHR (g)	PHH+B (g)	PSR (g)	PSH+B (g)
RaizTun10d	80.0	4.5 ab	10.6 a	3.5 c	8.4 a	1.8 a	2.9 a
RaizTun20d	70.0	4.3 ab	10.0 ab	3.0 cd	5.9 bc	1.6 ab	2.0 bc
Raizone plus®	40.0	4.8 a	8.8 b	6.9 a	6.6 ab	0.9 de	1.1e
PectTun10d	60.0	4.6 ab	10.6 a	2.2 cd	5.7 bc	1.2 cde	1.5 cde
PectTun20d	60.0	4.3 ab	9.4 ab	1.9 d	4.0 c	1.4 abc	1.4 cde
Pectimorf®	30.0	4.3 ab	6.3 c	2.9 cd	5.3 bc	0.3 f	1.3 de
TestTun10d	50.0	4.6 ab	10.0 ab	2.9 cd	5.4 bc	1.3 bcd	1.9 bcd
TestTun20d	60.0	4.3 ab	10.7 a	2.2 cd	6.4 ab	0.8 e	2.2 b
Testigo®	60.0	4.0 b	9.3 ab	5.2 b	6.8 ab	0.9 de	1.4 cde

Conclusiones

El mejor tratamiento fue Raizone plus® con tunel10 durante 10 días porque registró la tasa mayor de rebrote (80%) y, además, superó al resto de los tratamientos en cuatro variables: longitud de brote, peso húmedo de hoja + brote, peso seco de raíz y peso seco de hoja + brote.

Literatura Citada

Axayácatl, O. (2018). Blog agricultura. Estadísticas agrícolas de higo: producción, superficie y rendimiento. Consultado. Agosto, 2019.

Dolgun, O. y Tekintas F. E. (2008). Nursery Plants by Stem Layering Method. Agric. Conspec. Sci. Vol. 73. No. 3

Fateh, A. y Nahdi S. (2014). Propagation of Some Local Fig (*Ficus carica* L.) Cultivars by Hardwood Cuttings under the Field Conditions in Tunisia. International Scholarly Research Notices. Volume 2014, Article ID 809450, 5 pp.

Hartmann, T. y Kester, D. (1999). Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Séptima reimpresión. Compañía Editorial Continental, México. 757 p.

Machado M.C., Del Arco Aguilar M.C., Vernet J.L. y Ourcival J.M. (1997). Man and vegetation in northern Tenerife (Canary Islands, Spain), during the prehispanic period based on charcoal analyses. Vegetation History and Archaeobotany 6: 187-195.

Macías R. H., Muñoz J. A., Ma M. Villa C., Velásquez V. y Potisek M.T. 2012. Utilización de Trichoderma para enraizamiento de estaca de higuera de higo blanco en contenedores cerrados. Revista AGROFAZ Volumen 12 No 3, Noviembre, pp. 17-23.

Mendoza, C.V.M. (2013). Fisiología y manejo de la higuera (*Ficus carica* L.) en producción forzada bajo cubierta plástica. Tesis doctoral. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 99 p.

Olivares 2012. Paquete Estadístico UANL.

Pensylvania State University. (2019). <https://sites.psu.edu/christinasplantpropagationpage/ficus-carica/>. Consultado. Agosto 2019.

SIAP. (2017). <https://www.gob.mx/siap>. Consultado. Agosto de 2019.

Sousa, C., Busquet, R., Vasconcellos, M. y Miranda R. 2013. Effects of auxin and misting on the rooting of herbaceous and hardwood cuttings from the fig tree. Revista Ciencia Agronómica 44(2) 334-338.

APROVECHAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DEL FRUTO DE CIRUELO CIMARRÓN (*Cyrtocarpa edulis*, BRANDEGEE, STANDLEY) ESPECIE ENDÉMICA

Ruiz Espinoza, Francisco Higinio¹, Cordero Aguilar Juan Manuel², Murillo Amador Bernardo³, Beltrán Morales, F. Alfredo¹, Zamora Salgado, Sergio¹, Loya Ramírez, José Guadalupe¹, Ponce Sánchez Helem¹

¹Profesor-Investigador. Universidad Autónoma de Baja California Sur., ²Egresado de la carrera de Ingeniero Agrónomo, ³Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste. Autor de correspondencia:

fruiz@uabcs.mx

Resumen

El ciruelo del monte, también conocido como ciruelo cimarrón (*Cyrtocarpa edulis*), es un árbol silvestre endémico que únicamente habita en un área restringida de Baja California Sur que forma parte de la flora iconográfica del Estado. Se seleccionaron cinco localidades del municipio de la Paz, B.C.S. donde se localizan poblaciones silvestres del *Cyrtocarpa edulis*. En cada uno de los sitios fueron seleccionadas cinco plantas sanas en la etapa de fructificación. En cada una de ellas se colectaron 400 frutos en diferentes estados de maduración y tamaños, se colocaron en bolsas de plástico en una hielera. Posteriormente se llevaron al laboratorio de semillas de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, donde se evaluaron al azar 100 frutos de cada localidad, las variables evaluadas fueron: Longitud del fruto (mm), biomasa fresca del fruto (g), biomasa seca del fruto (g), peso de la almendra (g) y contenido de azúcar (°Brix). Los resultados se analizaron con un diseño completamente al azar, la comparación de medias se realizó mediante Duncan ($P \leq 0.05$). Los resultados significativos fue que la zona de los planes superó en cuatro de las variables evaluadas (Longitud del fruto, biomasa fresca del fruto, biomasa seca del fruto y peso de la semilla o almendra) a las otras localidades, excepto en el contenido de azúcares (°Brix).

Palabras claves: *Microclimas, zonas áridas, consumo humano*

Abstract

The plum tree of the mount, also known as cimarrón plum tree (*Cyrtocarpa edulis*), is an endemic wild tree that only inhabits a restricted area of Baja California Sur that is part of the state's iconographic flora. Five localities of the municipality of La Paz, B.C.S. where wild

populations of *Cyrtocarpa edulis* are located. In each of the sites, five healthy plants were selected in the fruiting stage. In each of them 400 fruits were collected in different stages of maturation and sizes, placed in plastic bags in an ice chest. Subsequently, they were taken to the seed laboratory of the Autonomous University of Baja California Sur, where 100 fruits from each location were randomly evaluated, the variables evaluated were: Fruit length (mm), fresh fruit biomass (g), dry biomass fruit (g), almond weight (g) and sugar content (° Brix). The results were analyzed with a completely randomized design, the comparison of means was made using Duncan ($P \leq 0.05$). The significant results were that the area of the plans exceeded in four of the variables evaluated (Length of the fruit, fresh biomass of the fruit, dry biomass of the fruit and weight of the seed or almond) to the other locations, except in the sugar content (°Brix).

Keywords: *Microclimates, arid zones, human consumption*

Introducción

El ciruelo del monte, también conocido como ciruelo cimarrón (*Cyrtocarpa edulis*), es un árbol silvestre endémico que únicamente habita en un área restringida de Baja California Sur que forma parte de la flora iconográfica del Estado (Wiggins, 1980).

Las frutas de los ciruelos, las ciruelas, se pueden encontrar en verano y en otoño, son una de las principales características que buscamos en estos árboles, ya que constituyen un manjar para los habitantes de esta tierra. Pertenecen al tipo de frutos conocidos técnicamente como drupas, ya que poseen un epicarpio (“cáscara”) delgado, un mesocarpio (“pulpa”) carnoso o fibroso que rodea un endocarpio leñoso (“hueso”) y que, generalmente, contiene una sola semilla. Las ciruelas del monte son drupas ovoides, amarillas cuando están deliciosamente maduras, aunque también se pueden comer así verdes, no le hace, aterciopeladas, ovoides de 1.5-2 cm de largo con semillas muy duras conocidas por los choyeros como chuniques (León de la Luz, Pérez and Breceda, 2000; León de la Luz & Pérez Navarro, 2007).

Se dice que es usado como planta medicinal, desde las pequeñas hojas, corteza y el mismo fruto, particularmente para tratar el mal de orín, dolor del riñón y para el mal estar de la próstata; la forma de uso reportada es poniendo la cáscara del fruto directamente en la muela o tomándolo como té o agua de uso; haciendo gárgaras o lavando el área afectada. Forrajero como dieta de caprinos y bovinos, principalmente en épocas de lluvias, de ornato, cercos vivos, potencial apícola y hasta licor y vino (Cariño, 2000).

Así, ante los riesgos actuales de deforestación derivada de diversas actividades antropogénicas, es prioritario establecer programas de protección para las especies exclusivas

de Baja California Sur, como nuestro ciruelo de monte, ya que gran parte de estas, al tener una distribución restringida, pueden verse gravemente afectadas por la destrucción y modificación de su hábitat. Por lo que el objetivo del trabajo fue analizar diferencias morfométricas en el ciruelo cimarrón, recolectados en diferentes poblaciones.

Materiales y Métodos

Se seleccionaron cinco localidades del municipio de la Paz, B.C.S. donde se localizan poblaciones silvestres del *Cytocarpa edulis*. **Localidad 1.** Los planes.- Ubicado aproximadamente a 42 km de la Paz, **Localidad 2.** El Sargento.- Ubicado a 31.8 km de la Ciudad de La Paz, **Localidad 3.** La Paz.- Ubicado en las zonas aledañas del Ejido Centenario, ubicado a 15 km de la Ciudad de La Paz, B.C.S., **Localidad 4.** San Pedro-La Paz - Ubicado a 30 km de La Paz y **Localidad 5.** San Pedro-La Paz, México.- Tramo comprendido entre el km 15 y 30 de la carretera transpeninsular Benito Juárez: La Paz- San Pedro. Aunque estas poblaciones forman parte de la misma región ecológica, e incluso del mismo tipo de vegetación, se encuentran obviamente microambientes diferentes, por lo que se asumió que existen diferencias en importantes entre los componentes del fruto y semillas; y en sus asimilados (Figura 1).



Figura 1.- Localidades de los arboles del *Cytocarpa* y usos del fruto

En cada uno de los sitios fueron seleccionadas cinco plantas en la etapa de fructificación y que no mostraban problemas de plagas o enfermedades. En cada una de ellas se colectaron 400 frutos en diferentes estados de maduración y tamaños los cuales se colocaron en bolsas de plástico en una hielera, así mismo se rotularon con la población y planta específica.

Posteriormente se llevaron al laboratorio de semillas de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, donde se evaluaron al azar 100 frutos (Figura 2) de cada localidad, las variables evaluadas fueron: Longitud del fruto (mm), biomasa fresca del fruto (g), biomasa seca del fruto (g), peso de la almendra (g) y contenido de azúcar ($^{\circ}$ Brix). Los resultados se analizaron con un diseño completamente al azar y la comparación de medias se realizó mediante Duncan ($P \leq 0.05$).



Figura 2. Análisis morfométrico del fruto y semilla del *Cytocarpa edulis*

Resultados y Discusión

El análisis de varianza (Duncan $P \leq 0.05$) para biomasa fresca y seca presentó diferencias significativas (figura 3) se observan las fluctuaciones encontradas en las biomasa fresca del fruto, presentado mayores biomazas la localidad de los Planes, seguida por el Sargento con valores de 5.3774 y 4.06422 g, superior en un 45% a la localidad de San Pedro la Paz. En lo que respecta a la biomasa seca las mismas localidades Los planes y el Sargento fueron similares con valores de 0.55513 y 0.49329 g respectivamente.

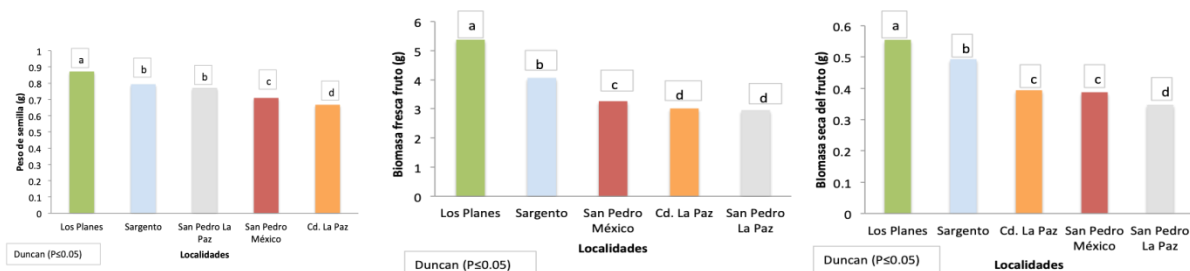


Figura 3. Biomasa seca, biomasa fresca y peso de la semilla (almendra) de *Cytocarpa edulis* en 5 localidades del Municipio de la Paz Baja California Sur

En lo que respecta a la variable $^{\circ}$ Brix (contenido de azúcar) el análisis de varianza mostró significancia (Duncan $P \leq 0.05$), donde la localidad de San Pedro México presentó el mayor índice

de °Brix con un valor de 26.572 (Figura 4), con un 64.82 % mayor que las otras cuatro localidades, esto quiere decir que el microclima de esta localidad es el mejor para la obtención del fruto. Valores similares encontró González, (2018), cabe señalar que en este trabajo se evaluaron menos frutos, además los frutos con menor °Brix se encontraron en las localidades con suelos que tienen una textura mas arenosa.

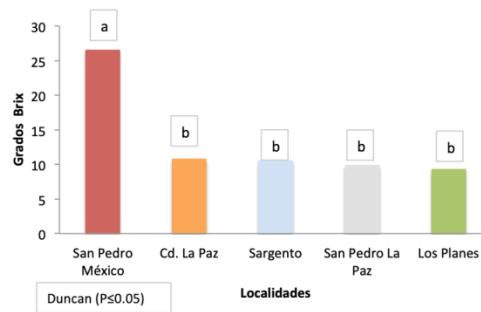


Figura 4. Características morfométricas fruto y semilla *Cyrtocarpa edulis* en 5 localidades del Municipio de la Paz Baja California Sur

En la Figura 5 se observa la variable longitud del fruto, donde el análisis de varianza presentó diferencias significativas (Duncan $P \leq 0.05$), la mayor longitud del fruto fue la localidad de los Planes con un valor de 19.793 mm, seguido por la localidad del Sargento, Cd de la Paz, San Pedro México con 18.286, 18.1534, 16.524 mm respectivamente, mientras que la menor fue de 15.952 mm que corresponde a San Pedro la Paz, esto quiere decir que hay un 19.4% de diferencia entre el valor mayor con respecto al menor, esto no corresponde a los °Brix, lo que indica que frutos pequeños son mas dulces.

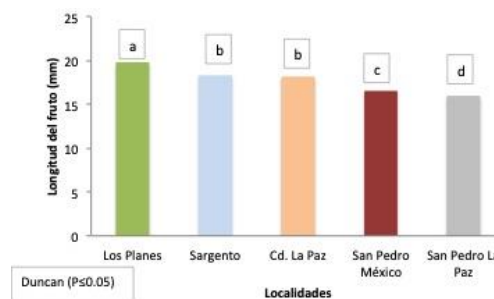


Figura 5. Longitud del fruto de *Cyrtocarpa edulis* en 5 localidades del Municipio de la Paz Baja California Sur

Conclusiones

Los resultados significativos fue que la zona de los planes superó en cuatro de las variables evaluadas (Longitud del fruto, biomasa fresca del fruto, biomasa seca del fruto y peso de la semilla o almendra) a las otras localidades, excepto en el contenido de azúcares (°Brix). Es de suma importancia realizar una caracterización agroecológica por micro climas para identificar ecotipos, además explorar otros aspectos de la etapa reproductiva, como son las etapas de floración y fructificación, así como las características en el tiempo, de la producción total por planta. El uso de los frutos en las épocas reproductivas tiene altas demanda ya sea para consumo humano en fruta, licor mermelada u otros.

Literatura Citada

Brandege, T. S. 1900. A new *Tapirira* from Baja California. *Zoe* 5(4): 78-79.

Cariño-Olvera, M. M., 2000. Historia de las relaciones hombre naturaleza en Baja California Sur 1500-1940. UABCS-SEP, México. 229 pp.

González Jordan F.M. 2018. Diferencia de masa y grados °Brix en frutos maduros de Ciruelo cimarron, *Cyrtocarpa dulis* Brandege, Standley en cuatro poblaciones de la region del Cabo BCS. Tesis de Licenciatura Universidad Autonoma de Baja California Sur P.42

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Baja California Sur . México. P. 423.

León de la Luz, J. L., J. J. Pérez Navarro and A. Breceda. 2000. A transitional xerophytic-tropical plant community of the Cape Region, Baja California. *J. Veg. Sci.* 11: 555-564.

León de la Luz, José Luis, & Pérez Navarro, José Juan. (2007). A new variety of *Cyrtocarpa edulis* (Anacardiaceae). *Acta botánica mexicana*, (79), 63-67. Recuperado en 29 de agosto de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-1512007000200003&lng=es&tlng=en.

Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford. 1025 pp

ENSAYO DE ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE MAÍZ DULCE EN SAN IGNACIO RÍO MUERTO, SONORA

Muñoz Valenzuela Sergio¹, González Espinoza Ramón², Corro Plascencia Mario², Ortiz Enríquez José Eliseo³, Padilla Valenzuela Isidoro³

Karam Conant S.A. de C.V. Miguel Alemán 598 Sur. Ciudad Obregón, Sonora¹. HM.Clause México, S.A. de C.V. Parque Industrial Las Californias, Mexicali, B.C.². Inifap. Campo Experimental Norman E. Borlaug, Ciudad Obregón, Sonora³. canola_nal@hotmail.com

Resumen

En el Block 525 del Valle del Valle del Yaqui, Sonora, México, durante el ciclo agrícola 2017-2017, se estableció un ensayo de adaptación de 12 híbridos de maíz dulce *Zea mays* L. var. *rugosa*, provenientes de Estados Unidos. La siembra se llevó a cabo bajo riego, el 26 de Septiembre de 2017. Se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar con 4 repeticiones, y una parcela útil de dos surcos separados a 80 cm por 5 metros de longitud. Se midieron las principales variables agronómicas desde la población, vigor vegetativo, días a floración, grado de acame, altura de frutos, altura de plantas, entre otros. Los valores de altura de plantas se analizaron estadísticamente, y se detectaron diferencias altamente significativas** entre genotipos; no se encontraron diferencias entre repeticiones, con un coeficiente de variación de 15.41%. Se concluye que los híbridos evaluados, resultaron ser de buena aceptación comercial, a excepción del híbrido Witeout.

Palabras clave: maíz dulce, diversidad, acame

Abstract

In Block 525 of the Yaqui Valley, Sonora, Municipality of San Ignacio Río Muerto, Sonora, Mexico, during 2017-2017 agricultural cycle, an adaptation, agronomic behavior, and performance trial of 12 commercial sweet corn hybrids from several US seed companies, was established. Sowing was done in September 26, 2017 on loam soil, and gravity irrigation system. Randomized complete blocks experimental design with four replications was applied, and an experimental plots 80 cm wide and 5 m long was used. Main agronomic variable were measured, like plant population, vegetative vigour, bloom, lodging, height of plants, among others. Plant height variable it was analyzed statistically, and highly significant differences** were detected, with a variation coefficient of 15.41%. It is concluded that the hybrids evaluated

proved to be of good commercial acceptance with the exception of Witeout hybrid, which presented a high degree of lodging plants.

Introducción

El maíz dulce, maíz azucarado, o sweet corn *Zea mays* L. *var. rugosa* (Erwin, 1951), es una variedad de maíz con elevado contenido de azúcar en el endospermo. Los frutos de éste maíz, son cosechados en estado lechoso para su consumo, o bien, se comercializa enlatado o congelado, antes de que los granos se endurezcan y se transformen en almidón. El maíz dulce proviene de una mutación espontánea del maíz silvestre cultivado por las tribus amerindias del norte de Estados Unidos, el cual lo llamaron “Papoon”, el cual era también consumido por los colonos europeos a mediados del siglo XVIII (Schultheis, 1997). En poco tiempo, el maíz dulce se convirtió en un cereal popular en Norteamérica, y se considera que hasta la fecha, variedades antiguas como “Country Gentleman”, y “Stowell's Evergreen”, aun son utilizadas. Durante el siglo XX la producción se vio beneficiada por el desarrollo de variedades híbridas de mayor producción.

En Centro y Sudamérica, ancestralmente el maíz dulce, se consume como confitura, hortaliza, y como alimento directo. En México, se reconoce como un tipo antiguo de maíz alimenticio. Kelly y Anderson, 1943, señalan que el maíz dulce de México, tiene afinidades con el maíz dulce de Sudamérica, con la posible excepción del maíz dulcillo de Sonora. Según Wellhausen, *et al*, 1951, el maíz dulce de México, se clasifica dentro del grupo de las razas exóticas precolombinas, introducidas en épocas prehistóricas, al igual que las razas cacahuacintle, harinoso de ocho, y el olotón. En la actualidad, el principal destino del maíz dulce que se cultiva en México, es Estados Unidos; productores exitosos del noroeste lo cultivan, utilizando variedades híbridas. Oscar Bátiz, Víctor Romo, Agustín Terminel, en Sinaloa, y Ramón González en Sonora, conocen la tecnología para producir ésta especie. En Sonora, se siembra en septiembre y se cosecha en diciembre. El OBJETIVO de éste trabajo experimental, fue el evaluar material genético de maíz dulce desde el punto de vista de sanidad vegetal, caracteres agronómicos, y calidad de frutos.

Materiales y Métodos

El trabajo experimental se llevó a cabo en el Block 525 del Valle del Yaqui, municipio de San Ignacio Río Muerto, Sonora, México, durante el ciclo agrícola 2017-2018. El ensayo consistió en la evaluación agronómica de 12 híbridos de: maíz dulce 1. Placer (T), 2. Nicole, 3. Matta Poissett, 4. Cumberland, 5. Witeout, 6. Augusta, 7. Piscataway, 8. Xtra Tander, 9. Silver Queen,

10. Argent, 11. Mirai, y 12. Silver King, procedentes de Estados Unidos. Todos los materiales son de fruto cremoso blanco, a excepción del híbrido Cumberland bicolor, el cual presenta frutos de color blanco y amarillo. Se sembró el 26 de septiembre de 2017 en suelo húmedo. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones, y una parcela experimental formada por dos surcos separados a 80 cm por 5 metros de largo. Se fertilizó en forma convencional de la misma manera que el productor aplica los fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio como elementos mayores, y hierro, zinc, y manganeso como menores. Los riegos se aplicaron con agua rodada de buena calidad, proveniente del sistema de presas. Se midieron las principales variables agronómicas desde el vigor germinativo, floración, altura de frutos, altura de plantas y otras variables convencionales. El análisis de varianza fue practicado a la variable altura de plantas por el método paramétrico de Fisher, método no aplicado a la variable producción de frutos, por razones prácticas; sin embargo, se llevó a cabo un muestreo aleatorio para medir los principales componentes de rendimiento y calidad de las mazorcas y cariósides.

Resultados y Discusión

El análisis de varianza estadístico practicado para la variable Altura de plantas, detectó diferencias altamente significativas** entre tratamientos, y no detectó diferencias entre repeticiones^{ns}, con un Coeficiente de Variación de 15.41%. Para la diferenciación de las alturas promedio obtenidas, se aplicó la prueba estadística de Diferencia Mínima Significativa-DMS, la cual detectó cinco grupos de diferenciación (Cuadro 1), siendo la variedad más alta la Silver Queen con 237 cm, y la más baja, resultó ser el híbrido Placer (Testigo), con 164.

Durante el desarrollo experimental, se midieron una serie de variables agronómicas importantes (Cuadros 1 y 2), variables distintas de los maíces de otro tipo como los cristalinos, amiláceos, reventadores tunicados, o dentados (Robles, 1978). Los maíces dulces son de altura mediana, precoces, de abundante ahijamiento, índice de venación elevado, susceptibles a las royas, y adaptados a una elevación desde el nivel del mar hasta los 1500 metros. Las espigas son largas con un número mediano de ramificaciones.

Las mazorcas son cortas y cilíndricas, y presentan de 14 a 16 carreras, pedúnculo mediano, y frutos con endospermo azucarado, blanco o amarillo, y pericarpio sin color o de color rojo (Wellhausen *et al*, 1951). Los maíces evaluados, y por razones de preferencias, todos presentaron coloración blanca de los endospermos, con excepción del híbrido Cumberland, el cual desde su origen, fue etiquetado como maíz “bicolor”, por presentar en sus infrutescencias, cariósides de color blanco y amarillo a la vez, motivo por el cual fue desespigado antes del

momento de la antesis, para evitar contaminación al resto de las variedades de color blanco por el efecto de Xenia.

Cuadro 1. Prueba de DMS_{.05} para separación de medias de la variable Altura de plantas del ensayo de maíz dulce establecido en el Block 525 del Valle del Yaqui, Municipio de San Ignacio Río Muerto, Sonora. Diciembre de 2017.

Núm. Ord/Var	Material genético	Repetición				Σ	Prom (cm)	DMS .05
		I	II	III	IV			
01 09	Silver Queen	240	240	230	240	950	237.5	A
02 12	Silver King	210	230	215	220	875	218.8	B
03 03	Matta Poissett	185	180	190	180	735	183.8	C
04 08	Xtra Tender	190	185	180	180	735	183.8	C
05 10	Argent	180	170	180	170	700	175.0	D
06 11	Mirai	175	175	180	170	700	175.0	D
07 06	Augusta	170	180	170	180	700	175.0	D
08 02	Nicole	175	170	170	170	685	170.0	DE
09 04	Cumberland	170	170	170	170	680	170.0	DE
10 05	Witeout	175	160	170	160	665	166.8	E
11 07	Piscataway	170	160	165	160	655	163.8	E
12 01	Placer	165	160	170	160	655	163.8	E

Valores unidos por la misma letra son estadísticamente iguales

Diferencia mínima significativa = 7.59

Coefficiente de Variación = 15.41%

Diferencias altamente significativas (**)

Diferencias no significativas (^{ns})

Cuadro 2. Algunas características agronómicas observadas en el ensayo de maíz dulce establecido en el Block 525 del Valle del Yaqui, Municipio de San Ignacio Río Muerto, Sonora. Período Septiembre-Diciembre 2017.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
01	01	Placer	90	10	5	44	100	paja	35	110	163
02	02	Nicole	50	8	0	45	100	paja	40	140	170
03	03	Matta Poissett	90	10	0	44	100	café	40	150	184
04	04	Cumberland	80	9	0	44	100	----	40	---	---
05	05	Witeout	85	10	0	41	100	café	40	140	166
06	06	Augusta	95	10	0	45	100	paja	40	140	175
07	07	Piscataway	60	9	0	41	100	paja	35	135	175
08	08	Xtra Tender	85	8	0	48	100	paja	60	150	184
09	09	Silver Queen	95	10	50	49	100	paja	60	200	238
10	10	Argent	50	8	0	46	80	café	45	160	175
11	11	Mirai	50	8	0	45	90	paja	40	40	175
12	12	Silver king	85	10	0	47	100	café	50	180	219

1. Número de orden

2. Número de variedad

3. Material genético

4. Población/plantas (%)

5. Vigor vegetativo (0-10)

6. Porcentaje de vástagos

7. Inicio de floración (días)

8. Uniformidad (%)

9. Color de panícula

10. Altura de fruto (cm)

11. Altura basal (cm)

12. Altura de planta (cm)

Cuadro 3. Grado de acame y parámetros de calidad física observadas en el ensayo de maíz dulce establecido en el Block 525 del Valle del Yaqui, Municipio de San Ignacio Río Muerto, Sonora. Período Septiembre-Diciembre 2017.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
01	01	Placer	0	G	351	240	68	14	20
02	02	Nicole	0	G	308	178	58	16	20
03	03	Matta Poisset	0	G	256	195	76	14	18
04	04	Cumberland	0	G*	261	217	83	14	20
05	05	Witeout	75	C	200	175	88	14	15
06	06	Augusta	0	G	338	245	72	14	20
07	07	Piscataway	5	I	224	200	89	14	17
08	08	Xtra Tender	5	G	321	267	83	18	18
09	09	Silver Queen	5	G	277	206	74	12	20
10	10	Argent	5	G*	284	213	75	16	20
11	11	Mirai	20	G	310	241	78	14	18
12	12	Silver king	20	G	275	208	76	18	20

1.	Número de orden	5.	Calidad del elote	9.	Número de carreras
2.	Número de variedad	6.	Peso de fruto (g)	10.	Tamaño de elote (cm)
3.	Material genético	7.	Peso de elote		
4.	Acame (%)	8.	Relación T/E (%)		

Conclusión

De acuerdo con los objetivos establecidos en este ensayo, y por los resultados obtenidos, se concluye que es posible incrementar el rendimiento y la calidad del maíz dulce en el Valle del Yaqui, probando y ensayando material genético, y seleccionando los mejores genotipos, por su grado de adaptación, rusticidad de manejo, caracteres agronómicos, resistencia a plagas y enfermedades, y calidad alimenticia.

Literatura Citada

- Erwin, A. T. 1951. Sweet Corn mutant or historic species. *Economic Botany* (Springer New York) **5** (3): 302.
- Kelly, I. y E. Anderson. 1943. Sweet corn in Jalisco. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 30:405-412.
- Schultheis, J.R. 1994. Sweet Corn Production. North Carolina Cooperative Extension Service. North Carolina State University.
- Robles, S.R. 1978. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. Monterrey, Nuevo León, México.
- Wellhausen, E.J., L.M. Roberts, E. Hernandez X., y P.C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico No.5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. 237 pp.

VIABILIDAD DEL POLEN ALMACENADO EN DIVERSOS PERÍODOS DE CONSERVACIÓN EN CUATRO VARIEDADES DE PALMA DATILERA (*Phoenix dactylifera* L.)

Salomón-Torres Ricardo¹, **Zambrano-Reyes Carlos**², Valdez-Salas Benjamín³, García-González Conrado³, Norzagaray-Plasencia Susana¹, García-Vázquez Juan Pablo¹ y Lam-Mora Mónica Cristina¹

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California¹. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Baja California². carlos.zambranor@bc.sader.gob.mx. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California³.

Resumen

El objetivo de este estudio fue el análisis de la viabilidad del polen de cuatro variedades de palma datilera almacenado durante uno y dos años. La polinización se llevó a cabo en la temporada de cultivo 2019, utilizando polen de cuatro variedades y un control. Se polinizaron cuatro grupos de tres racimos, para cada palma seleccionada. Sus porcentajes de amarre tuvieron un rango de 45.20 y 63.15% para el polen fresco y con el almacenado un año, respectivamente. El análisis químico en las diversas fuentes de polen revela que sus elementos registran una muy ligera degradación química en el polen almacenado respecto al polen fresco. Los resultados sugieren que el polen almacenado hasta por dos años a una temperatura constante de 4°C, no pierde su fertilidad, causando efectos similares a las que proporciona el polen fresco.

Abstract

The aim of this study was the analysis of the viability of date palm pollen stored in one and two years. Pollination was carried out in the 2019 growing season with four different varieties and a control. Four groups of three bunches were pollinated for each selected palm. Their fruit set percentages had a range of 45.20 and 63.15% for the fresh and stored for a year pollen respectively. The chemical analysis in the various pollen sources reveals that its elements register a very low chemical degradation in the stored compared with the fresh pollen. The results suggest that pollen stored for up to two years at a constant temperature of 4°C does not lose its fertility, since it has effects similar to those provided by fresh pollen.

Palabras Clave: Polen, Polinización, Minerales.

Introducción.

El cultivo de la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) fue introducido a México durante el periodo de la colonización española, pero su producción comercial se empezó a desarrollar en la segunda mitad del siglo pasado. Los valles de San Luis Río Colorado y Mexicali, contribuyen con el 97% de la producción comercial de este cultivo, siendo el cultivar Medjool el mayormente producido con un 94% de la producción nacional (Ortiz-Uribe, Salomón-Torres, & Krueger, 2019).

La industria datilera en México es muy pequeña comparada con los países productores del Medio Oriente y Norte de África (FAO, 2019), sin embargo su producción se ha incrementado un 600% durante los últimos 35 años. De acuerdo a datos de la FAO, en México se produjeron 8,215 toneladas de dátil en el 2017, lo cual posiciona a México como el 27vo. mayor productor de dátil en el mundo (FAO, 2019; Ortiz-Uribe et al., 2019).

La viabilidad del polen es generalmente considerada como la habilidad que tiene los granos de polen para germinar y entregar las células de esperma al saco embrionario para lograr una fertilización compatible (Maryam et al., 2015). El polen tiene la capacidad de conservar su viabilidad si es almacenado en un recipiente seco y a temperatura controlada.

Los objetivos de esta investigación fueron (1) cuantificar la viabilidad de polen almacenado hasta por dos años a través de porcentajes de amarre de su fruto, (2) determinar si hay variación en la viabilidad del polen de las variedades evaluadas por efecto del tiempo de almacenamiento, (3) comprobar que el polen mantiene su viabilidad si se almacena hasta en un periodo de dos años en un refrigerador común a una temperatura de 4°C, realizando un análisis químico de su contenido nutricional.

Materiales y Métodos

Este estudio fue desarrollado en la temporada de cultivo 2019, utilizando 12 palmas de 15 años de edad, derivadas de vástagos criollos cultivar Medjool, plantadas en un espacio de 8 m × 8 m, las cuales fueron seleccionadas aleatoriamente y utilizadas como padres femeninos, en una plantación datilera de 15 hectáreas, localizada en el Ejido Jiquilpan (32°31'17" N; 115°4'17" O), en el Valle de Mexicali, B.C. La técnica de riego es por inundación y el campo es mayormente fertilizado de manera orgánica, con una formulación de macro y micronutrientes, aminoácidos, ácidos húmicos, polvo de roca, harina de huesos, roca fosfórica y polisulfuro de calcio.

Cuatro palmas macho elite de 17 años de edad y vigor, criollas, derivadas de los cultivares más comunes del área: Deglet Noor, Medjool, Khadrawy y Zahidi, fueron seleccionadas como fuentes de polen. En cada planta hembra, fueron seleccionados cuatro grupos de tres racimos y cada grupo fue polinizado de manera individual con polen fresco y almacenado de uno y dos años, conservado en un refrigerador a una temperatura constante de 4°C.

Seis semanas después de la polinización, diez hebras de cada racimo en cada palma fueron seleccionadas aleatoriamente, para cuantificar los porcentajes de amarre del fruto. Para ello se consideró el número total de posiciones de fruto y el fruto que se mantuvo adherido a la hebra, de acuerdo con Salomon-Torres et al., (2017).

La determinación de sólidos totales, lípidos totales, glucosa, fructosa, sacarosa y el contenido de minerales para todas las muestras de polen, fueron calculados por métodos estándar establecidos por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 2000), utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica (modelo 4200 MP-AES; Agilent Technologies) y un analizador de glucosa (modelo GM9; Analox Instruments).

El análisis de los datos fue desarrollado utilizando el software Microsoft Excel, versión 2013. Todos los valores fueron expresados como valores promedios con su desviación estándar de tres mediciones separadas por cada muestra.

Resultados y Discusión

Los resultados de los porcentajes de amarre en el fruto dátil para la temporada de cultivo 2019, se presentan en el cuadro 1. El polen Medjool presenta porcentajes similares para los tres períodos de almacenaje 49.97%, 48.44% y 45.20% para fresco, uno y dos años respectivamente. La fuente Medjool presenta un comportamiento estable respecto a los porcentajes de amarre para la temporada 2019. El polen proveniente de la fuente Khadrawy, presenta similar porcentaje de amarre para el polen fresco (49.22%) y para el polen de un año (51.52%). Mientras que la misma fuente de polen para dos años, presenta un porcentaje amarre de 57.53%. La fuente de polen proveniente del cultivar Deglet Noor, presenta porcentajes de amarre muy similares 54.50%, 50.72% y 51.02% para polen del 2019, 2018 y 2017 respectivamente. La fuente Zahidi demuestra similares condiciones de viabilidad respecto a los porcentajes de amarre con 57.99%, 52.60% y 54.29% para los tratamientos de fresco, un año y dos años respectivamente. El tratamiento control (manejo del agricultor), consistió en la mezcla

de manera equitativa de las cuatro fuentes de polen, este presenta variabilidad entre los tres años, siendo el polen almacenado de un año (2018) el más alto con 63.15%, seguido por el polen fresco con 56.06% y finalmente 49.02% para el polen de dos años.

Cuadro 1. Porcentajes de amarre de la temporada de cultivo 2019

Cultivar	Polen fresco	Polen almacenado un año	Polen almacenado dos años
Medjool	49.97 ± 5.98	48.44 ± 3.98	45.20 ± 3.69
Khadrawy	49.22 ± 3.21	51.52 ± 4.25	57.53 ± 4.89
Deglet Noor	54.50 ± 6.23	50.72 ± 4.32	51.02 ± 3.78
Zahidi	57.99 ± 5.79	52.60 ± 5.06	54.29 ± 4.59
Control	56.06 ± 6.98	63.15 ± 5.29	49.02 ± 3.54

Valores promedios ± DS, n = 30.

Los resultados del análisis químico en las cuatro fuentes de polen se presentan en el cuadro 2. El contenido promedio de los sólidos totales fue de 95.36, 94.78 y 94.49 (g/100g) y para los lípidos totales de 2.37, 2.37 y 1.91 (g/100g) para el polen del 2019, 2018 y 2017 respectivamente. La determinación promedio de las cuatro fuentes de polen para la glucosa fueron de 7.20, 7.87 y 6.42 (g/100g), para la fructuosa fue de 8.02, 8.02 y 8.23 (g/100g) y para la sacarosa fue de 24.37, 27.00 y 23.30 (g/100g) para polen fresco, almacenado de uno y dos años respectivamente. El contenido promedio de potasio fue de 41.37, 41.24 y 39.90 (mg/100g), para el calcio 30.03, 31.05 y 30.79 (mg/100g) y para el fósforo 15.19, 14.84 y 15.30 (mg/100g) para los años de recolección 2019, 2018 y 2017 respectivamente.

Cuadro 2. Determinación química de algunos elementos en el polen (g/100 g, base en peso seco).

Cultivar	Sólidos totales	Lípidos totales	Glucosa	Fructosa	Sacarosa	Potasio*	Calcio*	Fósforo*
Deglet Noor 2019	97.17 ± 7.36	2.61 ± 0.23	7.25 ± 0.69	8.45 ± 1.92	24.79 ± 1.26	42.28 ± 1.60	29.59 ± 0.40	14.42 ± 0.60
Khadrawy 2019	94.65 ± 6.98	1.73 ± 0.02	6.90 ± 0.37	6.57 ± 1.05	24.21 ± 0.37	45.07 ± 1.50	25.10 ± 1.10	16.48 ± 0.50
Medjool 2019	94.59 ± 4.99	2.07 ± 0.09	7.44 ± 1.02	8.50 ± 1.71	22.58 ± 1.61	40.89 ± 1.20	31.18 ± 0.40	14.88 ± 0.20
Zahidi 2019	95.05 ± 8.36	3.10 ± 0.30	7.21 ± 0.68	8.57 ± 1.51	25.90 ± 1.27	38.06 ± 1.50	34.26 ± 0.80	15.00 ± 0.40
Deglet Noor 2018	95.34 ± 4.50	2.92 ± 0.07	9.95 ± 1.10	7.79 ± 0.50	32.81 ± 0.87	43.47 ± 1.30	28.84 ± 1.60	14.34 ± 1.10
Khadrawy 2018	93.37 ± 3.26	2.44 ± 0.11	8.35 ± 1.69	8.63 ± 1.86	24.75 ± 2.32	43.50 ± 1.80	28.82 ± 0.90	14.38 ± 0.90
Medjool 2018	95.33 ± 5.96	1.54 ± 0.03	6.33 ± 0.36	6.52 ± 1.05	23.10 ± 1.88	40.32 ± 1.60	31.99 ± 1.20	15.65 ± 1.30
Zahidi 2018	95.08 ± 6.15	2.60 ± 0.07	6.85 ± 0.96	9.17 ± 1.22	27.35 ± 1.05	37.70 ± 1.50	34.55 ± 1.50	14.96 ± 1.00
Deglet Noor 2017	92.90 ± 5.57	1.72 ± 0.17	5.68 ± 0.02	7.89 ± 1.81	20.51 ± 0.81	39.37 ± 1.60	30.79 ± 1.30	16.62 ± 1.50
Khadrawy 2017	93.01 ± 6.03	2.05 ± 0.28	6.95 ± 1.01	7.76 ± 1.55	22.05 ± 1.50	43.28 ± 1.90	26.96 ± 1.50	14.43 ± 1.00
Medjool 2017	93.96 ± 5.78	1.80 ± 0.22	6.58 ± 0.69	7.51 ± 1.25	21.48 ± 1.35	39.60 ± 1.50	30.58 ± 1.00	15.26 ± 1.10
Zahidi 2017	95.11 ± 6.95	2.10 ± 0.37	6.68 ± 1.44	9.77 ± 1.38	29.17 ± 1.24	37.35 ± 1.30	34.85 ± 0.90	14.92 ± 1.00

Valores promedios ± DS, n = 3.

* Determinación en mg/100g.

Los resultados mostrados en el cuadro 2, indican que los sólidos totales, lípidos y azúcares en las cuatro fuentes de polen almacenado en diversos períodos, mantienen sus propiedades químicas similares, lo cual indica que es ligera su degradación al conservarse hasta por dos años, respecto al polen fresco. Asimismo, los resultados del análisis de contenido de minerales en el polen para las cuatro fuentes utilizadas, sugieren que el polen conserva su contenido de minerales, hasta en un periodo de almacenamiento de dos años, en una de conservación 4°C en un refrigerador común.

Conclusiones

Los resultados de este estudio revelan que el polen de palma datilera almacenado en un periodo de uno y dos años, bajo un ambiente de conservación a 4°C, tiene similares efectos en el porcentaje de amarre del fruto, que el polen fresco de la misma temporada. Asimismo, se comprobó que su contenido químico es muy similar, ya que es muy poca la degradación que presenta, con lo cual se infiere que su influencia en la calidad del fruto será muy similar. De igual forma en este estudio, se comprobó que el polen de la palma datilera, puede conservarse perfectamente en un refrigerador común ó casero, con una temperatura constante de conservación de 4 °C en períodos de uno y hasta dos años, sin que este pierda su viabilidad de uso.

Literatura Citada

AOAC. (2000). Official Method for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (17/a.Ed.). Maryland, Estados Unidos.

FAO. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado: 1/o. de Agosto 2019, disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Maryam, M., Fatima, B., Salman Haider, M., Abbas Naqvi, S., Nafees, M., Ahmad, R., & Ahmad Khan, I. (2015). Evaluation of pollen viability in date palm cultivars under different storage temperatures. *Pakistan Journal of Botany*, 47(1), Jan.:377–381.

Ortiz-Uribe, N., Salomón-Torres, R., & Krueger, R. (2019). Date Palm Status and Perspective in Mexico. *Agriculture*, 9(46). <https://doi.org/10.3390/agriculture9030046>

Salomon-Torres, R., Ortiz-Uribe, N., Villa-Angulo, R., Villa-Angulo, C., Norzagaray-Plasencia, S., & Garcia-Verdugo, C. D. (2017). Effect of pollenizers on production and fruit characteristics of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar Medjool in Mexico. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41, 338–347. <https://doi.org/10.3906/tar-1704-14>

RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) A LA APLICACIÓN DE SILICIO

Grisell Anahia Galindo-Pérez², Juan Carlos Vázquez-Angulo³, Aurelia Mendoza-Gómez³, Isabel Escobosa-García¹, Jesús Santillano-Cázares¹, Víctor Cárdenas-Salazar¹, **Fidel Núñez-Ramírez^{1§}**

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera a Delta s/n CP. 21705, Ejido Nuevo León, Baja California, México. [§]Autor para correspondencia: fidel.nunez@uabc.edu.mx. ²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. Campus El Cerrillo, Piedras Blancas, Carretera Toluca - Ixtlahuaca Kilómetro 15.5, C.P. 50200, Edo. de México. ³Facultad de Ingeniería y Negocios. Carretera Transpeninsular Km. 180.2, Ejido Padre Kino, San Quintín, Baja California, C.P. 22930

Resumen

La utilización del silicio (Si) como elemento benéfico reporta mejoras en la fisiología, crecimiento y rendimiento de los cultivos. Se realizó un estudio con el objetivo de estudiar la absorción de nutrientes, el crecimiento y rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Se evaluaron cuatro dosis de Si (0, 4.64, 9.28 y 18.56 kg ha⁻¹ semana⁻¹) en dos variedades de maíz (Asgrow RX 717 y P3055W). El experimento se estableció bajo un diseño de parcelas divididas distribuidas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura, número de hojas, área foliar, peso fresco de la planta, seco de las hojas y área foliar específica. Además, se midió el NDVI, potasio y nitratos en el extracto celular del tallo; rendimiento. Los resultados mostraron que bajo las condiciones en que se realizó el experimento, la aplicación de Si no modificó ninguna de las variables evaluadas.

Palabras clave: rendimiento, nutrición mineral, fisiología vegetal, fertirrigación.

Abstract

The use of Silicon (Si) as beneficial element, report highlights in plant physiology, growth and yield of crops. An experiment was conducted with the aim of to evaluate the response on nutrients uptake, growth and yield of fresh corn (*Zea mays* L.). Four Si rates were evaluated (0, 4.64, 9.28 y 18.56 kg ha⁻¹ week⁻¹) in two corn varieties (Asgrow RX 717 y P3055W). The experiment was established under a split plots design with a randomized block and four replicates. The variables measured were height, leaves number, foliar area, dry weight of leaves and specific leaf area. Likewise, NDVI, potassium and nitrates were measured on extract cellular

of stem. Yield was expressed as grain per row, row number, grain per cob and height cob. Results shown, that under environmental conditions of this experiment, the Si addition at fresh corn, did not modify anywhere of the variables evaluated.

Keywords: yield, mineral nutrition, plant physiology, fertirrigation.

Introducción

El Si es el segundo elemento mineral más abundante en el suelo después del oxígeno y forma el 31 % de la corteza terrestre (Gong *et al.*, 2006). En la solución del suelo se encuentra en forma de ácido monosilícico (H_4SiO_4) en concentraciones que van 0.1 a 0.6 mM (Ma y Yamaji, 2008). El Si actúa como una barrera física y mecánica en las plantas. No solo se deposita en las paredes celulares, sino que también participa en las actividades metabólicas y fisiológicas cuando las plantas están en condiciones de estrés (Ma, 2004; Liang *et al.*, 2007). Aunque, el Si no se considera un elemento esencial para el crecimiento y metabolismo de las plantas, es benéfico en condiciones estresantes (Liang *et al.*, 2007). Algunos autores han reportado tolerancia a la salinidad mediante la fertilización de Si en diferentes cultivos como arroz (*Oryza sativa*), trigo (*Triticum durum*), tomate, pepino, cebada (*Hordeum vulgare* L.). El objetivo de este estudio fue identificar el efecto del Si aplicado en dos variedades de maíz.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó durante la primavera de 2019, en la Unidad Experimental de Fertirrigación del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, en el Ejido Nuevo León, en Mexicali, Baja California. México. Se evaluaron cuatro tratamientos de silicio aplicado en forma semanal (0, 4.64, 9.28 y 18.56 kg ha⁻¹ semana⁻¹). Se utilizó dióxido de silicio (96%; Diatomix, Bio Agrinor®, Zapopan, Jalisco México) y se aplicó a través de sistema de riego por goteo. Los tratamientos se aplicaron bajo un diseño experimental de parcelas divididas, bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela principal fue la aplicación de Si y la subparcela fue dos variedades de maíz. Las variedades fueron Asgrow RX 717 (Monsanto Co. D.F. México) y P3055W (Pionner, DuPont. Jalisco, México). Las variedades fueron escogidas de acuerdo al color de grano, siendo amarillo Asgrow RX 717 y blanco la P3055W. El maíz se sembró el 15 de febrero de 2019, en camas separadas a 1.65 m a doble hilera y con separación de 12 cm entra planta y planta hasta lograr una densidad de plantación de 10 plantas m². La aplicación de los tratamientos fue desde el 29 de marzo y hasta el 3 de mayo del 2019. Se utilizó un sistema de riego por goteo con goteros separados a 20 cm. El riego se realizó cuando tensiómetros insertados en el suelo a una profundidad de 30 cm tuvieron

lecturas de 20-25 Cbr. La dosis de fertilización fue de 220-60-80 kg ha⁻¹ de nitrógeno, fósforo y potasio. El control de malezas se realizó de forma manual y el de plagas fue de acuerdo a prácticas tradicionales. Las variables evaluadas fueron altura, número de hojas (ambas a los 75 y 100 dds: días después de la siembra), área foliar, peso fresco de la planta, seco de las hojas y área foliar específica. Así mismo, se midió el NDVI (45 dds), potasio y nitratos en el extracto celular del tallo y en la nervadura central de la hoja más recientemente madura; rendimiento. El rendimiento se cuantificó en elote fresco e incluyó granos por hilera, número de hileras, grano por elote y largo de cada elote. Los resultados obtenidos de cada parcela se les realizó análisis de varianza. Cuando se detectó diferencia entre tratamientos se realizó prueba de medias utilizando a Tukey (P < 0.05).

Resultados y Discusión

El Cuadro 1, presenta la altura y el número de hojas de dos variedades de maíz por efecto de cuatro dosis de Si. A los 75 dds se identificó una relación inversa entre las dosis de Si y la altura de las plantas de maíz. Sin embargo, a los 100 dds, se encontró una interacción entre la dosis de Si y la variedad (P < 0.0001). Para el caso del número de hojas, a los 100 dds, la dosis de 9.28 kg ha⁻¹ sem⁻¹, fue la que incrementó el mayor número de hojas (13.20).

Cuadro 1. Dosis de Si sobre la altura y número de hojas del cultivo de calabacita.

SiO ₂ (kg ha ⁻¹ semana ⁻¹)	Altura		Número de hojas	
	75 dds	100 dds	75 dds	100 dds
0	182.67 a	234.67 b	11.23	12.86 b
4.64	181.33 a	243.33 a	11.16	12.90 b
9.28	180.77 a	241.50 a	10.73	13.20 a
18.56	163.47 b	222.33 c	10.86	12.20 c
Valor de P	< 0.0001	< 0.0001	0.072	0.001
Variedad (V)				
P3055W	176.93	247.42	10.68	13.20
Asgrow 717	177.18	223.50	11.31	12.30
Valor de P	0.094	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Interacción S × V	0.024	0.035	0.642	0.752

El cuadro 2, presenta el área foliar, peso fresco y peso seco de las hojas, además del área foliar específica de plantas de dos variedades de maíz por efecto de cuatro dosis de Si. Al igual que el Cuadro 1, ninguna de las variables la aplicación de Si afectó significativamente (P > 0.05) al cultivo de calabacita. En ninguna de las variables evaluadas se encontró respuesta en las dos variedades a las dosis de Si aplicado.

Cuadro 2. Área foliar, peso seco de las hojas, peso seco específico, peso seco de los tallos y peso seco total en el cultivo de calabacita por efecto de cuatro dosis de Si.

SiO ₂ (kg ha ⁻¹ sem ⁻¹)	Área foliar (cm ² ·planta ⁻¹)	Peso fresco (g·planta ⁻¹)	Peso seco de hojas (g·planta ⁻¹)	Área foliar específica (g·cm ² ·planta ⁻¹)
0	4557	942	41.25	110.7
4.64	4815	907	44.58	115.2
9.28	5927	832	39.17	146.1
18.56	4698	842	41.67	116.7
Valor de P	0.525	0.573	0.706	0.202
Variedad (V)				
P3055W	5168	909	47.08	111.90
Asgrow 717	4830	853	36.25	132.41
Valor de P	0.642	0.392	0.004	0.116
Interacción S × V	0.334	0.555	0.101	0.289

Cuadro 3. NDVI, concentración de potasio, nitratos y °Brix en el extracto celular de peciolo del cultivo de calabacita por efecto de cuatro dosis de Si.

SiO ₂ (kg ha ⁻¹ semana ⁻¹)	NDVI‡	NO ₃ en tallo	K en tallo	NO ₃ en nervadura de hoja	K en nervadura de hoja
				mg L ⁻¹	
0	0.72	1778	6067	972	3750
4.64	0.69	1718	6500	1072	4100
9.28	0.70	532	6150	1128	3383
18.56	0.67	765	6283	626	3422
Valor de P	0.322	0.075	0.584	0.449	0.530
Variedad (V)					
P3055W	0.69	778	5983	1100	3842
Asgrow 717	0.70	1619	6517	799	3486
Valor de P	0.534	0.044	0.035	0.148	0.403
Interacción S × V	0.690	0.141	0.568	¶	¶

¶ Interacción S × V no fue determinada, debido a la pérdida de una repetición en la variedad Asgrow 717.

El Cuadro 3, presenta el NDVI, concentración de potasio, nitratos y °Brix en el extracto celular de peciolo del cultivo de calabacita por efecto de cuatro dosis de Si. El NDVI a los 45 dds, estuvo en el orden de los 0.71 unidades, mientras que la concentración de NO₃ y K en el extracto celular de tallo fue de 1200 y 6250 mg L⁻¹. Por otro lado, en la nervadura central de la hoja potasio y nitratos, 950 y 3660 mg L⁻¹. En ninguna de las variables la aplicación de Si afectó significativamente (P > 0.05) al cultivo de maíz.

Para el caso del rendimiento y sus características de rendimiento. Ninguna de las variables de rendimiento respondió significativamente ($P > 0.05$) a la aplicación de Si en el cultivo de maíz. Las diferencias encontradas fueron en las dos variedades de maíz. Sin embargo, esas diferencias son atribuidas a las características intrínsecas de cada variedad.

Cuadro 4. Grano e hileras por mazorcas en dos variedades de maíz por efecto del silicio.

SiO ₂ (kg ha ⁻¹ sem ⁻¹)	Grano por hilera	Número de líneas	Grano por elote	Largo del elote
0	36.96	16.63	957.70	20.96
4.64	36.36	16.80	961.10	20.59
9.28	35.26	19.86	954.50	20.25
18.56	36.56	19.56	1004.00	20.21
Valor de P	0.518	0.847	0.835	0.161
Variedad (V)				
P3055W	36.91	17.93	1386.40	20.55
Asgrow 717	35.66	15.50	552.20	20.46
Valor de P	0.136	<0.0001	<0.0001	0.747
Interacción S × V	0.342	0.931	0.563	0.058

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, el Si, no jugó un papel importante como efecto benéfico. Existen reportes en la literatura del beneficio de Si en cultivos manejados bajo condiciones de estrés como salinidad, sequía, ataque de insectos o enfermedades (Wang et al., 2015; Savvas, Giotis, Chatzieustratiou, Bakea y Patakioutas, 2009). Para nuestro caso, las plantas de maíz no estuvieron sometidas a estrés alguno lo que no permitió mostrar las bondades reportadas de este elemento. Más estudios son requeridos en los cuales se evalúe el efecto del Si en maíz, pero sometido a algún estrés ambiental.

Literatura Citada

- Liang, Y.; Sun, T.; Zhu, W.Y.G.; Christie, P. 2007. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: A review. *Environmental Pollution*, 147: 422-428.
- Ma, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50: 11-18
- Ma, J.F. and Yamaji, N. 2008. Functions and transport of silicon in plants. *Cellular and Molecular Life Science*, 65: 3049-3057
- Savvas, D.; Giotis, D.; Chatzieustratiou, E.; Bakea, M.; Patakioutas, G. 2009. Silicon supply in soilless cultivations of zucchini alleviates stress induced by salinity and powdery mildew infections. *Environ. Exp. Bot.* 65, 11–17
- Wang, S.; Liu, P.; Chen, D.; Yin, L.; Li, H. and Deng, X. 2015. Silicon enhanced salt tolerance by improving the root water uptake and decreasing the ion toxicity in cucumber. *Frontiers in Plant Science*, 6: 759- 769.

PONENCIAS EN CARTEL

AGRICULTURA ORGÁNICA

EFFECTO DE LA LOMBRICOMPOSTA EN EL DESARROLLO INICIAL DE LA PLANTA DE CALABAZA (*Cucurbita pepo* L.)

Aguillon Espinoza Martha Xitlaly¹, Rochín Manriquez Ramona Yaneth¹, Dominguez Amador Jose Carlos¹, Zamora Romero Sergio Esteban¹, Gómez Gómez Claudia², Zamora Salgado Sergio²

¹Estudiante 3^{er} semestre ingeniero agrónomo; ²Ayudante académico; ³profesor-investigador. Universidad Autónoma de Baja California Sur. marthaa.aguillonespinoza@gmail.com.

Resumen

En la actualidad, la calabacita se ha convertido en un producto de exportación, permitiendo con ello generar divisas. En México, la producción de calabacita es considerada como una opción de comercio rentable, debido a la importante derrama económica que se genera por la demanda que existe tanto a nivel nacional como a nivel mundial. El objetivo principal del experimento fue observar el efecto de la lombricomposta en el desarrollo inicial de la planta de calabacita (*Cucurbitácea pepo* L.). El estudio se llevó a cabo durante el mes de mayo de 2019; en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. En el experimento se utilizaron bolsas maceteras, las cuales se llenaron con diferentes proporciones de suelo y lombricomposta, por cada tratamiento se hicieron 5 repeticiones las cuales fueron: T1 25% lombricomposta y 75% suelo; T2, 50% lombricomposta y 50% suelo; T3: 75% lombricomposta y 25% suelo; T4 100% de lombricomposta y T5, 100% suelo. Las variables a evaluar fueron: diámetro y altura del tallo, ancho, largo y número de hojas. 100% de lombricomposta, no hubo emergencia, razón por la cual no se hicieron los cálculos correspondientes. El T1 fue el que obtuvo mayor respuesta en diámetro del tallo, ancho de la hoja, altura de la planta y número de hojas, con excepción del largo de la hoja, que fue superado por el T2 y T5. La adición de lombricomposta tiene efectos favorables en el crecimiento, desarrollo. Sin embargo, se debe tener cuidado en la proporción de humus que se va agregar.

Palabras clave: cucurbitácea, agricultura orgánica, zonas áridas.

Abstract

At present, pumpkin has become an export product. In Mexico, pumpkin production is like a profitable trade option, due to the important economic spill that is generated by the demand that exists both nationally and globally. The main objective of the experiment is to observe the effect of vermicompost on the initial development of the zucchini plant (*Cucurbitácea pepo* L.). The

study was carried out during the month of May 2019; at the Autonomous University of Baja California Sur. In the experiment pots will be used pots, which were filled with different proportions of soil and vermicompost, for each treatment 5 repetitions were made which were: T1 25% vermicompost and 75% soil; T2, 50% vermicompost and 50% soil; T3: 75% vermicompost and 25% soil; T4 100% vermicompost and T5, 100% soil. The variables under evaluation were: stem diameter and height, width, length and number of leaves. 100% vermicompost, there was no emergency, which is why the corresponding ones were not made. T1 was the one that obtained the highest response in stem diameter, leaf width, plant height and number of leaves, with the exception of the leaf length, which was exceeded by T2 and T5. The addition of vermicompost has favorable effects on growth, development. However, you should be careful in the proportion of humus to be added.

Keywords: *Cucurbitaceous*, organic agriculture, arid areas.

Introducción

El género cucúrbita, en donde se agrupa a los diversos tipos de calabaza, ya sea tierna o dura, ha estado presente en las culturas americanas desde épocas remotas. En la actualidad, la calabacita se ha convertido en un producto de exportación, permitiendo con ello generar divisas Yoldi (1999). La calabacita pertenece a la familia de las cucurbitáceas, esta hortaliza es originaria de América Central de donde se expandió a diferentes partes del mundo gracias a su alto nivel de resistencia que le permite desarrollarse de manera óptima en cualquier lugar. En México, la producción de calabacita es considerada como una opción de comercio rentable, debido a la importante derrama económica que se genera por la demanda que existe tanto a nivel nacional como a nivel mundial. Los principales productores de calabacita en el país son Sonora, Sinaloa, Tlaxcala y Nayarit, la mayor parte de la producción se destina principalmente al mercado internacional de Japón, Canadá y Estados Unidos. Hidroponía.mx (2016). La agricultura orgánica se define como una visión sistemática y sustentable para la producción agrícola que usa como parte fundamental de los procesos biológicos de los ecosistemas naturales (García, 1995). La lombricomposta ha demostrado ser un buen sustrato para la producción de plantas de hortalizas (Capistran et al., 2001). El compostaje es una transformación microbiana de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Este proceso se identifica como lombricompostaje cuando participan diversas especies de lombrices. Existe la creencia de que ambos procesos biotecnológicos son excelentes para elaborar abonos orgánicos, pero que, en el caso del lombricompostaje, el material obtenido está enriquecido química y biológicamente (Ferrera y Alarcón 2001). Los abonos orgánicos pueden satisfacer la

demanda de nutrientes de los cultivos, reduciendo significativamente el uso de fertilizantes químicos y mejorando las características de los vegetales consumidos (Rodríguez et al. 2009). Los abonos orgánicos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas. (Mosqueira, 2010). Además, muchas sustancias encontradas en compostas inmaduras pueden producir una reducción en el rango de crecimiento de las plantas, el cual depende de la fuente del material empleado y del proceso de compostaje (Wu y Ma, 2001). El objetivo principal del experimento es observar el efecto de la lombricomposta en el desarrollo inicial de la planta de calabacita (*Cucurbitácea pepo* L.).

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo durante el mes de mayo de 2019; en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, ubicado en la Ciudad de La Paz, localizada en 24°10' latitud norte y 110°19' longitud oeste, a 18 metros sobre el nivel del mar. En el experimento se utilizaron bolsas maceteras, las cuales se llenaron con diferentes proporciones de suelo y lombricomposta, por cada tratamiento se hicieron 5 repeticiones las cuales fueron: T1 25% lombricomposta y 75% suelo; T2, 50% lombricomposta y 50% suelo; T3: 75% lombricomposta y 25% suelo; T4 100% de lombricomposta y T5, 100% suelo, En total el experimento consto de 20 unidades (Figura 1). Se depositaron 2 semillas de *Cucurbita pepo* L, a una profundidad de 1.5 cm. Los días de riego fueron aplicados los días lunes, miércoles y viernes de cada semana, con ayuda de una probeta graduada se aplicaban 500 ml por maceta. Se hicieron los cálculos debidos de acuerdo al porcentaje de suelo, sustrato y tamaño de la bolsa. Las variables a evaluar fueron: diámetro, altura del tallo, ancho, largo y número de hojas. Las variables fueron medidas con el Calibrador Vernier Digital de 6 Pulgadas 150 mm modelo CA3930. Para el análisis estadístico se utilizó el programa "Métodos estadísticos de la FAUANL" (2012).

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 muestran los resultados de tres de los cinco tratamientos, Esto obedece a que en los tratamientos de 75 y 100% de lombricomposta, no hubo emergencia. A los 8 días de llevar el monitoreo de los 5 tratamientos, la germinación se presentó en los tratamientos: T1 y T5, 2 días más tarde, se obtuvo respuesta de T2, 3 días enseguida en el T3 emergió una sola plántula, mientras que en el T4, 100% de lombricomposta, no hubo emergencia, razón por la cual no se hicieron los cálculos correspondientes. De acuerdo a los tratamientos en los que se presentó emergencia, se obtuvieron las medias de cada variable. Se observa que el T1 fue el

que obtuvo mayor respuesta en diámetro del tallo, ancho de la hoja, altura de la planta y número de hojas, con excepción del largo de la hoja, que fue superado por el T2 y T5.

Cuadro 1. Variables consideradas en el experimento

Tratamiento	Diametro Tallo (mm)	Ancho de hoja (mm)	Longitud de hoja (mm)	Altura de Planta (cm)	No. Hojas
25% lombricomposta 75% suelo	7.014	91.094	28.822	3.580	4.000
50% Lombricomposta- 50% suelo	6.170	75.488	32.538	2.880	3.800
100% suelo	6.960	58.982	32.358	3.180	1.800

Los resultados concuerdan con lo señalado por Gutiérrez (2004), quien señala que la adición de lombricomposta tiene efectos favorables en el crecimiento, desarrollo y abundancia radicular de las plántulas, lo cual es de gran importancia para un mejor rendimiento. Igualmente, con Friedich (2001) quien menciona que el humus es un abono orgánico prácticamente insuperable, que puede incrementar hasta 300 % la producción de hortalizas y otros productos vegetales. De igual manera, De la Cruz (2005) señala lo importante que es el humus como fuente de minerales y agrega que la calidad de la lombricomposta es muy variable de una cosecha a otra. Sin embargo, se debe tener cuidado en la proporción de humus que se va agregar, ya que lo observado en los tratamientos de 75% y 100% de humus en el sustrato, inhibió la emergencia. Se visualizó que se dificultaba la infiltración del agua y falta de espacios vacíos debido a su la estructura, lo que posiblemente provocó la no germinación de la semilla.



Figura 1. Experimento en campo y medición de variables

Conclusiones

La lombricomposta influye de manera positiva al adicionarse al suelo para el desarrollo de la plántula. Cuando es utilizada la mezcla adecuada, puede favorecer la germinación y desarrollo de las plantas, sin embargo, el exceso de humus puede alterar algunas propiedades físicas del suelo.

Literatura Citada

Byron Mosqueira (2010) Abonos Orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana; Manuela para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. (FONAG). Pag: 4

Capistran F, Aranda E, Romero J. (2001). Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. 1era, Ed., 2ª. Reimp. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz., México. Pag.151.

De la cruz, R. R. A. (2005). Aprovechamiento de residuos orgánicos a través de composteo y lombricomposteo.

Ferrera CD, Alarcón A (2001) La agricultura del suelo en la agricultura sostenible. Ciencia Ergo Sum 8: 175-183.

Friedrich, N .kart, (2001) Lombricultura, Centro de Estudio Agropecuarios. Grupo Ed. Iberoamérica. México D.F. pp. 8, 14 -17.

Garcia JE, Monge- Nájera J. (1995). Memoria Universidad Estatal a Distancia (EUNED): San Joria del Smposio Centroamericano sobre Agricultura se, Costa Rica. Pag. 387-403. Orgánica. San Jose, Costa Rica, 6-11 de mano de 1995. Paraninfo "Daniel Oduber Q", UNED 460.

Olivares S. E. 2012. Métodos estadísticos. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Recuperado de: <https://hidroponia.mx/2016/page/14/>. Consultado el jueves 29 de agosto de 2019.

Rodríguez DN, Cano RP, Figueroa VU, Favela CE, Moreno RA, Márquez HC, Ochoa ME, Preciado R (2009) Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Terra Latinoamericana 27: 319-327.

Wu L, Ma LQ (2001) Effects of sample storage on biosolids compost stability and maturity evaluation. Journal Environmental Quality 30: 222-228.

Yoldi Miguel (1999). La calabaza y la calabacita mexicanas en el mercado norteamericano. Claridades Agropecuarias. <https://www.info.acerca.gob.mx/claridades/revistas/076/ca076>. Consultado el jueves 29 de agosto de 2019.

RESPUESTA DE PLÁNTULA DE CALABACITA (*Cucurbita pepo*) A DOSIS DE LOMBRICOMPOSTA

Domínguez Amador José Carlos¹, Rechín Manríquez Ramona Yaneth¹, Aguillón Espinoza Martha Xitlaly¹, Zamora Romero Sergio Esteban¹, Zamora Salgado Sergio², Loya Ramírez José Guadalupe².

¹Estudiante, ²Profesor-investigador. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

jkarloos94@gmail.com

Resumen

En México, *Cucurbita pepo* es la única especie de calabaza que se cultiva a nivel comercial, destinándose gran parte de la producción para la exportación a los E.U y Canadá principalmente. A nivel nacional ocupa el primer lugar por su superficie sembrada, así como su alta redituabilidad, fácil manejo, y gran demanda de mano de obra. En país, la producción de calabaza es considerada como una opción de comercio rentable debido a la importante derrama económica que se genera por la demanda que existe tanto a nivel nacional como a nivel mundial. El objetivo del estudio realizado fue potencializar el crecimiento de calabaza en etapa de germinación hasta el estado de plántula y pueda adherirse bien al suelo obteniendo el mayor aprovechamiento del mismo. El estudio se estableció el 6 de mayo de 2019 en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, localizada en 24°10' latitud norte y 110°19' longitud oeste. El experimento consistió en comparar el desarrollo en crecimiento de la calabacita (*Cucurbita pepo*) en su fase inicial, utilizando lombricomposta versus un testigo el cual fue suelo. Las variables consideradas para cada una de las plantas fueron diámetro del tallo, altura de la planta, ancho, largo y número de hojas. Como resultados se obtuvo que los tratamientos número 1 y 2 que contenían 20 y 40g, de lombricomposta fueron el que mostro mejor desempeño.

Palabras clave: Crecimiento, Mejoramiento, Humus.

Abstract

In Mexico, *Cucurbita pepo* is the only species of pumpkin that is grown commercially, with much of the production being exported to the U.S. and Canada mainly. Nationally it occupies the first place for its planted area as well as its high profitability, easy handling, and high demand for labor. In the country, pumpkin production is considered a profitable trade option due to the

important economic spill that is generated by the demand that exists both nationally and globally. The objective of the study was to potentiate the growth of pumpkin in the germination stage until the seedling state and can adhere well to the soil obtaining the best use of it. The study was established on May 6, 2019 at the Autonomous University of Baja California Sur, located at 24°10' north latitude and 110°19' west longitude. The experiment consisted of comparing the growing development of zucchini (*cucúrbita pepo*) in its initial phase, using vermicompost versus a control which was soil. The variables considered for each of the plants were stem diameter, plant height, width, length and number of leaves. As a result it was obtained that treatments number 1 and 2 containing 20 and 40g, of vermicompost were the one that showed better performance.

Keywords: Growth, Improvement, Humus.

Introducción

En México, *Cucúrbita pepo* es la única especie de calabaza que se cultiva a nivel comercial, destinándose gran parte de la producción para la exportación a los E.U y Canadá principalmente. A nivel nacional ocupa el primer lugar por su superficie sembrada, así como su alta redituabilidad, fácil manejo, y gran demanda de mano de obra (Martínez, 2001). En virtud de producir cultivos con una mayor calidad y que el costo de abonos sintéticos ha elevado significativamente el uso de este tipo de mejoradores de suelo orgánicos se ha vuelto de suma importancia. La incorporación de materia orgánica al suelo, es que mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas (como la estructura y permeabilidad, la capacidad de retención de agua), forma agregados más estables, y da capacidad de intercambio catiónico, facilitando la absorción de nutrimentos por la raíz, estimulando el desarrollo de la planta. En suelos arenosos mejora la cohesión de las partículas, la micro flora nativa de la composta ayuda a controlar patógenos del suelo (García, Félix, Herrán, 2014). Lombricomposta (*humus* de lombriz) es un material similar a la tierra, producido de la fracción orgánica de los residuos a través de la tecnología de lombricomposteo, alto en contenido de nutrientes y comúnmente utilizado como mejorador de suelos o sustituto de fertilizantes (Morales, 2011).

Una de las bases, para utilizar abonos orgánicos, es el aportar los nutrimentos esenciales de forma natural a las plantas para su crecimiento. Estos nutrimentos, están conformados por dieciséis elementos esenciales, los cuales provienen principalmente del suelo y del aire (Labrador, 2001). La disponibilidad de los nutrimentos para las plantas puede ser afectada por factores ligados a el suelo como el pH, el tipo de arcilla, el contenido de materia orgánica y las formas de humus que predominan, la actividad de los microorganismos, el contenido de agua y

la fuente de fertilizante aplicada, especialmente por la solubilidad (Kass, 2007). El objetivo del estudio realizado fue comparar el desarrollo en crecimiento de la calabacita (*Cucúrbita pepo*) en su fase inicial, utilizando lombricomposta.

Materiales y Métodos

El trabajo se inició el 6 de mayo de 2019 en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) situada en el km 5.5 de la carretera al sur ubicado en la ciudad de La Paz, localizada en 24°10' latitud norte y 110°19' longitud oeste a 18.5 metros sobre el nivel del mar. El experimento consistió en comparar el desarrollo en crecimiento de la calabacita (*cucúrbita pepo*) en su fase inicial, utilizando lombricomposta. El diseño experimental fue completamente al azar, con 5 tratamientos y 5 repeticiones. Los tratamientos fueron las dosis de lombricomposta 20, 40, 60 y 80 g de lombricomposta, que equivalen a 1.8, 3.6, 5.4 y 7.2 t ha⁻¹, teniéndose como testigo el suelo. El suelo utilizado fue el del campo agrícola presenta una textura migajón-arenoso con 0.4% de MO. La siembra se realizó en macetas de 25 x 20 cm a una profundidad de 1.5 cm colocando, 2 semillas por maceta. El riego se aplicó los días lunes, miércoles y viernes de cada semana, con un volumen de 500 ml (figura 1). Las variables de estudio fueron diámetro del tallo, altura del tallo, ancho, largo y número de hojas. La toma de medidas se realizó con un vernier digital de 6 pulgadas (150mm) marca LEEX modelo CA393 (Figura 2).



Figura 1 riego del cultivo



Figura 2. Medición de variables.

Resultados y Discusión

La emergencia ocurrió a los 4 días después de la siembra (figura 3). Transcurridos 10 días tenía sus hojas verdaderas. Los resultados obtenidos en el estudio se muestran en el cuadro número 1. En la variable ancho de la hoja, no se reflejó diferencia estadística en los tratamientos 1, 2 y 3; sin embargo, el tratamiento 2, de 40g., de lombricomposta, fue el que mostraron mejor desempeño. En cuanto al largo de la hoja, los tratamientos 1, 2 y 4, fueron estadísticamente iguales, pero el tratamiento 1, con 20g de lombricomposta, tubo mejor desempeño. La altura del tallo se mostró más en el tratamiento 2, aunque fue estadísticamente igual al tratamiento 1. Similar comportamiento se observa en el número de hojas.



Figura 3 emergencias de planta

Cuadro 1. Resultado de variables

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)	Ancho de la hoja(mm)	Largo de la hoja (mm)	Altura del tallo (cm)	No. de hojas
20g.	9.224	138.850 a	115.172 a	4.720 ab	6.4 ab
40g.	8.932	142.038 a	113.034 a	5. 940 a	7 a
60g.	9.196	116.562 a	69.542 b	2.840 c	6.2 b
80g.	9.964	70.390 b	89.144 a	3.780 bc	6.8 ab
100% suelo	10.138	69.732 b	32.372 bc	3.140 bc	5.2 c

Letras iguales no hay diferencia estadística

El menor desempeño en las variables medidas se presentó en el testigo, a excepción del diámetro del tallo. En general, el tratamiento 2, que representa 3.6 t ha⁻¹, fue el que mejor respuesta de desarrollo mostró el cultivo y caso contrario el tratamiento testigo. Se comprueba lo que señalan Morales (2011), Labrador (2001) y Kass (2007), quienes coinciden en que la composta aporta nutrientes a la planta y su uso como mejorador de suelos o sustituto de fertilizantes, además con Díaz *et al.* (2016), quien, analizando las mismas variables, menciona que los resultados de los tratamientos superaron al testigo.

Conclusiones

La aplicación de lombricomposta tiene efecto en el desarrollo inicial de La calabacita (cucúrbita pepo). El tratamiento 40 gr de lombricomposta equivalente a 3.6 ton ha⁻¹ fue el de mejor desempeño y el testigo, que fue 100% suelo, el que menor desarrollo mostró el cultivo. Sin embargo, se recomienda repetir el experimento hasta llegarlo a etapa de producción y analizar el efecto de los tratamientos estudiados.

Literatura Citada

Díaz, F., Albarado, C. M. Allende A., Ortiz, C., F., E., (2016). Crecimiento, Nutrición y rendimiento de calabacita con fertilización biológica y mineral, pp. 448. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v32n4/0188-4999-rica-32-04-00445.pdf>

Kass, D. C. L. (2007). *Fertilidad de suelos*, Editorial Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica, pp. 41.

Kirkby, E. A. & V. Römheld. (2007). *Micronutrients in plant physiology: functions, uptake and mobility.*, Proceedings 543, *The International Fertilizer Society*, P. O. Box, York, YO32 5YS, United Kingdom.pp1-6.

Labrador, M. J. (2001). *La material orgánica en los agroecosistemas*. Ediciones Mundi Prensa. México. pp.120.

Martínez, A. M. (2001). *El Cultivo de la Calabacita (Cucurbita pepo) en México*. Pp. 11,12 y 13. Recuperado [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1201/EL%20CULTIVO%20LA%20CALABACITA%20\(Cucurbita%20pepo%20L.\).pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1201/EL%20CULTIVO%20LA%20CALABACITA%20(Cucurbita%20pepo%20L.).pdf?sequence=1)

EFFECTO DEL GUANO DE AVES MARINAS EN EL DESARROLLO DE LA PLÁNTA DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

Higuera Crespo N.G., Beltrán Morales F.A., Ortiz Fausto Y. G., Murillo Higuera M. I.,
Moreno López M.E., Sánchez Monreal L.Á.

Universidad Autónoma de Baja California Sur, carretera al sur km 5.5, La Paz Baja California Sur. México
e. Mail:naara_higuera@hotmail.com

Resumen

México es el principal proveedor a nivel mundial de tomate con una participación en el mercado internacional de 25.11% del valor de las exportaciones mundiales. La agricultura moderna ha incorporado el uso de productos orgánicos que incrementan el crecimiento y rendimiento de los cultivos y la calidad de las cosechas. El guano, un abono natural creado a partir de excrementos de ciertos tipos de aves y murciélagos, constituye una alternativa ecológica a los fertilizantes químicos, e incluso representa una fuente de energía, puesto que puede utilizarse para producir biogás. El gran poder fertilizante del guano se debe a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo, dos de los elementos químicos básicos para el metabolismo de las plantas, por lo que se trata de un abono ecológico de gran calidad. Para la preparación de la siembra primero se recolectó el guano de aves marinas, después se mezcló al 0%, 5%, 10%, 15%, y 20% completando con sunchine a un 70%, vermiculita a un 20% y peat foam a un 10% obteniendo así el 100% de la mezcla total. En esta investigación encontramos que el peso verde aéreo de la plántula y el peso verde total son mayores al agregar 5% de la mezcla de guano de pato.

Palabras Clave: Abono, ambiente, contaminación.

Abstract

Mexico is the leading supplier worldwide of tomato with a stake in the international market of 25.11% of the value of world exports. Modern agriculture has incorporated the use of organic products that increase growth and crop yield and quality of crops. The guano, a natural fertilizer created from certain types of bird or bat droppings, is an ecological alternative to chemical fertilizers, and even represents a source of energy, since it can be used to produce biogas. The great guano fertilizer power is due to its high levels of nitrogen and phosphorus, two of the basic chemical elements to the metabolism of plants, so it's a great quality ecological fertilizer. For the preparation of the planting is first collected guano from seabirds, then mixed to 0%, 5%, 10%,

15%, and 20% completing with sunchine 70 percent, vermiculite to 20% and foam to 10% peat obtaining 100% of the total mixture. In this research we found that air green seedling weight and the total green weight are greater by adding 5% slurry of guano from duck.

Keywords: Fertilizer, environment, pollution.

Introducción

México es el principal proveedor a nivel mundial de tomate con una participación en el mercado internacional de 25.11% del valor de las exportaciones mundiales. A pesar de que durante el periodo 2003-2016 se experimentó una reducción en la superficie sembrada presentó un crecimiento acumulado en la producción (54.25%) y en las exportaciones en fresco (77.87%) convirtiéndolo en uno de los cultivos con mayor incremento en la productividad (Sagarpa, 2017). La agricultura moderna ha incorporado el uso de productos orgánicos que incrementan el crecimiento y rendimiento de los cultivos y la calidad de las cosechas y tienen efectos sinológicos que incluyen el alargamiento celular, la diferenciación vascular, y desarrollo de la producción. Además, el aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrimentos, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo (Cerrato *et al.*, 2007; Ramos y Terry, 2014). El guano, un abono natural creado a partir de excrementos de ciertos tipos de aves y murciélagos, constituye una alternativa ecológica a los fertilizantes químicos, e incluso una fuente de energía, puesto que puede utilizarse para producir biogás. El gran poder fertilizante del guano se debe a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo, dos de los elementos químicos básicos para el metabolismo de las plantas, por lo que se trata de un abono ecológico de gran calidad para todos los tratamientos de cultivos de interior o exterior, tanto para usos domésticos como agrícolas (Cajamarca, 2012). Con base en lo anterior en esta investigación se probaron 5 diferentes porcentajes de guano de aves marinas y su efecto en el desarrollo de las plántulas de tomate.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en febrero de 2019, en el Cuerpo Académico de Agricultura Sustentable de Zonas Áridas (CAZUZA) localizado en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, ubicada en el municipio de La Paz Baja California Sur, México. En una casa malla con un 80% de sombra ubicada en las siguientes coordenadas: 24, 6' 3.14'' y Latitud Norte 110, 18' 54.44'' Longitud Oeste. (X=0569557 y Y=2665366). Para la preparación de la siembra primero se recolectó el guano de pato, después se mezcló al 0%, 5%, 10%, 15%, y 20%

completando con sunchine a un 70%, vermiculita a un 20% y peat foam a un 10% obteniendo así el 100% de la mezcla total. La semilla de tomate utilizada fué la variedad saladet Rio Grande. La siembra se realizó en una charola de 200 cavidades la cual se dividió en 5 unidades experimentales de 5 cavidades cada uno. Los riegos proporcionados fueron una vez al día durante la mañana todo el tiempo del experimento desde el momento en que fueron sembradas las semillas. Se monitorio diariamente la temperatura con un termómetro marca W.S Tyler USA modelo 10 (0.0787 in) 2 mm, donde las temperaturas osciladas fueron entre 21.3 centígrados a 30.3 centígrados. Los tratamientos fueron nombrados como (T1, T2, T4, T5) y un testigo como (T6) de los cuales se realizaron 5 repeticiones de cada uno. La emergencia de las plantas se registró el día cuando se observó una protuberancia en el sustrato y la aparición de los cotiledones de la plántula y se contó el número de plántulas emergidas. Después de la emergencia y con el paso del tiempo se llevó el registro de las plántulas que contaban con las hojas verdaderas las cuales se contó su diámetro con una regla cuando tenían más de 0.5 cm de longitud. Se realizaron 7 mediciones en total. La medición de altura de las plantas se realizó a través de una regla de 30 cm una vez por semana. El diámetro del tallo fue medido por un vernier electrónico (CALLIPER) cuando las plántulas tuvieron suficiente grosor ya que los tallos fueron medidos una sola vez. Después de todo el tiempo las plántulas fueron extraídas de la charola, donde se separó la parte aérea y la parte de la raíz en una báscula de precisión (OHAUS) después de obtener estos datos se llevaron a una estufa deshidratadora (SHEL-LAB) a una temperatura de 65 grados, donde estuvieron por 3 días y posteriormente fueron de nuevo pesadas en la báscula de presión, donde se tomaron los datos de peso verde y peso seco de las plántulas. El experimento fue analizado con un diseño al azar con 5 repeticiones y 5 tratamientos. El análisis de los resultados se realizó con el programa de programa estadístico de la facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. En el cual se utilizó el diseño experimental de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD= $p=0.05$).

Resultados y Discusión

A pesar de que no hubo diferencias estadísticas significativas, las variables evaluadas mostraron tendencias numéricas favorables, tal como se observa en el cuadro 1. Las variables de peso verde de la raíz de la plántula de tomate presento mayor peso el testigo con 1.846 gr, en contraste el menor peso se obtuvo con la mezcla del 15% del guano de pato con 0.525 gr. Para peso verde aéreo y peso verde total de la plántula la mezcla con 5% fue la que tuvo más impacto sobre los demás arrojando 2.981 gr y 3.491 y el menor en ambos casos fue el 20% de

la mezcla con cifras de 2.103 gr y 2.693 gr. Nuevamente en el testigo se apreció el mayor peso en los casos de peso seco de la raíz con 0.133 gr, peso seco aéreo con 0.301 gr y peso seco total de la planta con 0.474 gr. Por contraste el guano de pato al 20% fue el que presento mejor peso en los 3 casos con cifras de 0.088 gr, 0.012 y 0.300 gr. Se distingue que el número de foliolos de la las plántulas de tomate la variable del testigo fue la que presento mayor numero con un total de 6.520. Con una diferencia en menor número a la mezcla del 15% con un 5.020. En el de diámetro de tallo el testigo presento un mayor crecimiento con 0.653 cm, en desigualdad al 20% de la mezcla del guano de pato con 0.083 cm.

Cuadro 1. Variables fenológicas en plántula de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

T	PVR (gr)	PVA (gr)	PVTP (gr)	PSR (gr)	PSA (gr)	PATP (gr)	NF	DT (cm)	AP (cm)	PE (%)
Testigo	1.846	2.332	3.018	0.132	0.301	0.474	6.520	0.653	8.564	90.350
5%	0.608	2.981	3.491	0.113	0.294	0.407	5.080	0.088	7.840	100.00
10%	0.539	2.357	2.896	0.092	0.230	0.321	6.100	0.092	8.500	79.960
15%	0.525	2.431	2.956	0.099	0.251	0.350	5.020	0.089	8.460	73.300
20%	0.589	2.103	2.693	0.088	0.212	0.300	5.680	0.083	7.880	76.640

T: tratamientos, PVR: peso verde de la raíz, PVA: peso verde aéreo, PVTP: Peso verde total de la planta, PSR: peso seco de la raíz, PSA: peso seco Aéreo, PSTP: peso seco total de la planta, NF: número de foliolos, DM: diámetro del tallo, AP: altura de la planta, PE: porcentaje de emergencia

Se puede observar que la variable de altura de la planta nuevamente el testigo presento mayor crecimiento con 8.56 cm a comparación con el 5% de guano de pato que solo obtuvo un 7.840 cm. Por último, se puede analizar que la variable de porcentaje de emergencia de las plántulas de tomate presento una emergencia del 100% el caso de 5% de guano de pato. En contraste se obtuvo la menor emergencia con la mezcla de 15% con un 73.300%.

Conclusiones

De manera general se recomienda el uso de la mezcla de sushine con vermiculita y peat foam para la producción de plántulas de tomate, ya que se observan que no hay diferencias de manera significativas en contraste con el guano de pato. Sin embargo, se puede distinguir que el peso verde aéreo de la plántula y el peso verde total son mayores al agregar 5% de la mezcla

de guano de pato. En contraste para la emergencia de todas las plántulas el 5% del guano de pato resulto con un 100%, siendo el mejor de todos en esta variable.

Literatura Citada

Diego Cajamarca V. (2012). Tema: Procedimientos para la elaboración de abonos. Universidad de Cuenca: Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Cerrato, M. E.; Leblanc, H. A. y Kameko, C. (2007). Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical*, 3 (2):183-197.

Olivares Sáenz E., (2012). Programa Estadístico Versión 1.0. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2017). *Jitomate Mexicano*. 2018, de SAGARPA

APLICACIÓN DE SOLUCIONES DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) BAJO RIEGO POR GOTEO: CRECIMIENTO, CALIDAD Y RENDIMIENTO

Huez-López Marco Antonio¹, López-Elías Jesús¹, Jiménez-León José¹, Barrales-Heredia Susana Marlene¹

¹Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. marco.huez@unison.mx

Resumen

Un experimento de campo fue realizado en 2018 para estudiar el efecto de la aplicación de tres productos comerciales de extractos de algas marinas sobre el desarrollo y productividad de garbanzo. A través del sistema de riego por goteo, se aplicaron los extractos líquidos al suelo (1 L ha⁻¹) y se evaluaron algunas características morfológicas como altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas y vainas por planta, y número de granos por planta. También se determinó el rendimiento de grano y la calidad de grano de acuerdo con su calibre. Adicionalmente se determinó el contenido de humedad y de proteína en el grano. En general se observó un mejor desarrollo del cultivo e incremento en el rendimiento con la aplicación de estos extractos de algas marinas. Los máximos valores fueron alcanzados con la aplicación de los extractos de algas marinas del producto comercial SeaCream.

Palabras clave: Calidad, Garbanzo, Rendimiento

Abstract

A field experiment was performed in 2018 to study the effect of the application of three seaweed extracts commercial products on growth and productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Through drip irrigation system, seaweed extracts were applied to soil (1.0 L ha⁻¹) and some morphological characteristics as plant height, stem diameter, branches and pods number per plant, and grain number per plant were determined. The grain yield and its quality according to size were also determined. Additionally grain humidity and protein contents were determined. In general, an enhancement of crop growth and yield increase were observed with the seaweed extracts applications. The maximum values were achieved with the application of seaweed extract from SeaCream commercial product.

Key words: Chickpea, Quality, Yield

Introducción

En la búsqueda de nuevas biotecnologías que permitan la reducción del uso de productos químicos inorgánicos, la agricultura moderna ha comenzado a utilizar algas marinas como bioestimulantes orgánico. Estos extractos han sido utilizados por siglos como mejoradores y fertilizantes en la agricultura, pero han sido ampliamente usados en los últimos años, particularmente en la agricultura orgánica (Craigie, 2011). Se ha reconocido que los extractos de algas marinas tienen un efecto positivo en el desarrollo y rendimiento de los cultivos (Panda *et al.*, 2012). Estos efectos benéficos son debido a que los extractos de algas marinas contienen macro y micronutrientes, aminoácidos, vitaminas, citoquinas, auxinas y ácido abscísico, así como sustancias promotoras del crecimiento (Mooney y Van Staden, 1986).

Con la aplicación de extractos de algas marinas, prometedores resultados han sido reportados en el rendimiento de soya (*Glycine max* L.) (Rathore *et al.*, 2009); componentes del rendimiento en trigo (*Triticum aestivum* L.) (Badry y Salim, 2016); rendimiento, contenidos de cenizas y proteína en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Kocira *et al.*, 2017), y; significantes efectos en el desarrollo vegetativo y características del rendimiento, así como cambios favorables en la calidad de la semilla y perfil de proteínas con aplicaciones foliares de extractos de algas en garbanzo. Los extractos líquidos pueden ser aplicados cerca de las raíces de la planta, lo cual puede ser logrado mezclando los extractos con el agua de riego y aplicados como riego por goteo a los cultivos (Battacharyya *et al.*, 2015). Poca información existe sobre el efecto de la aplicación de soluciones de extractos de algas marinas al suelo a través del sistema de riego por goteo; por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar si la aplicación de tres extractos comerciales de algas marinas *Ascophyllum nodosum* aplicados al suelo mejoran el crecimiento, rendimiento y calidad de garbanzo cultivado bajo riego por goteo.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el módulo de riego por goteo del campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora (coordenadas 29° 00'47" latitud norte y 110°08' 00" longitud oeste). El clima de esta región de acuerdo con la clasificación Köppen es un clima desértico cálido (BWh) caracterizado con precipitaciones en el verano con un promedio anual de 200 mm, temperatura media anual de 24° C (temperaturas extremas de -3° C y 46° C), y una evapotranspiración potencial de 2560 mm. El suelo es un franco arenoso con contenidos de arena de 70.66 %, limo de 19.0% y de arcilla de 10.34 %, pH de 7.6 y CE de 0.59 dS m⁻¹.

El material utilizado fue la variedad Blanco Sinaloa-92, la cual es la variedad con mayor comercialización en el mercado internacional. La siembra fue realizada el 27 de diciembre del 2017, a doble hilera, con una separación de 0.08 m entre plantas y 0.4 m entre hileras de plantas, surcos a 1.0 m. El tamaño de la parcela experimental fue de 12.0 m x 20 m. Antes de la siembra, se colocó superficialmente cinta de riego (Aqua-Traxx, 6 mil con goteros espaciados cada 0.30 m y gasto unitario de 1.0 L h⁻¹) en cada surco.

Los tratamientos consistieron de cuatro aplicaciones de 1.0 L ha⁻¹ de extractos líquido de algas marinas *Ascophyllum nodosum* de los productos Kelpro®, MaxiFrut®, y Seacream®, comparados con tratamiento sin aplicar (testigo). Los tres tratamientos y el testigo fueron repetidos tres veces arreglados en un diseño experimental completamente al azar. Las aplicaciones de los extractos fueron en las fechas: 17 y 24 de febrero, 2 y 13 marzo del 2018, a través del sistema de riego por goteo.

Se cosecharon tres plantas por repetición para evaluar características morfológicas como la altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas y número de vainas; además se evaluaron los componentes de rendimiento número y peso de granos por planta, el peso de 30 g (calibre) y el rendimiento potencial por ha se determinó con el peso promedio de granos de las plantas cosechadas en los tres surcos de 15 m de largo para cada tratamiento repetidos tres veces. Adicionalmente, se determinó el contenido de humedad y proteína en el grano.

Cada una de las variables fue sometida a un análisis de varianza (ANOVA) y cuando se presentaron diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey para el análisis de diferencias de medias. El análisis se realizó con el paquete estadístico SAS.

Resultados y Discusión

Los datos sobre los caracteres morfológicos del desarrollo vegetativo del garbanzo Blanco Sinaloa-92 afectado por la aplicación al suelo de los diferentes extractos de algas son presentados en el Cuadro 1. No hubo diferencias significativas dentro de las características morfológicas entre los tratamientos donde se aplicaron los extractos, sin embargo, la altura de planta y el número de vainas en garbanzo aplicado con el producto SeaCream fueron estadísticamente superiores a los del testigo. Boghdady *et al.*, (2016) presentan similares resultados en altura de planta y número de vainas en garbanzo cv. Giza 195 cuando se le aplicaron extractos de algas marinas en diferentes concentraciones. Singh *et al.*, (2017) encontraron un efecto significativo en altura de planta, pero no en el número de ramas en garbanzo asperjado con soluciones de extractos de algas.

Cuadro 1. Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas sobre las características morfológicas del garbanzo.

Tratamiento	Altura planta, cm	Diámetro tallo, cm	Numero ramas	Numero vainas
MaxiFrut	64.0 ab	9.8 a	3.3 a	51.4 ab
Kelpro	65.3 ab	10.4 a	3.0 a	49.4 ab
SeaCream	71.0 a	11.3 a	3.0 a	60.3 a
Testigo	54.0 b	9.1 a	3.0 a	43.8 b

Valores seguidos por la misma letra dentro de la misma columna son significativamente no diferentes a una $P \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Los datos presentados en el Cuadro 2 muestran el efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el rendimiento y sus componentes en garbanzo. La aplicación del producto de extracto de algas marinas SeaCream produjo estadísticamente plantas con mayor número de granos y con mayor peso de granos por planta. Como consecuencia de esto, este producto comercial produjo el más alto rendimiento de grano de garbanzo. Calvo *et al.*, (2014) establecen que estos incrementos son atribuidos a los efectos bioestimulantes que poseen los extractos de algas marinas debido a la presencia de hormonas reguladoras del crecimiento y otros compuestos de bajo peso molecular.

Con respecto al número de granos por 30 gramos (calibre), no se presentaron diferencias significativas en cuanto a este parámetro. De acuerdo con estos números, la clasificación del garbanzo por calibre, con los productos Maxifrut y Kelpro se produjeron granos de calibre XX, mientras SeaCream y el Testigo produjeron calibres X. Romero-Baranzini *et al.*, (2014) evaluaron este parámetro en diferentes variedades y localidades en el noroeste de México y encontraron que la variedad Blanco Sinaloa 92 presentó una variación de 40 a 47 granos en 30 g de muestra, solamente en el Estado de Sonora. Igualmente, no hubo diferencias significativas en el contenido de humedad y proteínas entre los tratamientos, presentándose un promedio de 7.22 y 18.39% en estos, respectivamente.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el rendimiento y Componentes de rendimiento de garbanzo.

Tratamiento	No. granos planta ⁻¹	Peso granos planta ⁻¹	Número granos/30 g de muestra	Rendimiento, kg ha ⁻¹
MaxiFrut	53.3 b	23.45 b	46.9 a	1686.6 b
Kelpro	53.9 b	31.75 ab	46.3 a	1950.0 a
SeaCream	64.9 a	34.55 a	45.3 a	2133.3 a
Testigo	47.1 b	29.45 ab	44.4 a	1371.1 c

Valores seguidos por la misma letra dentro de la misma columna son significativamente no diferentes a una $P \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Conclusiones

Los resultados de este estudio confirman que la aplicación de extractos de algas marinas mejora el desarrollo y rendimiento de los cultivos, en este caso el del garbanzo. El producto comercial SeaCream produjo mejores resultados en cuanto al desarrollo de la planta y también en el rendimiento y sus componentes de este comparado a la no aplicación de estos extractos. De acuerdo con estos resultados, la aplicación de extractos de algas marinas es una opción factible para obtener incrementos en los rendimientos de garbanzo bajo las condiciones de la Costa de Hermosillo.

Literatura Citada

- Badry. B., M. Salim. (2016). Influence of biochar and seaweed extract applications on growth, yield and mineral composition of wheat (*Triticum aestivum* L.) under sandy soil conditions. *Annals of Agricultural Science*. 62:2567-261. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2016.06.001>
- Battacharyya, D., M. Zamani Babgohari, P. Rathor, B. Prithiviraj. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 196:39–48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09>.
- Boghdady, M.S., Dalia A. H. Selim, Rania M.A. Nassar, Azza M. Salama. (2016). Influence of foliar spray with seaweed extract on growth, yield and its quality, profile of protein pattern and anatomical structure of chickpea plant (*Cicer arietinum* L.). *Middle East Journal of Applied Sciences*. 06: 207-221. Recuperado de: <http://www.curreweb.com/mejas/mejas/2016/207-221.pdf>
- Calvo P., L. Nelson, J. W. Kloepper. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. 383:3–41. DOI 10.1007/s11104-014-2131-8
- Craigie, J. S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol*. 23: 371-393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
- Kocira, S., A. Kocira, R. Kornas, M. Koszel, M. Szmigielski, M. Krajewska, A. Szparaga Z. Krzysiak. (2017). Effects of seaweed extract on yield and protein content of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *LEGUME RESEARCH An International Journal*. LR-383 [1-5]. DOI: [10.18805/LR-383](https://doi.org/10.18805/LR-383)
- Mooney, P.A., J. Van Staden. (1986). Algae and cytokinins. *Journal of Plant Physiology* 123, 1–2. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(86\)80061-X](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(86)80061-X)
- Panda, D., K. Pramanik, B. R. Nayak. (2012). Use of Sea Weed Extracts as Plant Growth Regulators for Sustainable Agriculture. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*: 3(3):404-411. Recuperado de: <http://growgreenfertiliser.com/static/files/publications/Pandaetal.pdf>
- Rathorea, S.S., D.R. Chaudharyb, G.N. Borichab, A. Ghoshb, B.P. Bhatta, S.T. Zodapeb, J.S. Patolia. (2009). Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany* 75:351–355. Recuperado de: <https://cyberleninka.org/article/n/186575/viewer>
- Romero-Baranzini A.L., J.M. Barrón Hoyos, M.R. Falcón Villa, y R. Anduaga Cota. (2014). Evaluación de la calidad comercial y tecnológica de variedades y líneas avanzadas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) cosechadas en el noroeste de México. *Biocencia*: XVI:7-14.

Singh, U., C.S. Praharaj, S.S. Singh, K.K. Hazra, N. Kuma. (2017). Does foliar applied seaweed extracts enhance growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.)?. *Journal of Food Legumes*. 30:262-266, Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/324840381_Does_foliar_applied_seaweed_extract_enhance_growth_and_yield_of_chickpea_Cicer_arietinum_L

Sivritepe, N., Ö. Sivritepe. (2008). Organic Priming with Seaweed Extract (*Ascophyllum nodosum*) Affects Viability of Pepper Seeds. *Asian Journal of Chemistry*. 20:5689-5694. Recuperado de: http://www.asianjournalofchemistry.co.in/User/ViewFreeArticle.aspx?ArticleID=20_7_106

RENDIMIENTO DE UN GENOTIPO DE CHILE SERRANO (*Capsicum annuum* L.) PRODUCIDO BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN CASA SOMBRA

Jiménez-León José¹, Castaño C. Grecia R., López E. Jesús, Huez L. Marco A.

Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Rosales y Boulevard Luis

Encinas 83000 Hermosillo, Sonora, México. Jose.jimenez@unison.mx

Resumen

El objetivo de ésta investigación, fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica, comparada con la inorgánica y una combinación de ambas en el cultivo de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) bajo agricultura protegida en la Universidad de Sonora. Las variables que se evaluaron fueron: peso del fruto, número de frutos por planta y rendimiento. Para el peso del fruto por planta no se observaron diferencias significativas entre tratamientos en los primeros dos cortes, sin embargo, para el tercer corte si hubo diferencias significativas, resultando los mejores tratamientos la fertilización inorgánica y la mezcla de inorgánica más extractos de algas con 280.29 y 212.21 g respectivamente. Para el cuarto y quinto corte la tendencia fue de la misma manera hasta el promedio final resultando el mejor tratamiento la fertilización inorgánica con 233.94 g por planta seguido de la mezcla de inorgánico más extracto de algas con 166.75 g por planta. Respecto al rendimiento se puede observar que a partir del tercer corte resultaron con mayor rendimiento los tratamientos que contenían inorgánicos resultando el promedio total la fertilización inorgánica con 38665.77 kg ha⁻¹ y la fertilización inorgánica más extracto de algas con 27514.08 kg ha⁻¹. Los resultados obtenidos de la presente investigación muestran que la fertilización orgánica no proporciona altos rendimientos comparada con la inorgánica debido a la liberación gradual de nutrientes a la planta.

Palabras clave: fertilización, agricultura orgánica. chile verde.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of organic fertilization, compared to inorganic and a combination of both in the cultivation of serrano pepper (*Capsicum annuum* L.) under protected agriculture at the University of Sonora. The variables that were evaluated were: fruit weight, number of fruits per plant and yield. For the weight of the fruit per plant, no significant differences were observed between treatments in the first two cuts, however, for the

third cut if there were significant differences, the best treatments were inorganic fertilization and the mixture of inorganic plus algae extracts with 280.29 and 212.21 g respectively. For the fourth and fifth cut the trend was in the same way up to the final average resulting in the best treatment inorganic fertilization with 233.94 g per plant followed by the mixture of inorganic plus seaweed extract with 166.75 g per plant. Regarding the yield, it can be observed that from the third cut the treatments that contained inorganic resulted with the highest yield, resulting in the total average inorganic fertilization with 38665.77 kg ha⁻¹ and inorganic fertilization plus algae extract with 27514.08 kg ha⁻¹. The results obtained from this research show that organic fertilization does not provide high yields compared to inorganic because of the gradual release of nutrients to the plant.

Key words: fertilization, organic agriculture, green pepper.

Introducción

En el género *Capsicum*, la especie *Capsicum annuum* L. es la de mayor importancia económica. El chile, como comúnmente se denomina a la planta y particularmente a su fruto, constituye un recurso económico, alimenticio y medicinal valioso en México (SIAP, 2011). La mayor parte de la producción de chile mexicano destinado a la exportación proviene de la costa noroeste, particularmente los estados de Sinaloa y Sonora, lo que le permite ser uno de los principales abastecedores de chile en los mercados de Estados Unidos Canadá, Japón y Alemania, principalmente en ciclo invierno-primavera. (Partida y Quezada, 2012). Esto es el resultado de la incorporación de avanzados sistemas de producción, incluyendo la agricultura protegida (INFORURAL, 2012). En la actualidad, una de las principales tareas de los científicos es encontrar formas naturales de mejorar la productividad de las plantas, que conduzca a una agricultura respetuosa con el medio ambiente (Nagy y Pintér, 2014). La reducción del uso de fertilizantes químicos en la agricultura es esencial para minimizar el impacto ambiental y mejorar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (du Jardin, 2015) Van Oosten *et al.*, 2017). los abonos orgánicos constituyen una opción sostenible, aunque no contengan los nutrimentos suficientes para la obtención de cosechas de alto rendimiento, porque promueven el incremento de la materia orgánica del suelo, la actividad microbiana y una liberación gradual de nutrientes a la planta, para una nutrición mineral más balanceada (Nicholls y Altieri, 2006). Por otra parte, los costos de las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos por hectárea son menores en comparación con los productos minerales de síntesis.

El objetivo de ésta investigación, fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica, comparada con la inorgánica y una combinación de ambas en el cultivo de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) bajo agricultura protegida en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora.

Materiales y Métodos

La presente investigación se realizó bajo un sistema de agricultura protegida durante el ciclo primavera-verano de 2019, en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora (29° 00' 51" latitud norte, 111° 07' 59" longitud oeste y una altitud de 149 MSNM), clima BW(h) hw(e) el cual corresponde a la categoría de muy árido, extremoso y cálido (García, 1988). Se utilizó un área de casa sombra de 375 m². Se evaluó un genotipo de chile Serrano (*Capsicum annuum* L) híbrido Don Vicente. La densidad de plantación fue de 3.3 plantas m⁻², la aplicación del riego se realizó cuando la tensión de humedad alcanzó valores de -15 a -20 kPa en tensiómetros colocados a 30 cm de profundidad, usando cinta colocada superficialmente al lado de la hilera del cultivo, con goteros separados 30 cm y gasto de 1 L h⁻¹. Los tratamientos evaluados fueron Lixiviado de lombriz 300 Lha⁻¹, Composta Gallinaza 9 t.ha⁻¹, Lombricomposta 5 t.ha⁻¹, fertilización inorgánica 290N-75P-250K-70Ca-45Mg kg ha⁻¹ y Fertilización inorgánica + Extracto de algas 2 L ha⁻¹. Las variables que se evaluaron fueron: peso del fruto, número de frutos por planta y rendimiento, al igual que la Eficiencia del Uso del Agua. El experimento se realizó de acuerdo a un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos de cada variable de estudio fueron procesados mediante análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), usando el programa estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2006).

Resultados y Discusión

El periodo de producción de chile Serrano fue de 60 días, realizándose el primer corte a los 85 días y acumulando cinco cortes en total. Para el peso del fruto por planta (Cuadro 1) No se observaron diferencias significativas entre tratamientos en los primeros dos cortes, sin embargo, para el tercer corte si hubo diferencias significativas, resultando los mejores tratamientos la fertilización inorgánica y la mezcla de inorgánica más extractos de algas con 280.29 y 212.21 g respectivamente. Para el cuarto y quinto corte la tendencia fue de la misma manera hasta el promedio final resultando el mejor tratamiento la fertilización inorgánica con 233.94 g por planta seguido de la mezcla de inorgánico más extracto de algas con 166.75 g por planta. Los resultados obtenidos coinciden con (De la Cruz *et al.*, 2010), quienes observaron en cultivo de

chile piquín la diferencia en el rendimiento obtenido con respecto a las fuentes de fertilización, encontraron mayor rendimiento en los sistemas de producción inorgánica.

Cuadro 1. Peso (g) por planta de chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) Var. Don Vicente Producido bajo fertilización orgánica e inorgánica, en condiciones de agricultura protegida.

Tratamiento	Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV	Corte V	Promedio
Lixiviado	77.35a [†]	112.00a	64.94b	83.49b	60.41b	79.64
Gallinaza	81.91a	110.88a	103.08b	148.75b	86.03b	106.13
Vermicomposta	69.46a	78.00a	105.81b	108.50b	168.70ab	106.09
Fert. Inorgánica	45.90a	86.50a	280.29a	436.50a	320.50a	233.94
Inorg.+Orgánica	43.05a	99.50a	212.21a	320.00ab	159.00ab	166.75

[†] Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$).

Respecto al rendimiento (Cuadro 2) se puede observar que los tratamientos orgánicos en el primer corte resultaron mayores que el inorgánico y la mezcla con algas, aunque no hubo diferencias significativas. Para el segundo corte tampoco hubo diferencias significativas, pero a partir del tercer corte se resultaron con mayor rendimiento los tratamientos que contenían inorgánicos resultando el promedio total la fertilización inorgánica con 38665.77 kg ha⁻¹ y la fertilización inorgánica más extracto de algas con 27514.08 kg ha⁻¹. Referente a esto, (Stanhill,1990) menciona que en la agricultura orgánica el rendimiento se reduce entre 10.0 y 30.0 % respecto a la agricultura convencional.

Cuadro 2. Rendimiento (kg ha⁻¹) de chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) Var. Don Vicente Producido bajo fertilización orgánica e inorgánica, en condiciones de agricultura protegida.

Tratamiento	Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV	Corte V	Total
Lixiviado	2552.5a [†]	3696a	2143.02b	2755.17b	1993.53b	13140.22
Gallinaza	2703.03a	3659 a	3401.64b	4908.75b	2838.99b	17511.41
Vermicomposta	2292.18a	2574a	3491.73b	3580.5b	5567.1ab	17505.51
Fer. Inorgânica	1514.7a	2920.5a	9249.57a	14404.5a	10576.5a	38665.77
Inorg.+orgânica	1420.65a	3283.5a	7002.93a	10560 ab	5247ab	27514.08

[†] Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$).

Conclusiones

Los resultados obtenidos de la presente investigación muestran que la fertilización orgánica no proporciona altos rendimientos comparada con la inorgánica debido a la liberación gradual de nutrientes a la planta.

Literatura Citada

De La Cruz-Lázaro, E.; Osorio-Osorio, R.; Martínez-Moreno, E.; Lozano R., A. J.; Gómez-Vázquez, A.; Sánchez-Hernández, R. 2010. Use of composts and vermicomposts for organic production of tomato in greenhouses. *Interciencia* 35(5): 363-368.

Du Jardin P. 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci Hortic.* 196:3–14.

García, E.1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Offset Larios, México, D.F.

INFORURAL. 2012. Chile, producción nacional. Disponible en:
<http://www.inforural.com.mx/spip.php?article7381>

Nagy, P.T., T. Pintér. 2014. Effects of Foliar Biofertilizer Sprays on Nutrient Uptake, Yield and Quality Parameters of Blaufrankish (*Vitis vinifera* L.) Grapes, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, DOI: 10.1080/00103624.2014.989016.

Partida-Sandoval, A. A.; Quezada-Camberos, S. M. 2012. De los nombres del chile y sus variedades principales en tierras nayaritas. *Revista Fuente.* 4(10): 50-55.

SAS Institute Inc. 1996. The SAS System for Windows Release 6.12. Cary, N. C. USA.

SIAP Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2011) Anuario de la producción Agrícola del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado 12/03/2017

Stanhill, G. 1990. The comparative productivity of organic agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 30(1-2): 1-26. Doi: 10.1016/0167-8809(90)90179-H

Van Oosten M. J., O. Pepe, S. De Pascale, S. Silletti, A. Maggio. 2017. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chem Biol Techn Agric.* 4:5.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L) MEDIANTE EL USO DEL ABONO ORGÁNICO DE GALLINAZA

Ledezma Mayoral M.F., Beltrán Morales F.A., Aguilar Bastidas P., Vidañez Zapien G.A., Rodríguez Parra J.R., Castillo Córdova J.F., Osuna Amador D.E.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur km 5.5. Apartado postal 19-B.

La Paz, Baja California Sur. México. e-Mail: max.ledezma2005@gmail.com

Resumen

El tomate *Solanum lycopersicum*, pertenece a la familia Solanaceae. Es una planta herbácea anual, bianual, de origen centro y sudamericano. El estudio se llevó a cabo en febrero del 2019 en una casa malla con un 80% de sombra frente al edificio del cuerpo académico de agricultura sustentable de zonas áridas (CAZUZA) de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, ubicado en el municipio de La Paz, Baja California Sur, México. El tratamiento de 10 por ciento arrojó el resultado más grande en cuestión de número de hojas pero no muy por otras está el de 5 por ciento. En porcentaje de emergencia el testigo fue con el mayor dato resaltando con los demás tratamientos y por último en los datos de altura y diámetro el tratamiento de 10 por ciento tiene el mayor valor también no con mucha diferencia del tratamiento de 5 por ciento.

Palabras clave: Abono, ambiente, contaminación

Abstract

The tomato *Solanum lycopersicum* belongs to the Solanaceae family. It is an annual, biannual herbaceous plant of central and South American origin. The study was conducted in February 2019 in a mesh house with 80% shade in front of the building of the academic body of sustainable agriculture of arid areas (CAZUZA) of the Autonomous University of Baja California Sur, located in the municipality of La Paz, Baja California Sur, Mexico. The treatment of 10 percent yielded the largest result in a matter of number of leaves but not very for others is the 5 percent. In percentage of emergency the witness was with the greatest data highlighting with the other treatments and finally in the height and diameter data the treatment of 10 percent has the highest value also not with much difference of the treatment of 5 percent.

Key words: Fertilizer, environment, pollution

Introducción

El tomate *Solanum lycopersicum* pertenece a la familia Solanaceae. Es una planta herbácea anual, bianual, de origen centro y sudamericano. Actualmente es cosmopolita, cultivada para consumo fresco e industrializado. Dentro de la horticultura mundial, el cultivo de tomate es uno de los rubros con mayor dinamismo (INIA, 2017). El rápido desarrollo de la producción de tomate en muchos países, como en México, debe principalmente a sus cualidades nutritivas. En estos últimos años cabe destacar la industrialización del tomate en que aumenta su consumo paralelamente al crecimiento demográfico, obligando a ampliar notablemente su cultivo en países como México que tienen climas apropiados para su desarrollo (López *et al*, 2004). México es el principal proveedor a nivel mundial de tomate con una participación en mercado internacional de 25.11% del valor de las exportaciones mundiales. A pesar de que durante el periodo 2003-2016 se experimentó una reducción en la superficie sembrada, presentó un crecimiento acumulado en la producción (54.25%) y en las exportaciones en fresco (77.87%) convirtiéndolo en uno de los cultivos con mayor incremento en productividad (SAGARPA, 2017). El cultivo de tomate en condiciones de sustrato es capaz de producir frutos de excelente calidad además de cumplir con los estándares de inocuidad alimentaria. Por otra parte, en años recientes, la demanda de productos desarrollados orgánicamente se ha incrementado, debido a que los abonos orgánicos permiten como medios de crecimiento mejorar las características cualitativas de los vegetales consumidos por el hombre (Rodríguez *et al* 2009). La gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad. La gallinaza se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es cascarilla de arroz mezclado con cal, en pequeñas porciones, la cual se coloca en el piso. Es un apreciado abono orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad (Cantarero, Martínez, 2002). Por lo tanto para evaluar la calidad de la gallinaza en el aporte de nutrientes se realizó 5 pruebas de 4 repeticiones de diferentes concentraciones de sustrato y gallinaza vertida a la charola de germinación en semillas de tomate.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en febrero del 2019 en una casa malla con un 80% de sombra frente al edificio del cuerpo académico de agricultura sustentable de zonas áridas (CAZUZA) de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, ubicado en el municipio de La Paz, Baja California Sur, México. La casa malla está ubicada en las siguientes coordenadas: 24° 6' 3.14" Latitud Norte y 110° 18' 54.44" Longitud oeste (X=0569557 y Y=2665366). Para empezar la

preparación de la siembra, primeramente se pulverizó el abono orgánico en este caso gallinaza y se pasó por un tamiz del No. 12 y se colocó en una bolsa de plástico. Para la preparación del sustrato de la siembra se utilizó del 5 al 20 % del abono orgánico que es la gallinaza y completando el 100% con la mezcla de los siguientes materiales sustrato comercial Sunshine 70%, vermiculita 20% y peat foam 10%. Para la siembra se necesitó de una charola de siembra con 144 cavidades y se dividieron en 21 secciones de 6 cavidades cada una. Por cada cavidad se agregó primeramente el sustrato y el porcentaje de abono orgánico que le perteneciera, después se agregó semillas de tomate de la marca Rio Grande y se relleno de sustrato nuevamente para cubrir las semillas. Los tratamientos fueron (T2, T3, T4, T5) y un testigo (T1) con 5 repeticiones cada uno. Los riegos se realizaron todos los días sin excepción todas las mañanas, durante todo el periodo de duración del experimento. Al igual se tomó registro de la temperatura todos los días con un termómetro marca W.S Tyler USA modelo 10, donde la temperatura media era de 30 grados centígrados. La emergencia de las plantas se registró el día en que los cotiledones sobresalían de la parte superior del sustrato en la charola de siembra y dada a esta acción se contó el número de plantas emergidas todo el tiempo en que se llevó a cabo el experimento. Ya dada la mayoría de las plantas emergidas se midió y se contó la altura y número de hojas verdaderas esto con una regla de plástico de 30 cm de la marca BACO todo este proceso aproximadamente por un mes. El último día de medición también se midió el diámetro del tallo con un vernier electrónico (CALLIPER) esto se realizó hasta lo último para no partir el tallo durante el proceso de crecimiento y así no tener inconvenientes. Para finalizar todas las plántulas fueron retiradas de la charola, para después con un atomizador con agua se lavó con mucho cuidado la parte de la raíz eliminando todo rastro de sustrato, posteriormente se cortó en cada una de las plántulas la parte de la raíz así obteniendo dos partes, la parte del tallo y las hojas la parte de la raíz. Cada una de las plántulas con sus dos partes se metió a un sobre manila que después se pesó (peso fresco) en una báscula de precisión (OHAUS) el cual después de obtener los datos se ingresaron a una estufa deshidratadora (SHEL-LAB) a una temperatura de 65 grados por 3 días. Pasado los días otra vez se pesaron las plántulas (peso seco) como la parte aérea y la parte de la raíz y se reunieron los datos. El análisis de los resultados se realizó con el programa de programa estadístico de la facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. En el cual se utilizó el diseño experimental de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD= $p=0.05$).

Resultados y Discusión

Se puede observar en la tabla 1 que el tratamiento de 5 porciento de gallinaza es superior a los demás tratamientos en cuestión de peso de raíz, parte área y peso total tanto como en viva y seca. El tratamiento de 10 porciento arrojo el resultado más grande en cuestión de número de hojas pero no muy por otras está el de 5 porciento. En porcentaje de emergencia el testigo fue con el mayor dato resaltando con los demás tratamientos y por último en los datos de altura y diámetro el tratamiento de 10 por ciento tiene el mayor valor también no con mucha diferencia del tratamiento de 5 porciento.

Cuadro 1. Efecto de concentraciones de gallinaza en la planta de tomate.

TRATAMIENTOS	PVR (gr)	PVA (gr)	PVT (gr)	PSR (gr)	PSA (gr)	PST (gr)	NF	PE (%)	ALT (cm)	D (cm)
TESTIGO	0.64 ^b	2.33 ^{bc}	3.01 ^b	0.13 ^{abc}	0.30 ^{ab}	0.47 ^{ab}	6.52 ^a	88.55^a	8.68 ^{ab}	1.16 ^a
5%	3.06^a	8.14^a	11.20^a	0.26^a	0.69^a	0.95^a	7.40 ^a	69.96 ^a	13.49 ^a	2.83 ^a
10%	2.14 ^{ab}	6.00 ^{ab}	8.15 ^{ab}	0.17 ^{ab}	0.40 ^{ab}	0.58 ^{ab}	7.60^a	56.62 ^{ab}	13.85^a	3.02^a
15%	0.73 ^b	2.42 ^{bc}	3.15 ^{bc}	0.54 ^{bc}	0.18 ^b	0.23 ^b	5.60 ^{ab}	26.62 ^{bc}	10.48 ^{ab}	2.29 ^a
20%	0.13 ^b	0.47 ^c	0.61 ^c	0.01 ^c	0.03 ^b	0.04 ^b	2.20 ^b	6.64 ^c	5.10 ^b	1.07 ^a

Valores con letras iguales dentro, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05)

PVR: Peso Vivo Raíz, PVA: Peso Viva Aérea, PVT: Peso Vivo Total, PSR: Peso Seco Raíz, PSA: Peso Seco Área, PST: Peso Seco Total, NF: Numero Foliolos, PE: Porcentaje de Emergencia, ALT: Altura, D: Diámetro.

Conclusiones

Analizando los datos que se obtuvieron en la tabla de resultados de las plántulas de tomate es recomendable usar 5 porciento de gallinaza para tener mejor desarrollo y así tener un mejor crecimiento para el momento del trasplante de las plántulas esto lleve a una mejor producción.

Literatura Citada

INIA (2017) Manual de cultivo del tomate al aire libre <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/11%20Manual%20Tomate%20Aire%20Libre.pdf> consultado 19 de agosto del 2019.

López A.R., Real R.M., Villavicencio F.E., Lucero A.A., (2004) Cultivo de tomate en el valle de Vizcaíno <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1319/1/LIBRO%20CULTIVO%20DE%20TOMATE%20EN%20EL%20VALLE%20DEL%20VIZCAINO.pdf> consultado 19 de agosto del 2019.

Cantarero H.R.J., Martínez T.O.A., (2002) Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) <http://repositorio.una.edu.ni/1853/1/tnf04c229.pdf> consultado 22 de agosto del 2019

SAGARPA (2017) Jitomate mexicano, <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257077/Potencial-Jitomate.pdf> consultado 19 de agosto del 2019

COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y PROTEÍNA EN DOS VARIEDADES DE TRIGO DURO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA

Ortiz Avalos Alma Angélica, Cortés Jiménez Juan Manuel, Félix Fuentes José Luis,
Zazueta Encinas Gerardo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 155, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81224. Correo: ortiz.alma@inifap.gob.mx

Resumen

En el CENEB-INIFAP, se establecieron las variedades comerciales CENEB ORO 2017 y CIRNO C2008. El objetivo del trabajo fue evaluar la relación entre los componentes de rendimiento y la proteína, sobre la producción de dos variedades de trigo duro en un lote con certificación orgánica. La siembra se realizó el 14 de diciembre de 2018 a doble hilera, se fertilizó con 10 t ha^{-1} de compost a base de gallinaza. Para el manejo fitosanitario se llevaron a cabo dos aplicaciones para pulgón con productos a base de ajo y jabón de higuera. La maleza se controló con una escarificada entre hileras y dos deshierbes manuales. Se aplicó un riego de presembrado y tres riegos de auxilio. La parcela útil fue de dos hileras de un metro de longitud. Los resultados de los componentes de rendimiento reportaron: 1.370 y $1.490 \text{ kg biomasa/m}^2$; 43 y 54 granos/espiga; $10,758$ y $14,792 \text{ granos/m}^2$; 253 y 271 espigas/ m^2 para las variedades CIRNO, C2008 y CENEB ORO 2017, respectivamente. El mayor rendimiento fue de 7.117 t ha^{-1} reportado por CENEB ORO 2017; CIRNO C2008 tuvo un rendimiento de 6.075 t ha^{-1} . El contenido respectivo de proteína, al 12% de humedad, fue de 10.51 y 10.01% para CIRNO C2008 y CENEB ORO 2017. Se concluyó que el componente que mejor correlacionó con el rendimiento fue la biomasa por metro cuadrado. La variedad CENEB ORO 2017 reportó el mayor rendimiento; el mayor contenido de proteína lo reportó la variedad CIRNO C2008.

Palabras clave: Biomasa, granos, espigas

Abstract

In the CENEB-INIFAP, the commercial varieties CENEB ORO 2017 and CIRNO C2008 were established. The objective of the work was to evaluate the relationship between yield components and protein, on the production of two varieties of durum wheat in an organic certified lot. The sowing was carried out on December 14, 2018 in double row; it was fertilized with 10 t ha^{-1} of compost based on chicken manure. For the phytosanitary handling a two

applications for aphid with garlic-based products and fig soap are handled. The weed is controlled with a scarification between rows and two hand weeds. A pre-watering irrigation and three irrigation risks were applied. The useful plot was two rows of one meter in length. The results of the performance components reported: 1,370 and 1,490 kg of biomass/m²; 43 and 54 grains/spike; 10,758 and 14,792 grains/m²; 253 and 271 spikes/m² for the CIRNO, C2008 and CENEB ORO 2017 varieties, respectively. The highest yield was 7,117 t ha⁻¹ reported by CENEB ORO 2017; CIRNO C2008 had a yield of 6,075 t ha⁻¹. The respective protein content, at 12% humidity, 10.51 and 10.01% fuel for CIRNO C2008 and CENEB ORO 2017. It was concluded that the component that best correlated with performance was biomass per square meter. The CENEB ORO 2017 variety reported the highest yield; the highest protein content was reported by the CIRNO C2008 variety.

Key word: Biomass, grains, spikes.

Introducción

El trigo es el segundo cereal más importante en la alimentación de la población mexicana, el cual tiene un consumo per cápita de 57.4 kg al año. El estado de Sonora ocupa el primer lugar en superficie de trigo establecida en México. En promedio los últimos cinco años, se han establecido 284,660 hectáreas de este cultivo, con un rendimiento promedio de 6.08 t ha⁻¹. En el sur de Sonora, comprendido por los municipios de Cajeme, Navojoa, Benito Juárez, Etchojoa, Bacúm, San Ignacio Río Muerto, Huatabampo, Guaymas y Empalme, se establece cerca del 90% de la superficie del trigo sembrado en Sonora, con un rendimiento promedio, de los últimos diez años, de 6.41 t ha⁻¹ (SIAP, 2019).

El trigo cristalino o duro que se produce en la región sur de Sonora tiene tres segmentos de venta primordiales: el mercado de alimentos balanceados para el ganado, la industria o exportación. Esta región contribuye con un 42% al total nacional de trigo que se exporta. Sin embargo, las condiciones para el ingreso al mercado de exportación implican cumplir con una determinada calidad, en caso de no tenerla hay una penalización en el costo, lo que implica grandes pérdidas monetarias (Garza y Bringas, 2016).

El manejo orgánico de los cultivos es aún incipiente en la región, pero existe infraestructura, el mercado y el interés de los agricultores para llevarla a cabo, lo cual es la base para plantear una propuesta para implementar la agricultura orgánica certificada. La polémica sobre el tema ya se inició como en otras partes del mundo, donde diversos autores reportan resultados en donde la producción orgánica les ha dado menor rendimiento que la convencional (Bacenetti, Fusi, Negri, Bocchi y Fiala, 2016; Mazzoncini *et al.*, 2015; Kumar, Bauddh, Barman y Patrop,

2014; Bilsborrow *et al.*, 2013); todos atribuyen la baja de su producción al uso de fertilizantes orgánicos con poca disponibilidad de nitrógeno o que este elemento no se encuentra inmediatamente disponible en las fuentes de nitrógeno utilizadas. Sin embargo, estudios comparativos de siembra de maíz con manejo convencional y orgánico, reportaron rendimientos de 6.6 y 11.3 t ha⁻¹ respectivamente. El costo de producción del sistema orgánico reportó una reducción de costos del 3.5% e ingresos brutos que superan en un 71% a los ingresos que reporta el manejo convencional (Vidal, Camarena y Coutiño, 2016).

En cualquier región agrícola, los criterios de mayor importancia para elegir el cultivo a establecer, se basan en el rendimiento obtenido y lo redituable de este. En el Valle del Yaqui, Sonora, se han realizado una serie de estudios en producción orgánica certificada en donde los resultados obtenidos en este sistema de producción han sido iguales a los obtenidos en la producción convencional (Cortes y Ortiz, 2017), sin embargo, los componentes de rendimiento del cultivo de trigo y el porcentaje de proteína obtenidos en este sistema de producción no han sido muy estudiados, es por eso que el objetivo del trabajo fue evaluar la relación entre los componentes de rendimiento y la proteína, sobre la producción de dos variedades de trigo duro en un lote con certificación orgánica.

Materiales y Métodos

Esta evaluación se llevó a cabo durante el ciclo otoño-invierno 2018-2019 en el Block 910 del Valle del Yaqui, dentro de las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP. En un lote con certificación orgánica, se establecieron las variedades comerciales CENEB ORO 2017 y CIRNO C2008. El terreno se preparó con tres rastreos para la reincorporación de los residuos del cultivo anterior, se fertilizó con 10 t ha⁻¹ de compost a base de gallinaza, la cual fue incorporada con rastra. La siembra se realizó el 14 de diciembre de 2018 a doble hilera con una distancia entre hileras de 30 centímetros. La unidad experimental consistió en 12 surcos a 110 metros de largo separados a 80 centímetros. En el manejo fitosanitario, se llevaron a cabo dos aplicaciones para pulgón (*Diuraphis noxia*) con productos a base de ajo y jabón de higuera, ambos con registro OMRI, se utilizó dos litros por hectárea del producto a los 45 y 65 días después de la siembra. Respecto al control de maleza se realizó una escarificada entre hileras y dos deshierbes manuales. Se aplicó un riego de presembrado y tres riegos de auxilio durante el ciclo. La parcela útil fue de dos hileras de un metro de longitud. La cosecha se realizó de manera manual, las muestras recolectadas como parcela útil se pesaron, registrándose como peso de manojo (PM), se contaron las espigas (E) y se desgranaron en trilladora estacionaria tipo pullman, posteriormente el grano obtenido se limpió

de forma manual para eliminar los residuos de paja y gluma; el trigo resultante se registró como peso de grano (PG). Se extrajeron 100 granos de cada muestra limpia y se registró su peso. Los componentes de rendimiento se obtuvieron por medio de las siguientes fórmulas: grano por metro cuadrado: $\text{grano/m}^2 = [(PG \times 100) / (\text{peso 100 granos})] / 0.8 \text{ m}$. Para la obtención del número de granos por espiga se utilizó la siguiente fórmula: $\text{granos/espiga} = (PG/PM)/(E)$. La siguiente fórmula se utilizó para la obtención del número de espigas por metro cuadrado: $\text{espiga/m}^2 = (E)/(0.8 \text{ m})$. Finalmente, para la estimación del rendimiento por hectárea se utilizó como dato principal el peso del grano por metro cuadrado, utilizando la siguiente fórmula: $\text{rendimiento/ha} = [(PG)/(0.8 \text{ m})] \times 10,000$. Para obtener el rendimiento en toneladas por hectárea se realiza la división del resultado entre mil. Para obtener el valor de relación entre los componentes de rendimiento, se utilizó el programa Microsoft Excel. El diseño experimental fue de bloques al azar con seis repeticiones.

Resultados y Discusión

El análisis estadístico reportó diferencias significativas en todas las variables evaluadas, excepto en la proteína (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados de estimaciones de componentes de rendimiento de dos variedades de trigo duro bajo manejo orgánico. CENEB-INIFAP, ciclo 2018-2019.

Componente	Variedades		Fc	C.V. %	DMS 0.05
	CIRNO C2008	CENEB ORO2017			
Grano por metro cuadrado kg	0.389 b	0.455 a	0.0040	5.43	0.034
Peso 100 granos g	5.664 a	4.829 b	0.0008	3.87	0.301
Biomasa por metro cuadrado kg	1.370 b	1.494 a	0.0300	4.97	0.106
Granos por espiga	43 b	54 a	0.0006	5.45	3.908
Granos por metro cuadrado	10,758 b	14,792 a	0.0006	7.10	1346
Espigas por metro cuadrado	253 b	271 a	0.0228	3.76	14.643
Rendimiento t ha ⁻¹	6.075 b	7.117 a	0.0041	5.46	0.534
Proteína 12% Humedad	10.51 a	10.01 a	3.1800	4.83	

El mayor rendimiento lo reportó CENEB ORO 2017, esta variedad superó en un 17% a CIRNO C2008, el rendimiento presentado por ambas variedades en agricultura orgánica certificada, es similar al reportado por el trigo convencional a nivel regional y nacional de 6.41 y 6.08 t ha⁻¹ respectivamente (SIAP, 2019). En el contenido de proteína, CIRNO C2008 obtuvo un 4.99%

más de proteína que CENEB ORO 2017, Ruvalcaba, Cervantes, Salazar y Velázquez (2009) reportan correlación negativa entre el rendimiento y el contenido de proteína, además estos mismos autores reportan diferencias entre proteína entre variedades.

En cuanto a los componentes evaluados, todos resultaron más altos en CENEB ORO 2017 excepto el peso de grano, este componente reportó un 17.3% de mayor peso en CIRNO C2008, estudios previos reportan una diferencia de hasta el 23% más alta en CIRNO C2008 que en CENEB ORO 2017 (PIEAES, 2019).

Respecto a la relación entre los componentes y el rendimiento de grano de trigo, en el Cuadro 2 se observa que el componente que más se relaciona con el rendimiento es la biomasa por metro cuadrado, estos resultados coinciden con los obtenidos por Sañudo, Quiñonez, Ortiz y Cortes (2019) y, Quiñonez, Sañudo, Cortés y Ortiz (2019). Valdés, Estrada, Martínez y Domínguez (2017), reportaron que incrementos en el rendimiento de grano en trigo estuvieron relacionados con incrementos en la producción de biomasa total.

Cuadro 2. Regresión lineal entre los componentes de rendimiento determinados en dos variedades de trigo duro bajo manejo orgánico y el rendimiento de grano. Ciclo 2018-2019.

Componente	Ecuación de regresión	R ²	r
CIRNO C2008			
Biomasa/m ²	y= 4.5448x – 0.1495	0.9851	0.9925
Espigas/m ²	y= 0.0488x – 6.2620	0.7962	0.8923
Granos/espiga	y= 0.2012x – 2.4329	0.9573	0.9784
Granos/m ²	y= 0.0005x + 0.7182	0.9615	0.9805
CENEB ORO 2017			
Biomasa/m ²	y= 5.9499x – 1.7682	0.9867	0.9933
Espigas/m ²	y= 0.0763x – 13.577	0.8650	0.9300
Granos/espiga	y= 0.0450x + 4.3212	0.8288	0.9104
Granos/m ²	y= 0.0004x + 0.8824	0.9418	0.9705

Conclusiones

La biomasa por metro cuadrado es el componente que mayor se relaciona con el rendimiento en ambas variedades. La variedad CENEB ORO 2017 reportó el mayor rendimiento; el mayor contenido de proteína lo reportó la variedad CIRNO C2008.

Literatura Citada

Bacenetti, J., Fusi, A., Negri, M., Bocchi, S. and Fiala M. (2016). Organic production systems: Sustainability assessment of rice in Italy. Elsevier. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. (225):33-44. doi:10.1016/j.agee.2016.03.046

Bilsborrow, P., Cooper, J., Tétard, J. C. Srednicka, T. D., Baraski, M., Eyer, M., Schmidt, C., Shotton, P., Volakakis, N., Cakmak, I., Ozturk, L., Leifert, C. and Wilcockson S. (2013). The effect of organic and conventional management on the yield and quality of wheat grown in a long-term field trial. *European Journal of Agronomy*. 51:71-80.

Cortés, J J.M. y Ortiz, A.A.A. (2017). Agricultura orgánica: una nueva revolución verde para el Valle del Yaqui, Sonora. Trabajo presentado en el *XIV Simposio Internacional y IX Congreso Nacional de Agricultura Sostenible*, Cd. Obregón, Sonora.

Garza, L. M. C., y Bringas, C. T. (2016). Definición del mercado de trigo cristalino en el Valle del Yaqui, México. *Economía: teoría y práctica*, (44), 193-215. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-33802016000100193

Kumar, S., Baudhdh, K., Barman, S. C. and Patrap, S. R. 2014. Amendments of microbial biofertilizers and organic substances reduces requirement of urea and DAP with enhanced nutrient availability and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.) Elsevier. *Ecological Engineering*. 71:432-437.

Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora. PIEAES, A.C. (2019). Trigos cristalinos. Recuperado de <http://www.pieaes.org.mx/variedades.html>.

Quiñonez, R. C. A., Sañudo, L. P. A., Cortés, J. J. M. y Ortiz, A. A. A. (2019). Componentes de rendimiento de trigo de la variedad CENEB ORO 2017, con manejo orgánico en el Valle del Yaqui. Trabajo presentado en la *XXXI Semana internacional de Agronomía*, Gómez Palacio, Durango.

Ruvalcaba, P. L., Cervantes, S. T., Salazar, Z. A., y Velázquez, A. T. J. (2009). Selección para contenido de proteína del grano en trigo irradiado con rayos gamma de ⁶⁰Co. *Universidad y ciencia. Trópico Húmedo*. 25(3):201-212. Recuperado de <http://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/192/149>

Sañudo, L. P. A., Quiñonez, R. C. A., Ortiz, A. A. A. y Cortés, J. J. M. (2019). Componentes de rendimiento en la variedad de trigo (*triticum durum* L.) CIRNO C2008, con manejo orgánico en el Valle del Yaqui. Trabajo presentado en la *XXXI Semana internacional de Agronomía*, Gómez Palacio, Durango.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. (2019). Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. Trigo grano. Ciclo otoño-invierno. Riego + temporal. Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Valdés, V. C., Estrada, C. G., Martínez, R. C. G., y Domínguez, L. A. (2017). Rendimiento de grano en trigo modificado por cambios en la fuente durante el llenado de grano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8(1):79-90. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n1/2007-0934-remexca-8-01-79-en.pdf>

Vidal, M. V., Camarena, O. E. y Coutiño, E. B. (2016). Manejo agronómico integral-orgánico y su impacto en la producción y productividad del maíz de riego en Nayarit. Trabajo presentado en el *IV Foro Internacional de Agricultura Orgánica*, Nuevo Vallarta, Nayarit.

EFFECTO DEL LIXIVIADO DE LOMBRIZ PARA EL DESARROLLO INICIAL EN PLANTAS DE CALABAZA

Rochín Manríquez Ramona Yaneth¹, Domínguez Amador José Carlos¹, Aguillón Espinoza Martha Xitlaly¹, Zamora Romero Sergio Esteban¹, Zamora Salgado Sergio².

¹Estudiante, 3er semestre ingeniero agrónomo. ²Profesor-investigador. Universidad Autónoma de Baja California Sur. yanethrochin34@gmail.com

Resumen

Con el propósito de conocer el efecto del lixiviado en el crecimiento del cultivo de calabacita (*Cucurbitácea pepo L.*) de llevó a cabo el experimento durante un periodo de 30 días, desde de la emergencia hasta la etapa plántula. Se estableció en el campo de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, campus La Paz. El lixiviado se obtuvo de la adición del agua al compost aeróbico maduro, de donde resulta un líquido oscuro e inodoro. Los tratamientos fueron dosis de lixiviado 8, 16, 24 y 32 mililitros que representan 720, 1440, 2160 y 2,880 litros por hectárea, teniéndose como testigo el fertilizante comercial, triple 19. El diseño experimental fue completamente al azar, con 5 repeticiones por tratamiento. Las variables medidas fueron, diámetro y altura del tallo, ancho, largo y número de hojas. El análisis estadístico se realizó con el programa Diseños Experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El tratamiento que mejor impacto refleja en las variables consideradas, fue el de 24 ml que representa 2,160 L ha⁻¹, y el que menor efecto tuvo fue el testigo.

Palabras clave: fertilizante orgánico, hortaliza, plántula.

Abstract

With the purpose of knowing the effect of leachate on the growth of the cultivation of zucchini (*Cucurbitácea pepo L.*) to carry out the experiment for a period of 30 days. He settled in the field of the Autonomous University of Baja California Sur, La Paz campus. from the state of emergency to the seedling. Leachate is obtained by adding water to the mature aerobic compost, which results in a dark and odorless liquid. The treatments were leachate doses 8, 16, 24 and 32 milliliters representing 720, 1440, 2160 and 2,880 liters per hectare, taking as a control the commercial fertilizer, triple 19. The experimental design was completely random, with 5 repetitions per treatment. The variables measured were, stem diameter and height, width, length and number of leaves. The statistical analysis was carried out with the Experimental Designs program of the Autonomous University of Nuevo León. The treatment that best impact

reflects the variables considered, the value of 24 ml representing 2,160 L ha⁻¹, and the minor effect that the control had.

Keywords: organic fertilizer, vegetable, seedling.

Introducción

La calabacita (*Cucurbita pepo* L.) es uno de los cultivos más importantes en México por su alta rentabilidad, fácil manejo y gran demanda de mano de obra (Schwentenius y Gómez, 1994). El intervalo térmico para germinar la semilla está comprendido entre 21 y 35 °C, y la temperatura de crecimiento puede situarse entre los 18 y 35 °C. Los requerimientos óptimos para su desarrollo son suelos de textura media, ricos en materia orgánica y provistos de nutrimentos, es una hortaliza medianamente resistente a la salinidad, puede resistir la acidez hasta un pH cercano a 5.5 (Maroto, 1989). Es originaria de América Central de donde se expandió a diferentes partes del mundo. Cabe señalar que tan sólo en 2011 se produjeron 387 mil 463 toneladas de calabacita a lo largo de toda la República, obteniendo mayores rendimientos durante los meses de primavera y verano (hidroponia.mx. 2019). En la actualidad se está fomentando el uso de abonos naturales para distintos cultivos, uno de ellos es el lixiviado de humus de lombriz. Los lixiviados de composta se obtienen de la adición de agua a la composta aeróbico maduro, de donde resulta un líquido oscuro e inodoro, que posee nutrientes solubles y microorganismos benéficos. Este tipo de producto se diferencia de los extractos de compost, que provienen de la mezcla fermentada que se obtiene de colocar en un saco el material y este a su vez en un recipiente de agua durante una a dos semanas; su primer beneficio es como fertilizante líquido (Larco 2004). Existen numerosas caracterizaciones de los lixiviados en donde se hace énfasis en su alto poder contaminante. Usualmente los lixiviados contienen características contaminantes principales, es decir alto contenido de materia orgánica, alto contenido de nitrógeno y fósforo e igualmente de sustancias tóxicas como metales pesados (Giraldo, 1997). La presencia de agua permite una combinación de procesos físicos, químicos y microbiológicos que transfiere contaminantes de los residuos sólidos al líquido, dando como resultado la formación de lixiviados (Lei *et al.*, 2007). Los lixiviados, tienen una gran abundancia y diversidad de microorganismos benéficos, por lo que no son considerados pesticidas por eso, es el de competir con otros microorganismos por espacio y alimentación. Otros, contienen químicos antimicrobianos que producen la inhibición del crecimiento de hongos. Sin lugar a dudas los lixiviados por la cantidad de microorganismos que alberga permite y facilita a las plantas una interacción microbial que actúa como el sistema inmunológico que es capaz de contrarrestar la acción de patógenos. (Prada, 2016). El objetivo de este estudio fue valorar el

crecimiento inicial de plantas de calabacita desde la emergencia hasta la plántula, durante el primer mes de crecimiento por medio de tratamientos de lixiviado y como testigo un fertilizante comercial.

Materiales y Métodos

El estudio se estableció el 06 de mayo de 2019, en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, situada en el km 5.5 de la carretera al sur, ubicada en la ciudad de La Paz, localizada en 24° 10' latitud norte y 110° 19' longitud oeste, a 18.5 metros sobre el nivel del mar. Se estableció en un diseño completamente al azar, con 5 tratamientos con 4 repeticiones, Los tratamientos fueron las dosis de lixiviado: 8, 16, 24, 32 ml, que representan 720, 1440, 2160 y 2,880 litros por hectárea, y el testigo. La siembra se realizó en macetas de 20 cm de diámetro y 20 cm de alto, que se llenaron con una mezcla de suelo y 40 gr de lombricomposta. En cada una de ellas se depositaron dos semillas a una profundidad de 1.5 centímetros. (Figura 1). El riego se aplicó los días lunes, miércoles y viernes de cada semana, aplicándoseles 500 ml de agua por maceta. Las variables de estudio fueron: del diámetro del tallo, ancho y largo de la hoja, la altura de la planta y el número de hojas. Para su medición se utilizó un calibrador vernier digital 6 pulgadas 150 MM CA3930. (Fig. 2). El experimento se llevó en los primeros treinta días de desarrollo del cultivo.



Figura 1 Emergencia de la calabacita.



Figura 2 estado de cultivo a un mes de siembra.

Resultados y Discusión

En el cuadro no. 1 se pueden observar los valores obtenidos para las variables consideradas y la significancia estadística. Se puede observar que, a excepción de diámetro del tallo, todos los tratamientos superaron en las variables medidas al testigo. Aunque no se reflejó diferencias estadísticas en los tratamientos de 8, 16 y 24 ml, el tratamiento que mejor impacto refleja en las variables consideradas, fue el de 24 ml. El tratamiento donde los datos fueron menos favorables fue el de 32 ml. En la variable número de hojas, en el tratamiento de 16 ml se obtuvo mejor respuesta. Para poder definir la dosis más recomendable, se propone repetir el experimento y llevarlo hasta cosecha.

Cuadro 1. Variables consideradas.

Tratamiento	Diámetro del tallo(mm)	Ancho de la hoja(mm)	Largo de la hoja(mm)	Altura del tallo(cm)	No. De hojas
8 ml Lix.	6.442 a	95.958 a	69.226 a	4.760 a	4.200 ab
16 ml Lix.	5.964 ab	89.776 a	68.022 a	4.540 a	4.600 a
24 ml Lix.	7.194 a	97.648 a	73.750 a	4.320 ab	4.600 a
32 ml Lix.	4.688 bc	81.060 ab	60.560 ab	3.420 bc	3.00 bc
19-19-19	5.574 c	69.732 b	47.984 b	3.100 c	2.400 c

Letras iguales no hay diferencia estadística

El autor Singh *et al* (2010) menciona que, en la mayoría de los casos, los lixiviados se deben diluir para evitar posibles efectos fitotóxicos sobre los índices de germinación y los primeros estadios de desarrollo de las plantas, lo que posiblemente ocurrió con el tratamiento de 32 ml que reflejó menores valores en las determinaciones. Guanche (2015), recomienda en que un suministro permanente de materia orgánica de primera calidad puede ser cubierto perfectamente con la lombricultura. De acuerdo a las opiniones de los autores citados, el lixiviado es una opción de fertilizante muy importante para distintos cultivos, incluyendo el de *cucúrbita pepo*.

Conclusiones

El presente experimento aporta información importante sobre el uso del lixiviado en plantas de calabacita en el crecimiento inicial de dicho cultivo. Por el tiempo del experimento, es importante dar continuidad hasta llevarlo a producción para poder determinar su viabilidad agronómica y económica.

Literatura Citada

Giraldo E.(1997).Manejo Integrado de Residuos Sólidos Urbanos. Universidad de los Andes. 44.

Guanche G. A. (2015).Las lombrices y la agricultura. Oficina Extensión Agraria y Desarrollo Rural - La Orotava.6.

Hidroponía.mx(2016).recuperado de <https://hidroponia.mx/calabaza-uno-de-los-principales-cultivos-en-mexico/>).publicado.

Isidro Monares-Gallardo¹ ‡ Luis Fernando Ceja-Torres¹ Carlos Escalera-Gallardo¹ Gilberto Vázquez-Gálvez¹ Salvador Ochoa-Estrada. 2012- Tamaño de partícula y tiempo de aplicación pre-siembra de harina de pescado (*Plecostomus spp.*) en producción de calabacita. Terra Latinoamericana versión On-line ISSN 2395-8030 versión impresa ISSN 0187-5779

Larco E.(2004).Manejo integrado de plagas y agroecología.No.73, 79-82.Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1897E/A1897E.PDF>

Lei, Y,a Shen, Z, Huang, R, Wang, W., (2007). Treatment of landfill leachate by combined agedrefuse bioreactor and electro-oxidation. Water Research. 41, 2417-2426.

Prada Millán Y.(2016). Evaluación del lixiviado agroecológico como acondicionador del suelo en el cultivo de lechuga (*lactuca sativa*) variedad crespa verde.Universidad de Manizales. 77.

Singh R, R.K. Gupta, R.T. Patil, R.R. Sharma, R. Asrey, A.Kumar, K.K. Jangra.(2010) Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch.). Scientia Horticultura. 5-6.

ANÁLISIS DE PRECOMPOSTA DE ORIGEN CAPRINO Y BOVINO Y, HUMUS DE LOMBRIZ *Eisenia fetida*

Talamantes Higuera Misael T¹, Salmoran Camacho Salvador¹ Bórquez Sañudo

Andrés², Zamora Salgado Sergio², Beltrán Morales, F. Alfredo²

¹Estudiante, ²Profesor-investigador. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

misaeltadeotalamates@gmail.com

Resumen

La Lombricomposta (humus de lombriz) es un material similar a la tierra con un alto contenido de nutrientes, que es utilizado comúnmente como mejorador de suelos o sustituto de fertilizantes. *Eisenia fetida* o lombriz roja californiana, es la especie más popular en la técnica de lombricomposteo, debido a su habilidad para digerir residuos orgánicos en condiciones de cautiverio y producir humus comercializable: puede consumir entre 50% y 100% de su peso diario y duplicar su población en 90 días. La Lombricomposta es una opción útil para la nutrición de los cultivos, además que favorece algunas propiedades físicas de los suelos. En el presente trabajo se planteó como objetivo determinar el valor nutrimental de un material de origen caprino y bovino, precompostado y transformado en humus por las lombrices, lo que se logró a los 43 días. Los resultados muestran que el humus caprino superó al bovino en las determinaciones de MO, N, Ca y Mg, pero fue inferior en K y P. Es importante resaltar el contenido de MO en el humus de cabra cuyo valor fue de 21.74%. Estos valores justifican su uso en la agricultura orgánica por su valor nutrimental.

Palabras claves: *Eisenia fetida*, humus y precomposta.

Abstract

Earthworm (earthworm humus) is an earth-like material with a high nutrient content, which is commonly used as a soil improver or fertilizer substitute. *Eisenia fetida* or Californian red worm, is the most popular species in the technique of vermicomposting, due to its ability to digest organic waste under captive conditions and produce marketable humus: it can consume between 50% and 100% of its daily weight and double its population in 90 days. The vermicompost is a useful option for the nutrition of the crops, besides that it favors some physical properties of the soils. In this work, the objective was to determine the nutritional value of a material of goat and bovine origin, precomposted and transformed into humus by worms, which was achieved after 43 days. The results show that the goat humus exceeded that of the

cow in the determinations of MO, N, Ca and Mg, but it was lower in K and P. It is important to highlight the MO content in the goat humus whose value was 21.74%. These values justify its use in organic agriculture for its nutritional value.

Keywords: *Eisenia fetida*, humus and precomposta.

Introducción

Lombricomposta (humus de lombriz) material similar a la tierra, con un alto en nutrientes y utilizado comúnmente como mejorador de suelos o sustituto de fertilizantes. *Eisenia fetida* también conocida como lombriz roja californiana, es la especie de mayor popularidad en la técnica de lombricomposteo, debido a su habilidad para digerir residuos orgánicos en condiciones de cautiverio y producir humus comercializable. La lombriz roja californiana puede consumir entre 50% y 100% de su peso diario y duplicar su población en 90 días. La lombriz pesa un gramo aproximadamente (Mina, 2014).

El proceso de transformación se produce al pasar el material orgánico por su intestino; en este, se mezcla con elementos minerales, microorganismos y fermentos, que provocan la transformación bioquímica de la materia orgánica. El producto de sus deyecciones queda así enriquecido y “predigerido”, con lo que se acelera la mineralización y la humificación de las sustancias orgánicas que lo componen (Rodríguez, 2015). La temperatura ideal dentro del compostero es de entre 20°C y 25°C. Una excesiva acumulación de calor se evita con la aireación de los materiales, que además oxigena la mezcla. Asimismo, es necesario un ambiente húmedo para prevenir la deshidratación de la lombriz y favorecer su desplazamiento en el sustrato. Por otro lado, una humedad excesiva puede producir condiciones anaeróbicas no aptas para las lombrices, que causan olores desagradables, además de la producción de lixiviados (Morales, 2011). Como abono orgánico mejora las condiciones físicas del suelo, incrementa su capacidad de movilización y absorción de los nutrientes, y desde el punto de vista químico, aporta macroelementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) y microelementos (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro, etc.) (Schuldt, 2006). El objetivo del estudio fue comparar el contenido de pH, CE, MO, N, K, P, Ca y Mg que aporta el precomposteo y el humus de lombriz una vez terminado su proceso.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en acampo agrícola de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, (24°05'58"N 110°19'06"W). Las muestras analizadas fueron estiércol bovino y

caprino obtenido de la posta zootécnica de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. El proceso se inició hasta que completaron 300 kg de cada uno de los estiércoles.



Figura. 1 Ubicación del sitio experimental

El pre-compostaje se inició el 23 abril para ambos productos a los que se les dio el mismo tratamiento. Éste consistió en la aplicación de agua hasta saturar el estiércol haciéndose la prueba de puño, que consistió en que la muestra liberará de 8 a 10 gotas de líquido. Se dejó reposar por 48 horas con el objetivo de que alcanzará una temperatura de 60°C, temperatura en la que se realiza la actividad microbiana. Posteriormente se le dio un manejo para airearla (Figura 2), hasta lograr y mantener una temperatura de 22 a 27°C. Posterior a los 9 días de precomposteo se le agregaron 12 kg de salvado de trigo, 12 kg de concentrado lechero (productos madera) y 60 litros de solución que contenía, 105 gramos de levadura instantánea (saf-instant) y 0.6 litros de melaza (molasses), volviéndose a saturar con agua determinando éste estado con el método del puño (Figura 3)

Durante los 9 días siguientes, se aireaba dándole vuelta y cambiándola se sitió. Para determinar la aceptación de los productos por las lombrices, se tomó 1 kg de cada producto precompostado y se colocaron en recipientes con 20 lombrices roja californiana, cada uno de ellos. Se realizó una revisión visual durante 30 minutos observando la aceptación de ambos productos por las lombrices.



Figura. 3 Aireación de precomposta



Figura 2. Aplicación de alimentos.

El producto se colocó en camas de cultivo fabricadas de fibra, charolas de poliestireno recicladas y malla reciclada con dimensiones de 1.55m x 0.60m x 0.40m de largo, ancho y profundidad respectivamente. Estas se llenaron mediante el siguiente proceso: se agregó una capa de 10 cm de precomposta y se humedeció hasta saturación para proceder a incorporar 1 kg de lombriz. Se regó diariamente para que mantener una humedad del 80%. Se colocó un bidón de 20 litros en cada cama de cultivo para recoger el lixiviado, recolectando diariamente 4 litros hasta completar 20 litros y proceder a utilizarlo nuevamente en el humedecimiento de las camas, repitiendo el proceso por tres ocasiones para tener un buen concentrado. El tiempo en la obtención del humus de lombriz fue de 43 días.

Las muestras de precomposta y de humus se enviaron al laboratorio de suelo y aguas de la UABCS, para que se realizaran las siguientes determinaciones: pH, CE, MO, N, K, P, Ca y Mg.

Resultados y Discusión

En cuadro 1 se muestran los valores que se determinaron en los análisis realizados al precomposteo y al humus de la lombriz. Se observa que los valores del precomposteo son más prometedores que de la lombricomposta. Esto no implica que se pueda usar directamente al campo ya que son materiales crudos y para incorporarlos los estiércoles deben estar maduro, es decir, que el proceso de composteo se haya completado. En caso de que así ocurra, se recomiendan incorporarlos seis meses antes de sembrar, para que en el campo se culmine el proceso.

Los valores del humus son menores porque han pasado por el sistema digestivo de la lombriz y son más seguros para su uso en campo. Los resultados en general, muestran el alto contenido de los elementos presentes, lo que justifica su uso en la agricultura orgánica.

Cuadro 1. Valores nutrimentales del precomposteo y humus

Muestra	pH	CE dsm ⁻¹	MO %	N T%	K mgkg ⁻¹	P mgkg ⁻¹	Ca mgkg ⁻¹	Mg mgkg ⁻¹
PC Cabra	8.79	5.50	27.93	1.40	82.46	7.13	NA	NA
PC Vaca	9.19	6.60	24.64	1.23	37.39	12.04	NA	NA
H. Cabra	8.25	6.90	21.74	1.09	90.40	9.59	226.05	179.26
H. Vaca	8.07	5.80	16.93	0.847	93.52	26.79	154.47	160.41

PC: precomposta. H: Humus

Resalta el valor que se determinó en el contenido de MO: 21.74% que es importante por la cantidad de microorganismos solubilizadores de macroelementos. Esto nos indica que potencialmente puede tenerse un ahorro considerable en la nutrición, dependiendo de los requerimientos de los cultivos. Además, justifica su utilización en suelos en la zona de estudio, en los que la MO presenta valores que varía de 0.1 a de 0.4%. De acuerdo a Olivares (2012), los valores obtenidos superaron el valor nutricional en Ca, P y K, menor resultado en N y diferencia en el valor de pH: básico contra un pH ácido.

Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos, se concluye que la opción de lombricomposta es una opción que se debe de considerar para utilizarse en la nutrición de los cultivos, además que favorece algunas propiedades físicas de los suelos.

Literatura citada

Morales R.M, 2011. Taller de elaboración de lombricomposta. Universidad Iberoamericana.

Mina L.A, 2014. Manual de lombricomposta fundamentos y principios para su manejo. Ed. Valle de maría A.C.

Olivares C. M. A., Hernández R. A., Vences. C. C., Jaques B. J. L. y Ojeda. B. D, 2012. Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y Ciencia.

Rodríguez P. J. E., 2015. Proceso de producción del lixiviado de vermicompost. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Schuldt Miguel. 2012. Lombricultura: teoría y práctica. Ed. Mundi Prensa.

CONTENIDO NUTRIMENTAL DEL OLIVO (*Olea europaea*) EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE COMPOSTA AL SUELO

Macías Duarte Rubén^{1*}, Grijalva Contreras Raúl Leonel¹, Robles Contreras Fabián¹, Valenzuela Ruíz Manuel de Jesús¹ y López Carvajal Arturo¹

¹ Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sitio Experimental Caborca. INIFAP. Avenida S No. 8 Norte. C.P. 83600. Tel. 015538718700 Ext. 81107. H. Caborca, Sonora, México. *Autor para correspondencia:

macias.ruben@inifap.gob.mx

Resumen

La evaluación se realizó en la región olivarera de la costa de Caborca, Sonora durante el año 2018. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de composta al suelo sobre las condiciones fisicoquímicas del mismo, así como el contenido nutricional, rendimiento y calidad del cultivo del olivo. Se evaluaron los tratamientos: 1) Composta + Paja de trigo (C+P) y 2) testigo sin composta ni paja (T) los cuales se establecieron en una línea de 30 árboles por tratamiento. Con la aplicación del tratamiento C+P se registraron cambios en la fertilidad del suelo y salinidad del mismo, incrementándose la mayoría de los parámetros de suelo evaluados como la materia orgánica (M.O.) y la salinidad (C.E.) así como el contenido del resto de los nutrientes, principalmente en la capa superficial del suelo. El contenido nutrimental de los árboles de olivo se encuentra en un nivel adecuado, sin deficiencias nutricionales en ambos tratamientos. En rendimiento no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos el cual fue de 41.7 y 49.8 kg árbol⁻¹

Palabras clave: fertilidad, rendimiento, calidad.

Abstract

The evaluation was carried out in olive growing region of the Caborca, Sonora during 2018 year. The objective was to evaluate the effect of the application of compost in the soil on its physicochemical conditions, as well as the nutritional content, yield and quality of the olive. The treatments were evaluated: 1) Compost + Wheat straw (W + S) and 2) control without compost or straw (T) which were established in a line of 30 trees per treatment. With the application of the W + S treatment, changes in soil fertility and salinity were recorded, increasing most of the soil parameters evaluated as organic matter (OM) and salinity (EC) as well as the content of the rest of the soil the nutrients, principally in the surface of the soil. The nutritional content of olive trees

is at an adequate level, without nutritional deficiencies in both treatments. In yield there were no statistical differences between treatments which was of 41.7 and 49.8 kg tree⁻¹.

Keywords: fertility, yield, quality

Introducción

El empleo creciente de fertilizantes químicos en la producción de cultivos hace que se detenga la actividad microbiana, perjudicándose el nicho ecológico. Este uso indiscriminado de fertilizantes químicos es factor principal de la contaminación del suelo y perjudicial para la microfauna existente en el suelo. El compostaje es una forma de tratamiento para los residuos orgánicos, que tiene por finalidad convertir estos residuos en un producto beneficioso (compost) aplicable a la tierra como abono orgánico sólido o líquido. Se utiliza frecuentemente como mejorador del suelo en la agricultura. Al formarse el compost aeróbicamente no se forma metano con lo que contribuimos a evitar la formación de uno de los gases que contribuyen a aumentar la temperatura de la tierra por el efecto invernadero (Altamirano y Cabrera, 2006). Algunas consecuencias que puede generar la adición de un compost inmaduro a un suelo son la inmovilización del nitrógeno, la disminución de la concentración de oxígeno y por lo tanto una atmósfera fuertemente reductora al nivel de la rizósfera y la inhibición de la germinación de semillas por liberación de sustancias fitotóxicas (García *et. al.*, 1992).

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio. El presente trabajo se realizó en la Sociedad de Producción Rural (SPR) “Campo Aguilar” localizada en la región olivarera de la costa de Caborca, Sonora, ubicado a los 30° 48’ 49” de Latitud Norte y 112° 54’ 18” de Longitud Oeste y una altitud de 44 msnm. El clima es desértico con una temperatura media anual de 22 °C, siendo enero el mes más frío con 4.6 °C y julio el más caliente, con 40.2 °C con una precipitación menor a 200 mm anuales y una evaporación superior a 2300 mm anuales (Robles, 2001).

Características del suelo. Las propiedades del suelo de la huerta presentaron una textura franco arcilloso en la capa 0-30 cm y franco arenoso en la capa 30-60 cm., bajo en materia orgánica con buen drenaje, un pH ligeramente alcalino, pobre en nitrógeno y fosforo.

Manejo agronómico. La evaluación se realizó en el año 2018 en un huerto de olivo de ocho años de edad establecido con el cultivar ‘Manzanilla de Sevilla’, con marco de plantación de 10 x 5 m (200 árboles ha⁻¹). El experimento se estableció bajo riego por goteo, utilizando dos mangueras regante situadas a ambos lados de la línea de plantación. En general el manejo

agronómico fue realizado por el productor cooperante. La nutrición de todo el huerto se complementó con la aplicación de té de lombricomposta obtenido con el uso de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Las principales malezas que se presentaron fueron: Correhuela (*Convolvulus arvensis*), estafiate (*Ambrosia confertifolia*), chamizo (*Atriplex canescens*) y el control de ellas se realizó por medio podas mecánicas, las cuales fueron dejadas esparcidas sobre la superficie del suelo.

Tratamientos evaluados. Los tratamientos evaluados fueron: 1) aplicación de composta más paja de trigo (C+P) y 2) testigo sin aplicación de composta ni paja de trigo (T). Ambos tratamientos se establecieron por separado, cada una en una línea de plantación de 30 árboles. En el tratamiento C+P, se aplicaron 60 kg de composta más 13 kg árbol⁻¹ de paja de trigo, exactamente debajo de la manguera de riego en el mes de noviembre de 2017. En junio de 2018 se realizó una la segunda aplicación de composta en dosis de 160 (kg árbol⁻¹). En el tratamiento testigo (T), no se aplicó composta ni paja de trigo. La nutrición del mismo fue en base solo a la aplicación de té de lombricomposta.

Cuadro 1. Contenido nutricional de la composta utilizada en el presente trabajo

N %	P %	K %	Mg %	Ca %	Zn ppm	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Na ppm	C.E dS/m	CIC meq/100 g
4.80	0.31	0.31	0.04	0.71	4	75	72	1	893	6.1	64.7

Características evaluadas y análisis estadístico. Se realizó un muestreo de suelo a 0-30 y 30-60 cm de profundidad, para determinar las diferencias de las características fisicoquímicas del suelo. En lo que respecta al árbol, se realizó un muestreo foliar el día 17 de agosto y se determinó el contenido nutrimental de los árboles correspondientes a cada tratamiento. Para medir la productividad se determinó el rendimiento (kg árbol⁻¹) y calidad (peso y diámetro de fruto y relación pulpa hueso). La cosecha se realizó el 13 de agosto de 2018. La evaluación se estableció en campo en dos líneas de 30 árboles por tratamiento y para su evaluación, se tomaron cuatro repeticiones de siete arboles cada una. Los cuales se analizaron como un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, Las variables medidas fueron analizadas estadísticamente usando el programa de Diseños Experimentales de la FAUANL versión 2.7 (Olivares, 2016). La separación de media se realizó de acuerdo a la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%.

Resultados y Discusión

Análisis de suelo. Los resultados indican que, el contenido de materia orgánica (M.O.) en el testigo es muy pobre en las dos profundidades evaluadas, pero aún más en la profundidad de 30-60 cm. Sin embargo, con la aplicación del tratamiento de composta y paja (C+P), los contenidos de M.O. y salinidad en el suelo (C.E) fueron los más afectados. El contenido de materia orgánica se incrementó considerablemente en la capa de 0-30 cm, de un valor de 0.72% del testigo hasta 2.38% (C+P). así como de 0.09% a 0.27% en la capa de 30-60 cm respectivamente para ambos tratamientos. Por otro lado, la aplicación del tratamiento C+P, afectó negativamente el contenido de sales en el suelo (C.E.) en ambas capas del suelo. En la capa superficial (0-30 cm) la C.E. se incrementó de 1.61 a 3.13 dS/m con respecto al testigo, mientras que en la capa de 30-60 cm el incremento fue de 1.74 a 2.2 dS m⁻¹ (Cuadro 2)

Con respecto al resto de los nutrientes analizados, en la mayor parte de ellos, con la aplicación del tratamiento C+P se presentó un incremento en el contenido de estos en ambas profundidades, excepto en el contenido de K en la capa de 0-30 cm y de P en la capa de 30-60 cm. Por otro lado, la CIC presentó un incremento general en el perfil de suelo analizado, lo cual contribuye a una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características nutricionales de suelo a dos profundidades correspondientes a dos tratamientos de manejo en el cultivo del olivo.

	0 - 30 cm		30 - 60 cm		N. R.	
	T	C + T	T	C + T		
M.O	0.72	2.38	0.09	0.27	> 2	%
C.E	1.61	3.13	1.74	2.2	< 4	dS/m
N-NO ₃	5.4	6.7	3.5	4.1	30	ppm
P	9.5	9.9	10.4	9.9	30	ppm
K	494	466	256	572	350	ppm
Ca	3547	5799	1896	2483	2000	ppm
Mg	883	885	498	618	250	ppm
Na	718	781	516	590	< 200	ppm
CACO ₃	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	%
PH	7.3	7.3	7.2	7.0	7.0	
CIC	29.4	40.8	16.5	21.5	5-50	meq

Análisis foliar. los resultados no muestran deficiencias en el contenido nutricional en los arboles de olivo en ambos tratamientos evaluados en ninguno de los dos tratamientos. La aplicación de C+P al suelo con respecto al testigo, no produjo marcadas diferencia en el contenido nutrimental en las hojas de olivo. Con La aplicación de C+P incrementó levemente el contenido de los niveles de K, Ca, Mg, Na, Fe, y Zn, pero no en el resto de los elementos evaluados. (Cuadro 3)

Cuadro 3. Contenido nutrimental de hojas de olivo correspondiente a dos tratamientos de manejo

Tratamiento	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %	B ppm	S %	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm
T	1.9	0.09	1.07	1.80	0.20	0.19	34	0.19	121	8	24	40
C+P	2.0	0.10	1.45	2.03	0.22	0.24	34	0.17	190	7	29	36
N.R.	1.5- 2.0%	0.07- 0.2%	>0.8	>1.0	>0.1	<0.2	19- 150	0.1- 0.3	50- 150	>4	>10	>20

Fecha de muestreo 17julio 2018

Rendimiento. El análisis estadístico no detectó diferencias estadísticas entre los dos tratamientos evaluados presentando un rendimiento de 41.7 y 49.4 kg árbol⁻¹ para los tratamientos T y C+P respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento correspondiente a dos tratamientos en olivo cultivar 'Manzanilla de Sevilla'

Tratamiento	Kg árbol ⁻¹	Ton ha ⁻¹
T	41.7 a ²	8.3
C+P	49.4 a	9.9

² Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 5%).

Fecha de cosecha: 13 agosto. 2018

Conclusiones

La aplicación de composta incremento el nivel de fertilidad del suelo, así como el contenido de salinidad del mismo.

La aplicación de composta al suelo no afectó el contenido nutricional los árboles de olivo tampoco el rendimiento del mismo.

Literatura Citada

- Altamirano F. M. y Cabrera C. C. (2006). Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG Vol. 9, N° 17, 75-84
- García C., Hernández T., Costa F. and Ayuso M. (1992). M. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 23, 1501-1512.
- Olivares, S.E. 2016. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.7. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L., México
- Robles, C, F. 2001. Análisis climatológico de la región de Caborca, Sonora. Ciclo P-V 2001/2001. Reporte Técnico (Inédito), INIFAP-CIRNO-CECAB. Caborca, Sonora, México.7 p.

AGUA Y SUELO

EFECTO DE ENGORDONE® EN LA PRODUCCIÓN MELÓN (*Cucumis melo* L.) BAJO RIEGO POR GOTEÓ, EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

López-Elías Jesús, Jiménez León José, Huez López Marco A. y Ballesteros Armenta Román H.

Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería. jesus.lopezelias@unison.mx

Resumen

Se realizó un experimento de campo para evaluar el efecto de la aplicación foliar del bioestimulante Engordone® sobre la producción y calidad en melón Cantaloupe (*Cucumis melo* L., cv. Top Mark). Los tratamientos evaluados fueron: aplicaciones semanales de Engordone® en dosis de 0.5 g L⁻¹ a partir del amarre de fruto y el respectivo testigo sin aplicar. El diseño del experimento fue de bloques completos al azar, con seis repeticiones. Se evaluó la producción y la calidad del fruto. Los resultados mostraron que la aplicación del bioestimulante influyó significativamente en la producción de melón, sin efecto significativo sobre la calidad del fruto. Se encontraron diferencias significativas al distribuir la producción según distintas categorías de peso; el rendimiento de frutos de melón con un peso de entre 1 y 2 Kg (rendimiento comercial) fue superior en las plantas tratadas con Engordone®; mientras que el rendimiento de frutos de melón con un peso menor a 1 Kg (destrío) fue superior en las plantas no tratadas. No se encontraron diferencias significativas con respecto a la producción total, la concentración de sólidos solubles, la firmeza del fruto y la forma del fruto.

Palabras claves: Bioestimulante, calidad, rendimiento.

Abstract

A field study was carried out to evaluate the effect of foliar application of the biostimulant Engordone® on production and quality in Cantaloupe muskmelon (*Cucumis melo* L., cv. Top Mark). Weekly Engordone® applications in doses of 0.5 g L⁻¹ from the fruit set, and the control without applying were evaluated. The experimental design was a completely randomized block design, with six replications. Yield and fruit quality were evaluated. The results showed that the application of the biostimulant had a significant influence on muskmelon production, without significant effect on fruit quality. Significant differences were observed by distributing the production according to different weight categories; the yield of muskmelon fruits weighing

between 1 and 2 Kg (marketable yield) was higher in plants treated with Engordone®; while the yield of muskmelon fruits weighing less than 1 Kg (non marketable yield) was higher in the untreated plants. No significant differences were found with respect to the total production, soluble solids concentration, fruit firmness and fruit shape.

Keywords: Biostimulant, quality, yield.

Introducción

La producción de hortalizas es una actividad importante del sector agrícola, ubicándose México dentro de los 15 principales países productores de hortalizas en el mundo (Castaños, 1993). En el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2018, entre las 10 hortalizas más importantes en el país, el melón cubrió una superficie de 9,928 ha con una producción de 30.4 t ha⁻¹, ocupando Sonora el tercer lugar con 1,936 ha y una producción de 39.4 t ha⁻¹, en el cual la Costa de Hermosillo ocupó el primer lugar con 571 ha y una producción de 31.1 t ha⁻¹ (SIAP, 2019).

En agricultura, el término el bioestimulante hace referencia a sustancias que a pesar de no ser un nutrimento, pesticida o regulador de crecimiento, al ser aplicadas en cantidades pequeñas, tanto por vía foliar como radicular, generan un impacto positivo en la germinación, desarrollo, crecimiento vegetativo, floración, cuajado y/o desarrollo de los frutos (Saborio, 2002).

Existen en el mercado productos bioestimulantes para engorde del fruto como Engordone®. Concentrado energético natural que promueve la síntesis de proteínas y enzimas que activan el crecimiento y división celular, movilizandolos nutrientes de las hojas, tallo y raíz hacia el fruto, actuando como iniciador del proceso de engorde y maduración del fruto sin originar la degradación de los tejidos, consiguiendo uniformidad y homogeneidad de los calibres; compuesto por promotores del crecimiento, vitaminas (B1, B6 y B12), carbohidratos, proteínas y bioactivadores enzimáticos (Lida Plant Research, 2019).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación foliar del bioestimulante Engordone® en melón Cantaloupe (*Cucumis melo* L., cv. Top Mark), bajo riego por goteo en condiciones de campo.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se desarrolló en el Campo Agrícola Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, en el ciclo Verano-Otoño de 2018.

El cultivo evaluado fue melón tipo Cantaloupe, cv. Top Mark, cuyo tamaño de fruto fluctúa de mediano a chico. La siembra se realizó el día 30 de agosto de 2018, utilizando una separación

entre hileras de 2.0 m, con tres plantas por metro. El agua y los fertilizantes se suministraron mediante cinta de riego, con goteros a 30 cm de separación y un gasto de un litro por hora.

Los tratamientos evaluados fueron aplicaciones semanales del bioestimulante Engordone®, en dosis de 0.5 g L⁻¹, a partir del amarre de fruto y el correspondiente testigo sin aplicar.

El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con dos tratamientos y seis repeticiones, con 5 plantas cada una. El área experimental fue de 300 m², dentro del cual se establecieron 12 unidades experimentales de 8 m² (4 m de largo por 2 m de ancho).

Las variables a evaluar fueron el rendimiento (número de cajas por hectárea) y la calidad del fruto (concentración de sólidos solubles, firmeza del fruto y forma del fruto). A partir del peso individual de los frutos cosechados, utilizando una báscula Torrey Electrón, se obtuvo el número de cajas por hectárea, considerando los calibres 12s, 15s y 18s (rendimiento comercial) y los calibres 23s y 27s (destrío). La concentración de sólidos solubles se cuantificó utilizando un refractómetro marca Atago, modelo N1; la firmeza del fruto, en kilogramos por centímetro cuadrado, utilizando un penetrómetro marca Effegi, modelo FT 327; la forma del fruto se obtuvo a partir de la relación diámetro polar : diámetro ecuatorial, obtenidos entre los polos del fruto y en la zona ecuatorial, respectivamente, utilizando un Vernier digital marca Mitutoyo.

Para el análisis de los datos obtenidos en el experimento se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 1996). Se realizó el análisis de varianza de los datos, obteniéndose también la prueba de Duncan al 5%.

Resultados y Discusión

Como se observa en el cuadro 1, el rendimiento en melón resultó mayor al utilizar Engordone®, promediando un rendimiento comercial de 1094 cajas ha⁻¹, con diferencias significativas con respecto al testigo sin aplicar en el cual se obtuvieron 383 cajas ha⁻¹; lo que representó un incremento del 186% en frutos comerciales. Además, las plantas a las que se les aplicó Engordone® presentaron un menor rendimiento en frutos no comercializables (destrío), siendo este del 25.4% con respecto al rendimiento total; mientras que en el testigo sin aplicar, el 67.9% de la producción total correspondió a frutos no comercializables, atribuyendo esto a la división y crecimiento celular propiciado con el uso de Engordone®. Los resultados obtenidos coinciden con Sultana et al. (2017) quienes evaluando la aplicación foliar de un bioestimulante en tomate y berenjena obtuvieron un incremento en el tamaño y peso del fruto, obteniendo como resultado un incremento en el rendimiento. Resultados que coinciden también con Taha y Salih (2014) quienes obtuvieron un incremento en el peso de frutos de pepino con aplicaciones foliares de sustancias hormonales a partir de extractos de algas.

Cuadro 1. Cajas por hectárea en melón (*Cucumis melo* L.) cv. Top Mark, evaluando la aplicación foliar de Engordone®.

Tratamiento	Rendimiento comercial (cajas ha ⁻¹)	Destrío (cajas ha ⁻¹)	Total (cajas ha ⁻¹)
Engordone®	1094a	372b	1466a
Testigo	383b	808a	1191a

Medias con la misma letra minúscula no son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Para la concentración de sólidos solubles, como se observa en el cuadro 2 ambos tratamientos promediaron 10.6% sin diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados coinciden con los de Alvarado-Sánchez y Monge-Pérez (2015), quienes evaluando el uso de bioactivadores en melón no encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la concentración de sólidos solubles, lo cual indica que esta es una característica genética del cultivo; al igual que con Mazuela, Cepeda y Cubillos (2012), quienes evaluando el efecto de bioestimulantes en tomate no encontraron efecto en el contenido de sólidos solubles.

Cuadro 2. Concentración de sólidos solubles, Firmeza del fruto y Forma del fruto en melón (*Cucumis melo* L.) cv. Top Mark, evaluando la aplicación foliar de Engordone®.

Tratamiento	CSS (%)	Firmeza del fruto (kg cm ⁻²)	Forma del fruto (adimensional)
Engordone®	11.1a	5.4a	1.08a
Testigo	10.1a	4.7a	1.09a

Medias con la misma letra minúscula no son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

En lo referente a la firmeza del fruto (Cuadro 2), ambos tratamientos promediaron 5.1 kg cm⁻² sin diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Alvarado-Sánchez y Monge-Pérez (2015), quienes evaluando el uso de bioactivadores en melón no encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la firmeza del fruto; al igual que con Mazuela *et al.* (2012), quienes evaluando el efecto de bioestimulantes en tomate no encontraron efecto en la firmeza del fruto. Al respecto, Neibauer y Maynard (2012) mencionan que la firmeza del fruto es una característica genética y muchas veces es un indicador del estado de madurez del fruto.

Para la forma del fruto (Cuadro 2), representada esta por la relación diámetro polar : diámetro ecuatorial, ambos tratamientos promediaron un valor de 1.09 sin diferencias significativas entre tratamientos. Al respecto, Neibauer y Maynard (2012) mencionan que la forma del fruto es una característica genética.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir que la aplicación foliar de Engordone® en melón mejora el tamaño del fruto, resultando en un incremento en el rendimiento de frutos comerciales, con una reducción de frutos no comercializables; mientras que en lo referente a la calidad de la producción, la aplicación foliar de Engordone® no influyó en la concentración de sólidos solubles, firmeza y forma del fruto.

Literatura Citada

Alvarado-Sánchez, T. y J.E. Monge-Pérez. 2015. Efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos sobre el rendimiento y la calidad de melón (*Cucumis melo* L.) bajo cultivo protegido en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 28, 15-25.

Castañeros, C.M. 1993. Horticultura: Manejo simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. México. 527 p.
Lida Plant Research. 2019. Engordone. Ficha técnica. México.

Mazuela, P., B. Cepeda y V. Cubillos. 2012. Efecto del injerto y del bioestimulante Fartum® sobre la producción y calidad en tomate cherry. *IDESIA*, 30, 77-81.

Neibauer, J. y E. Maynard. 2012. Muskmelon. Postharvest Information: USDA Grade Standards. UC Davis. Recuperado de https://hort.purdue.edu/prod_quality/commodities/muskmelon.html

Saborio, F. 2002. Bioestimulantes en fertilización foliar. En: Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. P. 142. Gloria Meléndez y Eloy Molina (Eds.). Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Costa Rica. pp. 107-124.

Sultana, S., M. Islam, M.A. Khatun, M.A. Hassain y R. Huque. 2017. Effect of foliar application of oligo-chitosan on growth, yield and quality of tomato and eggplant. *Asian Journal of Agricultural Research*, 11, 36-42.

SAS Institute Inc. 1996. The SAS System for Windows Release 6.12. Cary, N. C. USA.

SIAP. 2019. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

Taha, S. e I. Salih. 2014. Effect of low temperature and seaweed extracts on flowering and yield of two cucumber cultivars (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Agricultural and Food Research*, 3, 41-54.

Yu, J.Q., Y. Li, Y.R. Qian y Z.J. Zhu. 2001. Cell division and cell enlargement in fruit of *Lagenaria leucantha* as influenced by pollination and plant growth substances. *Plant Growth Regulation*, 33, 117-122.

EVALUACIÓN DE LA LÁMINA DE RIEGO, DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y VARIEDADES DE GARBANZO en BAJA CALIFORNIA SUR

Navejas Jiménez Jesús¹, Melgoza Villagómez Claudia M. ¹, Gutierrez Pérez Erasmo¹,
Loya Ramírez José G. ², Mercado Mancera Gustavo³.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP¹

email:navejas.jesus@inifap.gob.mx. Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS

²Departamento de Ciencias Agrícolas, FES-C, UNAM. Cuautitlán Izcalli, México³

Resumen

El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la lámina de riego y la fertilización en variedades adaptadas en el Sitio Experimental Valle de Santo Domingo del INIFAP, se evaluaron dos condiciones de riego (normal y sobrerriego), tres variedades de garbanzo (Mazocahui, Blancoson y Combo 743), y tres tratamientos de fertilización (90 y 60 kg N ha⁻¹ más 20 kg P ha⁻¹, y un tratamiento con la aplicación de 10 litros ha⁻¹ de ácido orgánico). La variedad Combo 743 con 2.913 t ha⁻¹ fue mejor en rendimiento, calibre e índices productivos, que las variedades Blancoson y Mazocahui. La dosis de 60 kg N ha⁻¹ resultó el mejor tratamiento de fertilización, con un rendimiento de 3.007 t ha⁻¹, y el tratamiento de sobrerriego con lámina aproximada de 49 cm en el ciclo de cultivo, resultó 15.8 % superior en rendimiento al tratamiento de riego normal. Palabras Clave. Rendimiento, agua, fertilizante.

Abstract

The work was carried out with the objective of evaluating the irrigation amount and the fertilization on varieties adapted at the Experimental Site of the Santo Domingo Valley of INIFAP. Two irrigation conditions were evaluated (normal and over-irrigation), three chickpea varieties (Mazocahui, Blancoson and combo 743), and three fertilization treatments (90 and 60 kg N ha⁻¹ plus 20 kg P ha⁻¹, and a treatment with application of 10 liters ha⁻¹ of organic acid). Combo 743 variety with 2,913 t ha⁻¹ was best in yield, caliber and productive indexes, than Blancoson and Mazocahui varieties. The 60 kg N ha⁻¹ rate was the best fertilization treatment, obtained a yield of 3,007 t ha⁻¹ and the over-irrigation treatment with an approximate 49 cm amount in the crop cycle, was 15.8% higher in yield compared to the normal irrigation.

Key words: Yield, water, fertilizer

Introducción

La producción de garbanzo en Baja California Sur (BCS) y Noroeste de México se destaca por la superficie establecida, la aportación económica, su relación con el índice de producto interno bruto, como cultivo de exportación generador de divisas, y como especie de bajo requerimiento hídrico; para su manejo estratégico en la conservación de los recursos suelo y agua, y su aprovechamiento en la agricultura regional. En México, el 96 % de la producción se concentra en los estados de Sinaloa, Sonora y BCS (SIAP, 2015) y comprende una superficie promedio de siembra de 150 mil ha anuales. En BCS el rendimiento promedio es de 1.807 t ha⁻¹. Sin embargo, se reportaron rendimientos superiores a 3.0 t ha⁻¹ al evaluar 6 líneas avanzadas y las variedades Blanco Sinaloa 92 y Costa 2004, utilizando cinta de riego de goteo con un método de siembra de camas de 1.60 m con dos hileras separadas a 40 cm entre ellas. (Gutierrez, Navejas, Ortega, Fierros, y Troyo, 2012). Dentro de los factores agronómicos de manejo del cultivo que afectan los rendimientos de grano, se tienen el adecuado manejo del agua de riego, el balance nutrimental, el uso de reguladores y micronutrientes aplicados mediante aspersiones foliares (Ortega et al, 2013). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la lámina de riego y la fertilización sobre nuevas variedades de garbanzo en Baja California Sur.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en instalaciones del Sitio Experimental Valle de Santo Domingo perteneciente al INIFAP, que se localiza en las coordenadas geográficas LN 24.500 y LW 111.6833, a 47 msnm. Los tratamientos evaluados fueron el riego (normal y sobreriego) variedades (Mazocahui, Blancoson y Combo743) y fertilización (90 y 60 kg N ha⁻¹), y se contó con un tratamiento alternativo de manejo orgánico con el uso de 10 litros ha⁻¹ de ácido orgánico. Con base a determinaciones de las características físicas del suelo y datos de clima, se realizó un pronóstico para estimar la demanda de agua para la época, sistema de riego y cultivo. La parcela se estableció el 21 de diciembre de 2018 y la siembra se realizó en forma mecanizada con sistema en camas de 1.6 m de ancho con dos hileras separadas a 40 cm. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo trifactorial, con seis repeticiones por tratamiento, la unidad experimental fue de dos camas de 5 m, según cada tratamiento dispuesto en los genotipos, el riego y la fertilización, la parcela útil fue una cama con 2 m de longitud. Las variables de respuesta medidas fueron: rendimiento de grano, porcentaje de exportación y calibre. El calibre de grano es el tamaño que se tiene a la cosecha, se pasa por una criba de 9 mm, para su determinación se pesan 30 gramos del grano cribado y se cuenta el número de granos que hay en ese peso. La siembra fue con 12 a 14 semillas por metro, a una profundidad

de 5 cm, mediante riego por goteo con cintilla calibre 6 mil, se aplicaron riegos atendiendo el pronóstico con base a la demanda de agua, apoyados en los datos climáticos históricos, ajustándose en tiempo real mediante monitoreo del nivel de humedad aprovechable $\geq$ a 50% CC (capacidad de campo), se realizó un riego de nacencia; además 16 y 17 de auxilio en los tratamientos de riego normal y sobrerriego. Se inspeccionó con un medidor de humedad portátil Hidrosense II (HS2), Se fertilizó mediante inyección con fuentes de nitrógeno y fósforo atendiendo la solubilidad específica del producto. Se analizó con ANOVAS y comparación de medias con Tukey ($p \leq 0.05$), con el paquete estadístico, STATGRAPHICS 18 (Statgraphics, 2017).

Resultados

Los rendimientos de garbanzo en la evaluación de variedades, riego y fertilización fueron superiores a 3.0 t ha^{-1} . Existió diferencia estadística significativa entre tratamientos de riego ($p \leq 0.05$). El tratamiento de riego normal obtuvo 2.656 t ha^{-1} en comparación con el tratamiento de sobrerriego que obtuvo 3.075 t ha^{-1} , que representó una variación de 15.8 % entre ambos tratamientos de riego. Las variedades de garbanzo se comportaron de manera diferente acorde al análisis de varianza ANOVA ($p \leq 0.05$). La variedad Combo 743 con 2.913 t ha^{-1} obtuvo el mayor rendimiento, seguido de Blancoson y Mazocahui con 2.892 y 2.789 t ha^{-1} , respectivamente. En los tratamientos de dosis de fertilización también se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$). La dosis de 60 kgN ha^{-1} , obtuvo el mayor rendimiento con 3.007 t ha^{-1} , seguido de la dosis de 90 kgN ha^{-1} , y el tratamiento de 10 litros ha^{-1} de Acido Orgánico (AO), con 2.849 y 2.738 t ha^{-1} respectivamente (Figura 1).

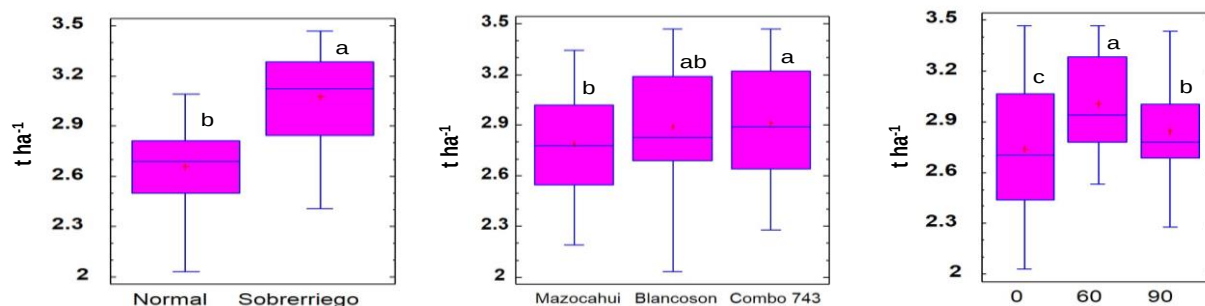


Figura 1. Respuesta en rendimiento de dos condiciones de riego, tres variedades y tres tratamientos de fertilización en garbanzo en el estado de BCS., ciclo 2018-19. Tukey ($p \leq 0.05$) LS: riego 0.077, variedades 0.105 y fertilización 0.105.

Los resultados anteriores muestran potencial de rendimiento para los tratamientos probados acorde con actividades similares. **Gutierrez., et al, (2012)**. En BCS, reportaron rendimientos

superiores a 3.0 t ha⁻¹ al evaluar seis líneas avanzadas y las variedades Blanco Sinaloa 92 y Costa 2004. La comparación de las características de calidad de las variedades evaluadas, presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$), se lograron conocer los resultados con los mejores tratamientos de interacciones de riego y fertilización. En rendimiento alcanzaron 3.313, 3.286, y 3.104 t ha⁻¹, las variedades Blancoson, Combo 743 y Mazocahui respectivamente. En porcentaje de exportación lograron 90.0, 89.3 y 85.1 %, las variedades Combo 743, Mazocahui y Blancoson respectivamente. El uso de variedades adaptadas a la región es un factor de importancia que permite el incremento del rendimiento, debido a un mayor potencial y excelente calidad de grano de los nuevos materiales (**Gutierrez, Navejas y Velazco, 2010**). En calibre se alcanzaron tallas X, 4 y 4 en las variedades Combo 743, Mazocahui y Blancoson respectivamente. Los índices relacionados al riego en estas variedades fueron de una lámina de 4900 m³ en los tres materiales, con índices de eficiencia de transformación de agua de 0.676, 0.671 y 0.633 kg m⁻³, para las variedades Blancoson, Combo 743 y Mazocahui respectivamente (Cuadro 1). Aunque tradicionalmente al garbanzo se le ha considerado una especie con bajas necesidades de hídricas, los valores varían de zonas secas a zonas húmedas entre 311 y 422 mm para siembras de invierno (**Gutierrez., et al, 2010**).

Cuadro 1. Rendimiento, calibre e índices productivos de tres variedades de garbanzo con mejor tratamiento de riego y fertilización en el estado de B.C.S. 2018-19.

	R	Pe	Ca	La	Ea
VARIEDADES	t ha ⁻¹	%	Ng	cm	Kg/m ³
MAZOCAHI	3.104 b	89.3 a	52.6 a	49.0	0.633
BLANCOSON	3.313 a	85.1 b	53.6 a	49.0	0.676
COMBO 743	3.286 a	90.0 a	48.1 b	49.0	0.671

R= Rendimiento Pe= porcentaje de exportación, Ng=Número de granos en 30 gramos = Ca, La= Lámina de agua, Ea= eficiencia de transformación del agua.

Conclusiones

La variedad Combo 743 presentó buen comportamiento, resultó con mejor rendimiento de campo, exportación, calibre e índices productivos del garbanzo. Las variedades Blancoson y Mazocahui, también lograron un buen comportamiento. Si se mejora el manejo agronómico representan materiales alternativos para atender la demanda de nuevas variedades para la región y el mercado de exportación. La dosis de 60 kgN ha⁻¹ y el tratamiento de sobrerriego con lámina aproximada de 49 cm en el ciclo de cultivo, resultaron favorables al manejo agronómico. Es necesaria la aplicación de las herramientas tecnológicas para la fertilización y el riego eficiente acorde a las características edafoclimáticas, para el fortalecimiento de la cadena del sistema producto garbanzo en el estado de B.C.S.

Literatura Citada

Gutierrez P, E., Navejas J, J., Velazco G, O.H. (2010). Costa 2004, variedad de garbanzo recomendada para Baja California Sur. Folleto Técnico No 3. SAGARPA- INIFAP. Cd. Constitución, B.C.S. 32 p.

Gutierrez, E. (octubre, 2012). Evaluación de genotipos de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en condiciones de riego por goteo en Baja California Sur. Trabajo presentado en el XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C.

Ortega, P. (octubre, 2013). Productividad de cuatro variedades de garbanzo en cuatro métodos de siembra en riego por goteo. Trabajo presentado en el XVI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C.

SIAP. 2015. Avance de Siembras y Cosechas. Resumen por cultivo. En: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.do. Fecha de consulta el 15 de julio de 2019.

Statgraphics 2017. Statgraphics 18. Statgraphics Technologies, INC. Las Llanuras, Virginia. www.Statgraphics.com.

Agradecimientos

Para la realización de este trabajo se recibió apoyo económico del Fondo Mixto CONACYT - GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR a través del proyecto BCS-2018-02-0188466.

MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO CON SENSORES PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN GARBANZO (*Cicer arietinum*, L.) BAJO RIEGO POR GOTEO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Ortiz Enríquez José Eliseo¹, Padilla Valenzuela Isidoro¹, Félix Valencia Pedro¹, Valdez Gascón Benjamín²⁺, Ortiz Muñoz Martin E³. y Muñoz Valenzuela Sergio³

INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug¹, Campo Experimental Costa de Hermosillo² e Ing.

Asesores³ ortiz.eliseo@inifap.gob.mx,

Resumen

En el Valle del Yaqui, Sonora se siembran cerca de 10,000 ha de garbanzo y el precio varía entre 15,000 a \$20,000 pesos por ton, en el ciclo 2016-17 fue histórico y se pagó a \$30,000/ton, pero los dos últimos años ha sido difícil venderlo. El manejo del agua es un factor limitante y se considera de baja demanda, aunque responde a un buen nivel de humedad en el suelo y se cultiva bajo riego por gravedad, muy poco con riego presurizado. Este trabajo se realizó en el ciclo 2018-19 con productor en el Block 2228, en un suelo arcilloso, se fertilizó solamente con 50 kg/ha de urea. Se utilizó el sistema de riego por goteo, con cintas a 1.60 m de separación e hileras a 70 cm en una superficie de 265 ha. El rendimiento fue de 2,897 kg/ha, con el 87% de exportación, con un tamaño de grano de 49 granos/30 gramos y calibre 47. La lámina de agua aplicada fue de 23.60 cm y la productividad del agua fue de 815 litros por kilo de grano.

Palabras clave: Riego por goteo, garbanzo, sensores.

Abstract

In the Yaqui Valley, Sonora is planted about 10,000 ha of chickpea and the price varies between 15,000 to \$ 20,000 pesos per ton, in the 2016-17 cycle it was historic and was paid at \$ 30,000/ton, but the last two years have been hard to sell. Water management is a limiting factor and is considered of low demand, although it responds to a good level of humidity on the soil and is cultivated under surface irrigation, very little with pressurized irrigation. This work was carried out in the 2018-19 cycle with a grower in Block 2228, in a clay soil; it was only fertilized with 50 kg/ha of urea. The drip irrigation system was used, with tape at 1.60 m of separation and rows at 70 cm on an area of 265 ha. The yield was 2,897 kg/ha, with 87% export, with a grain size of 49 grains/30 grams and 47 caliber. The applied water table was 23.60 cm and the water productivity was 815 liters per kilo of grain

Key words: Drip Irrigation, Chickpea, Sensor.

Introducción

En Sonora, se siembran 20,000 ha de garbanzo, con un rendimiento de 2.3 ton/ha y con un valor de 400 millones de pesos (OEIDRUS, 2013). México lo exporta a España, Italia y Argelia. En el Valle del Yaqui se siembran entre 1,000 a 10,000 ha (Cuadro 1) y el precio a fluctuado alrededor de 15,000 a \$20,000 pesos por ton, en el ciclo 2016-17 el precio fue histórico y se pagó a \$30,000/ton. Pero en los ciclos 2017-18 y 2018-19 los precios ya no fueron tan buenos, de hecho, el ciclo pasado fue muy difícil su venta aunado al bajo precio.

Cuadro 1. Superficie de siembra de garbanzo en el Valle del Yaqui, Sonora. 2008-2019

Ciclo	Superficie en ha	Rendimiento kg/ha
2008-09	5,090	2,395
2009-10	7,307	2,045
2010-11	7,263	1,882
2011-12	7,168	2,513
2012-13	7,176	2,591
2013-14	3,675	1,455
2014-15	1,244	2,743
2015-16	3,166	2,319
2016-17	9,993	2,074
2017-18	26,965	1,800
2018-19	2,607	2,700

Fuente: Distrito de Desarrollo Rural 148, Cajeme, Sonora. SAGARPA

El garbanzo ha sido considerado de baja demanda de agua, algunos autores comentan que puede ser debido a su tipo de raíz pivotante, presenta osmorregulación y a la baja densidad estomática en sus hojas y con esto disminuye su transpiración (Durón 1986a), también se encontró que regar al 10% de la humedad aprovechable del suelo antes de la floración y al 20% después de la floración ha sido la mejor respuesta bajo riego por gravedad (Ortiz 1979 y 1980). El garbanzo se riega por superficie en el sur de Sonora, donde se aplican de cero a tres riegos de auxilio. La lámina aplicada oscila entre 25 a 60 cm. La introducción de los sistemas de riego presurizados es reciente y se encuentra instalado en huertas, hortalizas y muy poco en granos. Debido a cada vez mayor escases de agua existe una mayor necesidad de introducir sistemas de riego y mejorar su eficiencia, por esta razón se planteó validar el garbanzo bajo el sistema de riego por goteo y monitorear la humedad del suelo utilizando sensores.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo otoño-invierno 2018-19 con un productor del Valle del Yaqui, localizado en el Block 2228, la superficie fue de 265 ha. El tipo de suelo fue arcilloso, se realizó un análisis de suelo antes de sembrar. La preparación del terreno fue cinceleo, rastreo, no se fertilizó en presiembra o a la siembra, trazo de camas a 1.60 m, instalación de la cinta de riego calibre 7 mil, con un gasto de 1.1 litros por hora a 14 Libras y goteros separados a 30 cm. Se aplicó el riego de presiembra con 350 kg/ha de yeso a través del sistema de riego por goteo. La siembra fue del 24 de diciembre de 2018, se utilizó una sembradora de precisión marca Monosem, depositando 18 semillas por metro lineal en húmedo, dos hileras de siembra colocadas arriba de la cama y se sembró la variedad Blanco Sinaloa. Se aplicó un herbicida pre emergente Prowl (Pendimetalina) con una aspersora. El manejo del riego se llevó a cabo en base a la humedad del suelo manejando sensores marca Watermark, los cuales operan con el principio de la resistencia eléctrica. El yeso disuelto en agua es un buen conductor de la electricidad, cuando el sensor contiene mucha agua, la corriente eléctrica fluye bien. A medida que el suelo se seca, el sensor se seca y aumenta la resistencia al flujo de electricidad (Shock, *et al* 2013). Se realizó una fertilización como ferti-irrigación con 50 kg/ha de Urea. La cosecha fue con cosechadora comercial.

Resultados y Discusión

Análisis de suelo

El resultado del análisis de suelo fue el siguiente: La textura del suelo fue arcilloso, la Conductividad Eléctrica fue de 3.1 mS/cm, de acuerdo a Van Der Maesen, 1972 y Saxena 1997, citados por Martínez *et al* 2004, el garbanzo a 3 mS/cm ya inicia a bajar el rendimiento. El pH fue de 7.62, el contenido de Nitrógeno fue de 165 kg/ha (de medio a alto de acuerdo al laboratorio) y el Fósforo con 119 kg/ha (muy alto). Con estos resultados se tomó la decisión de no fertilizar en presiembra o al momento de la siembra. Solamente se aplicaron 350 kg/ha de yeso en el riego de presiembra.

Aplicación de los riegos y lámina de riego aplicada.

Se aplicaron siete riegos de auxilio, la lámina total aplicada incluyendo el riego de presiembra más los riegos de auxilio fue de 23.60 cm o 2.36 millares de m³/ha (Cuadro 2).

Cuadro 2. Lámina de riego aplicada, Intervalo de riego y etapa fenológica en garbanzo regado bajo riego por goteo, en el Valle del Yaqui, Sonora. 2018-2019.

Fecha	Intervalo de riego días	Lámina aplicada en cm	Etapas Fenológicas	Fertilización
R1, RP, 29-11-18	0	8.50	--	350 kg/ha de yeso
24-12-18	25	-	Siembra	no
R2, 1RA, 12-2-19	50	3.75	Inicio de botones	si
R3, 2RA, 13-3-19	29	2.15	Inicio de Cápsulas	no
R4, 3RA, 27-3-19	14	2.20	Formación grano	no
R5, 4RA, 3-4-19	7	2.25	Grano completo	no
R6, 5RA, 10-4-19	7	2.35	Grano lechoso	no
			masoso	
R7, 6RA, 18-4-19	8	2.40 (23.60)	Madurez	no
			Fisiológica	

Rendimiento de grano y productividad del agua.

La cosecha fue con trilladora comercial del 15 al 20 de mayo de 2019 a los 140 días, dependiendo de la fecha de siembra. El rendimiento promedio de las 265 ha, fue de 2,897 kg/ha (Cuadro 3), la lámina de agua aplicada fue de 23.60 cm, la productividad del agua fue de 815 litros de agua para producir un kilo de grano de garbanzo o 1.23 kg/m³ de agua aplicada.

Cuadro 3. Rendimiento de garbanzo en función de la sección de riego o número de tabla.

Número de Tabla	Rendimiento Kg/ha
1	3,114
2	2,873
3	2,892
4	2,856
5	2,759
6	3,003
7	2,835
8	3,038
9	2,708 (promedio 2,897)

Monitoreo de la Humedad del Suelo con Sensores

En la figura 1 se presenta el comportamiento de la humedad del suelo a 25, 50 y 75 cm de profundidad y para el mes de enero de 2019. La siembra se realizó el 24 de diciembre y todo el

mes de enero no se aplicó ningún riego de auxilio. El rango de la humedad fue de 10 a 20 centibars (Cb) en las tres profundidades y considerado como un nivel de humedad aceptable de acuerdo a Shcok *et al.* (2013).

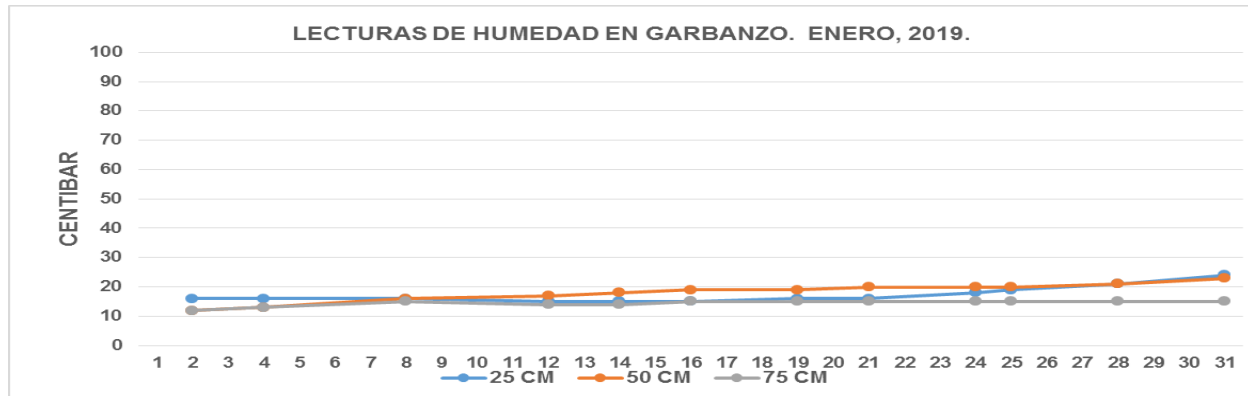


Figura 1: Monitoreo de la humedad del suelo en garbanzo a tres estratos del suelo. Enero de 2019

En la figura 2 se presenta el comportamiento de la humedad del suelo en febrero de 2019, el primer riego de auxilio se aplicó el 12 de febrero, a la profundidad de los 25 y 50 cm las lecturas variaron de 25 a 30 Cb antes de aplicar el riego y a la profundidad de los 75 cm las lecturas fueron muy uniformes alrededor de 25 Cb. Se observa un aumento muy marcado de la humedad del suelo a los dos días después de aplicar el riego y más a los primeros 25 cm de profundidad un poco menos a los 50 cm y muy poco a los 75 cm de profundidad del suelo.

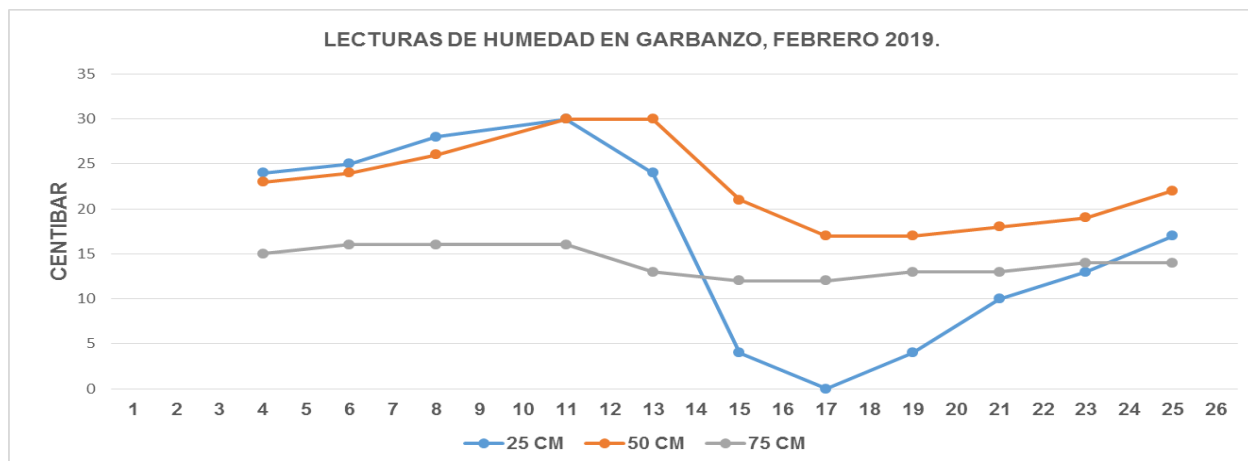


Figura 2: Monitoreo de la humedad del suelo en garbanzo a tres estratos del suelo. Febrero de 2019

En la figura 3 el segundo riego de auxilio se realizó el 13 de marzo y el comportamiento de la humedad del suelo fue menor así a los 25 cm de profundidad antes de aplicar el riego fue de 60

Cb, a los 50 cm fue de 80 Cb y a los y 75 cm de profundidad la humedad fue muy buena a 20 Cb, aquí ya la planta presenta una mayor cantidad de raíces y más profundas (60 cm).

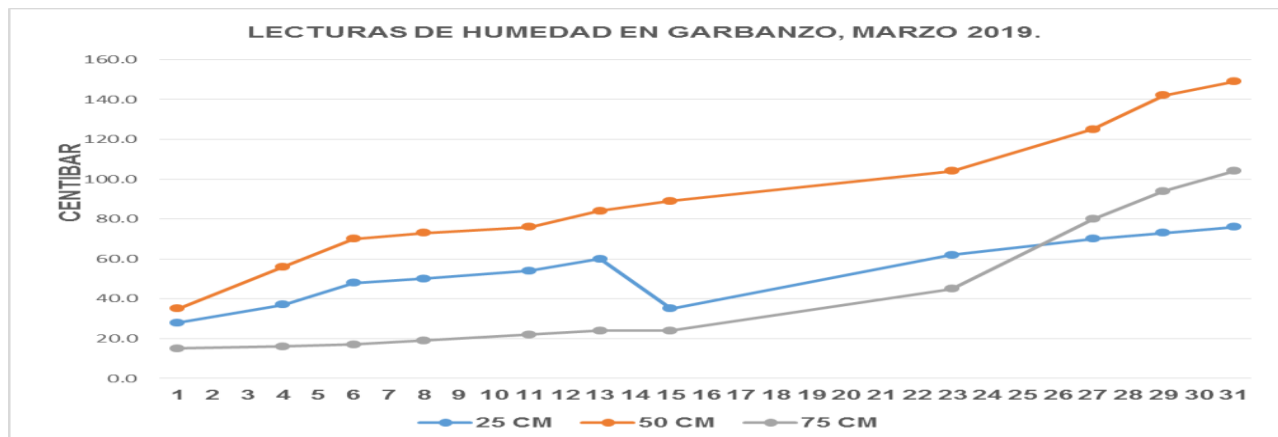


Figura 3: Monitoreo de la humedad del suelo en garbanzo a tres estratos del suelo. **Marzo** de 2019

El tercero y cuarto riego de auxilio se aplicó el 27 de marzo y 3 de abril, respectivamente y con una frecuencia más corta y el comportamiento de la humedad del suelo antes de aplicar el riego fue de 65, 80 y 120 Cb para las tres profundidades y para el tercer riego, no incidiendo sobre el descenso de la humedad esto debido de láminas de riego pequeñas (Figuras 3 y 4). En el riego del 3 de abril las humedades antes de riego fueron similares pero la humedad después de aplicar ese riego si descendieron en todo el mes de abril a los 40 Cb debido también a que se acortó la frecuencia de los riegos que se aplicaron posteriormente el 10 y 18 de abril.

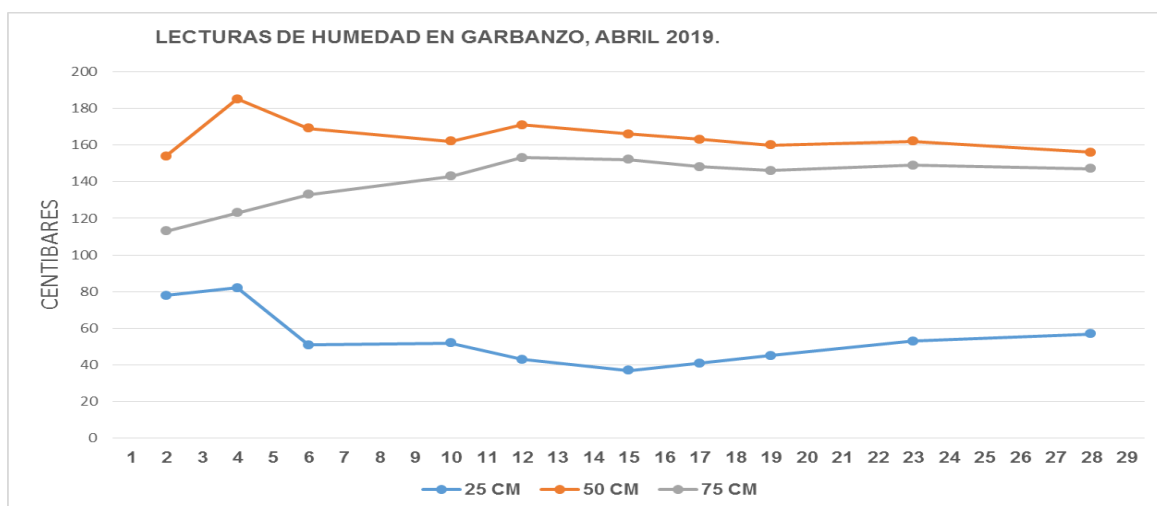


Figura 4: Monitoreo de la humedad del suelo en garbanzo a tres estratos del suelo. **Abril** de 2019

Conclusiones

El rendimiento de grano fue de 2,897 kg/ha, con el 87% de exportación. La lámina de riego aplicada fue de 23.60 cm y la productividad del agua fue de 815 litros para producir un kilo de grano de garbanzo. El monitoreo de la humedad del suelo con sensores es una buena herramienta, pero si es importante seguir trabajando esta técnica y con este cultivo

Literatura Citada

Martínez, D.G., Morales, G.J.A. y Durón, N.L.J. 2004. Fisiología y desarrollo. En: Morales, G.J.A., Durón, N.L.J., Martínez, D.G. Núñez, M.J.H. y Fu, C.A.A. El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. INIFAP-SAGARPA. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Libro Técnico Número 6.

OEIDRUS, 2013. Estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://oeidrus-sonora.gob.mx>

Schock, C.C., Wang, F.X., Flock, R., Feibert, E., Schock, C.A. and Pereira, A. 2013. Irrigation Monitoring Using Soli Water Tension. Sustainable Agriculture Techniques. Oregon State University. Extension Service.

USO DE AGUA POR UVA DE MESA (*Vitis* sp) EN LA COSTA DE HERMOSILLO, MÉXICO

Quiroz-López Edith P.¹; Rodríguez Julio C¹.; Reyes-Montoya Diana G.¹; Lizárraga-Celaya Carlos¹; Ortega-Farías Samuel²; Watts Christopher¹; Rodríguez-Casas Julio C¹.; Ochoa-Meza Andres¹; López-Avendaño Jesús E.³; José Grageda-Grageda⁴; Cruz-Bautista Fidencio¹ Peñalba-Garmendia M. Cristina¹

¹Universidad de Sonora. Luis Encinas y Rosales S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora. ²CITRA, Universidad de TALCA, Chile. ³Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, CP 80000, Culiacán, Sinaloa. ⁴INIFAP, Costa de Hermosillo. julio.rodriquez@unison.mx

Resumen

La agricultura es el principal usuario del agua en México y en el noroeste de México los cultivos perennes ocupan una importante superficie y consumen grandes cantidades de agua (ET). Además, tienen potencial de secuestrar carbono (NEE). En este sentido se planteó evaluar ambas variables mediante la técnica de covarianza de vórtices (EC). Los resultados de brotación a cosecha muestran diferencias en consumo de agua (536 y 516 mm en 2018 y 2019) y secuestro de carbono (-409 y -431 gC/m²), y se considera que estas son debido a las diferencias en temperaturas del aire que incrementan la ET y reducen NEE al incrementar la respiración del cultivo. Por lo tanto, el resultado obtenido mediante esta técnica puede ser utilizada como referencia en el cultivo, ya que el sistema de conducción del follaje y manejo no difieren significativamente.

Palabras clave: Evapotranspiración, riego, agricultura

Abstract

Agriculture is the main user of water in Mexico and in northwestern Mexico perennial agriculture occupies an important area and consumes large amounts of water (ET) and has the potential to sequester carbon (NEE). In this sense, it was proposed to evaluate both variables using the Eddy covariance (EC) technique. Results from sprouting to harvest show differences in water consumption (536 and 516 mm in 2018 and 2019) and carbon sequestration (-409 and -431 gC / m²) and these are considered to be due to differences in air temperatures that increase ET and reduce NEE by increasing crop respiration. Therefore, the result obtained by this technique can

be used as a reference in the crop, since the conduction and handling system does not differ significantly.

Key words: evapotranspiration, Irrigation, agriculture

Introducción

La agricultura bajo riego utiliza el 70% del agua disponible y es responsable del 40% de la producción global de alimentos, utilizando el 20% de la superficie cultivable (Grafton et al., 2017). En México ocurre situación similar (CONAGUA, 2018), y particularmente en la región centro y noroeste de Sonora la agricultura utiliza ~95% del agua y principalmente agua subterránea. Esto ha ocasionado que los acuíferos costeros presenten una importante sobre-explotación. Actualmente esta región ocupa primeros lugares en superficie cultivada a nivel nacional en cultivo de espárrago y uva de mesa. Este último cultivo muestra importe consumo de agua y recibe láminas de riego ~1,100 mm anualmente (Rodríguez et al., 2010). Un aspecto importante de la agricultura con perennes, es su longevidad y bajo laboreo, la cual ha sido considerada como una actividad que puede secuestrar carbono en el suelo (Scandellari et al., 2016). Dado lo anterior, se busca determinar la demanda hídrica del cultivo y su capacidad de secuestrar carbono usando la técnica de covarianza de vórtices.

Materiales y Métodos

El estudio se está realizando en el Predio Viñas de la Costa (Vid: 28.9177° -111.3096°), del distrito de riego (DR) 051 Costa de Hermosillo, el cual inició en enero 2018. Actualmente, el sitio cuenta con una torre micrometeorológica de 6.0 m de alta e instrumentada con un sistema de covarianza de vórtices, sensores meteorológicos en la parte aérea y sensores para el monitoreo de la humedad y temperatura de suelo (Cuadro 1). En él se observa el tipo de sensor, la variable medida y la elevación o profundidad según sea caso. Las mediciones de variables turbulentas (vientos, vapor de agua y dióxido de carbono) se realizaron a 20 Hz usando el sistema GHG de LICOR, que almacena los datos a la frecuencia de medición, creando archivos cada 30 minutos. Los datos meteorológicos y del suelo fueron medidos a 0.1 Hz y almacenados como promedio cada 10 minutos. El marco de plantación de la vid es 1.2 m entre planta y 3.8 m entre líneas y el sistema de conducción es mediante pérgola. Los cultivares de Perlette y Flame ocupan la mayor parte de la superficie de 105 ha. Los datos de las variables turbulentas, fueron procesados utilizando el programa EddyPro Burba (2013), a una frecuencia de 30 min. El cálculo de intercambio neto de carbono (NEE), evapotranspiración (ET) y flujo de

calor sensible (H) fue postprocesado en el sitio <http://www.bgc-jena.mpg.de/REddyProc/brew/REddyProc.rhtml> y organizados a frecuencia diaria y semana: La evapotranspiración de referencia (ET_o) fue calculada mediante la aproximación de FAO56, Ec.1, (Allen et al., 1998). El coeficiente simple de cultivo (K_c), Ec. 2, fue calculado usando la ecuación de Doorenbos y Pruitt (1977).

$$ET_o = \frac{.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_a + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad \text{Ec.1}$$

donde; ET_o, evapotranspiración de referencia (mm día⁻¹), R_n radiación neta (MJ m⁻² día⁻¹), G flujo de calor del suelo (MJ m⁻² día⁻¹), T es la temperatura del aire promedio diario (°C), Δ pendiente de la curva de presión a saturación a T (kPa °C⁻¹), γ constante psicrométrica (kPa °C⁻¹), e_s presión de saturación del vapor a T (kPa), e_a presión de vapor promedio diario (kPa), u₂ velocidad de viento promedio diario a 2m de elevación (m s⁻¹).

$$K_c = \frac{ET}{ET_o} \quad \text{Ec.2}$$

donde; ET es la evapotranspiración medida en la superficie, mediante la técnica de covarianza de vórtices.

Cuadro 1. Instrumentación en cultivo de vid, Costa de Hermosillo.

Variable	Sensor	Unidad	Cultivo vid
Flujo de calor sensible (H)	Anemómetro sónico (GILL)	W/m ²	6.0 m
Flujo de Calor Latente (LE)	IRGA 7500RS (LICOR) y A. sónico (GILL)	W/m ²	6.0 m
Flujo de Carbono (CO ₂)	IRGA 7500RS (LICOR) y A. sónico (GILL)	mmol/m ² /s	6 m
Temperatura y humedad del aire	HMP 60, Vaisala	°C y %	2.5 m
Velocidad y dirección de viento	Anemómetro 5103 (Young)	m/s y grados	6.0 m
Humedad de suelo	CS616 (CampbellSci)	m ³ /m ³	-0.30m
Temperatura de suelo	Sonda T09 (CampbellSci)	°C	-0.30m
Tensión de agua en el suelo	Watermark (Irrometer)	Cbar	-0.30m
Precipitación	Pluviómetro (Texas Electronics)	mm	4.0 m
Riego	Pluviómetro (Texas Electronics)	mm	0.4 m
Percolación		mm	-0.9m
Radiación neta	Radiómetro neto CNR4 (Kipp and Zonen)	W/m ²	5.2 m

Resultados y Discusión

La figura 1 muestra el comportamiento diario de la evapotranspiración (ET), evapotranspiración de referencia (ET_o) y riego en uva de mesa. En ella se observa, de poda a fin de cosecha, se

aplicó un riego de 680 y 527 mm para 2018 y 2019 respectivamente. Mientras que la ET fue de 536 y 516 mm en 2018 y 2019 con una ETo de 1,040 y 923 mm entre ambos periodos. En el caso del riego, esta diferencia se debe a que las temperaturas mensuales fueron superiores entre 1.5 a 2.0 °C en 2018 comparado con 2019. Este mismo efecto también se reflejó en la ETo. En el caso de la ET, no se observan diferencias entre ambos periodos. Sin embargo, este valor es mayor en 140 mm a lo reportado por Rodriguez et al. (2010) para vides con cobertura, patrón de plantación y cultivar similares a las de este estudio.

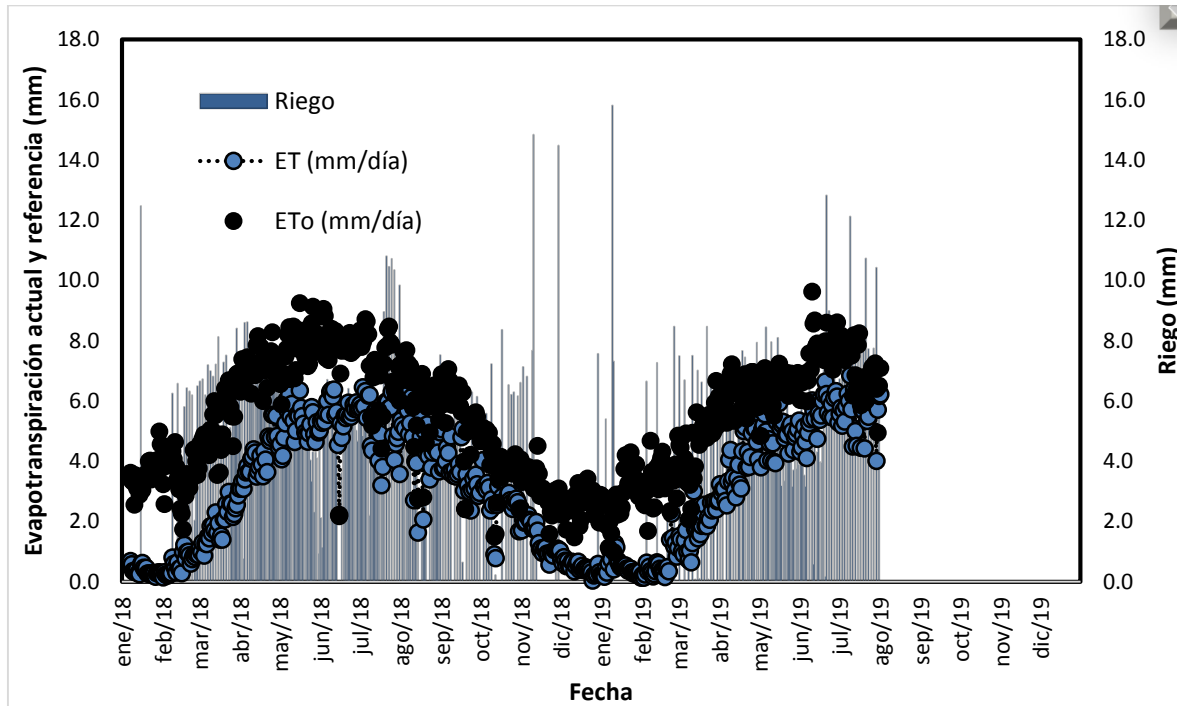


Figura 1. Evolución diaria de Evapotranspiración (ET), de referencia (ETo) y riego.

En la figura 2 se observa con mayor detalle lo antes mencionado, de poda a fin de cosecha, es más visible la diferencia en el riego entre ambos periodos. El coeficiente de cultivo (K_c) tiene un valor ligeramente inferior (0.04) en 2018 comparado con 2019, debido a que durante el primer periodo ETo fue mayor. Estos valores de K_c son ligeramente superiores, con máximos de 0.70 contra los 0.60 reportado por Rodriguez et al. (2010). Asimismo, no existe una importante diferencia en el carbono fijado (NEE), -409 y -431 gC/m² (datos no mostrados; sin embargo, refleja el impacto de las temperaturas, lo que implica que las vides gastaron más energía en la respiración, asumiendo que fijaron cantidades similares mediante la fotosíntesis.

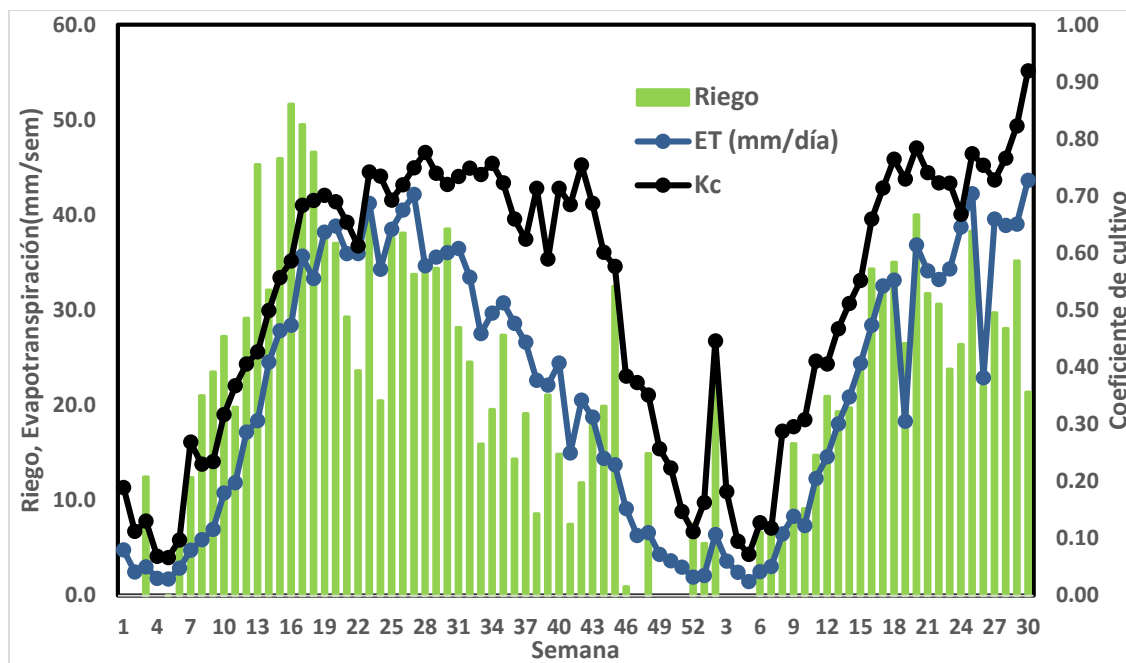


Figura 2. Evolución semanal de evapotranspiración, coeficiente de cultivo y riego.

Conclusiones

La uva de mesa es un cultivo perenne que requiere importantes volúmenes de agua anualmente y la técnica de covarianza de vórtices permite determinar la demanda hídrica (ET), el Kc y el potencial de secuestrar carbono en el suelo. Aunque la implementación de esta técnica de manera rutinaria es costosa, si permite evaluarlo de manera extensiva, dado que el sistema de conducción utilizado en el experimento es el mas común y las actividades de manejo son similares en la región. Por lo tanto, los resultados puedes ser extensivos para esta región.

Literatura citada

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and drainage paper No. 56. FAO, Rome, Italy, 300 pp.

CONAGUA, 2018. Estadísticas del agua en México. SEMARNAT.

Doorenbos, J y W. O Pruitt. 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper No. 24. FAO, Rome, Italy, 154 pp

Grafton, R. Q., J. Williams, C. J. Perry, F. Molle, C. Ringler, P. Steduto, B. Udall, S. A. Wheeler, Y. Wang, D. Garrick, and R. G. Allen. 2018. The paradox of irrigation efficiency. Insights/Police Forum, Science.

Rodriguez, J.C., Grageda J., Watts C.J., A. Garatuza-Payan J., Castellanos-Villegas A., Rodriguez-Casas J., Saiz J. Olavarrieta V., 2010. Water use by perennial crops on the lower Sonora watershed, Journal of Arid Environment, 74:603-610.

Scandellari, F., G. Caruso, G. Liguori, F. Meggio, A.M. Palese, D. Zanotelli, G. Celano, R. Guchi, P. Inglese, A. Pitacco, M. Tagliavini. 2016. . A survey of carbon sequestration potential of orchards and vineyards in Italy. *Eur. J. Hortic. Sci.* 81(2), 106–114.

Agradecimientos

La realización de este trabajo es con apoyo del Fondo de Cooperación y Desarrollo entre México (AMEXCID) y Chile (AGCID), de la Universidad de TALCA y la Municipalidad de Linares, Chile y del productor cooperante de Viñas de la Costa, en Hermosillo son., Mex.

USO DE AGUA POR NOGAL PECANERO (*Carya illinoensis*) EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Reyes-Montoya Diana G¹; Rodríguez Julio C.^{1*}; Quiroz-López Edith P.¹; Lizárraga-Celaya Carlos¹; Ortega-Farías Samuel²; Watts Christopher¹; Rodríguez-Casas Julio C.¹; Ochoa-Meza Andres¹; López-Avendaño Jesús E.³; Cruz-Bautista Fidencio¹; Grageda-Grageda José⁴

Universidad de Sonora¹. Luis Encinas y Rosales S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora. CITRA, Universidad de TALCA², Chile. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa³, CP 80000, Culiacán, Sinaloa. INIFAP, Costa de Hermosillo⁴, Sonora. Autor para correspondencia: julio.rodriguez@unison.mx

Resumen

La determinación de la demanda hídrica adecuada y el suministro de esta son fundamentales para la mejorar la productividad del agua en la agricultura. La técnica de covarianza de vórtices permite medir la evapotranspiración del cultivo (ET) y usando datos meteorológicos es posible determinar la evapotranspiración de referencia (ET_o) y el coeficiente de cultivo (K_c). Desde el 2016 fue instalada una torre micrometeorológica en la Costa de Hermosillo para determinar ET, ET_o y K_c. Los resultados preliminares indicar que ET y K_c, son fuertemente dependientes de la fenología y K_c mayores que la unidad en huertas adultas de nogal es algo ordinario: Pues las condiciones ambientales de la región como alta insolación y déficit de presión de vapor impactan de manera importante en la ET_o. Por lo consiguiente, en huertas adultas es riesgoso aplicar láminas de riegos inferiores a 1,500 mm año⁻¹ para mantener la productividad de nogal pecanero en la Costa Hermosillo.

Palabras clave: Evapotranspiración, riego, agricultura

Abstract

The adequate determination of the water demand and its supply are fundamental to improve the productivity of water in agriculture. The eddy covariance technique allows measuring crop evapotranspiration (ET) and using meteorological data it is possible to determine the reference evapotranspiration (ET_o) and the crop coefficient (K_c). Since 2016 a micrometeorological tower was installed on the Costa de Hermosillo to determine ET, ET_o and K_c. Preliminary results indicate that ET and K_c, are strongly dependent on the phenology and K_c greater than the unit in adult walnut orchards is something ordinary, given the environmental conditions of the region

such as high insolation and vapor pressure deficit, which impact important way to ETo. Therefore, in adult orchards it is risky to apply irrigation depth below 1,500 mm year⁻¹ and to maintain the productivity of pecan walnut on the Costa Hermosillo.

Key words: Evapotranspiration, Irrigation, agriculture

Introducción

La agricultura bajo riego utiliza el 70% del agua disponible y es responsable del 40% de la producción global de alimentos, utilizando el 20% de la superficie cultivable (Grafton et al., 2017). En el noroeste de México, los estados de Baja California, Sinaloa y Sonora son entidades con una importante vocación agrícola y tienen una superficie bajo riego de 1.6 millones de hectáreas (~ 25% nacional) y consumen alrededor del 22% del volumen nacional concesionada y usan entre el 85 y 94% en agua concesionada en la agricultura (CONAGUA, 2018). En la parte norte y costera de Sonora, la razón de agua superficial a subterránea tiende a cero, con recarga menor a la extracción y ha ocasionado una importante sobreexplotación de los acuíferos (Rangel et al., 2003; Ojeda et., 2015). Grafton et al. (2018) menciona que a nivel de cuenca hidrográfica las nuevas tecnologías de riego solo han incrementado la superficie agrícola a nivel de usuario y el impacto ambiental, ya que no han trasladado esos ahorros a otros usuarios. En el caso de los cultivos perennes, es especial el nogal pecanero, cultivo con alto consumo de agua, aún existe una discusión sobre sus requerimientos anuales reales. Por ejemplo Rodríguez et al. (2010) cuantifico 1,300 mm, mientras que Brown (2010) estimo un consumo de 2,095 mm. Dado lo anterior, en este trabajo se busca determinar la demanda del cultivo usando la técnica de covarianza de vórtices, pues esta técnica permite de mejor manera conocer el consumo anual de agua del nogal pecanero.

Materiales y Métodos

Área de estudio y variables ambientales, instrumentación y procesamiento

El estudio se está realizando en el Predio Viñas de la Costa (28.9240° -111.2996°), del distrito de riego (DR) 051 Costa de Hermosillo. Este experimento dio inicio en verano 2016. Actualmente cuenta con la misma instrumentación, marco de plantación y sistema de riego, descrita por Rodríguez et al. (2018). En el manejo del follaje en 2018, el nogal recibió poda de copa, con una importante reducción de altura de 13.8 a 8.5m y de follaje y durante 2019, solo poda selectiva de apertura. Asimismo, la colocación de la línea de riego a -0.20 m, para reducir la evaporación en la superficie. La evapotranspiración de referencia (ETo) fue calculada

mediante la aproximación de FAO56 (Allen et al., 1998). El coeficiente simple de cultivo (K_c), fue calculado usando la ecuación de Doorenbos y Pruitt (1977).

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_a + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad \text{Ec. 1.}$$

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_2 velocidad de viento promedio diario a 2m de elevación (m s^{-1}).

$$K_c = \frac{ET}{ET_o} \quad \text{Ec. 2.}$$

Donde; ET es la evapotranspiración medida en la superficie, mediante la técnica de covarianza de vórtices.

Resultados y Discusión

La figura 1 muestra las evaluaciones diarias de la evapotranspiración actual (ET) y la evapotranspiración de referencia (ET_o) en conjunto con los riegos aplicados. En ella se observa el comportamiento estacional, dominado por la fenología del cultivo. En este grafico también observamos que la ET actual diaria es mayor que la ET_o durante 2017, mientras que en 2018 sucede lo contrario durante los veranos, periodos de máxima demanda de la superficie cultivada y superiores a los reportados por Rodriguez et al. (2010) e inferiores de los estimados por Brown (2010). Durante el 2017, la ET diaria presenta valores similares al 2019, lo cual se atribuye a que durante el 2018 el nogal recibió una poda importante lo que redujo el follaje y por lo consiguiente su consumo de agua.

Con el fin de reducir las desviaciones de las mediciones diarias y considerando que los técnicos y los asesores de nogal requieren información semanal, la figura 2, nos muestra esta información. En ella se observa que durante primavera y verano el riego fue superior a la ET durante el 2017 y 2018; sin embargo durante 2019 la ET es ligeramente inferior al riego y se observa principalmente durante el periodo de desarrollo del fruto. En la misma figura también se observa el K_c y durante los veranos de 2016 a 2018, fue superior a uno, particularmente en el

2017 cuando la plantación contaba con mayor follaje. Este Kc es superior a lo observado por Simmons et al. (2009), Rodriguez et al. (2010) y Valdez et al. (2010).

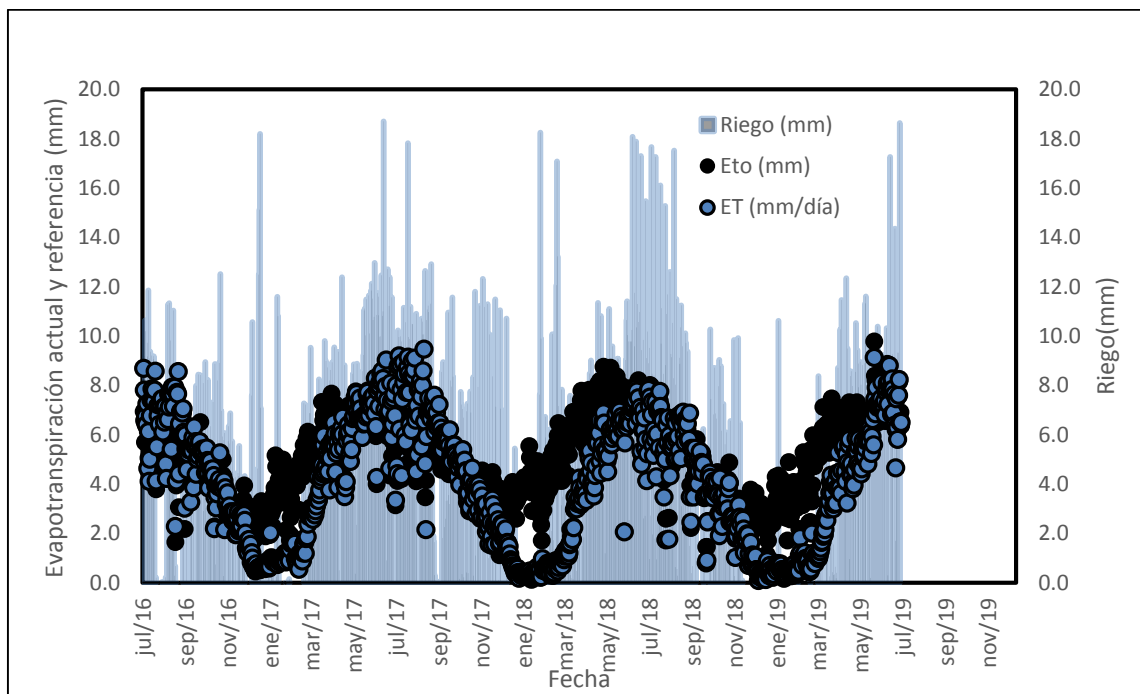


Figura 1. Evolución diaria de Evapotranspiración (ET), de referencia (ETo) y riego.

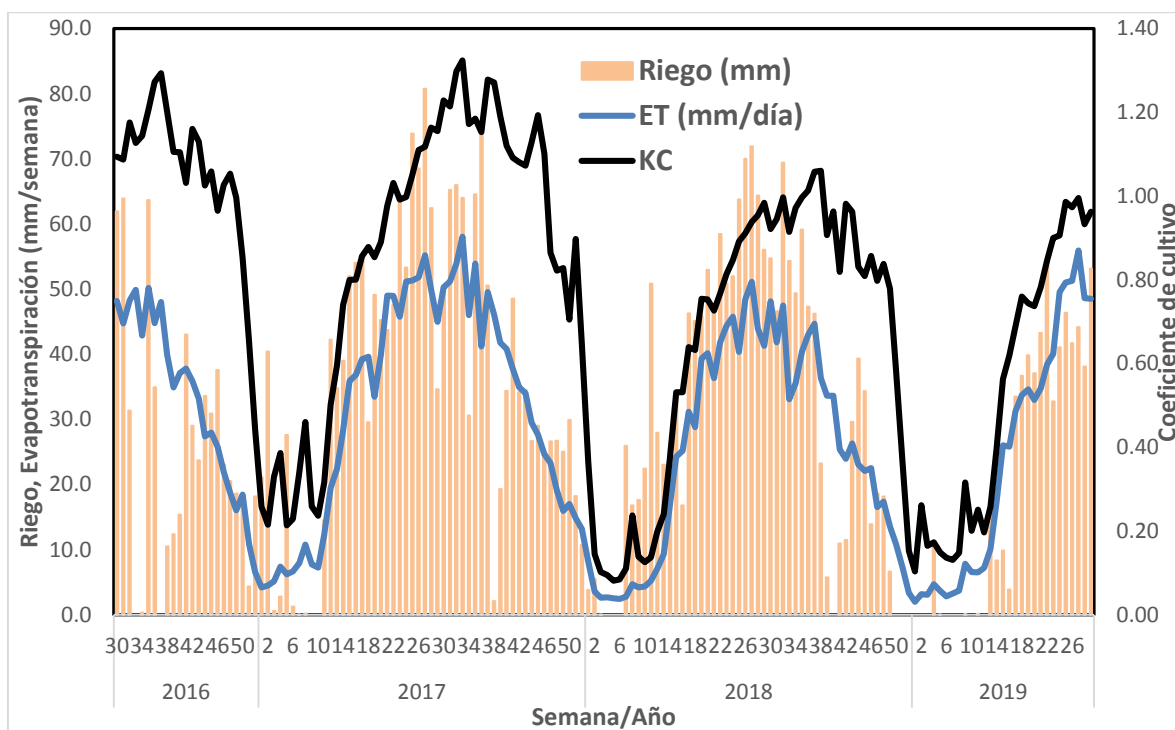


Figura 2. Evolución semanal de Evapotranspiración (ET), de referencia (ETo) y riego.

Conclusiones

El nogal pecanero es un cultivo perenne que requiere importantes volúmenes de agua anualmente y la técnica de covarianza de vórtices permite evaluar su variabilidad a diferentes escalas de tiempo (diaria, semanal, estacional y anual) y diferencias entre años y la importancia de la fenología en la estimación o determinación semanal de la reposición de agua de riego. Por lo consiguiente, el uso del Kc es una buena aproximación para conocer la ET, pero el monitoreo y análisis de otras variables como la humedad de suelo, la fenología, potencial hídrico en hojas, la conductancia estomática en su conjunto, pueden contribuir a reducir el exceso de agua

Literatura citada

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and drainage paper No. 56. FAO, Rome, Italy, 300 pp.

Brown, W. P. 2010. Pecan water use estimates for Southern Arizona and Northern México. XI simposio internacional de nogal pecanero. 54-61 pp.

CONAGUA, 2018. Estadísticas del agua en México. SEMARNAT.

Doorenbos, J y W. O Pruitt. 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper No. 24. FAO, Rome, Italy, 154 pp

Grafton, R. Q., J. Williams, C. J. Perry, F. Molle, C. Ringler, P. Steduto, B. Udall, S. A. Wheeler, Y. Wang, D. Garrick, and R. G. Allen. 2018. The paradox of irrigation efficiency. *Insights/Policy Forum, Science*, 364 (6404).

Ojeda, B. W., J. M. Gonzalez y L. Rendon P. 2015. Mexican experiences to control groundwater use in agriculture. International Commission on Irrigation and drainage. 12-15 octubre. Montpellier, Francia.

Rangel-Medina, M., Monreal, R., Morales, M., Castillo, J., 2004. Estimation of the vulnerability to saline intrusion of the coast of Hermosillo aquifer, Sonora, Mexico. *Geofísica Internacional* 43, 611–621.

Rodriguez et al., 2018. En: Paz, F., A. Velázquez y M. Rojo (Editores). 2018. Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2018. Serie Síntesis Nacionales. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con el Instituto Tecnológico de Sonora. Texcoco, Estado de México, México. 686 pp

Rodriguez, J.C., Grageda J., Watts C.J., A. Garatuza-Payan J., Castellanos-Villegas A., Rodriguez-Casas J., Saiz J. Olavarrieta V., 2010. Water use by perennial crops on the lower Sonora watershed, *Journal of Arid Environment*, 74:603-610.

Simmons, L.J., Wang, J., Sammis, T.W., Miller, D.R., 2007. An evolution of two inexpensive energy-balance techniques for measuring water use in flood-irrigated pecans (*Carya illinoensis*). *Agricultural Water Management* 88, 181–191.

Valdez-Gascón, B., L. J. Durón-Noriega, J. E. Ortiz-Enriquez, J. M. Ramírez-Díaz y R. Sesma-León. 2010. Ahorra de agua en huertas de nogal pecanero *Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch] con apoyo de monitoreo de humedad. XI Simposio internacional de nogal pecanero, 9-10 Septiembre, Hermosillo, Sonora. México. 83-87 pp.

Agradecimientos

La realización de este trabajo es con apoyo del Fondo de Cooperación y Desarrollo entre México (AMEXCID) y Chile (AGCID), de la Universidad de TALCA y la Municipalidad de Linares, Chile y del productor cooperante de Viñas de la Costa, en Hermosillo son., Mex. También a nuestro compañero y amigo Benjamín Valdez recientemente fallecido.

MODELIZACIÓN HIDRODINÁMICA DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE MANEADERO, CONSIDERANDO LA RECARGA POR INFILTRACIÓN DEL AGUA RESIDUAL TRATADA UTILIZADA EN EL RIEGO AGRÍCOLA

Ruiz Bermejo Juan José, Ramírez Hernández Jorge y Rodríguez Burgueño Jesús
Eliaana

Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California - ruiz.juan@uabc.edu.mx

Resumen

El Valle de Maneadero ubicado en el municipio de Ensenada, Baja California, México, se caracteriza por la presencia de una intensa actividad agrícola. La extracción de agua subterránea para abastecer las necesidades de la región ha generado un estado de sobreexplotación del acuífero adyacente, lo que ocasiona una disminución del nivel freático permitiendo el efecto de la intrusión salina. Bajo el marco del manejo sustentable de este cuerpo de agua, en el año 2014 se inició la aplicación de agua residual tratada (ART) en la agricultura, proveniente de la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) El Naranjo. El objetivo de este estudio fue determinar la influencia de la infiltración de ART en el balance general del acuífero. Con la finalidad de analizar esta situación, se construyó un modelo hidrodinámico que abarca un periodo desde el año 1974 hasta el año 2018. Los resultados indican que el ART si tiene una influencia significativa en el sistema acuífero, principalmente la que se infiltra por los cauces de los arroyos, recargando aproximadamente 1×10^6 m³/año. El modelo hidrodinámico puede actualizarse continuamente para implementarlo como una herramienta de generación de estrategias que coadyuven en el manejo sustentable del recurso hídrico del Valle de Maneadero.

Palabras clave: Valle de Maneadero, agua subterránea, manejo sustentable.

Abstract

The Maneadero Valley located in Ensenada, Baja California, Mexico, is characterized by the presence of intense agricultural activity. The extraction of groundwater to supply the needs of the region has generated a state of overexploitation of the adjacent aquifer, which causes a decrease in the water table allowing the effect of saline intrusion. Under the framework of the sustainable management of this aquifer, in 2014 the application of treated wastewater in agriculture coming from the El Naranjo wastewater treatment plant began. The objective of this

study was to determine the influence of treated wastewater infiltration on the overall balance of the aquifer. In order to analyze this situation, a hydrodynamic model was built. This model covers a period from 1974 to 2018. The results indicate that the treated wastewater does have a significant influence on the aquifer system, mainly that infiltrated by the channels of streams, recharging approximately 1×10^6 m³/year. The hydrodynamic model can be continually updated to implement it as a tool for generating strategies that contribute to the sustainable management of the water resource of the Maneadero Valley.

Keywords: Maneadero Valley, groundwater, sustainable management.

Introducción

Toda actividad de carácter social y económico en el Valle de Maneadero depende del uso del agua del acuífero adyacente (CONAGUA, 1999). Esto ha generado un estado de sobreexplotación de este cuerpo de agua. Bajo el marco de manejo sustentable del acuífero del Valle de Maneadero, se llevó a cabo el proyecto del uso de ART proveniente de la PTAR El Naranjo, para su aplicación en la agricultura. Dicho proyecto fue respaldado con cartas de intención firmadas por los usuarios de las parcelas agrícolas de la región (CESPE, 2005). El objetivo general de este trabajo fue desarrollar un modelo hidrodinámico del acuífero del Valle de Maneadero considerando las variaciones del balance hidrológico debido a la recarga por infiltración del riego agrícola con ART en la planicie costera.

Materiales y Métodos

El área de estudio es el acuífero del Valle de Maneadero ubicado aproximadamente a 11 km al Sur de la ciudad de Ensenada, Baja California, México. En la porción central del valle agrícola se posicionan las parcelas en las que se utilizan alrededor de $2'553,700$ m³/año de ART para la agricultura en un área correspondiente a 152.7 hectáreas. Con la finalidad de estudiar la recarga por la infiltración del ART utilizada en el riego agrícola, se construyó un modelo hidrodinámico con simulaciones de un periodo comprendido entre el año 1974 hasta el año 2018. La modelización se llevó a cabo utilizando el programa MODFLOW 2005 (Harbaugh, 2005) con la interfaz gráfica ModelMuse (Winston 2009). Para alimentar el programa se usaron los diferentes paquetes con los que cuenta; la extracción por pozos fue simulada mediante el uso del paquete Well (WEL), la recarga con el paquete Recharge (RCH), los arroyos con el paquete River (RIV), las condiciones de frontera con carga general con el paquete General-Head Boundary (GHB) y los pozos de observación con el paquete Head Observation (HOB) (Gidahatari, 2016). MODFLOW se utilizó para realizar el modelo preliminar de flujo

tridimensional del acuífero de la planicie costera del Valle de Maneadero en 1996 (Sarmiento-López, 1996); este es uno de los modelos consultados para la construcción del modelo hidrodinámico del presente estudio. Para elaborar el modelo conceptual del acuífero se realizó una exhaustiva revisión de información sobre los estudios geológicos, geofísicos y geohidrológicos en la zona, lo que permitió establecer las características geohidrológicas del sistema. Se realizaron mediciones de los niveles del agua subterránea mediante el uso de una sonda electroacústica, las cuales se utilizaron para la calibración y como referencia para evaluar los resultados obtenidos en el modelo hidrodinámico. El modelo tiene como condición de frontera Norte la elevación topográfica relacionada con la falla de Estero Beach ubicada cerca del Arroyo San Carlos, al Este se tiene como barrera impermeable la Sierra Juárez, al Sur se definió como condición de no flujo la falla de Agua Blanca y al Oeste se integró la frontera del mar del Estero de Punta Banda que se consideró constante. Primero, se desarrolló el modelo en estado estacionario para el año 1974, el cual fue validado con mediciones del nivel freático para ese año y calibrado mediante la modificación de los valores de conductividad hidráulica. Incluye la simulación de los dos principales arroyos que alimentan el sistema acuífero, el San Carlos y las Ánimas, para lo cual se tomó en cuenta la precipitación en el cálculo de sus escurrimientos y la cantidad aproximada de 9'146,100 m³/año de ART que se vierte en sus cauces a partir del año 2014. Posteriormente, se realizaron simulaciones anuales para emular el funcionamiento del acuífero hasta el año 2018, comparando los resultados de nivel freático con mediciones disponibles de cuatro años. Primero, sin la influencia del ART y después agregándola como una recarga por infiltración en las zonas en que es vertida.

Resultados y Discusión

Derivados de los resultados del modelo se obtuvieron los balances generales anuales, estos fueron contrastados con los estudios de disponibilidad de la CONAGUA, lo cual le confiere mayor certidumbre a los resultados de las simulaciones del modelo. A su vez, las curvas de nivel freático obtenidas tanto para la simulación en estado estacionario para el año 1974, como en transitorio para los años subsecuentes, mostraron diferencias menores a 0.50 m al tomar en cuenta la extracción en la porción central del valle en donde se aplica ART como recarga. En la Figura 1, se pueden apreciar las curvas del nivel estático simuladas para el año 2018 con y sin el uso de ART, así como un pozo de observación en el área de interés, en el cual se obtuvieron diferencias de los niveles estáticos entre los datos calculados por el modelo y los medidos en campo, menores a 0.30 m.

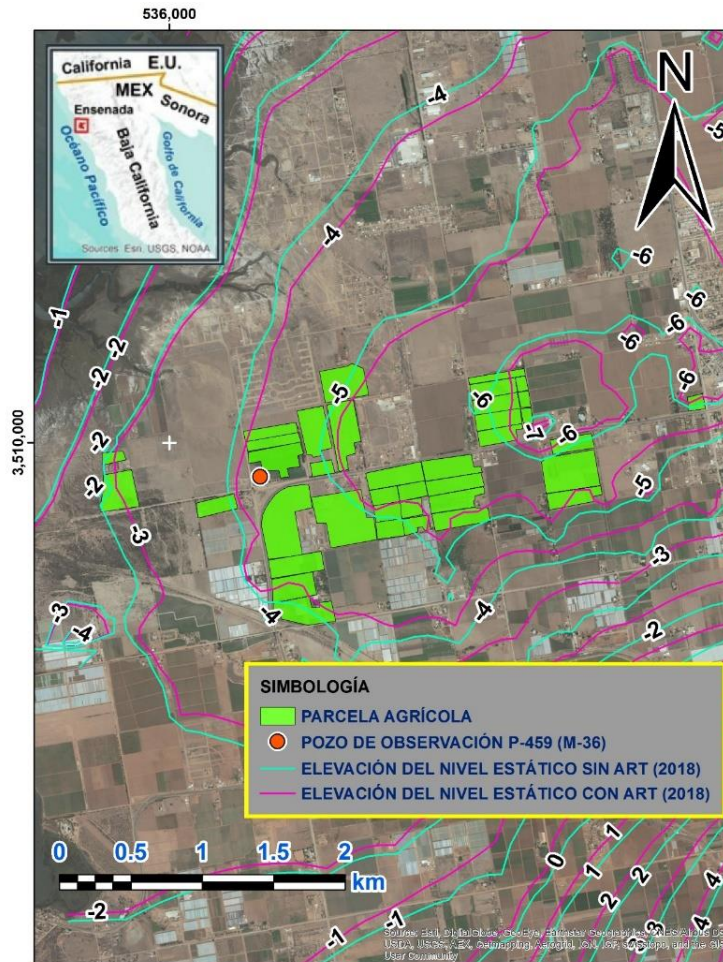


Figura 1. Comparación de las curvas del nivel estático (m) para el año 2018 obtenidas mediante el uso del modelo hidrodinámico del acuífero del Valle de Maneadero, simulando el uso de agua residual tratada (ART) y sin la aplicación de ésta. También se aprecia la localización del pozo de observación.

Los resultados del balance local indican que la cantidad de ART que influye en la recarga del sistema acuífero es aproximadamente 1'042,800 m³/año, esto bajo las consideraciones y limitantes del modelo hidrodinámico construido.

Conclusiones

Se infiere que la infiltración resultante en el modelo si es un valor significativo, a razón de que con esta cantidad de ART prácticamente se podría regar la mitad de la superficie que abarcan las parcelas en que se vierte. El mayor volumen de ART que recarga el acuífero del Valle de Maneadero, proviene de la infiltración por los cauces de los arroyos principales que alimentan el sistema acuífero. Se recomienda la instalación de instrumentos de medición para cuantificar el ART que ingresa al sistema acuífero, así como implementar un monitoreo sistemático de nivel y

calidad de agua en el acuífero. Así mismo, se recomienda continuar con la aplicación de ART con el objeto de reducir la extracción del acuífero y disminuir el avance de la intrusión salina, como lo establece el Plan de Manejo Sustentable del Acuífero de Maneadero. A su vez, la elección de nuevas parcelas que reúsen estas aguas debe hacerse después de investigar el efecto de la infiltración de ART en la calidad del agua en el acuífero. El modelo hidrodinámico construido puede actualizarse continuamente para obtener resultados que permitan generar estrategias para el manejo sustentable del recurso hídrico en el acuífero del Valle de Maneadero.

Literatura Citada

Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada. (2005). Expediente técnico emisor de aguas tratadas de 500 lps de planta El Naranja - Parcela 195 Valle de Maneadero Municipio de Ensenada.

Comisión Nacional del Agua. (1999). Estudio de Simulación Hidrodinámica del Acuífero de Maneadero, B.C. Reporte interno de la CONAGUA.

Gidahatari. (2016). Manual de Modelamiento Numérico con MODFLOW.

Harbaugh, A. W. (2005). MODFLOW-2005, the US Geological Survey modular ground-water model: the ground-water flow process (pp. 6-A16). Reston, VA: US Department of the Interior, US Geological Survey. Ingenieros Civiles y Geólogos Asociados, S. A. (1978). Estudio de factibilidad hidrológica en San Quintín y Maneadero, B. C. N.

Sarmiento-López, C. (1996). Modelo preliminar de flujo tridimensional del acuífero de la planicie costera del Valle de Maneadero, B.C., México.

Winston, R. B. (2009). ModelMuse: a graphical user interface for MODFLOW-2005 and PHAST (p. 52). Reston, VA: US Geological Survey

AIREACIÓN DE RAÍCES MEDIANTE RIEGO EN CALLES ALTERNADAS EN NOGAL PECANERO

Vieira de Figueiredo, Fernando Afonso, Martínez Díaz, Gerardo

Campo Experimental Costa de Hermosillo. INIFAP. Pascual Encinas Felix No. 72, Col. La Manga C.P.
83220. Hermosillo, Sonora. vieira.fernando@inifap.gob.mx

Resumen

Se estudió el efecto en la aireación de raíces de implementar riego en calles alternadas en nogal pecanero (*Carya illinoensis* K. Koch) en la Costa de Hermosillo, Sonora, México. El experimento se realizó con el cultivar 'Wichita' en una distancia de plantación de 12 x 6 m. El riego fue por goteo, con cuatro mangueras enterradas. El diseño experimental fue bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió de una hilera de quince árboles por tratamiento y la unidad experimental fue de los ocho árboles centrales. Las variables evaluadas fueron rendimiento, porcentaje de germinación, crecimiento de brote y fructificación en ramas vegetativas y fructíferas. Los resultados indican que no hubo diferencias significativas entre testigo y el tratamiento en las variables fenológicas analizadas y de rendimiento en la cosecha.

Palabras clave: aireación de raíces , drenaje.

Abstract

To improve root aeration on pecan walnut (*Carya illinoensis* K. Koch) in Costa de Hermosillo, Sonora, México a study was conducted on the effect of irrigigation in alternating rows. The experiment was carry out on 'Wichita' cultivar with a distance of plantation of 12 x 6 m. The irrigation was pressurized, with four drip tapes buried. The experimental design was by completely randomized blocks with four replications. The experimental plot consisted in one row of fifteen trees for each treatment and the experimental unit was the middle eight trees. The variables evaluated were yield, percentage germination, bud growth and fruiting on vegetative and fruiting branches. The results indicate that in general there was no significant differences between the control and the treatment in the phenological variables analyzed and in the yield harvested.

Keywords: root aeration, drainage.

Introducción

Un problema que puede afectar la productividad del nogal pecanero (*Carya illinoensis* K. Koch) en la región de la Costa de Hermosillo, Sonora, México, es la mala aireación de raíces, sobre todo en suelos arcillosos y franco arcillosos, en momentos del año de alta demanda de agua por el cultivo y consecuente aplicación de riegos muy frecuentes. Muchas horas de riego acumuladas exponen la raíces a déficits de aire, al mantenerse un bulbo de mojado amplio por considerables períodos de tiempo, llegando a durar todo el periodo entre riegos, que se suelen aplicar cada dos e incluso cada día en verano. Los riegos se aplican aproximadamente cada ocho o diez días en otoño-invierno, cada dos o tres días en primavera y cada día en verano (riegos de 4 o 5 horas) (Valdez, Vieira, Ortiz y Pérez, 2018). Esto se debe principalmente a que el nogal pecanero es una especie altamente demandante del recurso agua (Samani et al., 2011; Sammis, Mexal y Miller, 2004; Wang(b) et al., 2007). Miyamoto (1983) refiere que la evapotranspiración (ET) para el nogal pecanero en El Paso, Texas, está en el rango de 1000 a 1300 mm, mientras Wang(a) et al. (2007) en sus estudios encontraron una ET anual de 1227mm en Las Cruces, Nuevo México. En la Costa de Hermosillo, Rodríguez et al (2010) indican una ET de 1297 mm para el cultivo. No obstante, los productores de la Costa suelen aplicar una lámina de al menos 1500 mm ya que se incluyen riegos para lavado de sales en invierno y horas suplementarias de riego para compensar deficiencias de distribución de los sistemas de riego, que tienen perdidas de rendimiento de entre el 10 y el 40% en los peores casos (Valdez, Vieira, Ortiz, Bustamante y Padilla, 2015).

Aunado a los requerimientos elevados de agua por el árbol de nogal, en la región el clima es árido, con sequías periódicas y precipitaciones anuales escasas y concentradas en los meses de julio y agosto. Esta climatología promueve los riegos prolongados anteriormente referidos sobre todo en los meses de primavera y verano, cuando se da la evapotranspiración más elevada (Garrot, Kilby, Fangmeier, Husman y Ralowicz, 1993; Valdez, Sesma, Ruíz y Vieira, 2013; Vieira, Valdez, Ortiz y Zarate, 2013). Por lo anterior se determinó estudiar el efecto del riego en calles alternadas en la aireación de raíces, sin afectar rendimiento y productividad, cómo forma de contrarrestar un déficit de oxígeno a nivel radicular en los meses en que el agua de riego que se suministra es elevado.

Materiales y Métodos

El experimento se inició en junio de 2012 en una huerta plantada en 2006 con el cultivar de nogal pecanero 'Wichita', con una distancia de plantación de 12 x 6 m, en un suelo franco arcilloso. El riego es por goteo con mangueras enterradas a 35cm. Se instalaron ocho

mangueras enterradas en el tratamiento mientras que el testigo tiene cuatro. Así, en el tratamiento existen el doble de mangueras de forma a que permitan regar la misma cantidad de agua que el testigo, pero alternando las calles. O se riega de un lado de la fila de los árboles o se riega por el otro lado, cerrándose las válvulas de las mangueras del lado que debe permanecer seco. Así se evaluó el efecto de regar una calle sí y otra no, alternando cada quince días.

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, considerándose un tratamiento y el testigo. La parcela experimental consistió de una hilera de quince árboles para el tratamiento y otra para el testigo, siendo la unidad experimental los ocho árboles centrales. Las variables evaluadas fueron rendimiento, tamaño de nuez, porcentaje de germinación, crecimiento de brote y fructificación en ramas vegetativas y fructíferas. La brotación y fructificación se determinaron marcando ocho ramas en cada árbol de la parcela útil, de las cuales cuatro fueron vegetativas y cuatro fructíferas. En la brotación se midió la longitud de los brotes y se contaron las yemas totales y yemas brotadas. En la fructificación se contó cuantos brotes traían racimos de una muestra de cien observados al azar por árbol. El rendimiento y porcentaje de germinación se estimaron utilizando cadenas que muestrean cortes de 1/100 del área total del suelo del árbol (cuatro por árbol), método propuesto por **Worley** y **Morris** (1984).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se muestran los resultados del experimento, presentándose promedios y desviaciones estándar de datos de brotación.

Cuadro 1. Brotación de yemas fructíferas y vegetativas (promedios y desviaciones estándar)

TRATAMIENTO	FRUCTÍFERAS			VEGETATIVAS		
	Yemas Totales	Longitud (cm)	Yemas brotadas	Yemas Totales	Longitud (cm)	Yemas brotadas
Calles alternadas (2013)	10.3 ± 0.2	19.0 ± 0.8	5.4 ± 0.2	10.5 ± 0.4	15.1 ± 1.1	4.4 ± 0.1
Testigo (2013)	10.0 ± 0.3	17.2 ± 1.3	5.0 ± 0.3	10.6 ± 0.2	15.0 ± 0.7	4.5 ± 0.5
Calles alternadas (2014)	10.2 ± 0.2	13.9 ± 1.4	6.0 ± 0.2	11.0 ± 0.6	13.3 ± 0.9	6.2 ± 0.5
Testigo (2014)	10.6 ± 0.2	14.5 ± 1.0	6.7 ± 0.3	10.6 ± 0.5	12.2 ± 0.4	5.9 ± 0.2

En la brotación de yemas fructíferas se verifica que el riego alternado favoreció la longitud de los brotes en 2013 (19.0 para 17.2). En 2014, se observó la misma tendencia, pero en este

caso en la longitud de brotes vegetativos (13.3 para 12.2). No se observaron diferencias importantes en las demás mediciones.

En términos de porcentaje de brotación (Cuadro 2), se observó un mayor porcentaje de brotación en yemas fructíferas y vegetativas del tratamiento, comparado con el testigo, en el año 2013 (52.3 para 50.5 y 42.0 para 40.2), mientras que en 2014 hubo una relación inversa, pero solamente en yemas fructíferas, en que el testigo tuvo un porcentaje superior (63.0 para 58.8).

Cuadro 2. Porcentaje de brotación (promedios y desviaciones estándar)

TRATAMIENTO	Brot. yema fructífera (%)	Brot. yema vegetativa (%)
Calles alternadas (2013)	52.3 ± 1.9	42.0 ± 0.7
Testigo (2013)	50.5 ± 1.7	40.2 ± 2.4
Calles alternadas (2014)	58.8 ± 2.1	57.1 ± 2.7
Testigo (2014)	63.0 ± 2.5	56.1 ± 2.4

En la etapa fenológica de fructificación, los resultados indican que el porcentaje de racimos por brote se ve posiblemente afectado por el tratamiento, ya que en 2014 el porcentaje de racimos por brote es considerablemente mayor en el testigo (71.2 para 54.6) mientras que en 2013 se observa menor diferencia (53.4 del testigo para 50.8 de tratamiento). En el caso de la relación 'frutos por racimo' las diferencias son muy pequeñas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Fructificación (porcentaje de racimos por brote y número de frutos por racimo)

Tratamiento	Racimos por brote %	Frutos por racimo
Calles alternadas (2013)	50.8 ± 2.5	3.4 ± 0.1
Testigo (2013)	53.4 ± 6.2	3.2 ± 0.1
Calles alternadas (2014)	54.6 ± 5.1	3.0 ± 0.1
Testigo (2014)	71.2 ± 13.4	2.9 ± 0.1

En lo que se refiere a los datos de rendimiento y porcentaje de germinación se obtuvieron muestras de las cosechas de 2012, 2013 y 2014 (Cuadro 4). Esto se debe a que el estudio se inició en junio de 2012, lo que permitió obtener resultados de la cosecha, pero no de las etapas fenológicas.

Se observó mayor rendimiento (Kg ha^{-1}) en el tratamiento en 2012, comparado con el testigo (1505.2 para 1202.1), pero ligeramente menor en los dos años posteriores, por lo que no existe una tendencia clara. Ya en el caso de la germinación, las diferencias no son significativas, pero se observa una ligera disminución de la misma en el tratamiento, cuando comparado con el testigo, en el año 2014. No obstante en los dos años anteriores ocurre la situación contraria. Es de mencionar que se observan diferencias importantes en los promedios obtenidos entre unos años y otros, pero no son factibles de compararse entre años, o de atribuirse al experimento, porque los árboles de nogal sufren típicamente de una fuerte alternancia, que significa que en un año producen mucha fruta y al siguiente producen mucho menor cantidad, aún cuando esto no se produzca en todos los huertos necesariamente.

Cuadro 4. Rendimientos y porcentaje de germinación en tres años

Tratamiento	Rendimiento (Kg./Ha)	Germinación (%)
Calles alternadas (2012)	1505.2 $\pm$ 413.7	14.3 $\pm$ 5.4
Testigo (2012)	1202.1 $\pm$ 348.4	12.5 $\pm$ 5.9
Calles alternadas (2013)	1647.8 $\pm$ 728.6	9.4 $\pm$ 8.7
Testigo (2013)	1664.0 $\pm$ 792.8	7.0 $\pm$ 5.1
Calles alternadas (2014)	2252.9 $\pm$ 545.5	20.8 $\pm$ 6.8
Testigo (2014)	2383.9 $\pm$ 996.9	23.2 $\pm$ 8.5

Conclusiones

Los resultados obtenidos, de fenología y rendimiento, utilizando riego en calles alternadas indican que no hubo diferencias significativas entre testigo y tratamiento en las variables fenológicas analizadas y de rendimiento en la cosecha. En ciertos casos hubo datos contradictorios entre los años de estudio. No obstante, se observan ciertas tendencias que hace falta confirmar en más ciclos productivos. Al comprobar que el tratamiento no afecta significativamente la producción y el rendimiento en cosecha, se recomienda extender el estudio por más años, para verificar posibles beneficios de largo plazo originados por la mejoría de la aireación de raíces.

Literatura Citada

Garrot, D.J., Kilby, M., Fangmeier, D., Husman, S. y Ralowicz, A. (1993). Production, growth, and nut quality in pecans under water-stress based on the crop water-stress index. Journal of the American Society for Horticultural Science, 118(6): 694-698.

Miyamoto S. (1983). Consumptive water use of irrigated pecans. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 108:676-681.

Rodríguez, J.C., Grageda, J., Watts, C.J., Garatuza-Payán, J., Castellanos-Villegas, A., Rodríguez-Casas, J., Saiz-Hernández, J. y Olivarrieta, V. (2010). Water use by perennial crops in the lower Sonora watershed. *Journal of Arid Environments*. 74:603-610

Samani, Z., Bawazir, S., Skaggs, R., Longworth, J., Piñon, A. y Tran, V. (2011). A simple irrigation scheduling approach for pecans. *Agricultural Water Management*, 98(4): 661-664.

Sammis, T.W., Mexal, J. y Miller D. (2004). Evapotranspiration of flood-irrigated pecans. *Agricultural Water Management*, 69(3): 179-190.

Valdez, B., Sesma, R., Ruíz, O. y Vieira de Figueiredo, F. (mayo, 2013). Apoyando al manejo eficiente del agua en cultivos de la Costa de Hermosillo. Trabajo presentado en Avances y Logros de Fundación Produce Sonora. Fundación Produce Sonora. Hermosillo.

Valdez, B., Vieira de Figueiredo, F., Ortiz, J., Bustamante, J. y Padilla, G. (octubre, 2015). Evaluación hidráulica de sistemas de riego por goteo sub-superficial en huertas de nogal de la Costa de Hermosillo. Trabajo presentado en el XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali.

Valdez, B., Vieira de Figueiredo, F., Ortiz, J. y Pérez, A. (octubre, 2018). Respuesta al cuanto regar en cultivos frutícolas bajo riego por goteo en regiones semidesérticas del noroeste de México. Trabajo presentado en el XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali.

Vieira de Figueiredo, F., Valdez, B., Ortiz, J. y Zarate, B. (octubre, 2013). Estimación de la demanda de agua en huertas de nogal con apoyo de las estaciones agrometeorológicas automatizadas. Trabajo presentado en el XVI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali.

Wang (a), J., Miller, D.R., Sammis, T.W., Gutschick, V.P., Simmons, L.J. y Andales, A.A. (2007). Energy balance measurements and a simple model for estimating pecan water use efficiency. *Agricultural Water Management*. 91:92-101.

Wang (b), J., Sammis, T.W., Andales, A.A., Simmons, L.J., Gutschick, V.P. y Miller, D.R. (2007). Crop coefficients of open-canopy pecan orchards. *Agricultural Water Management*, 88(1-3): 253-262

Worley, R. y Morris., S. (1984). A method of estimating pecan yield. *Hortscience*. 19 (5): 664-670

EVALUACIÓN DEL DEL RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO EN ALFALFA (*Medicago sativa*), BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Escobosa- García, M.I.¹; Jiménez-Trejo, A.²; Núñez-Ramírez, F.¹; Cárdenas- Salazar, V.A.¹; Soto-Ortiz R¹; Avilés -Marín, S.M.¹; Montaña-Gómez, M.F.³; Corral-Madrid, A³; Rodríguez- González, R.E.¹; Arango-Pérez, M.L³.

¹Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC isabel.escobosa@uabc.edu.mx

²SEDAGRO. ³Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias.

Resumen

Se evaluó el sistema de riego por goteo subterráneo (RGS) en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*), comparando la producción con el Sistema de riego por Melgas (RM); las variedades de cultivo evaluadas fueron CUF-101 y Pionner-59N39 , en un suelo de textura franco arenoso; el objetivo: reducir el gasto de agua de riego, manteniendo o incrementando la calidad de la alfalfa. En la producción entre las variedades CUF 101 y Pionner-59N39 en (RM), no existieron diferencias significativas; y al comparar las variedades con los diferentes sistemas de riego, el RPG incrementó la producción entre un 25 al 30 %. La utilización del RGS, es una técnica viable (técnicamente) para optimizar el uso del agua en el Valle de Mexicali.

Palabras clave: Irrigación, requerimientos de riego, forrajes, riego rodado.

Abstract

The underground drip irrigation system (RGS) was evaluated in alfalfa crop (*Medicago sativa*), comparing the production versus Flood Irrigation System (RM); The crop varieties evaluated were CUF-101 and Pionner-59N39, on a sandy loam soil; The objective was: to reduce the volume of irrigation water, keeping or increasing the quality of alfalfa. The production between varieties CUF 101 and Pionner-59N39 in RM, was with no significant differences; and when comparing the varieties with the different irrigation systems, the RPG increased production between 25 and 30%. In conclusion, the use of the RGS is a viable technique (technically) to optimize the use of water in the Mexicali Valley.

Key words: Irrigation, water requirements, forage, flood irrigation

Introducción

La alfalfa es un cultivo forrajero de gran importancia en Mexicali. En 2015 ocupaba 30,000 hectáreas con un rendimiento promedio de 15.77 toneladas, sin embargo, su potencial es de 25 toneladas, la diferencia de casi 10 toneladas se debe a una mala preparación del suelo, la infesta de maleza y/o plagas, a la mala fertilización y el agua aplicada con oportunidad.

El riego por goteo subterráneo, es un avance técnico-científico que deriva del riego por goteo, técnica iniciada en los años 40s en Inglaterra, se populariza con la llegada de los plásticos de polietileno en los años 60s. En la actualidad es una de las técnicas mas frecuentes utilizada en las regiones de Sudeste de España; el riego por goteo es un método de aplicación de pequeñas cantidades de agua, dirigidas a la raíz, para lo cual se necesita una instalación cuyos componentes principales incluyen: emisores, filtros, reguladores de presión, válvulas y tuberías, bombas , energía y los sistemas de control.

Las principales ventajas son un menor consumo de agua; una menor presión, que implica ahorro de energía en el bombeo; Una mejor administración del agua de riego, ya que las plantas pueden ser abastecidas con cantidades precisas de agua; el agua es dirigida directamente a la raíz; los trabajos de campo pueden continuar durante el riego, porque la zona superior (suelo) permanece secas, redundando en el mejor control de las malas hierbas; se pueden inyectar soluciones fertilizantes a través del sistema de goteo; se puede utilizar en diferentes tipos de suelo y con pendientes diferentes; se reduce la erosión del suelo y la fuga de nutrientes.

Los inconvenientes principales son los costos de inversión iniciales por hectárea pueden ser mayores que otras formas de riego; preparación técnica al personal ya que la vigilancia ha de ser elevada, un retraso critico en operaciones de decisión puede provocar daños en la cosecha; la presencia de roedores puede provocar fugas en las líneas de goteo; se restringe el movimiento del agua en el suelo, provocando salinidad a mediano y largo plazo; la salinidad del agua de riego, es una limitante para seleccionar los filtros necesarios para que no se obstruyan los goteros.

En un sistema de riego instalado y en proceso de riego, es necesario evaluarlo en sus componentes hidráulicos para verificar si su operación se apega al proyecto de diseño o requiere adecuaciones técnicas (Merriam y Keller 1978). El complemento de la evaluación es conocer como el sistema de riego distribuye el agua aplicada Enel perfil del suelo y determinar su efecto en el rendimiento de los cultivos (Buendia y Palacios 2004).

Materiales y Métodos

El experimento se estableció en el campo experimental de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO) Ubicado en la Colonia Miguel Alemán, Baja California, en una superficie de 5.8 ha , utilizando la Variedad: CUF 101 y PIONNER 59N59. El suelo del área de estudio es de textura arenosa franca, con 81.6, 17.5 y 0.9 % de arena, limo y arcilla respectivamente. El perfil de 0 a 90 cm consiste en un suelo con contenido 0.1 % MO, pH alcalino 8.5, CE 1.99 dS m⁻¹ y Da 1.40 g cm⁻³; los valores de CC y PMP fueron 13 y 4%, respectivamente. El manejo del cultivo se llevó a cabo realizando las recomendaciones Tecnicas de INIFAP 2000, basándose en los análisis de suelo y agua.

Se evaluó el sistema de riego por goteo subterráneo (RGS) comparando la producción con el Sistema de riego por Melgas (RM); las variedades de cultivo evaluadas fueron CUF-101, Pionner-59N39 en un suelo de textura franco arenoso.

La instalación del sistema (RGS) se llevó a cabo a una profundidad de (40 cm) y entre líneas una separación de 70 cm; los riegos fueron aplicados con base a la información de los datos de tensión de humedad, así como el volumen de agua requerido en cada riego.

Se realizaron cosechas mensuales y se evaluó el rendimiento total en dos años de estudio. Así mismo, se evaluó la calidad del forraje obtenido. Las medias de los datos fueron evaluadas con apoyo de Minitab software.

Resultados y Discusión

No se identificó interacción entre los factores evaluados, en ninguna de las variables consideradas ($P > 0.05$). En lo que respecta a producción (años 2017 y 2018), se encontró diferencia significativa entre los sistemas de riego utilizados (año 2017: RGS= 14,974 kg ha⁻¹ *versus* RM= 8808 kg ha⁻¹) (año 2018: RGS=19,629 kg ha⁻¹ *versus* RM=12,027 kg ha⁻¹). No se encontró diferencia entre las variedades evaluadas (Figura 1).

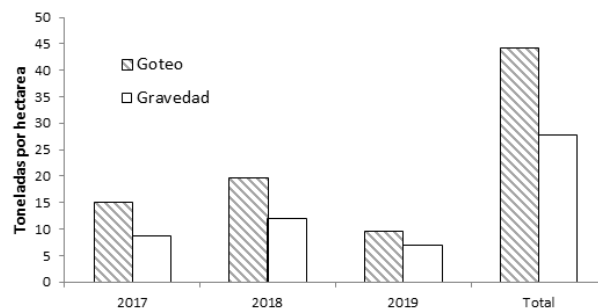


Figura 1. Comparación entre riego por goteo subterráneo y riego por gravedad.

Lo que respecta a las variedades, en ninguno de los años evaluados se encontró diferencia en rendimiento. En el año 2017, el rendimiento promedio de ambas variedades fue de 12.5 ton ha⁻¹, en el segundo año (2018), el rendimiento fue de 15.5 ton ha⁻¹, mientras que en el 2019, el rendimiento fue de 8.4 ton ha⁻¹. Al sumar los tres años, ambas variedades acumularon un promedio de 35.6 ton ha⁻¹. (Figura 2).

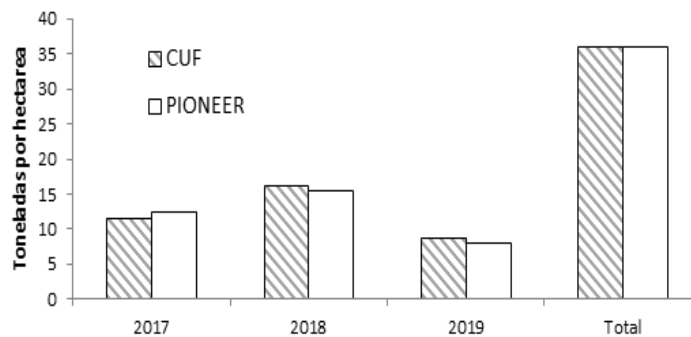


Figura. 2 Producción con las variedades analizadas.

Calidad del forraje.

No se encontró interacción entre las variables evaluadas ($P > 0.161$). Lo mismo sucedió entre variedades ($P > 0.125$). Para el caso de calidad en los diferentes sistemas de riego, solo la fibra ácida detergente (ADF) y la grasa resultaron mayor en el riego por gravedad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evaluación del sistema de riego en dos variedades de alfalfa y su calidad nutritiva.

Sistema de riego (S)	ADF [‡]	Calcio	Cenizas	Fibra cruda	Fósforo	Grasa	NDF [†]	Proteína
Gravedad	26.83 a	0.408	9.68	21.76	0.329	0.038 a	46.49 a	0.495
Goteo	25.66 b	0.398	9.37	21.13	0.325	0.027 b	44.84 b	0.350
P-valor	0.020	0.294	0.396	0.345	0.682	0.025	0.023	0.788
Variedad (V)								
CUF 101	26.20	0.398	9.33	21.46	0.324	0.033	45.56	0.429
PIONEER 59N59	26.29	0.409	9.72	21.43	0.330	0.033	45.76	0.429
P-valor	0.086	0.272	0.279	0.959	0.543	0.929	0.778	0.139
Interacción (S × V)	0.223	0.561	0.469	0.274	0.495	0.161	0.285	0.165

[‡]ADF: Fibra detergente ácida, [†]NDF: Fibra detergente neutra

Lo mismo sucedió con la fibra detergente neutra (NDF). Los valores de ADF fueron de 26.83 para RM y de 25.66 para RPG; Para el parámetro de grasa, los valores fueron de 0.038 para RM y de 0.027 para RPG. Para el caso de NDF, Se obtuvieron diferencias entre el sistema de riego y el año, Superando el RGS con una media de 2.55 y a RM= 2.13; NDF. Fibra detergente Neutra, presentando menor cantidad el RGS sobre el RM, lo que hace suponer que será de mejor calidad para el animal que lo consuma y entre variedades la Pioneer muestra un valor más alto que la CUF 101. (Cuadro 1); este proyecto es de gran relevancia para los productores en el que eventualmente estarán aplicando la tecnología que se genere a corto y mediano plazo

Conclusiones

No se identificó diferencia en rendimiento y calidad de forraje entre las variedades evaluadas. Se identificó diferencia en rendimiento de forraje entre los sistemas de riego evaluados. Se identificó diferencia entre la ADF grasa y NDF entre los sistemas de riego evaluados. Los mayores valores fueron encontrados en el RM.

Literatura Citada

Godoy, C., Pérez, A., Torres, C., Hermosillo, L., Reyes, I. 2003. Uso del agua, producción de forraje y relaciones hídricas en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. Agrociencia 37 :107-115.

INIFAP. 2000. Guía Técnica para producir alfalfa en el Valle de Mexicali.

Merriam, J., Keller, J. 1978. Farm Irrigation system evaluation: a guide for management. Utah State University, Logan, Utah.

Buendía, J., Palacios, E., Chavez, J. 2004. Impacto del funcionamiento de los sistemas de riego presurizado en la productividad de ocho cultivos, en Guanajuato, México. Agrociencia 38:477-486.

BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

EVALUACIÓN DE REGULADORES DE CRECIMIENTO VEGETAL PARA LA INDUCCIÓN DE CALLOS A PARTIR DE EXPLANTES DE PALMA DATILERA (*Phoenix dactylifera*) var. Deglet Noor.

Durán-Hernández, Dagoberto^{1*}, **Aguilar-Gutiérrez, Andrea**¹, Pazos-Inda, Edgard Allan¹, Rodríguez García, Sebastián¹, Uribe-Orozco, María Elena², Tzintzun-Camacho, Olivia¹; González-Mendoza, Daniel¹; Grimaldo-Juárez, Onecimo¹; Ceceña-Durán, Carlos¹.

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera a Delta s/n C.P. 21705. Ejido Nuevo León, Mexicali Baja California, México ¹. ddurn@uabc.edu.mx. ²Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Prolongación Manuel Carpio y Plan de Ayala s/n Col. Santo Tomás Del. Miguel Hidalgo, Ciudad de México, México. C.P. 11340

Resumen

La palma datilera es un cultivo en crecimiento en el Valle de Mexicali y Sonora. Las plantaciones son en su mayoría mediante hijuelos lo cual no garantiza su establecimiento de la planta en campo debido a que su sistema radicular no está bien desarrollado. La micropropagación es una excelente alternativa para generar plantas sanas y con sistemas radiculares bien desarrollados que permitan un desarrollo y establecimiento de las palmas datileras. El objetivo del trabajo fue evaluar diferentes Reguladores de Crecimiento Vegetal (RCV) para inducir formación de callos en explantes del meristemo apical de palma datilera variedad Deglet Noor. Se empleó el medio de cultivo MS, complementado con 8 g/L de agar; 30 g/L de sacarosa; 100 mg/L de Mioinositol; 3 g/L de carbón activado; Los reguladores de crecimiento empleados fueron: ácido 1-Naftalenacético (ANA), 6-Bencilaminopurina (BAP), ácido giberélico (AG3), ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2-4, D), Kinetina (Kin) con los cuales se realizaron seis tratamientos con diferentes concentraciones de RCV. Cada tratamiento con 5 réplicas y 4 explantes como unidad experimental. En los tratamientos 6 y 2, compuestos con MS + 0.5 mg/L (2-4, D, Kin y AG₃); MS + 1 mg/L (ANA, BAP y AG₃); se obtuvo 51 % y 42 % de formación de callo embriogénico respectivamente.

Palabras clave. Explantes, meristemo apical, reguladores de crecimiento vegetal, embriogénesis somática.

Abstract

Date palm is a growing crop in the Valley of Mexicali and Sonora. The plantations are mostly through offshoots which does not guarantee its establishment of the plant in the field because its root system is not well developed. Micropropagation is an excellent alternative to generate healthy plants with well-developed root systems that have a development and establishment of date palms. The objective of the work was to evaluate different Plant Growth Regulators (RCVs) to induce callus formation in explants of the apical meristem of date palm variety Deglet Noor. The MS culture medium was used, supplemented with 8 g / L agar; 30 g / L sucrose; 100 mg / L of myoinositol; 3 g / L activated charcoal; The growth regulators used were: 1-Naphthalenetic acid (ANA), 6-Benzylaminopurine (BAP), gibberellic acid (AG3), 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2-4, D), Kinetin (Kin) with which It involves six treatments with different concentrations of RCVs. Each treatment with 5 replicates and 4 explants as an experimental unit. In treatments 6 and 2, compounds with MS + 0.5 mg / L (2-4, D, Kin and AG3); MS + 1 mg / L (ANA, BAP and AG3); obtained 51 % and 42 % embryogenic callus formation respectively.

Key words: Explants, apical meristem, somatic embryogenesis, plant growth regulators.

Introducción

La palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) es una de las plantas cultivadas más antiguas (Riad, 2016), su fruto (dátil) es considerado un alimento básico en zonas áridas (Danthine, 1937). En México se cultiva en San Luis Río Colorado, Sonora y Mexicali, Baja California (SIAP, 2016). Por medio de técnicas de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales se puede propagar plantas genéticamente idénticas a la planta madre, que se escoge por su vigor (Neuman, 2006). En esta especie, la vía de regeneración es la embriogénesis somática indirecta, con un explante se pueden multiplicar miles de plantas en condiciones controladas (Hussain *et al.*, 2012). Con los antecedentes descritos, el objetivo de la investigación fue promover la inducción de callos a partir de explantes de meristemo apical de hijuelos de palma datilera *P. dactylifera* variedad Deglet Noor.

Materiales y Métodos

Se utilizaron hijuelos de *Phoenix dactylifera* L., de la variedad Deglet Noor. El trabajo se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Se extrajo el meristemo apical del hijuelo del cual se obtuvieron los explantes, previa desinfección del meristemo, éste se seccionó en segmento de aproximadamente 5 mm de diámetro y 3 mm de altura. El proceso de desinfección consistió en

lavar el meristemo apical con detergente líquido para eliminar residuos de tierra, y posteriormente se pasó a una solución de etanol al 70 % durante 30 segundos, después, se dejó en una solución de hipoclorito de sodio al 10 % durante 10 minutos. Se realizaron tres enjuagues con agua destilada estéril (ADE) después de cada inmersión. El medio de cultivo base compuesto por 8 g/L de agar; 30 g/L de sacarosa; 100 mg/L de Myoinositol; 3 g/L de Carbón Activado (CA), y la concentración de sales minerales de Murashige y Skoog (1962), disueltos en agua destilada. Los reguladores de crecimiento empleados fueron: ácido 1-Naftalenacético (ANA), 6-Bencilaminopurina (BAP), ácido giberélico (AG3), ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4, D), Kinetina (Kin) con los cuales se realizaron los siguientes tratamientos con 5 réplicas cada uno: 1) 10 mg/L de ANA; 2) 1 mg/L de ANA, BAP y AG₃; 3) 1 mg/L de 2,4-D, Kin y AG₃; 4) 0.5 mg/L de ANA, BAP y AG₃; 5) 0.5 mg/L ANA, Kin y AG₃; 6) 0.5 mg/L 2,4-D, Kin y AG₃. El pH se ajustó a 5.7 con KOH y/o HCl 0.1 N. En frascos de vidrio de 90 ml se vertieron 30 mL de medio de cultivo y se sometieron a un periodo de esterilización en autoclave All American 75X, por 20 minutos a 121 °C y 15 libras de presión. Posteriormente, en cada frasco se sembraron cuatro explantes y se trabajó en la campana de flujo laminar (Ulbrecht DCB-1200V). Se incubaron en una cámara a una temperatura de 28 °C, con fotoperiodos de 16 horas luz y 8 horas de obscuridad, durante 6 meses. Se evaluaron los explantes por la formación de callo y los explantes contaminados, los callos sanos se sembraron en un segundo medio de cultivo, el cual carecía de carbón activado y tiene los mismos componentes que el primer medio base anterior solo se cambiaron los RCV por 0.5 mg/L (ANA y BAP). Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$), se compararon medias en el programa de Diseños Experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL), versión 2.1 (Olivares, 1990). Los datos porcentuales de las pruebas se transformaron a una distribución normal empleando la ecuación $y = \arcsin(x)^{1/2}$, donde "y" = dato transformado y "x" = dato porcentual.

Resultados y Discusión

Los tratamientos 6 y 2 se obtuvieron 51% y 42% de formación de callos embriogénicos de palma datilera de la variedad Deglet Noor (Cuadro 1). Al respecto, El Hadrami y Baaziz (1995), encontraron que la auxina (2,4- D) es el regulador de crecimiento vegetal (RCV) más utilizado para la callogénesis en la palma datilera en concentraciones de 5 mg/L y más. Fki *et al.*, (2003) mencionan que incluso con concentraciones menores de 1 mg/L se obtiene respuesta favorable para la inducción de callo. Como es el caso del tratamiento 6 con una concentración

de 0.5 mg/L de 2,4-D, el cual presenta una la mejor respuesta en la formación de callo embriogénico. Asimismo, se han evaluado otros (RCV), Marjan *et al.* (2017) utilizaron un medio MS complementado con 2 mg/L de BAP y 3 mg/L de nitrato de plata + 0,1 mg/L ANA, el cual mostró la mayor cantidad de callo embriogénico, usando segmentos de raíz de palma datilera de variedad Medjool. En el tratamiento 6, los callos embriogénicos presentan estructuras globulares agregadas, de forma laxa de diferente tamaño pequeñas raíces, mientras, que los otros tratamientos presentaban problemas de oxidación y raíces de menor tamaño.

Cuadro 1. Formación de callos de segmentos de meristemo apical de hijuelos de palma datilera variedad Deglet Noor, como respuesta a los diferentes reguladores de crecimiento evaluados.

Tratamiento	Composición del medio de cultivo	% Formación de Callo
1	MS + 10 mg/L ANA	33 bc
2	MS + 1 mg/L (ANA, BAP y AG ₃)	42 ab
3	MS + 1 mg/L (2-4,D, Kin y AG ₃)	33 bc
4	MS + 0.5 mg/L (ANA, BAP y AG ₃)	24 c
5	MS + 0.5 mg/L (ANA, Kin y AG ₃)	36 bc
6	MS + 0.5 mg/L (2-4,D, Kin y AG ₃)	51 a

Medias con diferente literal son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

La contaminación de los explantes por hongos y bacterias, afectó a todos los tratamientos (Cuadro 2), el método de desinfección que se utilizó fue el mismo para todos los tratamientos. El tratamiento 6 fue el que presentó menor perdida de explantes con 39% de contaminación. Al respecto, Abahmane (2011), informa que el tejido de palmas datilera a veces está contaminado por microorganismos internas y se introducen *in vitro* con explantes aun si estaban bien desinfectados externamente. Cabe mencionar que los cultivos de palma datilera carecen de algún manejo integral de plagas y enfermedades, lo cual al ver el tipo de contaminación y que esta se origina en el explante nos hace suponer que la contaminación es endógena. Lo cual nos sugiere dar tratamientos con fungicidas y bactericidas a las palmas de las cuales se van a obtener los hijuelos.

Cuadro 2. Porcentaje de pérdida por oxidación y contaminación en los tratamientos, con explantes de meristemo apical de palma datilera variedad Deglet Noor.

Tratamiento	Composición del medio de cultivo	% de contaminación
1	MS + 10 mg/L ANA	57% a
2	MS + 1 mg/L (ANA, BAP y AG ₃)	42% bc
3	MS + 1 mg/L (2-4,D, Kin y AG ₃)	57% a
4	MS + 0.5 mg/L (ANA, BAP y AG ₃)	66% a
5	MS + 0.5 mg/L (ANA, Kin y AG ₃)	54% ab
6	MS + 0.5 mg/L (2-4,D, Kin y AG ₃)	39% c

Medias con diferente literal son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Después de cuatro meses de la siembra de los callos embriogénicos al segundo medio de cultivo, el 70% se contaminó por bacterias y hongos, solo el 30 % de los callos sobrevivió. Estos reportes coinciden, con lo que informa Abahmane (2011), la contaminación se observa generalmente después de un mes de cultivo o incluso de tres a cinco subcultivos.

Conclusiones

El tratamiento 6 con 0.5 mg/L de 2-4,D, Kin y AG₃ y el tratamiento 2 con 1 mg/L de ANA, BAP y AG₃, fueron los que indujeron los mayores porcentajes de formación de callos a partir de los explantes del meristemo apical con 51 y 42 por ciento respectivamente.

Literatura Citada

Abahmane, L. (2011). Date palm micropropagation via organogenesis. In Jain, S.M., Al-Khayri, J.M., Johnson, D.V. (Ed.). Date Palm Biotechnology. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. pp.70-84. DOI 10.1007/978-94-007-1318-5.

Neumann, K. H. (2006). Some studies on somatic embryogenesis: a tool in plant biotechnology. In: Kumar and Roy (eds) Plant biotechnology and its applications in tissue culture. I.K. International, New Delhi, pp 1-14.

Olivares, S.E.1990. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.1 Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, (UANL). Marín, N.L. México

El Hadrami I, Baaziz M. (1995).Somatic embryogenesis and analysis of peroxydases in Phoenix dactilifera L. Biol Plant 37:179–203.

Fki, L., Masmoudi, R., Drira, N. and Rival, A. (2003). An optimised protocol for plant regeneration from embryogenic suspension cultures of date palm, *Phoenix dactylifera* L., cv. Deglet Noor. Plant Cell Reports 21: 517-524.

Marjan Roshanfekrrad, Reza Zarghami, Hassan Hassani, Hedayat Zakizadeh y Ali Salari, (2017). Effect of AgNO₃ and BAP on Root as a Novel Explant in Date Palm (*Phoenix dactylifera* cv. Medjool) Somatic Embryogenesis. Pakistan Journal of Biological Sciences, 20: 20-27.

Hussain, A., Qarshi, I.A., Nazir, H. y Ullah, I. (2012). Plant Tissue Culture: Current Status and Opportunities, Recent Advances in Plant in vitro Culture, Dr. Annarita Leva (Ed.), ISBN: 978-953-51-0787-3, InTech, DOI: 10.5772/50568.

Riad, M 2006. 'The date palm sector in Egypt'. CIHEAM- Options Mediterraneennes, 45-53.

Danthine, H. (1937). Le palmier-dattier et les arbres sacres dans l'iconographie de l'asieoccidentaleancienne. Texte (277 pp) and Album (206 plates) Paris.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Anuario estadístico de la producción agrícola. Recuperado el 31 de octubre de 2016, de http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO BORLAUG 100

Félix Fuentes José Luis¹, Ortiz Avalos Alma Angelica¹, Cortes Jiménez Juan Manuel¹,
Fuentes Dávila Guillermo¹.

Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo¹. Postal 155, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000;
felix.joseluis@inifap.gob.mx.

Resumen

Borlaug 100 es una variedad de trigo harinero (*Triticum aestivum* L. Thell) de hábito de crecimiento primaveral, originada por el programa de trigo del Campo Experimental Norman E. Borlaug del valle del yaqui, en el estado de Sonora. Como resultado de los análisis de laboratorio se encontró la presencia del gen Sr22 el cual se ha observado que es eficaz contra Ug99, también se identificó el gen Sr24 que ofrece resistencia a la mayoría de las razas de la roya del tallo, entre ellos la raza virulenta Ug99 (TTKSK), entre otros genes identificados se detectó la presencia de la mutación pina-D1b, el cual es relacionado con la textura del endospermo, es decir dureza o suavidad del grano.

Abstract

Borlaug 100 is a variety of wheat flour (*Triticum aestivum* L. Thell) of spring growth habit, originated by the Norman E. Borlaug Experimental Field wheat program of the Yaqui Valley, in the state of Sonora. As a result of the laboratory analysis, the presence of the Sr22 gene was found which has been found to be effective against Ug99, the Sr24 gene that offers resistance to most stem rust races, including race, was also identified virulent Ug99 (TTKSK), among other identified genes, the presence of the pina-D1b mutation was detected, which is related to the texture of the endosperm, that is, hardness or smoothness of the grain

Palabras Clave: calidad, enfermedades, marcadores

Introducción

La siembra de trigos harineros en el sur de Sonora ha mostrado una fuerte reducción en superficie, la cual dio inicio en la década de los 80' debido a la problemática del carbón parcial, ocasionando que los trigos cristalinos fueran la clase dominante hasta el día de hoy. A partir de esta problemática la importación de trigos harineros se ha incrementado, así como la necesidad de generar variedades con características sobresalientes de potencial de rendimiento,

resistencia a enfermedades y calidad. Siendo estas dos últimas, en la mayoría de los casos no expresadas, debido a diversos factores, los cuales se relacionan a condiciones climáticas o al manejo agronómico. Para ello se buscan estrategias eficientes que mejoren la productividad del cultivo, desarrollando nuevos materiales apoyados en técnicas biotecnológicas (Pazmiño, 2012) como el cultivo de tejidos y la biología molecular (Levitus et al., 2010), que optimizan los recursos disponibles acelerando los procesos (Morillo et al., 2014) lo cual nos permitirá predecir a futuro su desarrollo.

Materiales y Métodos

El trabajo experimental se desarrolló durante el ciclo agrícola (2017-2018). Se llevó a cabo en el laboratorio de biotecnología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB), ubicado en Block 910 del Valle del Yaqui, a 27° 22' de latitud norte y 109° 55' de longitud oeste, a 37 msnm. La variedad a caracterizar fue BORLAUG 100, liberada por el programa de mejoramiento del INIFAP, la parte molecular consistió en identificar la presencia de genes como Lr34 (resistencia a la roya de la hoja), Sr2, Sr22, Sr24, Sr25/Lr19, Sr26, Sr35 y Sr39 (resistencia a la roya del tallo), Pin-a y Pin-b (dureza del grano), Rht-D1, Rht-B1 (altura de planta), y la translocación 1BL/1RS (resistencia a sequías). Los marcadores se describen en el cuadro 1. El muestreo del material vegetal, se llevó a cabo cortando manualmente y eliminando la nervadura de las hojas jóvenes, seleccionando tejido libre de zonas necróticas y lesiones que pudieran estar presentes en las plantas. Las muestras fueron almacenadas en tubos de 1.5 ml a una temperatura de -20°C y posteriormente a -85 °C previo a la liofilización. Una vez realizada la liofilización se realizó la extracción de ADN, enseguida se continuo con el análisis de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), las secuencias utilizadas se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Marcadores funcionales utilizados para la caracterización molecular de la variedad BORLAUG 100.

Rasgo	Locus	Marcador	Clase de marcador	Herencia	Secuencia de Primer (5'-3')	Alelo	Tamaño esperado del fragmento	Cromosoma	Referencia
Genes de resistencia a la roya del tallo	Sr25/Lr19	Gb	Microsatélite (STS)	Dominante	Gb-F 5' CAT CCTGGGGACCTC-3' Gb-R 5' GCTCGCATACATCCA3' CCA	Gb	130	7D	Prins et al. 2001
	Sr35	CFa2193	Microsatélite (SSR)	Polimórfico	F: 5'-ACA TGT GAT GTG CGG TCA TT -3' R: 5'-TCC TCA GAA CCC CAT TCT TG -3'	cfa2193	243/230	3AL	Zhang et al., 2010
	Sr26	Sr26 #43	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-AAT CGTCCACATTGGCTTCT-3' R: 5'-CGC AACAAAATCATGCACTA-3'	Sr26 #43	207	6AL	Mago et al. 2005
	Sr24	Sr24 #12	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-CAC CCGTGACATGCTCGTA-3' R: 5'-AAC AGGAAATGAACGACGATGT-3'	Sr24 #12	600	3DL	Mago et al., 2005 Olson et al., 2010
	Sr2	Cssr2	CAPS	Polimórfico	F: 5'-CAA GGGTTGCTAGGATTGGAAAAC-3' R: 5'-AGA TAACTCTTATGATCTTACATTT TTCTG-3'	Cssr2	172/112/ 53	3BS	Mago et al., 2011
	Sr39	Sr39 #22r	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-AGA GAA GAT AAG CAG TAA ACA TG -3' R: 5'-TGC TGT CAT GAG AGG AAC TCT G -3'	Sr39 #22r	487	2B	Gold et al., 1999
	Sr22	CFa2123	Microsatélite (SSR)	Co-dominante	F: 5'-CGG TCITTTGTTGCTCTAAACC-3' R: 5'-ACC GGCCATCTATGATGAAG3'	CFa2123	245/260	7A	Khan et al., 2005
Dureza del grano	Pin-a	Pina	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-CCC TGT AGA GAC AAA GCT AA -3' R: 5'-TCA CCA GTA ATA GCC AAT AGT G -3'	Pina- D1a	450	5D	Gautier et al. 1994
			Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-CCC TGT AGA GAC AAA GCT AA -3' R: 5'-TCA CCA GTA ATA GCC AAT AGT G -3'	Pina- D1b	450	5D	Gautier et al. 1994
	Pin-b	Pinb	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-ATG AAG ACC TTA TTC CTC CTA -3' R: 5'-TCA CCA GTA ATA GCC ACT AGG GAA -3'	Pinb- D1	250	5D	Giroux and Morris, 1997, Wheat CAP
Reducción de la altura de la planta	Rht- D1	DF2-WR2	Microsatélite (STS)	Dominante	DF2 5'-GGC AAG CAA AAG CTT CGC G -3' WR2 5'-GGC CAT CTC GAG CTG CAC -3'	Rht- D1a	264	4D	Ellis et a., 2002
		DF-MR2	Microsatélite (STS)	Dominante	DF 5'-CGC GCA ATT ATT GGC CAG AGA TAG -3' MR2 5'-CCC CAT GGC CAT CTC GAG CTG CTA -3'	Rht- D1b	254	4D	Ellis et a., 2002
	Rht-B1	BF-WR1	Microsatélite (STS)	Dominante	BF 5'-GGT AGG GAG GCG AGA GGC GAG -3' WR1 5'-CAT CCC CAT GGC CAT CTC GAG CTG -3'	Rht- B1a	237	4B	Ellis et a., 2002
		BF-MR1	Microsatélite (STS)	Dominante	BF 5'-GGT AGG GAG GCG AGA GGC GAG -3' MR1 5'-CAT CCC CAT GGC CAT CTC GAG CTA -3'	Rht- B1b	237	4B	Ellis et a., 2002
Gen de resistencia a la roya de la hoja	Lr34	csLV34	Microsatélite (STS)	Co-dominante	F: 5'-GTT GGTAAAGACTGGTGATGG-3' R: 5'-TGC TTGTTGCTACTGAATAGT-3'	csLV34	~150	7D	Lagudah et al. 2006.
Gen de translocación	1BL/1RS	RIS	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-TAA TTCTGCTTGCTCCATGC-3' R: 5'-ACT GGGGTGCACTGGATTAG3'	RIS	500	1R	Weng et al., 2007

Resultados y Discusión

Como resultado de los análisis de laboratorio, se encontró presencia del gen Sr22 el cual se encuentra ligado a lo largo del cromosoma 7A (Khan et al., 2005) tres marcadores ligados CFA2019, CFA2123 y BARC121 se utilizaron para determinar el haplotipo de este locus. Siendo CFA2123 utilizado para la identificación por ser el más cercano que flanquea al Sr22 (Miranda et. al., 2007) la presencia del Sr22 se ha observado que es eficaz contra Ug99, sin embargo, su presencia tiene un efecto negativo en el rendimiento del grano, debido a esto se ha desplegado en un número limitado de cultivares debido al bajo rendimiento agronómico de líneas que llevan el gen de resistencia (Olson et al., 2010). También se identificó en la variedad Borlaug 100 el gen Sr24 (localizado en el cromosoma 3DL) que se ha utilizado ampliamente en los cultivares comerciales de trigo en todo el mundo (Jin et al., 2008) y ofrece resistencia a la mayoría de las razas de la roya del tallo, entre ellos la raza virulenta Ug99 (TTKSK).

Como resultado del análisis de los genotipos estudiados, a través de los métodos moleculares para el gen PINA (Pina-D1a y Pina-D1b) se detectó la presencia de la mutación pina-D1b, el cual es relacionado con la textura del endospermo, es decir la dureza o suavidad del grano, este rasgo determina sus usos finales potenciales. Los granos con textura dura requieren más energía de molienda que los granos con textura blanda para reducir el endospermo en harina, y durante este proceso de molienda, un mayor número de gránulos de almidón se dañan físicamente. Dado que los gránulos de almidón dañados absorben más agua que los gránulos no dañados, se prefieren las harinas de trigo duro para hornear pan con levadura, mientras que las harinas de trigo suave se prefieren para fabricar galletas y pasteles. La textura del endospermo es controlada principalmente por el locus de dureza (Ha) en el brazo corto del cromosoma 5D. Es un personaje simplemente heredado y, aunque el locus principal se conoce como dureza, la suavidad es, de hecho, el rasgo dominante.

La presencia del gen Rht-B1 en los materiales de trigo son ligeramente más altas, aunque de acuerdo a otra investigación realizada al analizar genes de enanismo Rht B1 y D1 como determinantes de la altura en cultivares de trigo actuales se concluyó que el grupo que promedió menor altura no fue el de las mutaciones B1bD1b (doble enano) sino las mutaciones B1aD1b (4 cm menor que el promedio); y el de mayor altura fue B1bD1a

Conclusiones

La variedad Borlaug 100 es un material que, ante una posible eventualidad de roya del tallo, puede ser una opción, ya que presenta dos genes de resistencia, lo cual la vuelve atractiva para la región noroeste, sin embargo, los amplios perfiles de virulencia de estas carreras han aumentado la vulnerabilidad genética de trigo, y el potencial de dispersión mundial de este grupo virulento. Esto hace que cada vez sea más urgente el desarrollo de nuevos cultivares resistentes.

Literatura Citada

Gautier, M. F., Aleman, M. E., Guirao, A., Marion, D., & Joudrier, P. (1994). *Triticum aestivum* puroindolines, two basic cysteine-rich seed proteins: cDNA sequence analysis and developmental gene expression. *Plant Molecular Biology*, 25(1), 43-57.

Giroux, M. J., & Morris, C. F. (1997). A glycine to serine changes in puroindoline b is associated with wheat grain hardness and low levels of starch-surface friabilin. *Theoretical and Applied Genetics*, 95(5-6), 857-864.

Gold, J., Harder, D., Townley-Smith, F., Aung, T., & Procunier, J. (1999). Development of a molecular marker for rust resistance genes Sr39 and Lr35 in wheat breeding lines. *Electronic Journal of Biotechnology*, 2, 1-2.

Haile, J. K., Hammer, K., Badebo, A., Singh, R. P., & Röder, M. S. (2013). Haplotype analysis of molecular markers linked to stem rust resistance genes in Ethiopian improved durum wheat varieties and tetraploid wheat landraces. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(3), 853-864

Khan, R. R., Bariana, H. S., Dholakia, B. B., Naik, S. V., Lagu, M. D., Rathjen, A. J. & Gupta, V. S. (2005). Molecular mapping of stem and leaf rust resistance in wheat. *Theoretical and applied genetics*, 111(5), 846-850

Levitus, G., Echenique, V., Rubinstein, C., Hopp, E., & Mroginski, L. (2010). *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II*. INTA, Argentina.

Mago, R., Bariana, H. S., Dundas, I. S., Spielmeyer, W., Lawrence, G. J., Pryor, A. J., & Ellis, J. G. (2005). Development of PCR markers for the selection of wheat stem rust resistance genes Sr24 and Sr26 in diverse wheat germplasm. *Theoretical and Applied Genetics*, 111(3), 496-504.

Mago, R., Brown-Guedira, G., Dreisigacker, S., Breen, J., Jin, Y., Singh, R. & Spielmeyer, W. (2011). An accurate DNA marker assay for stem rust resistance gene Sr2 in wheat. *Theoretical and applied genetics*, 122(4), 735-744.

Morillo, E., Márquez Carrillo, M. E., & Falconí, E. (2014). Caracterización molecular de 297 genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) provenientes del centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo e inferencia de su estructura genética.

Olson, E. L., Brown-Guedira, G., Marshall, D. S., Jin, Y., Mergoum, M., Lowe, I., & Dubcovsky, J. (2010). Genotyping of US Wheat Germplasm for Presence of Stem Rust Resistance Genes, and. *Crop science*, 50(2), 668-675.

Pagnotta, M. A., Rey, N. A., Ciancolini, A., & Crinò, P. (2013). Are UPOV descriptors a useful and feasible tool?. *Acta horticulturae*, (983), 145-149.

Pazmiño Ibarra, V. (2012). Evaluación de la respuesta del germoplasma de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP a la aplicación de dos métodos biotecnológicos para la obtención y selección de plantas resistentes a roya amarilla (Bachelor's thesis, SANGOLQUÍ/ESPE/2012).

Prins, R., Groenewald, J. Z., Marais, G. F., Snape, J. W., & Koebner, R. M. D. (2001). AFLP and STS tagging of Lr19, a gene conferring resistance to leaf rust in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 103(4), 618-624.

Zhang, W., Olson, E., Saintenac, C., Rouse, M., Abate, Z., Jin, Y. & Dubcovsky, J. (2010). Genetic maps of stem rust resistance gene in diploid and hexaploid wheat. *Crop science*, 50(6), 2464-2474

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO TEPAHUI F2009

José Luis Félix Fuentes¹, Araceli Melendrez Cardenas², Guillermo Fuentes Dávila¹,
Alma Angélica Ortiz Avalos¹, Juan Manuel Cortes Jimenez¹

Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo¹. Postal 155, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000;
felix.joseluis@inifap.gob.mx. Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Bacum, Sonora².

Resumen

Se caracterizó a nivel molecular la variedad de trigo harinero fuerte Tepahui F2009, de habito de crecimiento primaveral proveniente del programa de mejoramiento del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para este trabajo se evaluaron trece genes Lr34 (resistencia a la roya de la hoja), Sr2, Sr22, Sr24, Sr25/Lr19, Sr26, Sr35 y Sr39 (resistencia a la roya del tallo), Pin-a y Pin-b (dureza del grano), Rht-D1, Rht-B1 (altura de planta), y la translocación 1BL/1RS (resistencia a sequias). En base a los análisis obtenidos se encontró presencia del gen Sr2 quien le concede resistencia a la variedad Tepahui F2009 contra la roya del tallo Ug99 de las variables TTKST, TTKTK, y TTKSK. En la variable referente a la calidad se obtuvo presencia para el gen PINA y PINB, las proteínas relacionadas a los genes anteriores se han determinado como responsables de las diferencias entre los trigos de textura dura y blanda, por lo tanto, la presencia del gen PINB en la variedad de trigo Tepahui F2009 nos indica que es un trigo de tipo suave.

Abstract

The variety of strong flour wheat Tepahui F2009, of spring growth habit from the improvement program of the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) was characterized at molecular level for this work thirteen Lr34 genes (rust resistance of the leaf), Sr2, Sr22, Sr24, Sr25 / Lr19, Sr26, Sr35 and Sr39 (resistance to stem rust), Pin-a and Pin-b (grain hardness), Rht-D1, Rht-B1 (height of plant), and the translocation 1BL / 1RS (resistance to droughts). Based on the analysis obtained, the presence of the Sr2 gene was found, which grants resistance to the Tepahui F2009 variety against stem rust Ug99 of the variables TTKST, TTKTK, and TTKSK. In the variable related to quality, presence was obtained for the PINA and PINB gene, the proteins related to the previous genes have been determined as responsible for the differences between the hard and soft texture wheats, therefore, the presence of the PINB gene in the Tepahui F2009 wheat variety it indicates that it is a soft wheat type

Palabras Clave: calidad, enfermedades, marcadores

Introducción

Las variedades de trigo que se siembran en las diferentes regiones productoras de México son el resultado de muchos años de investigación por parte del INIFAP y otros centros de investigación. Dentro de los criterios de selección que estas instituciones aplican, constituyen un componente muy importante, el rendimiento, la resistencia y la calidad, al grado de que, al no contener las características que se requieren muchas líneas experimentales de alto potencial de rendimiento no llegan a convertirse en variedades. Este hecho muestra que en teoría todas las variedades que se siembran en México deben cumplir con los estándares necesarios (Morales, et. al., 2014). En la actualidad las técnicas moleculares se han perfeccionado haciéndose cada vez más útiles al momento de la selección de los materiales avanzados, como una manera de contribuir de manera rápida y eficiente a la descripción de las obtenciones vegetales (Pagnotta et al., 2013).

Materiales y Métodos

El trabajo experimental se desarrolló durante el ciclo agrícola (2017-2018). Se llevó a cabo en el laboratorio de biotecnología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB), ubicado en Block 910 del Valle del Yaqui, a 27° 22' de latitud norte y 109° 55' de longitud oeste, a 37 msnm. La variedad a caracterizar fue Tepahui F2009 liberada por el programa de mejoramiento del INIFAP, la parte molecular consistió en identificar la presencia de genes como Lr34 (resistencia a la roya de la hoja), Sr2, Sr22, Sr24, Sr25/Lr19, Sr26, Sr35 y Sr39 (resistencia a la roya del tallo), Pin-a y Pin-b (dureza del grano), Rht-D1, Rht-B1 (altura de planta), y la translocación 1BL/1RS (resistencia a sequías). Los marcadores se describen en el cuadro 1. El muestreo del material vegetal, se llevó a cabo cortando manualmente y eliminando la nervadura de las hojas jóvenes, seleccionando tejido libre de zonas necróticas y lesiones que pudieran estar presentes en las plantas. Las muestras fueron almacenadas en tubos de 1.5 ml a una temperatura de -20°C y posteriormente a -85 °C previo a la liofilización.

Una vez realizada la liofilización se realizó la extracción de ADN, enseguida se continuo con el análisis de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), las secuencias utilizadas se describen en el Cuadro 1. para finalizar se realizó la electroforesis

Cuadro 1. Marcadores funcionales utilizados para la caracterización molecular de la variedad Tepahui 2009

Rasgo	Locus	Marcador	Clase de marcador	Herencia	Secuencia de Primer (5'-3')	Alelo	Tamaño esperado del fragmento	Cromosoma	Referencia
Genes de resistencia a la roya del tallo	Sr25/Lr19	Gb	Microsatélite (STS)	Dominante	Gb-F 5' CAT CCTGGGGACCTC-3' Gb-R 5' GCTCGCATACATCCA3' CCA	Gb	130	7D	Prins et al. 2001
			Microsatélite (SSR)	Polimórfico	F: 5'-ACA TGT GAT GTG CGG TCA TT-3' R: 5'-TCC TCA GAA CCC CAT TCT TG-3'	cfa2193	243/230	3AL	Zhang et al., 2010
	Sr26	Sr26 #43	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-AAT CGTCCACATTGGCTTCT-3' R: 5'-CGC AACAAAATCATGCACTA-3'	Sr26 #43	207	6AL	Mago et al. 2005
	Sr24	Sr24 #12	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-CAC CCGTGACATGCTCGTA-3' R: 5'-AAC AGGAAATGAACGACGATGT-3'	Sr24 #12	600	3DL	Mago et al., 2005 Olson et al., 2010
	Sr2	Csr2	CAPS	Polimórfico	F: 5'-CAA GGGTTGCTAGGATTGAAAC-3' R: 5'-AGA TAACTCTTATGATCTTACATT TTCTG-3'	Csr2	172/112/ 53	3BS	Mago et al., 2011
	Sr39	Sr39 #22r	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-AGA GAA GAT AAG CAG TAA ACA TG-3' R: 5'-TGC TGT CAT GAG AGG AAC TCT G-3'	Sr39 #22r	487	2B	Gold et al., 1999
	Sr22	CFa2123	Microsatélite (SSR)	Co-dominante	F: 5'-CGG TCTTTGTTGCTCTAAACC-3' R: 5'-ACC GGCCATCTATGATGAAG3'	CFa2123	245/260	7A	Khan et al., 2005
Dureza del grano	Pin-a	Pina	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-CCC TGT AGA GAC AAA GCT AA-3' R: 5'-TCA CCA GTA ATA GCC AAT AGT G-3'	Pina- D1a	450	5D	Gautier et al. 1994
			Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-CCC TGT AGA GAC AAA GCT AA-3' R: 5'-TCA CCA GTA ATA GCC AAT AGT G-3'	Pina- D1b	450	5D	Gautier et al. 1994
	Pin-b	Pinb	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-ATG AAG ACC TTA TTC CTC CTA-3' R: 5'-TCA CCA GTA ATA GCC ACT AGG GAA-3'	Pinb- D1	250	5D	Giroux and Morris, 1997, Wheat CAP
Reducción de la altura de la planta	Rht- D1	DF2-WR2	Microsatélite (STS)	Dominante	DF2 5'-GGC AAG CAA AAG CTT CGG G-3' WR2 5'-GGC CAT CTC GAG CTG CAC-3'	Rht- D1a	264	4D	Ellis et a., 2002
		DF-MR2	Microsatélite (STS)	Dominante	DF 5'-CGC GCA ATT ATT GGC CAG AGA TAG-3' MR2 5'-CCC CAT GGC CAT CTC GAG CTG CTA-3'	Rht- D1b	254	4D	Ellis et a., 2002
	Rht-B1	BF-WR1	Microsatélite (STS)	Dominante	BF 5'-GGT AGG GAG GCG AGA GGC GAG-3' WR1 5'-CAT CCC CAT GGC CAT CTC GAG CTG-3'	Rht- B1a	237	4B	Ellis et a., 2002
		BF-MR1	Microsatélite (STS)	Dominante	BF 5'-GGT AGG GAG GCG AGA GGC GAG-3' MR1 5'-CAT CCC CAT GGC CAT CTC GAG CTA-3'	Rht- B1b	237	4B	Ellis et a., 2002
Gen de resistencia a la roya de la hoja	Lr34	csLV34	Microsatélite (STS)	Co-dominante	F: 5'-GTT GGTAAAGACTGGTGATGG-3' R: 5'-TGC TTGTGCTACTGAATAGT-3'	csLV34	~150	7D	Lagudah et al. 2006.
Gen de translocación	1BL/IRS	RIS	Microsatélite (STS)	Dominante	F: 5'-TAA TTCTGCTTGCTCCATGC-3' R: 5'-ACT GGGGTGCACTGGATTAG3 '	RIS	500	1R	Weng et al., 2007

Resultados y Discusión

Derivado del análisis de electroforesis, se encontró presencia del gen sr2 el cual ha sido utilizado como una medida de control eficaz contra la roya del tallo en el mejoramiento de trigo moderno, dando como resultado la liberación de varias variedades populares de todo el mundo que llevan este gen, siendo este gen de resistencia y actualmente eficaz contra todas las cepas de *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* (figura 1) en todas las regiones productoras de trigo del mundo (Haile et al., 2013). En el caso de los demás genes de roya del tallo, no se encontraron presentes en la variedad Tepahui F2009, al igual que para el gen Lr34.



Figura 1. Síntomas y signos de la roya negra o del tallo (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*) en cultivos de trigo

En lo referente a la calidad, las proteínas de unión a lípidos puroindolinas “a” (PINA) y “b” (PINB) han sido identificados como responsables en la determinación de las diferencias entre los trigos de textura dura y blanda. Estas proteínas son codificadas por los genes PinA-D1 y PinB-D1, (Turnbull y Rahman, 2002). Como resultado del análisis de los genotipos estudiados, a través de los métodos moleculares para el gen Pina-D1a no se detectó la presencia de la mutación. Mientras que la mutación pina-D1b si fue detectada, en el caso de el gen PINB también estuvo presente. En lo que se refiere a la determinación de la textura (suave o dura), de acuerdo a lo publicado por Morris et al., (2001), se clasifican como «suave», las variedades en las cuales están presentes los alelos de tipo salvaje PinA-D1a y PinB-D1a. Ambos actúan juntos en la determinación de la textura de grano, la presencia de ambas mutaciones determina suavidad, mientras que la ausencia de cualquiera de los dos determina dureza. Al igual también según Suaste et. al., (2015), pueden considerarse suaves todas las variedades que cuentan con PinB-D1a.

Basado en los análisis moleculares no se encontró presencia de los genes de altura de planta. La reducción en la altura de las plantas pertenecientes a las distintas variedades de trigo se dio gracias a la introgresión de los alelos de enanismo Rht B1by D1b y aun así entre los cultivares de trigos actuales, existe una considerable variación en esta variable. Según un estudio

realizado por Suaste et. al., 2015 el gen que pudiera influir mayormente en la altura de planta es el Rht-D1 (mas que Rht-B1), ya que de acuerdo a su investigación los grupos que tuvieron una alta frecuencia de este gen fueron también los de porte más bajo, mientras que las variedades de los grupos que tuvieron presencia del gen Rht-B1 son ligeramente más altas, aunque de acuerdo a otra investigación realizada al analizar genes de enanismo Rht B1 y D1 como determinantes de la altura en cultivares de trigo actuales en Argentina se concluyó que el grupo que promedió menor altura no fue el de las mutaciones B1bD1b (doble enano) sino las mutaciones B1aD1b (4 cm menor que el promedio); y el de mayor altura fue B1bD1a (5 cm mayor) genética y mejoramiento vegetal (2014).

Conclusiones

Como parte de la caracterización fenotípica al momento de llevar a cabo la liberación de los materiales de trigo, resulta conveniente realizar análisis moleculares para identificar características no expresadas, que bajo ciertas circunstancias se pueden manifestar, como la resistencia a enfermedades, tolerancia a calor y en otros muchos casos para determinar parentescos entre materiales.

Literatura Citada

Gautier, M. F., Aleman, M. E., Guirao, A., Marion, D., &Joudrier, P. (1994).Triticum aestivum puroindolines, two basic cysteine-richseedproteins: cDNA sequence analysis and developmental gene expression. Plant Molecular Biology, 25(1), 43-57.

Giroux, M. J., & Morris, C. F. (1997). A glycine to serine change in puroindoline b is associated with wheat grain hardness and low levels of starch-surface friabilin. Theoretical and Applied Genetics, 95(5-6), 857-864.

Gold, J., Harder, D., Townley-Smith, F., Aung, T., &Procunier, J. (1999).Development of a molecular marker for rust resistance genes Sr39 and Lr35 in wheat breeding lines. Electronic Journal of Biotechnology, 2, 1-2.

Khan, R. R., Bariana, H. S., Dholakia, B. B., Naik, S. V., Lagu, M. D., Rathjen, A. J., ... & Gupta, V. S. (2005). Molecular mapping of stem and leaf rust resistance in wheat. Theoretical and applied genetics, 111(5), 846-850

Haile, J. K., Hammer, K., Badebo, A., Singh, R. P., &Röder, M. S. (2013). Haplotype analysis of molecular markers linked to stem rust resistance genes in Ethiopian improved durum wheat varieties and tetraploid wheat landraces. Genetic Resources and Crop Evolution, 60(3), 853-864

Mago, R., Bariana, H. S., Dundas, I. S., Spielmeyer, W., Lawrence, G. J., Pryor, A. J., & Ellis, J. G. (2005). Development of PCR markers for the selection of wheat stem rust resistance genes Sr24 and Sr26 in diverse wheat germplasm. Theoretical and Applied Genetics, 111(3), 496-504.

Mago, R., Brown-Guedira, G., Dreisigacker, S., Breen, J., Jin, Y., Singh, R., ...&Spielmeyer, W. (2011). Anaccurate DNA marker assay for stem rust resistance gene Sr2 in wheat. Theoretical and applied genetics, 122(4), 735-744.

Olson, E. L., Brown-Guedira, G., Marshall, D. S., Jin, Y., Mergoum, M., Lowe, I., &Dubcovsky, J. (2010). Genotyping of US Wheat Germplasm for Presence of Stem Rust Resistance Genes, and. Crop science, 50(2), 668-675

Pagnotta, M. A., Rey, N. A., Ciancolini, A., & Crinò, P. (2013). Are UPOV descriptors a useful and feasible tool?. Acta horticulturae, (983), 145-149.

Prins, R., Groenewald, J. Z., Marais, G. F., Snape, J. W., & Koebner, R. M. D. (2001). AFLP and STS tagging of Lr19, a gene conferring resistance to leaf rust in wheat.Theoretical and Applied Genetics, 103(4), 618-624.

Suaste Franco, M. D. P., Zamora Villa, V. M., Reyes Valdés, M. H., Villaseñor Mir, H. E., Santacruz Varela, A., & Solís Moya, E. (2015). Agrupamiento de genotipos de la colección nacional de trigo en base a genes de interés agronómico. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(4), 695-706.

Zhang, W., Olson, E., Saintenac, C., Rouse, M., Abate, Z., Jin, Y., ...&Dubcovsky, J. (2010). Genetic maps of stem rust resistance gene in diploid and hexaploid wheat. Crop science, 50(6), 2464-2474

PERFIL GENÓMICO Y CONTENIDO DE ANTOCIANINAS EN SEMILLAS DE MAÍZ AZUL

Gutiérrez Hernández Germán Fernando¹, Flores Gómez Estela¹, García Ramírez
Elpidio², Vázquez Lozano Patricia¹

Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología¹. Av. Acueducto s/n.

La Laguna Ticomán. C. P. 07340. Ciudad de México, México (marfil2208@gmail.com). Universidad
Nacional Autónoma de México. Facultad de Química². Av. Universidad y Copilco. C. P. 04510. Ciudad de
México, México.

Resumen

En los Valles Altos Centrales de México (estados de Puebla, Tlaxcala, México e Hidalgo) se cultivan alrededor de 1.5 millones de hectáreas de maíz, de las cuales 85 % son de temporal (secano) y 15 % de ellas se siembran con maíz criollo pigmentado, azul principalmente; de estas últimas se estima una cosecha anual de 300 mil toneladas (Antonio *et al.*, 2004). Se consideran escasamente estudiados, por lo que el objetivo del presente estudio fue generar la huella genómica de genotipos experimentales de maíz azul, mediante la técnica RAMPD y cuantificar su contenido de antocianinas. La huella genómica obtenida fue genotipo-específica, así que el protocolo fue útil para diferenciar maíces azules con genomas cercanos. Se apreció que los genotipos que presentaron una banda (o pocas bandas) en su perfil genómico tuvieron una concentración promedio de antocianinas (395.9 µg Pel/g) y las que no expresaron bandas mostraron una concentración muy por debajo de dicho valor medio. Por tanto, es posible sugerir que la presencia de una banda con el iniciador 5'CCCAAGGTCC3' podría indicar un promedio de antocianinas de 395.9 µg Pel g⁻¹.

Palabras clave: Antocianinas, maíz azul, perfil molecular.

Abstract

In the Central High Valleys of Mexico (Puebla, Tlaxcala, Mexico and Hidalgo) about 1.5 million hectares of corn are cultivated, of which 85% are rainfail and 15% of them are planted with native corn pigmented, mainly blue; of these, an annual harvest of 300 thousand tons is estimated (Antonio *et al.*, 2004). They are considered poorly studied, so the objective of this study was to generate the genomic footprinting of experimental genotypes of blue corn, using the RAMPD technique and to quantify its anthocyanin content. The genomic footprint obtained

was genotype-specific, so the protocol was useful for to differentiate blue maize with nearby genomes. It was noted that genotypes that presented a band (or few bands) in their genomic profile had an average concentration of anthocyanins ($395.9 \mu\text{g Pel g}^{-1}$) and those that did not express bands showed a minor concentration that average. Therefore, it is possible to suggest that the presence of a band with the 5'CCCAAGGTCC3 'initiator could indicate an anthocyanin average of $395.9 \mu\text{g Pel/g}$.

Keywords: Anthocyanins, blue maize, fingerprinting.

Introducción

El maíz azul contiene antocianinas las cuales confieren el color al grano, tiene menores índices glucémico y cantidad de almidón; además, buen rendimiento de tortillas con reducido aporte de calorías. Además, la proteína que aporta es superior en un 20% a la del maíz blanco y sus carbohidratos son de fácil digestión. Actualmente se menciona que el maíz azul posee propiedades que previenen diabetes y enfermedades cardíacas.

Los maíces pigmentados han estado presentes en la cultura mexicana, desde tiempos prehispánicos, en rituales mágico-religiosos y en la alimentación (Arellano *et al.*, 2003).

En los Valles Altos Centrales de México (estados de Puebla, Tlaxcala, México e Hidalgo) se cultivan alrededor de 1.5 millones de hectáreas de maíz, de las cuales 85 % son de temporal (secano) y 15 % de ellas se siembran con maíz criollo pigmentado, azul principalmente; de estas últimas se estima una cosecha anual de 300 mil toneladas (Antonio *et al.*, 2004).

Pese a su importancia, los maíces azules se han estudiado poco, se desconocen su contenido de pigmento y huella genómica. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue generar la huella genómica de genotipos experimentales de maíz azul, mediante la técnica RAMPD y cuantificar su contenido de antocianinas.

Materiales y Métodos

Se utilizaron embriones extraídos manualmente de semillas de 14 genotipos experimentales del Campo Experimental Valle de México del INIFAP.

Determinación de huellas genómicas. La extracción de ADN se realizó de acuerdo con el CIMMYT (2006) a partir del eje embrionario de la semilla de cada genotipo. Luego se cuantificó el ADN a 260 nm de longitud de onda. Se cargaron $10 \text{ ng} \cdot \mu\text{L}^{-1}$ de las diluciones de ADN en gel de agarosa (0.7% p / v) (CIMMYT, 2006) para estimar su calidad.

Se obtuvieron las huellas moleculares mediante amplificación aleatoria anclada con microsatélites del ADN polimórfico (RAMPD), que consiste en combinar un microsatélite

(secuencias cortas de ADN en todo el genoma) además de un iniciador de 10 pares de bases con secuencia aleatoria en la misma mezcla de reacción.

Se utilizaron diez cebadores y el microsatélite 5'-GATAGATAGATAGATA-3'. La reacción de amplificación se realizó en un volumen de reacción final de 25 µL, con el programa: a) desnaturalización, 1 min a 94 ° C, b) 38 ciclos de 30 s a 94 ° C, 30 s a 48 ° C y 1.5 min a 72 ° C, y c) 2.5 min a 72 ° C, para una extensión final. Los amplicones producidos se resolvieron en geles de agarosa (1.2%, p / v) en una cámara de electroforesis horizontal (Thermo EC Classic CSSU911, 9 x 11 cm), el ADN se tiñó con Rojo Texas rojo (2%, v / v). Las imágenes de los geles se documentaron (KODAK Digital Science D 2.0), con el programa Molecular Imaging (v 4.0.3). La cuantificación de antocianinas se realizó según el protocolo de Galicia *et al.* (2012).

Resultados y Discusión

El contenido de antocianinas (Cuadro 1) fue muy variable entre genotipos, fue de 168.9 a 599.8 µg Pel /g, esto evidenció la existencia de variabilidad genética para el pigmento y los datos servirán como criterios de selección para el fitomejoramiento del maíz azul. Otro dato importante fue que las antocianinas se localizaron en el endospermo de las semillas y esto es favorable porque no se perderán durante la nixtamalización.

Cuadro 1. Antocianinas totales en 14 genotipos experimentales de maíz azul.

Genotipo	Antocianinas (µg Pel g ⁻¹)
A	178.2
B	262.3
C	405.4
D	168.9
E	774.5
F	387.4
G	599.8
H	419.2
I	392.8
J	365.03
K	309.6
L	454.6
M	414.6
N	410.5

La huella genómica obtenida mediante la RAMPD (Figura 1) generó un bandeo prolífico en polimorfismos y fue genotipo-específica. Así que el protocolo fue útil para diferenciar maíces azules con genomas cercanos.

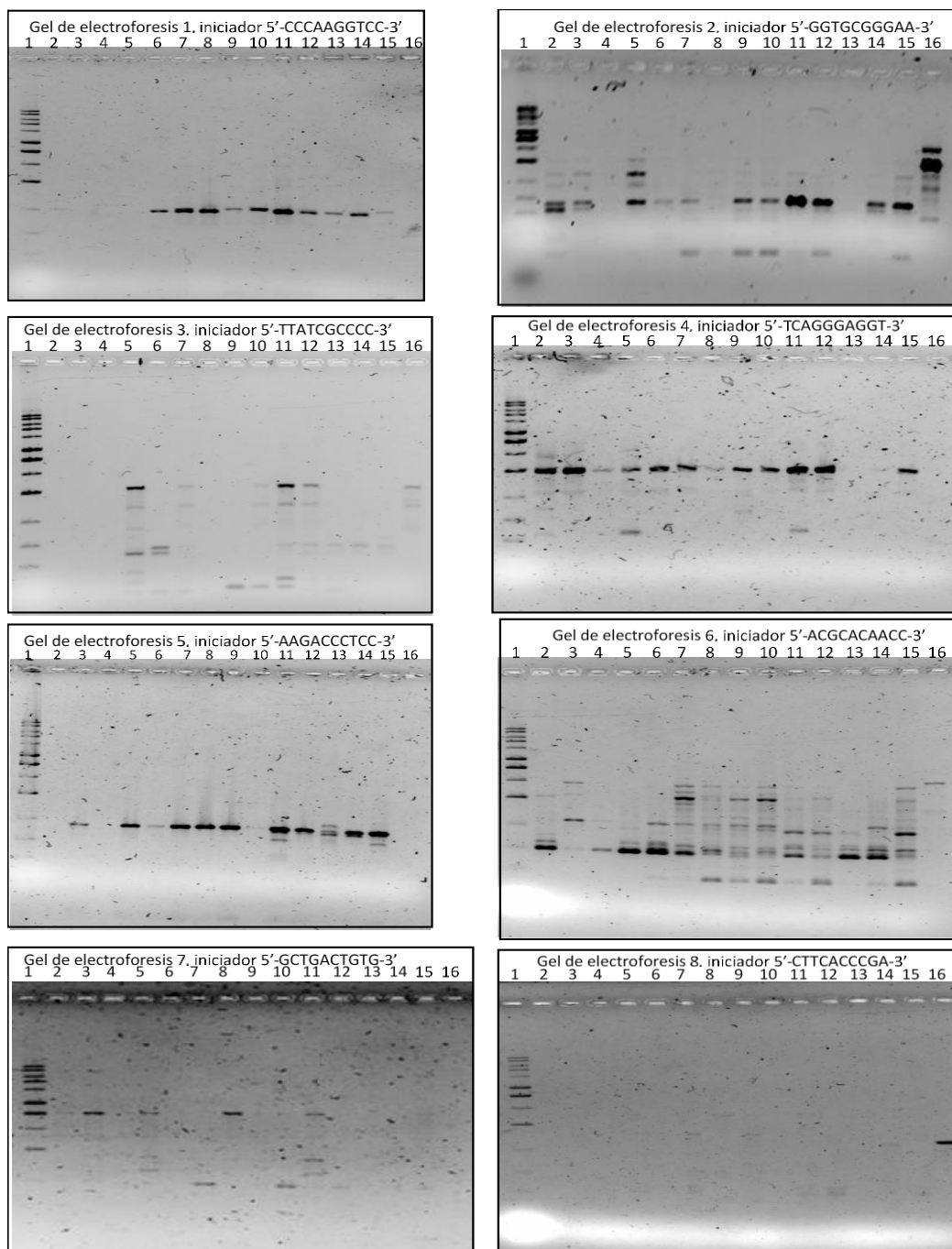


Figura 1. Electroforesis en agarosa al 1.2%. Carriles: 1 marcador de peso molecular (1Kb/HinDIII), 2 Genotipo A, 3 Genotipo B, 4 Genotipo C, 5 Genotipo D, 6 Genotipo E, 7 Genotipo F, 8 Genotipo G, 9 Genotipo H, 10 Genotipo I, 11 Genotipo J, 12 Genotipo K, 13 Genotipo L, 14 Genotipo M, 15 Genotipo N y 16 Control Negativo.

Se apreció que los genotipos que presentaron una banda (o pocas bandas) en su perfil genómico, en su mayoría tuvieron una concentración promedio de antocianinas ($395.9 \mu\text{g Pel g}^{-1}$) y las que no expresaron bandas mostraron una concentración muy por debajo de dicho valor medio, excepto el genotipo 8.

Por tanto, es posible sugerir que la presencia de una banda con el iniciador 5'CCCAAGGTCC3' indicó que la semilla alcanzó un promedio de antocianinas de $395.9 \mu\text{g Pel g}^{-1}$.

Conclusiones

La huella genómica obtenida fue genotipo-específica. Los genotipos que presentaron una banda (o pocas bandas) en su perfil genómico tuvieron una concentración promedio de antocianinas ($395.9 \mu\text{g Pel/g}$). Por tanto, es posible sugerir que la presencia de una banda con el iniciador 5'CCCAAGGTCC3' podría indicar un promedio de antocianinas de $395.9 \mu\text{g Pel g}^{-1}$.

Literatura Citada

CIMMYT. (2006). Protocolos de laboratorio: Laboratorio de Genética Molecular Aplicada del CIMMYT. 3 ed. México, D. F. CIMMYT.

Galicía L., A. Miranda, M. G. Gutiérrez, O. Custodio, A. Rosales, N. Ruíz, R. Surlless y N. Palacios. (2012). Protocolos de Laboratorio 2012. Laboratorio de Calidad Nutricional de Maíz y Análisis de Tejido Vegetal. CIMMYT. México, D. F. 50 p.

Gutiérrez-Hernández, G. F., García-Ramírez, E. Arellano-Vázquez, J. L., Virgen-Vargas, J., Ramírez-Sotelo, G. (2009). Comparación molecular de la identidad genética de genotipos de maíz de diferente edad. *Agronomía Mesoamericana*. 20 (1): 1-9.

ESTIMACIÓN DE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS DE MAÍZ MEDIANTE LA MODIFICACIÓN DE LA PRUEBA DE TETRAZOLIO

Gutiérrez Hernández Germán Fernando¹, Flores Gómez Estela¹, García Ramírez Elpidio², **García Mendoza Martín Filiberto¹**

¹Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología. Av. Acueducto s/n. La Laguna Ticomán. C. P. 07340. Ciudad de México, México (marfil2208@gmail.com). ²Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. Av. Universidad y Copilco. C. P. 04510. Ciudad de México, México.

Resumen

La viabilidad de las semillas agrícolas es esencial para establecer un cultivo promisorio. La tinción con tetrazolio es el procedimiento cualitativo más utilizado para evaluarla, pero tiene el inconveniente de requerir conocimiento de las estructuras seminales y de experiencia para interpretarlo. El objetivo del presente trabajo fue modificar la prueba de tetrazolio (cualitativa) haciéndola cuantitativa mediante la extracción del compuesto colorido (formazán) con dimetil celulosa y medir su absorbancia a 480 nm, y comparar ambos métodos (cualitativo y cuantitativo) por su correlación con la formación de plántulas normales. Se obtuvo que mediante las absorbancias por peso de semilla y por peso de embrión, fue posible estimar adecuadamente la viabilidad de las semillas porque hubo correlación alta y significativa (0.39^* y 0.41^* , respectivamente) con la formación de plántulas normales; en contraste con la prueba cualitativa en la que no hubo esa correlación.

Palabras clave: Germinación, tetrazolio, viabilidad.

Abstract

The viability of agricultural seeds is essential to establish a promising crop. Tetrazolium staining is the most commonly used qualitative procedure to evaluate it but has the disadvantage of requiring knowledge of seminal structures and experience to interpret it. The objective of this work was to modify the qualitative tetrazolium test by making it quantitative by extracting the colorful compound (formazan) with dimethyl cellulose and measuring its absorbance at 480 nm, and comparing both methods (qualitative and quantitative) by their correlation with the formation of seedlings normal. It was obtained that the absorbances by seed weight and by embryo weight, it was possible to estimate the viability of the seeds, because there was a high and

significant correlation (0.39 * and 0.41 *, respectively) with the formation of normal seedlings; in contrast to the qualitative test in which there was no these correlations.

Keywords: Germination, tetrazolium, viability.

Introducción

Un elemento básico para el éxito de la agricultura es la utilización de genotipos criollos o mejorados con potencial para obtener altos rendimientos de grano o forraje (Pérez *et al.*, 2006), lo cual debe ir ligado con la calidad de la semilla utilizada (Sánchez *et al.*, 2011).

Una semilla es viable si produce una plántula normal cuando se coloca en condiciones adecuadas de humedad, luz y temperatura, la prueba bioquímica del tetrazolio puede ser utilizada para hacer una evaluación rápida (cualitativa) de la viabilidad de la semilla mediante la coloración del tejido vivo, ha sido catalogada como la prueba más precisa después de la germinación normal (Gallo *et al.*, 2010).

La prueba de tinción con tetrazolio es ampliamente empleada por la industria semillera, para determinar la viabilidad de semillas; sin embargo, su interpretación es subjetiva y requiere experiencia. Los tejidos vivos respiran, reducen la solución de cloruro de 2,3,5-trifenil tetrazolio y se forma un compuesto de color rojo llamado formazán, el cual es insoluble en agua y permanece en las células vivas. Es necesario profundizar en el conocimiento, aplicación e interpretación, por lo cual se plantearon los objetivos de analizar el comportamiento fisiológico de semillas de diversos genotipos de maíz en términos de viabilidad, plántulas normales, anormales y semillas muertas, y evaluar la viabilidad de las semillas antes mencionadas, a través de la prueba de tetrazolio convencional (cualitativa) y su versión modificada (cuantitativa).

Materiales y Métodos

Se emplearon semillas de seis genotipos mejorados de maíz (CEVAMEX, INIFAP) y un criollo chalqueño. Se cuantificó el peso de diez semillas (P10). La viabilidad convencional se determinó mediante la prueba de tetrazolio (ISTA, 2007). Se pesaron las muestras y se hidrataron en 10 mL de agua destilada a 25 °C por 18 h. Se diseccionaron longitudinalmente y se colocaron en cajas Petri con 10 mL de cloruro de 2, 3, 5- trifenil tetrazolio (1%, p/v). Las cajas se colocaron a 25 °C durante 4 h, se decantó la solución y se lavaron con agua destilada. La lectura se llevó a cabo según la intensidad de color mediante la clave de interpretación para la prueba en maíz (Copeland y McDonald, 1985). En la versión modificada, se extrajeron los embriones ya teñidos, se pusieron en 1 mL de dimetil celulosa, se maceraron y se incubaron 24

h a 25 °C. Finalmente, se centrifugó a 2500 rpm por 25 min, se decantó el extracto y se determinó la absorbancia del pigmento a 480 nm. Los embriones se pesaron (PE), se hidrataron en 1 mL de agua destilada a 25 °C por 18 h y se cuantificó el peso húmedo del embrión (PHE). Se cuantificó el formazán (FORPS) mediante el cociente de la diferencia de valores correspondientes a PEF y PHE, entre el peso de diez semillas (P10); los valores se expresaron en unidades de gramos de formazán por gramo de semilla. Las absorbancias por gramo de semilla (ABSPS) y por miligramo de embrión (ABSPS) se determinaron mediante el cociente de la absorbancia entre el peso de diez semillas (P10) y peso de embrión (PE), respectivamente.

Germinación normal. Se realizó la prueba de germinación normal o estándar (Copeland y McDonald, 1985), entre toallas de papel húmedas y se incubaron a 25 °C por 7 días, se evaluó el número de plántulas normales (PN), anormales (PA) y semillas muertas (SM).

Materia seca. Se cuantificó el peso seco acumulado en cada una de las estructuras evaluadas y total (PSPLU, PSRAD, PSTOT, respectivamente). Los datos recabados se analizaron bajo un diseño completamente al azar con 7 tratamientos, 4 repeticiones y 10 semillas como unidad experimental. Se hicieron prueba de Tukey y correlación lineal.

Resultados y Discusión

Se obtuvo que para P10, la variedad criolla registró el mayor valor (7.7 g), seguida de los híbridos B y A, que ocuparon el primero y el segundo nivel de significancia, respectivamente; esto condujo a mayor acumulación de materia seca total (0.85**) (Cuadro 3). Pérez *et al.* (2006) observó que al emplear semillas de tamaño grande hubo mayor peso de semillas y, consecuentemente, mayor peso seco.

Cuadro 2. Comparación de medias de las variables analizadas para cada genotipo bajo estudio.

Genotipo	PN	PA	SM	P10	PSPLU	PSRAD	PSTOT	ABSP10	ABSPE	FORP10	VIA	NOVIA
Chalqueño	90a	10a	0b	7.7a	0.3a	0.1a	0.4a	3.7a	0.4a	0.1b	57b	42a
A	55b	25a	20a	2.2c	0.1b	0.0b	0.1b	1.5bcd	0.1bc	0.1ab	55 b	45a
B	62ab	35a	2b	2.9b	0.1b	0.0b	0.2b	0.3d	0.0c	0.1b	87a	12b
C	55b	25a	20a	2.1cd	0.1b	0.0b	0.1b	2.4b	0.2b	0.1ab	85a	15b
D	70ab	27a	2b	1.8de	0.1b	0.0b	0.2b	1.7bc	0.2b	0.1a	77a	22b
E	65ab	30a	5ab	1.9de	0.1b	0.0b	0.1b	0.9cd	0.1bc	0.1ab	77a	22b
F	50b	37a	12ab	1.5e	0.1b	0.0b	0.1b	1.1bcd	0.2b	0.1ab	77a	22b

Medias con la misma letra, en cada columna, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

En este sentido, PSTOT fue similar entre genotipos, con valores entre 0.09 y 0.18 g, (Cuadro 2), excepto el chalqueño que tuvo una mayor cantidad (0.43 g). Esta diferencia se atribuye a la capacidad germinativa elevada de la semilla criolla para producir plántulas normales (PN), cuyo grado de correlación entre variables fue alto y significativo (0.81**) (Cuadro 3).

En la prueba de viabilidad modificada, la mayores ABSPS y ABSPE fueron obtenidas para la variedad criolla (3.75 g^{-1} y 0.39 mg^{-1} , respectivamente), donde el segundo nivel de significancia fue ocupado por A y D (Cuadro 2).

El formazán, compuesto rojo insoluble que se produce al reducirse la solución de tetrazolio con los electrones del proceso respiratorio de las células activas al inicio de su hidratación (Gutiérrez *et al.*, 2007), condujo a que las variables ABSPS y ABSPE tuvieran una correlación altamente significativa (0.66** y 0.69**, respectivamente) con P10, así como para PSTOT (0.51** y 0.56**, respectivamente); variables que se asociaron estrechamente con PN (Cuadro 3).

Cuadro 3. Coeficientes de correlación lineal entre las variables bajo estudio.

Variable	PN	PA	SM	P10	PSPLU	PSRAD	PSTOT	ABSPS	ABSPE	FORPS	NOVIA	VIA
PN	1	-0.84 **	-0.63 **	0.58 **	0.82 **	0.72 **	0.81 **	0.39 *	0.41 *	-0.10 ns	-0.19 ns	0.19 ns
PA		1	0.11 ns	-0.47 **	-0.67 **	-0.63 **	-0.67 **	-0.46 **	-0.41 *	0.08 ns	0.29 ns	-0.29 ns
SM			1	-0.39 *	-0.54 **	-0.42 *	-0.52 **	-0.06 ns	-0.17 ns	0.07 ns	-0.07 ns	0.07 ns
P10				1	0.81 **	0.93 **	0.85 **	0.66 **	0.69 **	-0.42 *	-0.43 *	0.43 *
PSPLU					1	0.91 **	0.99 **	0.45 *	0.51 **	-0.23 ns	-0.26 ns	0.26 ns
PSRAD						1	0.95 **	0.64 **	0.68 **	-0.29 ns	-0.38 *	0.38 *
PSTOT							1	0.51 **	0.56 **	-0.25 ns	-0.29 ns	0.29 ns
ABSPS								1	0.96 **	-0.14 ns	-0.41 *	0.41 *
ABSPE									1	-0.18 ns	-0.40 *	0.40 *
FORPS										1	-0.12 *	0.12 *
NOVIA											1	-1 **
VIA												1

* = Significativo ($P \leq 0.05$), ** = Altamente significativo ($P \leq 0.01$), ns = No significativo

Se determinó que la viabilidad fue similar entre genotipos, con valores entre 77.5 y 87.5 % (Cuadro 2) excepto Chalqueño y A, con porcentajes menores.

Dada la homología existente en magnitud y significancia ($P \leq 0.05$) de la cantidad de formazán por gramo de semilla (FORPS) para todos los genotipos (salvo D), se demostró que FORPS no fue significativa con respecto a las variables analizadas. Este efecto no se atribuye a la metodología estipulada para determinar la viabilidad, dado que ABSPS y ABSPE, variables que también pertenecen a la prueba modificada, asumieron correlaciones

positivas con PN, por lo que se sugiere estudiar y evaluar otras variables posiblemente implicadas en la determinación de FORPS.

Análogamente, la correlación de las variables ABSP10 y ABSPSE resultaron significativas (Cuadro 3) con respecto a PN, pero no para VIA. Lo cual indica que, para el caso particular del germoplasma de estudio, fue posible determinar la viabilidad y, por tanto, la calidad fisiológica, mediante la lectura de la absorbancia, obteniendo mejores resultados que la prueba convencional.

Conclusiones

Se determinó de manera cuantitativa la viabilidad mediante el empleo de las variables ABSPS y ABSPE, obteniendo mejores resultados respecto a PN (0.39* y 0.41*, respectivamente) que la prueba convencional (0.19 ns). Las absorbancias del formazán por gramo de semilla y por miligramo de embrión, determinaron cuantitativamente la viabilidad.

Literatura Citada

Copeland, L. O. y McDonald, M. B. (1985). Principles of seed science and technology, (2ª ed., USA: Burgess Publishing Company.

Gallo, C., Neto, F., Arango, J. B., González, M., Francomano, S., Carracedo, V., Costa, C., Alves, O. y Craviotto, R. (2010). Validación de la prueba de tetrazolio como método de vigor para semillas Glycine max. Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-analisis-vigor-tetrazolio.pdf>

Gutiérrez, H. G. F., Virgen, V. J. y Arellano, V. J. L. (2007). Germinación y crecimiento inicial de semillas de maíz con envejecimiento natural. Agronomía Mesoamericana, 18 (2), 163-170.

ISTA (2007). Chapter 6: Tetrazolium test. In: International Rules for Seed testing. Seed Science and Technology (pp. 6-10).

Pérez, G. F. y Pita, V. J. M. (2014). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Madrid, España: SALJEN S. L.

Pérez, M. C., Hernández, L. A., González, C. F. V., García, S. G., Carballo, C. A., Vázquez, R. T. R, y Tovar, G. M. R. (2006). Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. Agricultura Técnica en México, 32 (3), 341-352.

Sánchez, P. E., Ruiz, T. N. A., Rincón, S. F. y Burciaga, D. H. C. (2011). Caracterización física y fisiológica de poblaciones criollas de maíz bajo dos sistemas de producción. Revista Agraria, Nueva Época, 8 (3) 6-11.

INDUCCIÓN IN VITRO DE CALLOGÉNESIS Y ORGANOGÉNESIS INDIRECTA A PARTIR DE HOJAS, PECÍOLOS Y SEGMENTOS NODALES DE *Acalypha* *californica* BENTHAM

Hechavarría-Pérez Lesyanny¹, Ayala-Astorga Gloria I. ¹, Burboa-Zazueta María G.

¹, Gutiérrez-Millán Luis E. ¹, Ochoa-Meza Andrés¹, Vargas-Arispuro Irasema²

Posgrado en Biociencias. DICTUS. Universidad de Sonora. Rosales y Luis Encinas¹. Hermosillo, Sonora. 83000. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C.². Carretera a La Victoria km 0.6, Hermosillo, Sonora, México, C.P. 83304

*nanyfbio@gmail.com

Resumen

Acalypha californica es un arbusto semileñoso y perenne, usado por los grupos étnicos de Sonora para tratar el cáncer. El principal objetivo de esta investigación es inducir la formación de callos a partir de hojas, pecíolos y segmentos nodales de *A. californica* en el medio de cultivo Woody Plant Medium (WPM) suplementado con la auxina ácido indol butírico (AIB) en diferentes concentraciones (0, 0.5 1.0, 1.5, 2.0) mgL⁻¹. La concentración de 1.5 mgL⁻¹ fue la que permitió el crecimiento de callo en todos los explantes, principalmente en los pecíolos. La brotación de los callos subcultivados derivados de pecíolo fue superior (40%) con respecto a los derivados de hojas y segmentos nodales, así como el enraizamiento (10%), que fue exclusivo de este explante. Estos resultados representan avances en la micropropagación de esta planta. Palabras claves: Micropropagación, auxina, pecíolos.

Abstract

Acalypha californica is a semi-woody and perennial shrub, used by Sonora ethnic groups to treat cancer. The main objective of this investigation is to induce the formation of calluses from leaves, petals and nodal segments of *A. californica* in the medium Woody Plant Medium (WPM) supplemented with auxin indole butyric acid (AIB) in different concentrations (0.5, 1.0, 1.5, 2.0) mgL⁻¹. The concentration of 1.5 mgL⁻¹ was the only one that allowed the growth of callus in all explants, mainly in the petioles. The sprouting of subcultured callus derived from petiole was higher (40%) compared to calluses derived from leaves and nodal segments, as well as rooting (10%), which was exclusive to this explant. These results represent advances in the micropropagation of this plant.

Keywords: Micropropagation, auxin, petioles

Introducción

El género *Acalypha* de la familia Euphorbiaceae es muy conocido por presentar varios compuestos con actividad antioxidante, antimicrobiana y citotóxica. *Acalyphacalifornica* se distribuye en los estados de Sonora y Baja California; es un arbusto semileñoso y perenne, utilizado por los grupos étnicos de Sonora para tratar el cáncer (Rascón et al., 2015). Una manera de inducir la síntesis de metabolitos secundarios con actividad antiproliferativa es mediante la micropropagación, esta técnica consiste en la multiplicación de plantas utilizando tejidos u órganos a partir de una planta madre (Ahmad, Rab y Ahmad, 2016). Sweet y Mahbubur (2016), realizaron la inducción de callos en la planta medicinal *A. indica* usando citocininas, principalmente bencil amino purina (BAP), sin embargo, la callogénesis de *A. californica* no ha sido reportada. El objetivo de esta investigación es inducir la formación de callo a partir de explantes de hojas, pecíolos y segmentos nodales de *A. californica* en un medio de cultivo para plantas leñosas (WPM) suplementado con diferentes concentraciones de la auxina ácido indol butírico (AIB).

Materiales y Métodos

Las partes aéreas de *A. californica* se colectaron de los alrededores de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México (29°8'51.3" N, 110°57'0"O). La planta fue identificada por el profesor Jesús Sánchez Escalante, encargado del Herbario del DICTUS de la Universidad de Sonora.

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de cultivo de tejidos del DICTUS de la Universidad de Sonora. Se utilizó el medio de cultivo para plantas leñosas WPM suplementado con diferentes concentraciones de AIB 0,0.5,1.0,1.5,2.0 mgL⁻¹ para la inducción de callos y posteriormente los callos obtenidos se subcultivaron en un medio de cultivo de igual composición. El pH del medio se ajustó a 5.7 antes de adicionar el agar y la sacarosa, se vertió el medio en frascos de vidrio conteniendo el medio de cultivo y posteriormente se esterilizaron en una autoclave modelo Sterilmatic durante 15 minutos, con temperatura de 121 °C y 15 libras de presión. Las ramas juveniles de *A. californica* se lavaron con agua de la llave, se cortaron los explantes y se sumergieron en alcohol al 70% durante 60 segundos, pasado este tiempo, se sumergieron en una solución de cloro al 10-12% con una gota de Tween 20 durante 12-15 minutos, después se enjuagaron con agua destilada estéril en 3-4 ocasiones. Los explantes se cortaron en trozos pequeños (0.5-1.0 cm) con un bisturí estéril y se inocularon asépticamente en la cámara de flujo laminar modelo Edge Gard Hood, en los medios de cultivo, después de la inoculación, se incubaron con un fotoperíodo de 16 horas luz a 27±1 °C de temperatura. Las

variables evaluadas fueron crecimiento promedio de callo, porcentaje de brotación, de enraizamiento y color de los callos durante seis semanas. Los tratamientos fueron las cinco concentraciones evaluadas, para cada tratamiento se utilizaron 24 frascos, ocho para cada tipo de explante y en cada frasco se inocularon 3 explantes de la misma muestra de la planta.

Análisis Estadístico: Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Los datos se analizaron mediante un ANOVA de una vía, al existir diferencias significativas se realizó la prueba de Tukey de comparación de medias, con un nivel de significancia del 95%. Los resultados se analizaron en el programa estadístico JPM, versión para windows 11.0.0.

Resultados y Discusión

Los fragmentos de pecíolos, hojas y segmentos nodales de *A. californica* se inocularon asépticamente en el medio WPM enriquecido con varias concentraciones de AIB (Cuadro 1); sin embargo, el único tratamiento que permitió el crecimiento callogénico fue el de 1.5 mgL⁻¹ de AIB lo que se demostró al con los resultados obtenidos al mostrar diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos, por lo que fue seleccionado para realizar el subcultivo de los callos.

Cuadro 1. Efecto de la auxina AIB sobre el crecimiento promedio (cm) de callos a partir de hojas, segmentos nodales y pecíolos, en seis semanas de incubación.

AIB (mgL ⁻¹)	Hojas	Segmentos nodales	Pecíolos	Diferencia estadística
0	0.59	0.60	0.59	A
0.5	0.55	0.56	0.56	A
1	0.58	0.55	0.56	A
1.5	1.89	1.70	2.65	B
2	0.58	0.58	0.60	A

Transcurrida la primera semana de siembra *in vitro* se produjeron cambios morfológicos en los explantes de *A. californica*, las hojas se tornaron rugosas en su superficie, se separaron del medio de cultivo y los segmentos nodales se engrosaron (Figura 1 A). En la tercera semana se observó crecimiento callogénico en las zonas de corte, posteriormente se extendió por toda la superficie del explante. Los callos tenían una apariencia compacta y de color verde claro, en

ocasiones con partes rojizas (Fig. 1 B), debido a que en un mismo explante existen diferentes tejidos que al proliferar producen callos de distintos tipos celulares (Martínez et al., 2007). Entre la cuarta y sexta semana de incubación, los callos alcanzaron gran tamaño (Figura 1 C), por lo que fueron subcultivados en las mismas condiciones. Dos semanas después los callos subcultivados se diferenciaron en hojas y raíces (Figura 1 D) esto pudo deberse a que la organogénesis está regulada por las interacciones cuantitativas de auxinas y citocininas tanto a nivel endógeno como exógeno, de esta manera a pesar de que el medio de cultivo contenía la misma composición hormonal, la concentración de reguladores de crecimiento en el callo varió con respecto a la muestra inoculada inicialmente, lo que permitió la organogénesis indirecta.

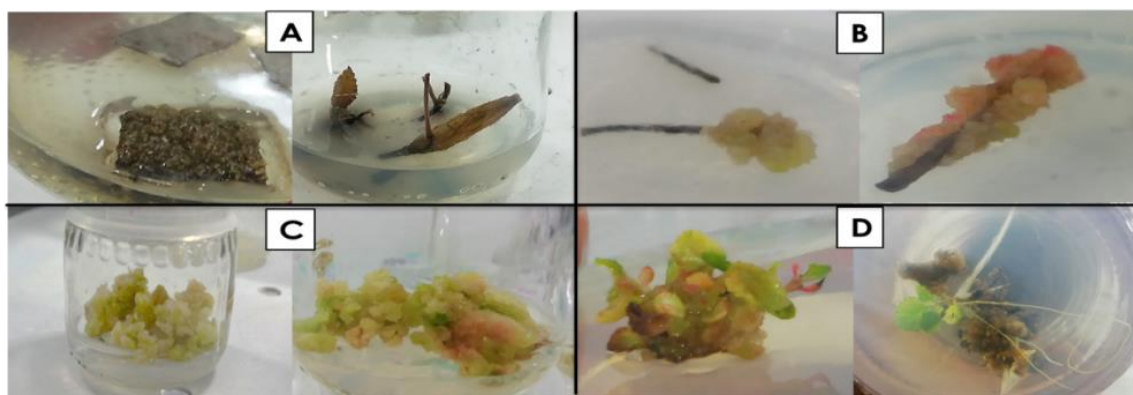


Figura 1. Inducción de callo y organogénesis indirecta de *A. californica*. A. Cambios morfológicos en la superficie de los explantes en la primera semana de cultivo. B. Inducción de callos compactos en la tercera semana de cultivo. C. Crecimiento de callo después de cuatro semanas de incubación. D. Organogénesis indirecta de hojas y raíces en callos subcultivados.

Se observó enraizamiento solo en los callos provenientes de pecíolo (Cuadro 2); Espinosa et al., 2012 atribuyen las diferencias en la respuesta de distintos explantes a las características anatómicas y al contenido hormonal endógeno de cada explante.

Cuadro 2. Organogénesis indirecta en callos subcultivados de *A. californica*.

	Hojas	Pecíolos	Segmentos nodales
% de brotación	8.3	40	13.6
% de enraizamiento	0	10	0

En el presente estudio, el pecíolo permitió una mejor callogénesis y organogénesis indirecta. Sweety y Mahbubur, 2016 utilizaron principalmente BAP en medio MS para la inducción de callo y organogénesis de *A. indica*, sin embargo, en esta investigación con la auxina AIB en medio WPM se lograron resultados prometedores, ya que las auxinas estimulan la división celular e inducen la expresión de ciclinas, lo que provoca la activación de cinasas necesarias para iniciar un nuevo ciclo celular (Sánchez y Alvarenga, 2015). Aun cuando la organogénesis indirecta no fue elevada, es importante recalcar que solo se utilizó un regulador de crecimiento, lo que incrementa posibilidades de futuras combinaciones.

Conclusiones

En el presente estudio se indujo la formación de callo y la organogénesis indirecta a partir de hojas, pecíolos y segmentos nodales de *A. californica*. Esta investigación sienta las bases para la futura micropropagación y el análisis de la actividad antiproliferativa de *A. californica*.

Literatura Citada

- Ahmad, N., Rab, A y Ahmad, N. (2016). Light-induced biochemical variations in secondary metabolite production and antioxidant activity in callus cultures of *Stevia rebaudiana* (Bert). *Journal of Photochemistry y Photobiology*. 154, 51-56. doi: [10.1016/j.jphotobiol.2015.11.015](https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2015.11.015)
- Espinosa, A., Silva, J., Sariego, S., Cholo, L y Delgado, H. (2012). Efecto del tipo de explante y la concentración de ácido 2,4-diclorofenoxiacético en la formación de callos en *Morus alba* L. *Pastos y Forrajes*, 35(4), 407-416. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n4/pyf06412>
- Martínez, M., Hernández, C. A y Restrepo, L. F. (2007). Estandarización de un protocolo para la obtención de callos friables de borjón (*Borojoapatinoi* Cuatr.) Fase I. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 9(2), 45-55. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/776/77690205.pdf>
- Rascón, L., Jiménez, M., Velázquez, C. Garibay, A. Vilegas, W., Campaner, L. Coqueiroc, A. y Robles., R. E. (2015). Chemical composition and antiproliferative activity of *Acalypha californica* L. *Industrial Crops and Products*, 69, 48-54. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.02.004>
- Sánchez, L y Alvarenga, S. (2015). Callogénesis y establecimiento del cultivo de células en suspensión de *Uncaria tomentosa* (Willd.) D.C. (uña de gato). *Tecnología en Marcha*, 28(1), 105-120. Recuperado de <https://doi.org/10.18845/tm.v28i1.2195>
- Sweety, M. y Mahbubur, R. (2016). Development of A Successful Protocol for *In vitro* Callus Induction and Indirect Plant Regeneration of *Acalypha indica* L. *American International Journal of Research in Formal, Applied & Natural Sciences*, 15(1), 60-65. Recuperado de <http://www.iasir.net>

ESTRÉS OXIDATIVO EN GUANÁBANA (*Annona muricata* L.) INDUCIDO POR NANOPARTÍCULAS VERDES

Jonapá Hernández Fermín¹, Valdez Salas Benjamín², González Mendoza Daniel³,
Ruiz Lau Nancy¹, Ruiz Valdiviezo Víctor M.¹, Gutiérrez Miceli Federico A.¹

Instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez Chiapas¹ ferminibq@gmail.com. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ingeniería, Mexicali, BC ². Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Mexicali, BC ³.

Resumen

En el presente trabajo se evaluó la aplicación de NP verdes de plata, cobre y plata-cobre sobre plantas de guanábana demostrando que no tienen efecto negativo a corto plazo sobre las propiedades fisicoquímicas (pH y CE) de la solución Hoalgand. Por otra parte, el contenido de clorofila descendió y la actividad de la peroxidasa aumentó principalmente por los tratamientos con las concentraciones de 1000 ppm. Sin embargo, el uso de concentraciones inferiores a las 1000 ppm no ha provocado estrés oxidativo en las plantas de guanábana.

Palabras clave: Nanopartículas verdes, estrés, peroxidasa.

Abstract

In this work, the application of green NPs of silver, copper and silver-copper on soursop plants was evaluated, demonstrating that they have no short-term negative effect on the physicochemical properties (pH and EC) of the Hoalgand solution. On the other hand, the chlorophyll content decreased and the peroxidase activity increased mainly by treatments with 1000 ppm concentrations. However, the use of concentrations below 1000ppm has not caused oxidative stress in soursop plants.

Keywords: Green nanoparticles, stress, peroxidase.

Introducción

Los nanomateriales se utilizan con frecuencia en el crecimiento de plantas, cosméticos, entrega de medicamentos, cristales fotónicos, análisis, alimentos, recubrimientos, pinturas, biorremediación, catálisis y ciencia de los materiales (Husen y Siddiqi, 2014), (Siddiqi y Husen, 2017). El uso de las nanopartículas (NP) que en este trabajo se utilizan se ha dirigido para el control de enfermedades en plantas provocadas por diversos fitopatógenos como *Macrophomina phaseolina* y *Alternaria alternata* sobre los cuales se ha demostrado que tienen

un 80 y 62% de inhibición respectivamente (Bernardo et al., 2018). Sin embargo, se desconoce los posibles efectos fitotóxicos que podrían provocar en las plantas. Esto ha motivado a que se realicen aplicaciones sobre plantas de guanábana (*Annona muricata* L.). debido a la importancia de este cultivo en México el cual es el primer lugar en producción a nivel mundial con 23,715 toneladas y un valor comercial de 159 millones de pesos (SIAP, 2016). Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue evidenciar el impacto de las NP de plata (AgNP), NP de cobre (NPCu) y NPAg-Cu en las plantas de guanábana *A. muricata* y poder encontrar rangos de concentraciones las cuales no tengan efecto oxidante sobre estas plantas.

Materiales y Métodos

Material vegetal

Semillas de guanábana *A. muricata* obtenidas a través de productores del estado de Chiapas, México. Se germinaron en suelo agrícola proporcionado por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Con siete meses de edad se removieron de las macetas y se lavaron con agua asegurándose de quitar todo exceso de suelo, principalmente en las raíces. Las plantas lavadas se depositaron en un sistema hidropónico de recipientes de poliestireno con solución Hoagland pH de 6.8 y conductividad eléctrica (CE) de 0.46 mS.

Síntesis de nanopartículas verdes

Se sintetizaron NPAg, NPCu y NPAg-Cu. La síntesis de NP verdes se realizó utilizando el método descrito por Bernardo et al. (2018) en el cual se utilizó como agente reductor extracto acuoso de hojas de *Justicia spicigera* comúnmente llamada “tinto” y como agente oxidante se utilizó nitrato de plata (AgNO_3) y nitrato cúprico $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

Aplicación de nanopartículas de síntesis verde

El efecto de las NP se evaluó en diferentes concentraciones (250, 500, 750 y 1000 ppm) por cada tipo de NP verde. La aplicación fue de forma asperjada sobre la parte aérea de las plantas de guanábana previamente colocadas en hidroponía con un fotoperiodo de 16:8 horas luz y oscuridad, la aplicación se monitoreo por cinco días. Después de los cinco días de exposición las plantas se retiraron del sistema hidropónico para ser congeladas con nitrógeno líquido y almacenarse a -80°C para posteriores determinaciones.

Cuantificación de clorofila, pH y CE

La cuantificación de clorofila se realizó con un medidor de clorofila portátil, los valores se registraron en unidades SPAD. El pH y la CE se cuantificaron utilizando un potenciómetro portátil. Cada medición se realizó por triplicado.

Extracción enzimática de peroxidasas

La extracción de peroxidasa (POX) se llevó a cabo por el método de (Farag, Abdo, Salama, Ibrahim y Srour, 2011). El extracto se usó para medir las actividades de POX y el contenido de proteína soluble.

Ensayo de actividad peroxidasa

La actividad de POX se ensayó por el método de (Hammerschmidt, Nuckles, Kuć, 1982) y (Farag et al., 2011) con ligeras modificaciones, a mezcla de reacción sea ajusto a 6 ml. Se añadió un volumen de 0.2 ml del extracto de enzima crudo para iniciar la reacción que se midió por espectrofotometría (UV-Visible). La actividad fue calculada por medir la relación a 470 nm / min que se define como 1 unidad de actividad. La actividad específica expresada como (U mg⁻¹ proteína). El análisis estadístico se realizó de cada tratamiento por cuadruplicado (4 plantas por tratamiento) realizando pruebas de análisis de varianza (ANOVA), con un valor p de 0.05, seguido del método de diferencia mínima significativa con la prueba de Tukey (HSD) utilizando el software estadístico statgraphics centurión versión XVI.

Resultados y Discusión

Efecto de la aplicación de NP sobre pH y CE

El pH y la CE del medio de cultivo (solución Hoagland) no presentaron cambios estadísticamente significativos tras la aplicación de los tres tipos de NP y las diferentes

Cuadro 1. Efecto de diferentes concentraciones de NP sobre pH y CE

Tipos de NP	0ppm	pH			
		Concentraciones de aplicación de NP			
		250ppm	500ppm	750ppm	1000ppm
NPAg	7.59 ^a	7.58 ^a	7.63 ^a	7.59 ^a	7.612 ^a
NPCu	7.59 ^a	7.577 ^a	7.582 ^a	7.6a	7.577 ^a
NPAg-Cu	7.59 ^a	7.582 ^a	7.657 ^a	7.605 ^a	7.572 ^a
Tipos de NP	0ppm	CE (mS)			
		250ppm	500ppm	750ppm	1000ppm
NPAg	0.5075 ^a	0.505 ^a	0.502 ^a	0.507 ^a	0.515 ^a
NPCu	0.507 ^a	0.517 ^a	0.515 ^a	0.505 ^a	0.52 ^a
NPAg-Cu	0.507 ^{ab}	0.52 ^b	0.502 ^a	0.51 ^{ab}	0.5 ^a

Los resultados se expresan como media $\pm$ desviación estándar de valores de experimentos por cuadruplicado. Valores con la misma letra dentro de cada línea son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey en $p \leq 0.5$.

concentraciones (250, 500, 750 y 1000 ppm) de aplicación respecto al tratamiento control, con excepción del tratamiento NPAg-Cu 250 ppm el cual como se muestra en el cuadro 1 registró un incremento en la CE de la solución. Sin embargo, este incremento podría deberse a alguna herida en las raíces provocada por la manipulación de las plantas, liberando iones de sales presentes en el tejido radicular al medio por una diferencia de concentraciones, aumentando así la CE.

Cambios en el contenido de clorofila de plantas de guanábana bajo exposición de NP

El contenido de clorofila se vio afectado tras la aplicación de NP, en el caso de las NPAg 1000 ppm provocó una disminución 3.35 unidades de clorofila en las hojas siendo el tratamiento que más afectó en este aspecto a las plantas de guanábana. Por otra parte, las NPCu-1000 ppm, NPAg-Cu-250, 1000, 750 ppm también registraron una disminución en el contenido de clorofila. Sin embargo, la disminución como se muestra en la figura 1 fue menor. En contraparte las NPCu-750 aumentaron el contenido de clorofila en las hojas de guanábana siendo un factor positivo debido a que esto mejora la capacidad fotosintética de las plantas.

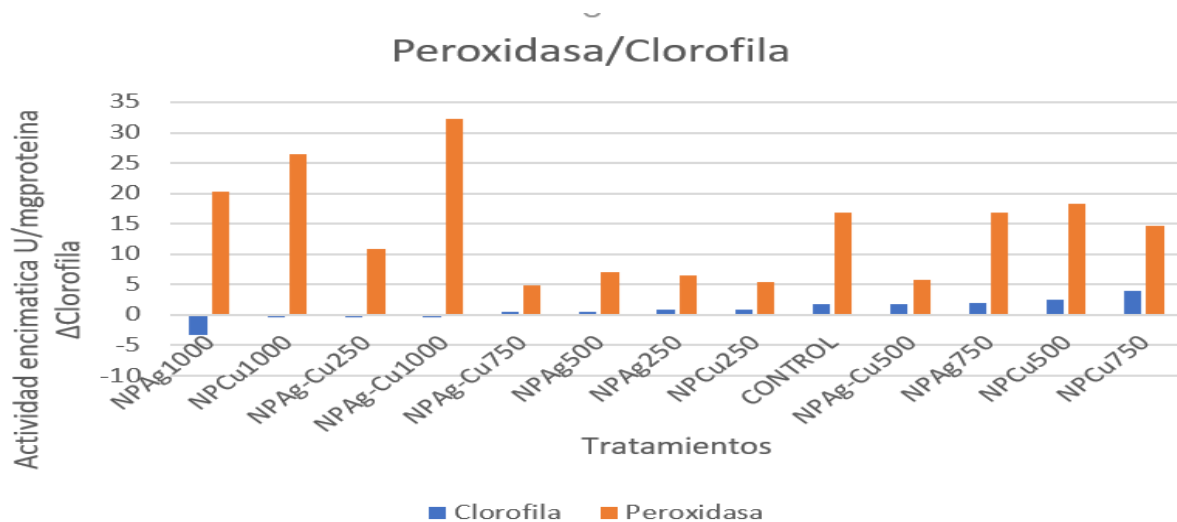


Figura 1. Incremento y decremento de clorofila y actividad de POX tras la aplicación de NP en plantas de guanábana.

Respuesta de POX tras aplicación de NP

El efecto de las NP sobre las plantas de guanábana durante los días de exposición se ve reflejado en la figura 1, en la cual observamos que las NPAg-Cu 1000 ppm y NPCu-1000 ppm registraron una mayor actividad de POX respecto al tratamiento control. Por lo tanto, son las concentraciones que mayor estrés oxidativo provocan en las plantas de guanábana. En revisiones bibliográficas como la de (Siddiqi y Husen, 2017) mencionan el mismo comportamiento sobre el factor concentración de aplicación en la cual a mayor concentración la actividad de diversas enzimas que actúan en respuesta al estrés oxidativo como catalasa, peroxidasa, superóxido dismutasa entre otras aumenta. Esto debido a que a partir de las NP se liberan iones metálicos los cuales son más fáciles de introducirse a los tejidos y células de las plantas produciendo especies reactivas de hidrogeno.

Conclusiones

Con la aplicación de las NP de Ag, Cu y Ag-Cu sobre plantas de guanábanas se ha podido observar un nuevo aspecto del efecto de las NP en cultivos que no sean hortalizas, y nos brinda un mayor panorama sobre los límites sobre las concentraciones que se deben de utilizar en este tipo de cultivos sin provocar un estrés oxidativo a corto plazo.

Literatura Citada

Bernardo Mazariegos Erick, Valdez Salas Benjamín, González Mendoza Daniel, Abdelmoteleb Ali, Tzintzun Camacho Olivia, Ceceña Duran Carlos, Gutiérrez Miceli Federico. (2018). Silver nanoparticles from *Justicia spicigera* and their antimicrobial potentialities in the biocontrol of foodborne bacteria and phytopathogenic fungi. Revista argentina de microbiología, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2018.05.002>.

Farag Hanaa R.M., Zeinab A. Abdou, Dawlat A. Salama, Mervat A.R. Ibrahim, Srour H.A.M. (2011). Effect of neem and willow aqueous extracts on fusarium wilt disease in tomato seedlings: Induction of antioxidant defensive enzymes. Annals of Agricultural Science, 56, 1–7.

Hammerschmidt R., Nuckles E. M and Kuc´ J. (1982). Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. Physiological Plant Pathology, 20, 73-82.

Husen Azamal and Siddiqi Khwaja Salahuddin. (2014). Phytosynthesis of nanoparticles: concept, controversy and application. Nanoscale Research Letters. 9, 229. Recuperado de <http://www.nanoscalereslett.com/content/9/1/229>.

Salahuddin Siddiqi Khwaja and Husen Azamal. (2017). Plant Response to Engineered Metal Oxide Nanoparticles. Nanoscale Research Letters, 12, 92. DOI 10.1186/s11671-017-1861-y.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2016). Recuperado de <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.

CONTENIDO DE FENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE TOJI (*Phoradendron californicum*) EN TRES HOSPEDEROS, EN EL SUR DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

Sánchez Ramos F. A.¹, Beltrán Morales F.A.¹, Vega Quiroa G.¹, Arce Amezcuita P.M.,
Kiyoshi Maruko¹ Y., Zamora Salgado S.¹

Universidad Autónoma de Baja California Sur¹. Carretera al sur Km 5.5. Apartado postal 19-B.

La Paz, Baja California Sur. México. e-Mail: antoniosanchez0205@hotmail.com

Resumen

Los Antioxidantes son compuestos los cuales pueden inhibir o retardar la oxidación de otras moléculas inhibiendo la iniciación y/o propagación de las reacciones en cadena de los radicales libres. Estos compuestos no solo se encuentran en nuestros alimentos, también están presentes en plantas silvestres. El aprovechamiento de estas plantas silvestres representan una alternativa para poder satisfacer el consumo de antioxidantes, es por ello que los muérdagos, con su gran diversidad de especies constituyen una excelente opción. El género *Phoradendron* ha demostrado una alta citotoxicidad en células cancerígenas humanas. Además, estimulan la proliferación de células sanguíneas. El objetivo de esta investigación fue estudiar el contenido de fenoles y la capacidad antioxidante del Toji (*Phoradendron californicum*) en tres diferentes hospederos, La actividad antioxidante se determinó por el método DPPH y para fenoles el método Folin-Ciocalteu, el toji (*Phoradendron californicum*) que muestra mayor poder antioxidante es el que tiene como hospedero al mezquite, (*Prosopis glandulosa*) con 1473,760 mg equivalentes de trolox por gr de muestra, y el que menor poder antioxidante obtuvo fue el toji de palo verde *Phoradendron californicum* con 498,700 mg equivalentes de trolox por gr de muestra. Con respecto al contenido de fenoles, la mayor cantidad de fenoles se presenta en el toji de mezquite con 403,160 mg equivalentes de ácido gálico por gr de muestra, mientras que el toji de palo verde y tabachin son estadísticamente iguales.

Palabras Clave: Oxidación, Radicales libres, Flora regional

Abstract

Antioxidants are compounds that can inhibit or slow the oxidation of other molecules by inhibiting the initiation or propagation of the free radical chain reactions. These compounds not only are found in our foods, they are also present in wild plants. The use of these wild plants

represent an alternative in order to satisfy the consumption of antioxidants. The genus *Phoradendron* has shown a high cytotoxicity in human cancer cells. Moreover, they stimulate the proliferation of blood cells. The objective of this research was to study the content of phenols and the antioxidant capacity of Toji (*Phoradendron californicum*) in three different hosts. The antioxidant activity determined by the DPPH method and phenol the Folin-Ciocalteu method, toji (*Phoradendron californicum*) showing higher antioxidant power is as host to the mesquite (*Prosopis glandulosa*) with 1473,760 trolox equivalent mg per g of sample, and that lower antioxidant power obtained was the green stick toji *Phoradendron californicum* 498,700 mg equivalent of trolox per g of sample. With respect to the content of phenols, the greater amount of phenols are presented in the toji of mesquite with 403,160 mg equivalent of Gallic acid/g of sample, while the toji of palo verde and tabachin are statistically equal.

Key words: Oxidation, free radicals, regional Flora

Introduction

En la actualidad ha tomado relevancia el consumo de frutas y verduras para evitar enfermedades no transmisibles, se estima que en 2017 unos 3,9 millones de muertes se debieron a un consumo inadecuado de frutas y verduras ricas de vitaminas y minerales, fibra alimentaria y todo un cúmulo de sustancias no nutrientes beneficiosas, como fitoesteroles, flavonoides y otros antioxidantes (OMS, 2019). Los Antioxidantes son compuestos los cuales pueden inhibir o retardar la oxidación de otras moléculas inhibiendo la iniciación y/o propagación de las reacciones en cadena de los radicales libres. Los antioxidantes dietéticos es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos (coronado, 2015). Estos compuestos no solo se encuentran en nuestros alimentos, también están presentes en plantas silvestres. El aprovechamiento de estas plantas silvestres representan una alternativa para poder satisfacer el consumo de antioxidantes, es por ello que los muérdagos, con su gran diversidad de especies constituyen una excelente opción. Cabe mencionar que es el segundo agente biológico de destrucción en los bosques de México, solo superados por el daño inducido por insectos descortezadores. (Vázquez, 1993). Los muérdagos son plantas hemiparasitarias que crecen sobre tallos y ramas se les considera especie clave por sus usos medicinales, sus relaciones con la avifauna y su importancia como fauna *Phoradendron californicum* es un muérdago que se encuentra en los desiertos y las zonas áridas. Se hospeda en árboles y arbustos de la familia Fabacea, principalmente en individuos del Género *Prosopis spp.* (Mezquites), Acacias como *Acacia farnesiana* (acacia

dulce) y *Acacia greggii* (uña de gato); *Olneya tesota* (palo fierro), *Cercidium spp.* (Palo verde) y *Parkinsonia spp.* (Gabalda, 2017). El género *Phoradendron* ha demostrado una alta citotoxicidad en células cancerígenas humanas. Además, estimulan la proliferación de células sanguíneas. Mediante varias extracciones de distintas especies de muérdago, se realizó un análisis de la actividad antioxidante, en el que evaluaban la capacidad de eliminar radicales libres y la concentración de IC50. Cuanto menor resultara el valor de IC50, mayor potencial antioxidante contenía (Gabalda, 2017). Con base en lo anterior en esta investigación se propuso estudiar el contenido de fenoles y la capacidad antioxidante del Toji (*Phoradendron californicum*) en tres diferentes hospederos: Mezquite (*Prosopis glandulosa*), Palo Verde (*Parkinsonia microphylla*) y Tabachin (*Caesalpinia pulcherrima*) ubicados en la zona sur de la Península de Baja California.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, ubicado en la Ciudad de La Paz. La recolección del toji, (*Phoradendron californicum*) se llevó a cabo en el ejido Álvaro Obregón, ubicado a 23° 52' 46.5'' N de latitud, 110°11'41.4'' de longitud oeste, a 360 msnm. Localizado a 30 km al sur de la ciudad de La Paz en Baja California Sur, México. Las plantas parásitas se recolectaron de tres hospederos los cuales son: mezquite (*Prosopis glandulosa*), palo verde (*Parkinsonia microphylla*), tabachin (*Caesalpinia pulcherrima*), (figura 1).



Figura 1. Plantas utilizadas para la medición de fenoles y la actividad antioxidante que se midió con la técnica de DPPH.

La actividad antioxidante se determinó por el método DPPH, este radical tiene un electrón desapareado y es de color azul-violeta, decolorándose hacia amarillo pálido por la reacción de la presencia de una sustancia antioxidante, siendo medida espectrofotométricamente a 517 nm. Por diferencia de absorbancia se determina el porcentaje de captación de radical libre DPPH.

(Llica, Castañeda, & Vazquez, 2008). También se determinaron fenoles Los métodos usados comúnmente para determinar y cuantificar fenoles totales en alimentos y vegetales son el ensayo de la vainillina y el de Folin-Ciocalteu. El método de Folin-Ciocalteu se basa en la capacidad de los fenoles para reaccionar con agentes oxidantes. El reactivo de Folin-Ciocalteu contiene molibdato y tungstato sódico, que reaccionan con cualquier tipo de fenol, formando complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico (Gutiérrez & Ortiz, 2008)

Preparación de extracto para determinar fenoles y capacidad antioxidante

Antes de comenzar con el proceso, se lavó y se dejó secar para quitarle impurezas. Se pesaron 500 g del material verde de cada planta, se pusieron a macerar en metanol acuoso al 80% en un matraz a temperatura ambiente durante 24 h, Luego se filtra el líquido, se exprime el residuo, se recupera el solvente en un rotavapor marca Buchi, modelo R-114 y se obtiene el extracto. A continuación, se evaporó la mayor parte del disolvente sin calentar más allá de 40 °C en una estufa marca VWR Scientific modelo 1370 G, para todas las muestras El producto de la evaporación se tomaron 25mg y se agregó en 25 mililitros de metanol luego. Posteriormente se homogenizo con un Sonicador marca Branson modelo 5210 durante 10 minutos. Posteriormente se prepararon las soluciones para dpsh y fenoles para medirlas en Espectrofotómetro Thermo Scientific™ UV Vis GENESYS™ 10S.

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 puede observarse que el toji que muestra mayor poder antioxidante es el toji (*Phoradendron californicum*), que tiene como hospedero al mezquite, (*Prosopis glandulosa*) con 1473,760 mg equivalentes de trolox por gr de muestra, y el que menor poder antioxidante obtuvo fue el toji de palo verde *Phoradendron californicum* con 498,700 mg equivalentes de trolox por gr de muestra, también se realizó el mismo estudio a una fruta (manzana Washington) y una verdura (tomate saladette) el cual salieron muy bajos, la manzana con 21.8 mg equivalentes de trolox por gr de muestra y el tomate 63.1 mg equivalentes de trolox por gr de muestra. En fenoles el toji que representa mayor cantidad de fenoles es el toji mezquite con 403,160 mg equivalentes de ácido gálico por gr de muestra, mientras que el toji de palo verde y tabachin son estadísticamente iguales, el tomate obtuvo 109.7mg equivalentes de ácido gálico por gr de muestra y la manzana 106 .6 mg equivalentes de ácido gálico por gr de muestra resultando ser muy parecidos al toji de tabachin y palo verde.

Cuadro 1. Capacidad antioxidante del toji (*Phoradendron californicum*) en distintos hospederos.

Variedad (hospedero)	Fenoles mg equivalentes de ácido gálico por gr de muestra	Poder antioxidante mg equivalentes de trolox por gr de muestra
<i>Phoradendron californicum</i> (Mezquite)	403,160 a	1473,760 a
<i>Phoradendron californicum</i> (Tabachin)	100,440 b	669,040 b
<i>Phoradendron californicum</i> (Palo Verde)	134,740 b	498,700 c

Valores con letras iguales dentro de columnas, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05)

Conclusiones

El género *Phoradendron* ha demostrado una alta citotoxicidad en células cancerígenas humanas. El aprovechamiento de estas plantas silvestres representa una alternativa para poder satisfacer el consumo de antioxidantes, es por ello que los muérdagos, con su gran diversidad de especies constituyen una excelente opción. En esta investigación concluimos que el toji que muestra mayor poder antioxidante es el toji (*Phoradendron californicum*), que tiene como hospedero al mezquite (*Prosopis glandulosa*).

Literatura citada

Gabalda, A. S. (2017). trabajo fin de grado aplicaciones medicinales de los muerdagos. facultad de farmacia, 20.

Gutiérrez, D., & Ortiz, C. M. (2008). Medición de Fenoles y Actividad Antioxidante en Malezas Usadas para. Simposio de Metrología, 3.

Llica, e. r., Castañeda, b. C., & Vazquez, I. i. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas. REV ACAD PERU SALUD, 5.

OMS. (5 de abril de 2019). Organizacion mundial de la salud. Recuperado el 7 de agosto de 2019, de https://www.who.int/elena/titles/fruit_vegetables_ncds/es/

Salud. (21 de diciembre de 2015). Salud, fundacion Carlos Slim. Recuperado el 5 de agosto de 2019, de <https://salud.carlosslim.org/hallan-potencial-antidiabetico-y-antioxidante-en-plantas-silvestres-del-norte-de-mexico/>

RESPUESTAS INDUCIDAS POR NANOPARTÍCULAS DE SÍNTESIS VERDE EN PLANTAS DE CACAHUATE (*Arachis hypogaea* L.): UNA PERSPECTIVA FISIOLÓGICA Y BIOQUÍMICA

Santos Espinoza Ana¹, Valdez Salas Benjamín², González Mendoza Daniel³, Montes Molina Joaquín¹, Ruíz Valdiviezo Víctor¹, Gutiérrez Miceli Federico¹

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Carretera panamericana km 1080, Boulevares, C.P. 29050, Chiapas, México¹. saes_am@hotmail.com. Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, Calle de la Normal S/N y Boulevard Benito Juárez, 21100, Mexicali, Baja California, México². Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC), Carretera a Delta s/n C.P. 21705, Ejido Nuevo León, Baja California, México³.

Resumen

En el presente estudio, investigamos los efectos de nanopartículas (NPs) de síntesis verde (AgNPs, CuNPs, Ag-CuNPs) y ComercialNPs en plantas de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) a nivel fisiológico y bioquímico; las soluciones de nanopartículas se aplicaron de manera foliar a concentraciones de 250, 500, 750, 1000 ppm. Se determinaron parámetros fisiológicos (altura de la planta y clorofila) y parámetros bioquímicos (actividad de la enzima peroxidasa). Los resultados sugieren que el tratamiento ComercialNPs presentó mayor daño de severidad en comparación con las nanopartículas de síntesis verde, siendo las concentraciones de 750 y 1000 ppm tóxicas para las plantas, el tratamiento Ag-CuNPs 250 ppm no presentó diferencias significativas en altura con respecto a las plantas control; se observó que altas concentraciones de nanopartículas disminuyen el contenido de clorofila. A nivel bioquímico se encontró un incremento significativo de la actividad peroxidasa (POD). Tomando en conjunto nuestros resultados se sugiere utilizar los tratamientos con bajas concentraciones; el tratamiento Ag-CuNPs 250 ppm fue el que presentó menor daño tanto en los parámetros fisiológicos y bioquímicos, de esta manera puede ser posible su aplicación segura en la agricultura como control biológico de patógenos, aunque faltan diversos aspectos por estudiar.

Palabras claves: Agricultura sustentable, fitotoxicidad, nanopartículas.

Abstract

In the present study, we investigated the effects of green synthesis nanoparticles (NPs) (AgNPs, CuNPs, Ag-CuNPs) and CommercialNPs on peanut plants (*Arachis hypogaea* L.) at a physiological and biochemical level; nanoparticle solutions were applied foliarly at

concentrations of 250, 500, 750, 1000 ppm. Physiological parameters (plant height and chlorophyll) and biochemical parameters (enzyme peroxidase activity) were determined. The results suggest that the CommercialNPs treatment presented greater severity damage in comparison with the green synthesis nanoparticles, being the concentrations of 750 and 1000 ppm toxic to plants, the Ag-CuNPs 250 ppm treatment did not present significant differences in height with respect to the control plants; it was observed that high concentrations of nanoparticles decrease the chlorophyll content. At the biochemical level, a significant increase in peroxidase activity (POD) was found. Taking our results together, it is suggested to use treatments with low concentrations; the Ag-CuNPs 250 ppm treatment was the one that presented the least damage in both physiological and biochemical parameters, in this way it may be possible to apply it safely in agriculture as biological control of pathogens, although several aspects still need to be studied.

Keywords: Sustainable agriculture, phytotoxicity, nanoparticles.

Introducción

Las nanopartículas (NPs) son partículas microscópicas que tienen una dimensión de 1-100 nm; según su síntesis se han clasificado en físicas, químicas y biológicas. La síntesis biológica o “verde” ha permitido la formación de nanopartículas a partir del uso de extractos vegetales (Rajeshkumar, 2019), por lo que representa una alternativa viable, económica y sobre todo ha demostrado diversos impactos al interactuar con las plantas (Rai et al., 2018). Recientemente se ha demostrado gran interés en desarrollar enfoques nanotecnológicos para mejorar la productividad de los cultivos, como la utilización de nanopartículas como fertilizantes, pesticidas, herbicidas para el manejo de estrés biótico (patógenos o plagas) que son limitaciones importantes que afectan el crecimiento y la productividad de diversos cultivos (Gkanatsiou y Karamanoli, 2019). Estas nanotecnologías pueden implementarse gracias a las propiedades antibacterianas y antifúngicas que presentan las NPs (Bernardo et al., 2018). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar la fitotoxicidad y respuesta de estrés oxidativo de las NPs de síntesis verde en plantas de cacahuete.

Materiales y Métodos

Se realizó la síntesis verde de nanopartículas (AgNPs, CuNPs y Ag-CuNPs) siguiendo el protocolo ya descrito por Bernardo et al. (2018); se utilizó una nanopartícula comercial (ComercialNPs) de la empresa Bionag S.A.P.I de C.V. con la finalidad de comparar su efecto. Se estableció un experimento en invernadero para determinar los parámetros fisiológicos (altura

de la planta y clorofila) y bioquímicos (actividad peroxidasa) para ello, se sembraron semillas de cacahuete en bolsas de cultivo con suelo agrícola, 10 días después de la emergencia se realizó la aplicación foliar de las nanopartículas a concentraciones de 250, 500, 750, 1000 ppm y un control (sin aplicación de NPs). Se empleó un diseño completamente al azar, con 4 réplicas. La actividad de la peroxidasa se determinó siguiendo el protocolo descrito por Hammerschmidt, Nuckles y Kuc (1982). Los resultados fueron analizados por medio de un análisis de varianza, usando la prueba de comparación de medias de Tukey. El nivel de significancia estadística empleada fue del 5% usando el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.

Resultados y discusión

La figura 1 muestra el crecimiento y desarrollo de las plantas de cacahuete a los 42 días después de la aplicación foliar de nanopartículas. Estas imágenes fenotípicas de las plantas nos demuestran los daños en el aspecto de las hojas y densidad del follaje.



Figura 1. Representación fenotípica de plantas de cacahuete ante la exposición de NPs

En el cuadro 1 se reportan los parámetros de altura y clorofila de las plantas. Los resultados sugieren que el tratamiento ComercialNPs presentó mayor daño de severidad en comparación con las nanopartículas de síntesis verde, siendo las concentraciones de 750 y 1000 ppm tóxicas. Los tratamientos AgNPs fueron los que tuvieron mayor impacto e inhibieron notablemente el crecimiento de las plantas, al igual que los tratamientos ComercialNPs y esto es se debe a la plata, el ion Ag^+ inhibe fuertemente la acción del etileno, anulando sus efectos positivos (Khan et al.,2017). La clorofila fue también uno de los parámetros afectados, altas concentraciones de NPs disminuyen el contenido de clorofila, a excepción del tratamiento CuNPs 250 ppm; que incrementó con respecto al control y es debido, a que el Cu desempeña

un papel fundamental en la fotosíntesis y respiración, sin Cu no habría fotosíntesis, ya que este elemento es necesario para la formación de clorofila (Gkanatsiou y Karamanoli, 2019).

Cuadro 1. Parámetros morfométricos de plantas de cacahuete ante la exposición de diferentes concentraciones de NPs.

Tipo de NPs	AgNPs	CuNPs	Ag-CuNPs	Comercial NPs
[Nanopartículas]				
	Altura de la planta (cm)			
Control (0)	34.16 ± 1.04 a	34.16 ± 1.04 a	34.16 ± 1.04 a	34.16 ± 1.04 a
250	29.0 ± 0.86 b	27.16 ± 0.76 b	30.0 ± 1.5 b	28.33 ± 1.15 b
500	24.66 ± 1.15 c	23.5 ± 2.29 c	27.0 ± 1.73 c	24.66 ± 3.01 c
750	24.33 ± 2.08 c	23.0 ± 1.0 cd	26.33 ± 0.57 c	21.33 ± 1.52 cd
1000	19.0 ± 1.0 d	20.66 ± 1.52 d	25.0 ± 1.0 c	19.0 ± 2.0 d
DMS (0.05)	2.37	2.60	2.25	3.43
	Clorofila (SPAD)			
Control (0)	40.96 ± 4.57 a	40.96 ± 4.57 b	40.96 ± 4.57 a	40.96 ± 4.57 a
250	40.16 ± 1.32 a	46.04 ± 2.26 a	38.17 ± 1.25 ab	37.25 ± 1.16 ab
500	37.55 ± 2.23 a	35.28 ± 1.80 c	34.71 ± 2.67 bc	32.11 ± 0.42 bc
750	31.60 ± 2.81 b	35.08 ± 1.60 c	33.14 ± 2.80 bc	29.92 ± 1.59 c
1000	30.66 ± 2.51 b	30.14 ± 0.50 d	32.02 ± 1.52 c	22.41 ± 3.04 d
DMS (0.05)	5.27	4.61	5.13	7.04

Los valores en las columnas seguidos con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre los tratamientos.

A nivel bioquímico se encontró un incremento significativo de la actividad peroxidasa (POD), por el incremento de especies reactivas de oxígeno causando estrés oxidativo (figura 2). Muchos estudios han coincidido en que las NPs basados en metales inducen el estrés oxidativo y podría ser uno de las más importantes explicaciones de la fitotoxicidad en términos de peroxidación de lípidos, daño al ADN y a la membrana celular, provocando muerte celular (Kumar et al., 2018).

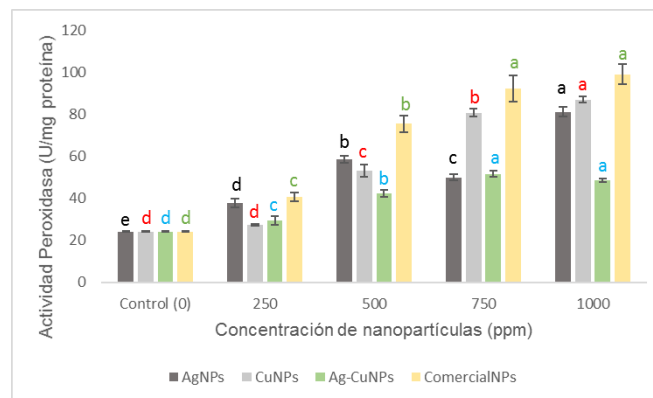


Figura 2. Efecto de diferentes concentraciones de NPs sobre la actividad específica de la peroxidasa en hojas de plantas de cacahuete.

Tomando en conjunto nuestros resultados se sugiere utilizar los tratamientos con bajas concentraciones, especialmente el tratamiento Ag-CuNPs 250 ppm que causó menor daño tanto en los parámetros fisiológicos como bioquímicos de las plantas.

Conclusiones

La fitotoxicidad causada por NPs genera un comportamiento impredecible tanto a nivel bioquímico sobre el estrés oxidativo, y fisiológico como en el crecimiento y desarrollo de las plantas, todo depende del tipo, concentración, propiedades y medios de exposición de las NPs.

Literatura Citada

Rajeshkumar, S. (2019). Antifungal Impact of Nanoparticles Against Different Plant Pathogenic Fungi. *Nanomaterials in Plants, Algae and Microorganisms*. Elsevier Inc. 1, 526-550.

Khan, I., Saeed, K., Khan, I. (2017). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. *Arabian Journal of Chemistry*. doi:10.1016/j.arabjc.2017.05.011

Rai, P. K., Kumar, V., Lee, S. S., Raza, N., Kim, K. H., Ok, Y. S., & Tsang, D. C. W. (2018). Nanoparticle-plant interaction: Implications in energy, environment, and agriculture. *Environment International*. 119, 1-19.

Gkanatsiou, C., & Karamanoli, K. (2019). Composition effect of Cu-based nanoparticles on phytopathogenic bacteria. *Antibacterial studies and phytotoxicity evaluation*. *Polyhedron*. 170, 395-403.

Bernardo-Mazariegos, E., Valdez-Salas, B., González-Mendoza, D., Abdelmoteleb, A., Tzintzun Camacho, O., Ceceña Duran, C., & Gutiérrez-Miceli, F. (2018). Silver nanoparticles from *Justicia spicigera* and their antimicrobial potentialities in the biocontrol of foodborne bacteria and phytopathogenic fungi. *Revista Argentina de Microbiología*. doi:10.1016/j.ram.2018.05.002

Kumar, V., Sharma, M., Khare, T., & Wani, S. H. (2018). Impact of Nanoparticles on Oxidative Stress and Responsive Antioxidative Defense in Plants. *Nanomaterials in Plants, Algae, and Microorganisms*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-811487-2.00017-7.

Hammerschmidt, R., Nuckles, E., Kuc, J., (1982). Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. *Physiology and Plant Pathology* 20, 73-82.

CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y FLAVONOIDES DE CHILES CRIOLLOS (*Capsicum annuum*) DE MÉXICO

Uriarte-Parra Andrés Gerardo¹, Figueroa-Pérez Marely Graciela¹, Iñiguez-Torres Karina Janeth¹,
Rojas-Rojas Pedro Alberto¹, López-España Ricardo Guillermo¹ y Retes-Manjarrez Jesús
Enrique^{1*}

¹Universidad Tecnológica de Culiacán, Carretera a Imala kilómetro 3.1, s/n. C.P. 80014, Culiacán,
Sinaloa, México. *retesmje@hotmail.com.

Resumen

Los chiles cuentan con un amplio contenido de fitoquímicos con propiedades benéficas para la salud humana. Los chiles criollos de México han sido poco estudiados respecto a su variedad y cantidad de fitoquímicos como los compuestos fenólicos y flavonoides. Se analizó el contenido de compuestos fenólicos totales y flavonoides de 12 morfotipos criollos de chile colectados en México. Se analizaron 4 frutos verdes de cada morfotipo de cuatro repeticiones dos veces. El chile Guajillo-2 fue el que mostró significativamente la mayor cantidad de compuestos fenólicos, seguido del Dulce, Serrano-2, Serrano, Jalapeño, Ancho-2, Pasilla, Jalapeño y Pasilla-2 en comparación con el control Pimiento-morrón. El chile-de-agua mostró significativamente la mayor cantidad de flavonoides en comparación con el resto de los morfotipos que no fueron diferentes del control Pimiento-morrón. Los chiles Guajillo2, Dulce, Serrano2, Jalapeño2, Ancho-2, Pasilla, Jalapeño, Pasilla-2 y Chile-de-agua son fuentes prometedoras de fenoles-totales y flavonoides que pueden ser usados en los programas de mejora genética de chiles para desarrollar cultivares comerciales con alto contenido de estos compuestos benéficos para la salud.

Palabras clave: Compuestos bio-activos, *Capsicum annuum*, Nutracéuticos

Abstract

Chilies have a broad content of phytochemicals with beneficial health properties. However, pepper landraces have been poorly studied regarding their variety and phytochemicals amount, such as phenolic compounds and flavonoids. Total phenolic compounds and flavonoids of 12 pepper landraces collected in Mexico was determined. Four green fruits of each landrace of four replicates were analyzed twice. The Guajillo-2 landrace showed significantly the greatest amount of phenolic compounds, followed by Dulce, Serrano-2, Serrano, Jalapeño, Ancho-2, Pasilla, Jalapeño and Pasilla-2 compared to the Bell-pepper control. The Chile-de-agua

landrace showed significantly the highest amount of flavonoids compared to the rest of the landraces that were not different from the Bell-pepper control. The landraces Guajillo2, Dulce, Serrano2, Jalapeño2, Ancho-2, Pasilla, Jalapeño, Pasilla-2 and Chile-de-agua are promising sources of phenolic compounds and flavonoids and could be used in genetic breeding programs of chilies to develop commercial cultivars with high content of these health-promoting compounds.

Keywords: Bio-active compounds, *Capsicum annuum*, Nutraceuticals.

Introducción

El estudio de las propiedades nutraceuticas en las diferentes tipologías (morfotipos) de chile cultivadas en México es de interés para el consumo humano y para el sector industrial. Los compuestos fenólicos presentes en chiles son considerados como compuestos bioactivos debido a su capacidad antioxidante. El chile contiene flavonoides tales como antocianinas y taninos condensados (Aguilera et al., 2011). El consumo de alimentos ricos en compuestos con capacidad antioxidante, como son los flavonoides, está directamente relacionado con diferentes actividades biológicas, incluyendo la reducción de osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, diabetes y prevención de cáncer (Trock et al., 2006). Los chiles contienen una amplia variedad de carotenoides, compuestos fenólicos, flavonoides, capsaicina y otros componentes (Cruz-Andrés et al., 2018). El objetivo de este estudio fue analizar el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides de diferentes morfotipos criollos de chile cultivados en México.

Materiales Y Métodos

El experimento se realizó en el periodo de octubre 2018 a abril del 2019 en el campo experimental de la Universidad Tecnológica de Culiacán, en Culiacán, Sinaloa, México. Se recolectaron frutos de 10 plantas de cada una de 12 poblaciones de chile criollo durante la temporada otoño-invierno del año 2017 en los estados de Chiapas y Oaxaca (Cuadro 1). El cultivar de pimiento rojo “Tyson” (Vilmroin) fue utilizado como control de referencia. Las semillas fueron germinadas en charolas de poliestireno de 200 cavidades a 28°C en un cuarto oscuro. Plantas de 40 días post germinación fueron trasplantadas en macetas de capacidad de 5 litros con sustrato de turba, arena y tierra de río en una proporción 1:1:1 de cada sustrato.

Cuadro 1. Localización geográfica de los chiles criollos de *Capsicum annuum* colectados en México

Morfotipo	Grado de domesticación	Coordenadas		Altitud
		Lat. N	Long. O	MSNM ¹
Guajillo-2	Criollo	16°51'46"	99°53'13"	30
Dulce-2	Criollo	17°57'22"	102°11'32"	10
Serrano-2	Criollo	19°38'38"	102°02'54"	1228
Serrano	Criollo	19°24'00"	102°08'00"	1140
Jalapeño-2	Criollo	18°55'00"	103°53'00"	33
Ancho-2	Criollo	19°15'00"	104°34'00"	29
Pasilla	Criollo	20°39'00"	102°48'00"	161
Jalapeño	Criollo	20°52'10"	105°26'27"	2
Pasilla-2	Criollo	22°23'50"	105°27'26"	8
De agua	Criollo	21°32'23"	105°17'08"	10
Ancho	Criollo	17°30'33"	91°58'56"	60
Guajillo	Criollo	15°26'00"	92°07'00"	927
Pimiento morrón	Comercial	NA	NA	NA

¹ Metros sobre el nivel del mar.

Se utilizó un diseño completamente al azar con seis repeticiones de una planta. Se realizaron tres cortes en total, seleccionando una muestra aleatoria de 4 frutos por repetición, los cuales se pesaron y congelaron a una temperatura de -80°C. Posteriormente estos frutos se liofilizaron y se procesaron de acuerdo con la metodología de (Singleton y Rossi, 1999). La cuantificación de los compuestos fenólicos totales se hizo por el método Folin-Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1999) y se expresó en mg EAG g-1 de materia seca. El contenido de flavonoides totales se obtuvo de acuerdo a Chen et al. (2014) y se expresó como mg QE g-1 de materia seca. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y a comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$). La relación entre las concentraciones de compuestos fenólicos y flavonoides de los frutos se determinó con el coeficiente de correlación lineal de Pearson. Los análisis se realizaron con el programa computacional SAS (1999).

Resultados y Discusión

La mayoría de los morfotipos de chile mostraron un alto contenido de compuestos fenólicos totales en comparación con el control Pimiento morrón, aunque hubo diferencias significativas entre morfotipos para esta variable ($P \leq 0.001$) (Cuadro 2). El morfotipo Guajillo2 fue el que mostró significativamente la mayor cantidad de éstos metabolitos, seguido del chile Dulce, Serrano2, Serrano, Jalapeño-2, Ancho-2, Pasilla, Jalapeño y Pasilla-2 que tuvieron entre 0.45 y 1.07 mg en comparación con el control Pimiento morrón que tuvo 0.16 mg (Cuadro 2). Los morfotipos Chile de agua, Ancho y Guajillo no mostraron diferencia significativa con el control Pimiento morrón para esta variable (Cuadro 2).

Cuadro 2. Contenido de compuestos fenólicos y flavonoides de frutos verdes de los diferentes chiles criollos analizados.

Morfotipo	Compuestos fenólicos (mg EAG g ⁻¹)	Rango	Morfotipo	Flavonoides (mg QE g ⁻¹)	Rango
Guajillo-2	1.07 A	1.05-1.08	De agua	0.31 A	0.20-0.41
Dulce	0.91 AB	0.87-0.94	Morrón rojo	0.14 B	0.04-0.33
Serrano-2	0.81 BC	0.67-0.96	Ancho	0.10 BC	0.07-0.13
Serrano	0.70 CD	0.68-0.71	Dulce	0.05 BC	0.03-0.06
Jalapeño-2	0.68 CD	0.67-0.69	Serrano-2	0.03 BC	0.03-0.04
Ancho-2	0.66 CD	0.55-0.87	Jalapeño	0.03 BC	0.03-0.03
Pasilla	0.63 CDE	0.57-0.74	Jalapeño-2	0.02 BC	0.03-0.03
Jalapeño	0.57 DE	0.46-0.75	Pasilla-2	0.03 BC	0.02-0.03
Pasilla-2	0.45 EF	0.27-0.72	Ancho-2	0.02 BC	0.01-0.03
De agua	0.28 FG	0.25-0.33	Serrano	0.02 BC	0.02-0.03
Ancho	0.21 G	0.13-0.26	Guajillo-2	0.01 C	0.01-0.02
Guajillo	0.16 G	0.04-0.27	Pasilla	0.01 C	0.01-0.02
Pimiento morrón	0.16 G	0.06-0.24	Guajillo	0.01 C	0.01-0.02

Comparaciones de medias hechas con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Medias con igual letra no difieren significativamente.

Respecto al contenido de flavonoides, el Chile de agua fue el que mostró significativamente la mayor cantidad de flavonoides con un valor de 0.31 mg en comparación con el resto de los morfotipos que tuvieron un promedio de 0.39 mg. Los morfotipos Ancho, Dulce, Serrano-2, Jalapeño, Jalapeño-2, Pasilla-2, Ancho-2 y Serrano no mostraron diferencia significativa con el control Pimiento morrón con valores promedio de flavonoides entre 0.02 y 0.10 mg. Por otra parte, los morfotipos de chile Guajillo2, Pasilla y Guajillo tuvieron significativamente una menor cantidad de flavonoides en comparación con el control Pimiento morrón (Cuadro 2). Estos resultados son similares a los reportados por Meckelmann et al. (2015), quienes reportaron valores promedio de 0.16 y 31.4 de fenoles totales y flavonoides, respectivamente, en cuatro accesiones de *C. annuum* procedentes de Perú. Estas ligeras diferencias pueden ser debidas a diversos factores como los diferentes genotipos, al medio ambiente y a la interacción entre estos factores. Los chiles criollos de México son fuentes prometedoras de estos fitoquímicos benéficos para la salud humana, y éstos pueden ser utilizados en los programas de mejoramiento genético para el desarrollo de nuevos cultivares de chile con altos contenidos de estos compuestos bio-activos. Estos chiles también pueden contribuir significativamente en el manejo y/o prevención de enfermedades degenerativas asociadas al daño provocado por radicales libres por ser fuentes de antioxidantes.

Las poblaciones criollas de chile tuvieron una amplia variación en el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides con un rango de 0.16-1.07 y 0.01-0.31, respectivamente (Cuadro 1). Esta variación en la resistencia permitió seleccionar plantas con altos contenidos de

compuestos fenólicos y flavonoides dentro de cada población para continuar con futuros estudios relacionados con el desarrollo y/o uso de estos genotipos con contenidos altos de estos fitoquímicos benéficos para la salud.

Conclusiones

Las diez poblaciones de Chile que mostraron altos contenidos de compuestos fenólicos y flavonoides son fuentes prometedoras de estos fitoquímicos y podrían ser utilizadas en futuros estudios genéticos que contribuyan a incorporar y/o al aumento de estas propiedades nutraceuticas en cultivares comerciales de Chile. Las poblaciones criollas de *Capsicum annuum* de México tuvieron suficiente variabilidad genética para encontrar genotipos con altos contenidos de compuestos fenólicos y flavonoides, indicando que esta especie es un valioso recurso genético que debe ser estudiado para mejorar su uso y conservación.

Literatura Citada

Aguilera, Y., Dueñas, M., Estrella, I., Hernández, T., Benítez, V., Esteban, R. M., y Martín-Cabrejas, M. A. (2011). Phenolic profile and antioxidant capacity of chickpeas (*Cicer arietinum* L) as affected by a dehydration process. *Plant Foods Hum. Nut.* 66, 187–195.

Chen, L., Xin, X., Yuan, Q., Su, D., y Liu, W. (2014). Phytochemical properties and antioxidant capacities of various colored berries. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94(2),180-188.

Cruz-Andrés, O. R., Pérez-Herrera, A., Martínez-Gutiérrez, G. A., y Morales, I. (2018). Cubiertas de macrotúneles y su efecto en las propiedades nutraceuticas del Chile de agua. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 41, 555-558.

Meckelmann, S. W., Riegel, D. W., van Zonneveld, M., Ríos, L., Peña, K., Mueller-Seitz, E., y Petz, M. (2015). Capsaicinoids, flavonoids, tocopherols, antioxidant capacity and color attributes in 23 native Peruvian chili peppers (*Capsicum* spp.) grown in three different locations. *Eur. Food Res. Technol.* 240, 273-283.

SAS. 1999. SAS/STAT. User's Guide. Rel. 6.03. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 1028 pp.

Singleton, V. L., Orthofer, R., y Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299, 152–178.

Trock, B. J., Hilakivi-Clarke, L., y Clarke, R. (2006). Meta-analysis of soy intake and breast cancer risk. *J Natl Cancer Inst* 98, 459-471.

EFFECTO DEL MUERDAGO (*Phoradendron californicum*) EN TRES HOSPEDEROS EN EL CONTROL DE ENTEROCOCOS

Cota López M.F¹., Beltrán Morales F.A¹, Arce Amezquita P.M¹, Kiyoshi Maruko Y¹.,
Sánchez Ramos F.A¹, Peña Loredó M.J¹.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur Km 5.5 Apartado postal 19-B La Paz Baja
California Sur. México. e-mail: melanybye@gmail.com

Resumen

El muérdago, una planta parásita distribuidas mundialmente, que crecen sobre diversas especies arbóreas, la composición química de los extractos derivados de él depende de la especie del árbol anfitrión; existen más de 100 especies. Los enterococos asociados con la endocarditis son difíciles de erradicar, a menos que se use una combinación de algunos fármacos con acción sobre la pared celular (como la penicilina, la ampicilina, la amoxicilina, la piperacilina o la vancomicina) más un aminoglucósido (gentamicina, estreptomicina) para lograr una actividad bactericida. Las plantas parasitas se recolectaron de tres hospederos: mezquite (*Prosopis glandulosa*), palo verde (*Parkinsonia microphylla*), tabachin (*Caesalpinia pulcherrima*). Una vez obtenido el extracto del muérdago a base del alcohol se hicieron las cámaras de siembra en cajas Petri a base de PDA. Cada caja de Petri se contaminó con la bacteria de enterococos. Una vez contaminadas se puso una muestra del extracto de muérdago, una muestra control negativo un control positivo en su caso utilizando antibiótico amicosina y ampicilina. Finalmente, las cajas de Petri se colocaron en una incubadora de la marca APSA con una temperatura de 37° C para determinar resultados con una duración y observación de cada 12 horas hasta alcanzar las 48 horas. Los resultados fueron negativos ya que el muérdago al probarlo con dos antibióticos distintos y sus extractos no presentó actividad microbiana contra la bacteria enterococos. La actividad microbiana solo fue inhibida con el antibiótico ampicilina.

Palabras Clave: Bacteria, medicina alternativa, flora regional

Abstract

Mistletoe, a parasitic plant distributed worldwide, which grows on various tree species, the chemical composition of the extracts derived from it depends on the species of the host tree; there are more than 100 species. Enterococci associated with endocarditis are difficult to eradicate, unless a combination of some drugs with action on the cell wall (such as penicillin, ampicillin, amoxicillin, piperacillin or vancomycin) plus an aminoglycoside is used (gentamicin,

streptomycin) to achieve bactericidal activity. The parasitic plants were collected from three hosts: Mezquite (*Prosopis glandulosa*), Palo Verde (*Parkinsonia microphylla*), tabachin (*Caesalpinia pulcherrima*). Once the alcohol-based mistletoe extract was obtained, the planting chambers were made in PDA-based Petri boxes. Each box of Petri is contained with enterococci bacteria. Once contaminated, a sample of mistletoe extract was placed, a negative control sample a positive control in your case using antibiotic amicosin and ampicillin. Finally, Petri boxes were placed in an APSA brand edgy with a temperature of 37°C to determine results with a duration and observation of every 12 hours until reaching 48 hours. The results were negative as mistletoe when tested with two different antibiotics and its extracts did not exhibit microbial activity against enterococcious bacteria. Microbial activity was only inhibited with the antibiotic ampicillin.

Keywords: Bacteria, alternative medicine, regional flora

Introducción

Las plantas medicinales son cada vez más comunes en nuestras vidas cotidianas al volver a tomar nuestros orígenes. El muérdago pertenece a un género del Nuevo Mundo de parásitos clorofílicos con una distribución que se extiende desde los Estados Unidos hasta la Argentina (Ashworth, 2000). Los muérdagos tienen 55 especies en Brasil y más de 230 en el mundo (Stevens 2001). Los bosques de los neotrópicos están desapareciendo a un ritmo aterrador, arrastrando vastos ecosistemas al olvido permanente; los muérdagos, que son parásitos de las plantas leñosas, son quizás más vulnerables, y su desaparición será menos lamentable que la de casi cualquier otro grupo de plantas; sus semillas viven solo por breves períodos y, al no tener una cubierta de semillas, probablemente no pueden almacenarse excepto por períodos cortos y la dispersión de semillas en sí misma depende obligatoriamente de la acción de las aves frugívoras, quienes están en una amenaza similar (Maciel, 2005).. La acción antimicrobiana de algunas especies de muérdagos como el *Viscum album* reside en los extractos. En varios ensayos de difusión en disco se demuestra un efecto inhibitorio en el crecimiento de *Mycobacterium tuberculosis*, *Escherechia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae* y *Proteus vulgaris*. El extracto de *Viscum album* también posee propiedades antifúngicas contra *Candida albicans* y puede poseer actividad potencial antiviral. La actividad antimicrobiana también se debe a los hongos endofíticos que viven en la planta, cuyo componente principal es una lectina, con actividad inhibitoria sobre el crecimiento de bacterias patógenas. (Sánchez G.A., 2017). Los enterococos asociados con la endocarditis son difíciles de erradicar, a menos que se use una combinación

de algunos fármacos con acción sobre la pared celular (como la penicilina, la ampicilina, la amoxicilina, la piperacilina o la vancomicina) más un aminoglucósido (gentamicina, estreptomina) para lograr una actividad bactericida. Con base en lo anterior, en este trabajo se pretende probar el efecto del extracto etanólico del muérdago del género *Phoradendron* para el control de la bacteria enterococo.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, ubicado en la Ciudad de La Paz. La recolección del muérdago, (*Phoradendron californicum*) se llevó a cabo en el ejido Álvaro Obregón, ubicado a 23° 52' 46.5" N de latitud, 110°11'41.4" de longitud oeste, a 360 msnm. Localizado a 30 km al sur de la ciudad de La Paz en Baja California Sur, México. Las plantas parásitas se recolectaron de tres hospederos los cuales son: mezquite (*Prosopis glandulosa*), palo verde (*Parkinsonia microphylla*), tabachín (*Caesalpinia pulcherrima*).

Preparación de extracto para determinar actividad microbiana

Antes de comenzar con el proceso, se lavó y se dejó secar para quitarle impurezas. Se pesaron 500 g del material verde de cada planta, se pusieron a macerar en metanol acuoso al 80% en un matraz a temperatura ambiente durante 24 h, Luego se filtra el líquido, se exprime el residuo, se recupera el solvente en un rotavapor marca Buchi, modelo R-114 y se obtiene el extracto. A continuación se evaporó la mayor parte del disolvente sin calentar más allá de 40 °C en una estufa marca VWR Scientific modelo 1370 G, para todas las muestras El producto de la evaporación se tomaron 25mg y se agregó en 25 mililitros de metanol luego. Posteriormente se homogenizó con un Sonicador marca Branson modelo 5210 durante 10 minutos. Posteriormente se prepararon las soluciones.

Una vez teniendo el extracto del muérdago a base del alcohol se hicieron las cámaras de siembra en cajas Petri a base de PDA el cual el proceso duro dos horas, una vez lista se pusieron en 4 cajas en cada una utilizando una muestra distinta del muérdago utilizando 1ml en cada muestra . Cada caja de Petri se contaminó con la bacteria de enterococos con una cantidad de 5ml de la bacteria. Una vez contaminadas se puso una muestra del extracto de muérdago en método de papel secante poniendo 1ml, una muestra control negativo un control positivo en su caso utilizando antibiótico (amicosina y ampicilina) los cuales se dejaron reposar para su muestreo. Finalmente, las cajas de Petri se colocaron en una incubadora de la marca APSA con una temperatura de 37° C para determinar resultados con una duración y observación de cada 12 horas hasta alcanzar las 48 horas de observación para las muestras.

Resultados y Discusión

Los resultados fueron negativos ya que el muérdago al probarlo con dos antibióticos distintos y sus extractos no presento actividad microbiana contra la bacteria enterococos, la incubación de las muestras fue de 48 horas para su observación en la incubadora. Tal como se observa en la figura 1, la actividad microbiana solo fue inhibida con el antibiótico ampicilina causando actividad en la caja Petri las cuales se sometió a microscopio para garantizar su actividad. Las demás muestras que fue del muérdago no presentó ninguna alteración basado en la observación y especialistas se refiere que este pudo ser causante de resistencia o el porcentaje de utilización de muestra de muérdago que fue de 1mmL.



Figura 1. Pruebas de control bacteriano con muérdago en tres diferentes hospederos, contra enterococos.

El género *Phoradendron* ha demostrado una alta citotoxicidad en células cancerígenas humanas. El aprovechamiento de estas plantas silvestres representa una alternativa para poder satisfacer el consumo de antioxidantes, es por ello que los muérdagos, con su gran diversidad de especies constituyen una excelente opción. Por lo cual se pretende seguir haciendo estudios de esta planta ya que se erradicaría una planta plaga y se le daría una utilización útil.

Conclusiones

El muérdago es una planta semiparasitaria que posee numerosos componentes responsables de las aplicaciones medicinales. El género *Phoradendron* ha demostrado que no presenta actividad microbiana con la bacteria enterococos la cual solo presento resultados positivos con ampicilina. Con este trabajo se demuestra el potencial farmacoterapéutico que poseen los muérdagos con el propósito de indagar y realizar una mayor investigación ante tales resultados.

Literatura Citada

UNAM. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional

Yetman, D. y Van-Devender, T. (2002). Mayo Ethnobotanic Land, History, and Tradition al Knowledge in Northwest.

Ashworth, VETM 2000. Relación filogenética en *Phoradendreae* (Viscaceae) inferida de tres regiones del cistrón ribosómico nuclear. I. Principales linajes y parafilia de *Phoradendron*. Botánica sistemática 25: 349-370.

Sánchez G.A. 2017. Facultad de farmacia universidad complutensetrabajo fin de grado aplicaciones medicinales de los muérdagos, pag 45-56.

Veiga, J.V.F, Pinto, A.C., Maciel, M.A.M. (2005). Plantas Medicinais: ¿Cura Segura? Revista Química Nova. (28): 519-528.

DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TALLO DE ALGODÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS DE INTERÉS INDUSTRIAL

Ricardo Torres Ramos, Gisela Montero Alpírez, Benjamín Valdez Salas, Marcos A. Coronado Ortega, Mary T. Beleño Cabarcas

Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez y Calle de la Normal S/N, Col. Insurgentes Este, Mexicali, Baja California, CP 21280, México. rtorres84@uabc.edu.mx

Resumen

La biomasa vegetal está compuesta esencialmente por celulosa, hemicelulosa, lignina, sustancias extraíbles y cenizas. Estos componentes pueden ser usados de forma independiente para obtener varios productos de interés industrial incluyendo biocombustibles. En el presente trabajo se determinó la composición química del tallo de algodón generado en el Valle de Mexicali durante el ciclo agrícola de 2018, con el fin de estimar el potencial de los posibles productos de interés industrial que se pueden derivar el uso independiente de los componentes de la biomasa vegetal. Los resultados indican que el tallo de algodón contiene 34.81% de celulosa y 17.46% de hemicelulosa. A partir del contenido de celulosa se estima un potencial para la producción de bioetanol equivalente a 12,792 m³. El porcentaje de lignina en el tallo de algodón fue 18.92% y presentó un poder calorífico superior de 24.06 MJ/kg, por lo tanto, el potencial energético para el año 2018 ascendió a 265 TJ, equivalente a 8,134 t de carbón antracita o 10,248 t de carbón lignito. El contenido de taninos condensable fue 3.76%, y las cenizas presentaron varios macro y micro nutrientes como el zinc, potasio y hierro con un porcentaje equivalente a 8.04%, 5.76% y 8.22%, respectivamente.

Palabras claves: residuo vegetal, tallo de algodón, potencial energético, composición química.

Abstract

Vegetable biomass is specifically composed of cellulose, hemicellulose, lignin, extractable substances and ashes. These components can be used independently to obtain various products of industrial interest including biofuels. In this work, the chemical composition of the cotton stalk generated in the Mexicali Valley was determined during the 2018 agricultural cycle, in order to estimate the potential of the possible products of industrial interest that can derive the independent use of the components of biomass. The results indicate that the cotton stalk

contains 34.81% cellulose and 17.46% hemicellulose. From the cellulose content, the potential for bioethanol production is estimated, which is equivalent to 12,792 m³. The percentage of lignin in the cotton stalk was 18.92% and presented a heating calorific value than 24.06 MJ / kg, therefore, the energy potential for 2018 amounted to 265 TJ, equivalent to 8,134 t of anthracite or 10,248 t of brown coal. The condensable tannin content was 3.76%, and the ashes presented several macro and micro nutrients such as zinc, potassium and iron with a percentage equivalent to 8.04%, 5.76% and 8.22%, respectively.

Keywords: biomass, cotton stalk, energy potential, chemical composition.

Introducción

Los residuos agrícolas constituyen una fuente importante de biomasa vegetal, cuya disposición final no está bien definida y generalmente son quemados a cielo abierto, causando serios problemas ambientales en las localidades cercanas a los campos agrícolas. Los residuos vegetales derivados de la agricultura están compuestos principales por celulosa, hemicelulosa, lignina, extraíbles y cenizas. Estos componentes pueden ser utilizados de forma independiente para la obtención de diferentes productos de interés industrial incluyendo los biocombustibles.

La celulosa es el principal componente de la biomasa, y está constituida por monómeros de glucosa que forman cadenas lineales poliméricas de peso molecular variable (Klass, 1998). El segundo componente es la hemicelulosa, constituida por monosacáridos, como: D-xilosa, L-arabinosa, D-manosa, D-glucosa, D-galactosa, D-xilulosa y por varios ácidos urónicos, como el ácido glucurónico y galacturónico. En la actualidad existe un interés especial por la utilización de la celulosa y hemicelulosa en la producción de bioetanol, mediante la fermentación de los monosacáridos de estos polímeros. El tercer componente es la lignina, un polímero aromático de estructura tridimensional, compleja, ramificada y amorfa, formada principalmente por tres unidades de fenilpropano: siringil-propano, guaiacil-propano y 4-hidroxifenilpropano. La importancia de la lignina radica en su alto valor energético, el cual puede ser aprovechado para la producción de energía térmica y/o eléctrica, a través de los diferentes sistemas de conversión como gasificación, co-combustión con carbón y pirólisis (Horst, Ramírez y Andrade, 2014).

El cuarto componente de la biomasa son los extraíbles, conformado por un grupo heterogéneo de sustancias como aldehídos, ceras, terpenos, oligómeros, azúcar, taninos, compuestos nitrogenados e hidrocarburos alifáticos y aromáticos. Entre estos compuestos, se destacan los taninos condensados, los cuales son polímeros aromáticos multihidroxilados que provienen de la esterificación de polifenólicos flavonoides como la catequinas o flavan-3-oles (García, Cadahía y Conde, 1997). Los taninos condensados constituyen más del 90% de la producción

comercial de taninos en el mundo, ya que son químicamente importantes en la preparación de adhesivos, resinas, tintas, medicamentos, cosméticos y para el curtido de pieles (Vázquez, Álvarez, López, Wall y de la Rosa, 2012; Silveira et al., 2011). El quinto componente son las cenizas, la cual representa la fracción mineral de la biomasa. Las cenizas contienen importantes macro y micro nutrientes esenciales para el desarrollo vegetativo de las plantas, que deben ser reincorporados para mantener en equilibrio de los suelos (Melissari, 2012).

En este trabajo se realizó un estudio de la composición química del tallo de algodón, para determinar el potencial de los diferentes productos de interés industrial que se puede obtener a partir del uso individual de los componentes que conforman la biomasa vegetal. Para estimar el potencial se considera el 50% de la cantidad del residuo tallo de algodón, generado en el ciclo agrícola 2018. El cual equivale a 62,156 t, tomando en cuenta que la superficie cultivada en este periodo fue 28,125 ha (SIAP, 2018) y el cultivo de algodón tiene un índice de generación de residuos equivalente a 4.42 t/ha (Gemtos y Tsircoglou, 1999). Los productos de interés industrial considerados en esta investigación fueron bioetanol, lignina, taninos condensables y cenizas.

Materiales y Métodos

A continuación se presentan los diferentes análisis realizados para la obtención de los productos de interés industrial. Las muestras de tallo de algodón fueron finamente molidas en un molino de cuchillas Grindomix GM 300 de la marca Retsch, y homogenizadas en un tamiz N° 35. Las muestras se secaron en un horno a 105 °C durante 4 h y se determinó el porcentaje de humedad de acuerdo con la ASTM E871-82.

a. Bioetanol

El potencial de bioetanol a partir del tallo de algodón se determinó en varias etapas: primero, se determinó el porcentaje de celulosa y hemicelulosa en el residuo. Enseguida, a partir de las toneladas de residuos generadas en 2018, se estimó la cantidad de celulosa y hemicelulosa teóricamente disponible. Después, se estimó la cantidad de bioetanol usando los valores de eficiencia de conversión de celulosa a etanol, reportados en investigaciones previas (Wooley et al., 1999a; Wooley et al., 1999b; Aden et al., 2002) y presentadas en el cuadro 1.

Cuadro 21. Factores de conversión de biomasa vegetal en etanol

Reacción de conversión	Eficiencia y factor de conversión	
	Mínimo	Máximo
Celulosa en glucosa	0.70	0.80
Glucosa en etanol	0.90	0.92

b. Lignina

La lignina presente en el material vegetal se aisló y cuantificó como el residuo insoluble en ácido sulfúrico, según la metodología propuesta en la norma ASTM D1106. Luego, se determinó el poder calorífico de la lignina aislada de acuerdo con el estándar ASTM 711. Posteriormente, se estimó el potencial energético respecto al ciclo agrícola 2018, multiplicando la cantidad de lignina teóricamente disponible por su poder calorífico.

c. Taninos condensados

Para determinar la cantidad de taninos condensables, primero se realizó la extracción de sustancias solubles en agua caliente de acuerdo con el estándar TAPPI 207. Los extractos disueltos en el agua se recuperaron por pre-concentración en un evaporador rotatorio. Luego, los extractos pre-concentrados fueron secados completamente en una mufla a 45°C durante 6 h. El porcentaje de taninos condensables en extractos secos de tallo de algodón se determinó mediante procedimiento conocido como número de Stiasny (Aguilar et al., 2012; Muñoz, Freer, Rodríguez y Baeza, 2004).

d. Cenizas

Las cenizas se obtuvieron mediante el procedimiento establecido en el estándar ASTM E830, el cual implica la combustión de la muestra a 550°C durante 4 h. Las cenizas fueron analizadas por dispersión de rayos x, con el fin de determinar elementos de interés para mantener la calidad de suelos.

Resultados y discusión

a. Bioetanol

El tallo de algodón estudiado presentó una humedad equivalente a 6.15%, lo cual indica que el 50% de la cantidad de material seco en 2018 fue aproximadamente 58,333 t. Por otra parte, el análisis de composición química indicó que el tallo de algodón contiene 34.81% de celulosa y 17.46% de hemicelulosa. Por lo tanto, se disponían de 20,305 t de celulosa y 10,185 t de hemicelulosa. Teniendo en cuenta la cantidad de celulosa teóricamente disponible y la eficiencia de conversión de celulosa a glucosa y de glucosa a etanol, se estima que el potencial de generación de bioetanol ascendió a 12,792 m³.

b. Potencial energético de la lignina

El porcentaje de lignina en tallo de algodón es 18.92% y su poder calorífico superior es 24.06 MJ/kg. La cantidad de lignina en 2018 ascendió a 11,036 t y el potencial energético fue 265 TJ. Este potencial energético es similar al que se obtendría de la combustión de 8,134 t de carbón antracita o 10,248 t de carbón lignito.

c. Taninos condensados

El porcentaje de sustancias extraíbles en agua caliente para el tallo de algodón fue 8.04% y el porcentaje de taninos condensables en los extractos fue 3.76%. Por lo tanto, en el ciclo agrícola del 2018, se disponían de 4,899 t de extraíbles y 184 t de taninos condensables.

d. Cenizas

La composición química de la ceniza de tallo de algodón se muestra en el cuadro 2. Se puede observar que el componente en mayor proporción en la fracción inorgánica fue el calcio, seguido por el silicio. También se encuentran macro y micro nutrientes como el potasio, zinc, cobre, hierro y azufre.

Cuadro 2. Elementos encontrados en las cenizas de tallo de algodón

Elementos	Porcentaje
Calcio (Ca)	55.381
Silicio (Si)	14.762
Hierro (Fe)	8.222
Zinc (Zn)	8.043
Potasio (K)	5.757
Azufre (S)	4.446
Cobre (Cu)	3.389

Conclusiones

El tallo de algodón generado en los cultivos del Valle de Mexicali, está compuesta por 34.81% de celulosa, 17.46% hemicelulosa, 18.92% lignina, 8.04% extraíbles en agua caliente y 5.08% en cenizas. La disposición del 50% del tallo de algodón generado en 2018, proporciona un potencial de 12,792 m³ de bioetanol, 11,036 t de lignina, 184 t de taninos condensables.

Literatura Citada

Aden, A., Ruth, M., Ibsen, K., Jechura, J., Neeves, K., Sheehan, J., & Lukas, J. (2002). Lignocellulosic biomass to ethanol process design and economics utilizing co-current dilute acid prehydrolysis and enzymatic hydrolysis for corn stover (No. NREL/TP-510-32438). National renewable energy lab golden co.

Aguilar-López, J., Jaén-Jiménez, J. C., Vargas-Abarca, A. S., Jiménez-Bonilla, P., Vega-Guzmán, I., Herrera-Núñez, J., ... & Soto-Fallas, R. M. (2012). Extracción y evaluación de taninos condensados a

partir de la corteza de once especies maderables de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 25(4), ág-15.

Horst, D. J., Behainne, J. J. R., de Andrade Júnior, P. P., & Kovaleski, J. L. (2014). An experimental comparison of lignin yield from the Klason and Willstatter extraction methods. *Energy for Sustainable Development*, 23, 78-84.

Muñoz-Acosta, F., Freer-Calderón, J., Rodríguez-Gutiérrez, J., & Baeza-Hernández, J. (2004). Biotratamiento de taninos condensados con *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 1(1), ág-22.

García, M. C., Cadahía, E., & Conde, E. (1997). Fifth Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignins and Other Wood Components. Curitiba, Brasil.

Klass D.L. *Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals* Academic Press (1998) pp. 30, 276–277, 233, 239.

Melissari, B. (2012). Comportamiento de Cenizas y su Impacto en Sistemas de Combustión de Biomasa. *Memoria de trabajos de difusión científica y técnica*, 10, 69-82.

SIAP. (2018). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción Agrícola. Resumen Nacional por Estado.

Rocha, W. S., Lopes, R. M., Silva, D. B. D., Vieira, R. F., Silva, J. P. D., & Agostini-Costa, T. D. S. (2011). Total phenolics and condensed tannins in native fruits from brazilian savanna. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(4), 1215-1221.

Gemtos, T. A., & Tsiricoglou, T. (1999). Harvesting of cotton residue for energy production. *Biomass and Bioenergy*, 16(1), 51-59.

Vázquez-Flores, A. A., Álvarez-Parrilla, E. M. I. L. I. O., López-Díaz, J. A., Wall-Medrano, A., & De la Rosa, L. A. (2012). Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo. *Tecnociencia Chihuahua*, 6(2), 84-93.

Wooley, R., Ruth, M., Glassner, D., & Sheehan, J. (1999a). Process design and costing of bioethanol technology: a tool for determining the status and direction of research and development. *Biotechnology Progress*, 15(5), 794-803.

Wooley, R., Ruth, M., Sheehan, J., Ibsen, K., Majdeski, H., & Galvez, A. (1999b). Lignocellulosic biomass to ethanol process design and economics utilizing co-current dilute acid prehydrolysis and enzymatic hydrolysis current and futuristic scenarios (No. NREL/TP-580-26157). National Renewable Energy Lab., Golden, CO (US).

HORTICULTURA

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE TRES NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO EN RIEGO POR GOTEO EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA

Fierros-Leyva, Gustavo Adolfo¹, Ortega-Murrieta Pedro Francisco¹, Acosta-Gallegos Jorge Alberto², Padilla-Valenzuela Isidoro³, Rodríguez-Cota Franklin Gerardo⁴, Valenzuela-Herrera Víctor⁵ y Saucedo-Acosta Raúl Hipólito⁴

Campo Experimental Costa de Hermosillo¹, fierros.gustavo@inifap.gob.mx; Campo Experimental Bajío², Campo Experimental Norman E. Borlaug³, Campo Experimental Valle del Fuerte⁴, Campo Experimental Valle de Culiacán⁵

Resumen

El Garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es un especie que se cultiva en las regiones agrícolas de los estados del noroeste de México y región del Bajío principalmente en los estados de Guanajuato y Michoacán. Sinaloa, Sonora y Baja California Sur son los principales productores donde en los últimos tres años se han establecido en promedio 94,000 hectáreas anuales, que rinden en promedio alrededor de 175,000 toneladas de grano de color blanco, que se comercializa principalmente en el mercado internacional. La calidad del grano que ha sido representada por la producción de la variedad denominada Blanco Sinaloa-92, generada por el INIFAP en el año 1992 y la cual ha posicionado el grano de garbanzo mexicano, haciendo que sea preferido y adquirido por más de 40 países a nivel mundial. En la Costa de Hermosillo en el ciclo 2017, se llevó a cabo un ensayo de garbanzo con riego presurizado con el objetivo de evaluar el rendimiento y calidad de grano de tres nuevas variedades de garbanzo blanco y un testigo comercial. En resultados obtenidos en rendimiento de origen, se detectó significancia estadística (DMS 0.05), sobresaliendo las variedades BlancoSon y Mazocahui con 2.75 t ha⁻¹ cada uno, superior en 12% a la variedad comercial Blanco Sinaloa-92, en rendimiento de exportación sobresalió BlancoSon siendo estadísticamente diferente al resto de las variedades, rindiendo 17% más que Blanco Sinaloa 92, en las variables calibre de origen y calibre de exportación no se detectó significancia estadística (DMS 0.05) Para el análisis de la varianza se utilizó el diseño de bloques al azar estableciendo cuatro repeticiones.

Palabras clave: Garbanzo, calidad, calibre de grano

Abstract

The Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is a species that is grown in the agricultural regions of the northwestern states of Mexico and the Bajío region, mainly in the states of Guanajuato and Michoacán. Sinaloa, Sonora and Baja California Sur are the main producers where, in the last three years, an average of 94,000 annual hectares have been established, yielding on average around 175,000 tons of white grain, which is sold mainly in the international market. The quality of the grain that has been represented by the production of the variety called Blanco Sinaloa-92, generated by the INIFAP in 1992 and which has positioned the Mexican garbanzo bean, making it preferred and acquired by more than 40 countries Worldwide. In the coast of Hermosillo in the 2017 cycle, a chickpea trial with pressurized irrigation was carried out with the objective of evaluating the yield and grain quality of three new varieties of white chickpea and a commercial witness. In results obtained in yield of origin, statistical significance was detected (DMS 0.05), standing out the BlancoSon and Mazocahui varieties with 2.75 t ha⁻¹ each, superior in 12% to the commercial variety Blanco Sinaloa-92, in outstanding export performance Mazocahui being statistically different from the rest of the varieties, yielding 17% more than Blanco Sinaloa 92, in the variables caliber of origin and size of export no statistical significance was detected (DMS 0.05). For the analysis of the variance, the design of the random blocks establishing four repetitions

Keywords: Chickpea, quality, grain caliber

Introducción

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.), es la segunda leguminosa de grano en importancia mundial después del frijol, el grano blanco grande (Tipo “Kabuli”) es utilizado para consumo humano y cubre nichos de mercado de exportación en Europa y el Medio Oriente (Yadav et al., 2007). No solamente por su alto valor como cadena alimentaria, también es considerado como una fuente importante de proteínas para millones de personas en países en desarrollo (Jukanti, Gaur, Gowda y Chibbar, 2012). En la región noroeste de México, el garbanzo que se produce es tipo Kabuli de grano extra grande de alta calidad, para exportación lo que ha dado reconocimiento internacional al garbanzo producido en México (Gallardo, 2011) generando al país ingresos por alrededor de 2,257 millones de pesos con una superficie cosechada en esta región del país en los últimos tres años (2016-2018) de 96.447 ha, con rendimiento promedio de 1.820 t ha⁻¹ y con una producción de 175,115 toneladas anuales (SIAP, 2018). Sin embargo, por la presión del mercado internacional por grano de mayor tamaño (calibre) y la alta incidencia de patógenos del suelo que causan la secadera y marchitez y pudriciones de raíz (Saxena, 1984), se necesita

generar nuevas variedades con características superiores a las anteriores, que permitan satisfacer el sector de mercado internacional que atiende México (Manjarrez, Gómez y Salinas, 2010). El objetivo de este estudio fue evaluar tres variedades nuevas de garbanzo en confrontación con el testigo comercial.

Materiales y Métodos

En el Campo Experimental Costa de Hermosillo, el cual presenta condiciones de clima dominante según Köppen es BW_h, muy seco semicálido y BW(h') muy seco cálido y cálido, presentando veranos de hasta 48°C, y medias bajas de 14 a 16°C, con régimen de lluvias de 75 a 200mm, el suelo predominante es el Yermosol, se distribuye principalmente en la zona central de la costa y noreste de la misma, con gran contenido de arena y pobre en materia orgánica, libre de sales y una profundidad que varía entre 20 y 100 cms. En el ciclo 2017 se evaluaron 3 nuevas variedades, BlancoSon, Mazocahui y Blanoro y una variedad testigo comercial denominada Blanco Sinaloa-92, el ensayo se estableció con riego presurizado en cintas calibre 6000, con gasto de 0.89 l/h/gotero, las cintas estuvieron distribuidas a 1.6 m de separación, la siembra se hizo a doble hilera con separación entre hileras de 50 centímetros, la parcela experimental y útil fue de 8m², el diseño utilizado fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. La siembra se hizo en enero del 2017 en seco, depositando alrededor de 15 semillas por metro lineal, posterior a la fecha se aplicó oxyfluorfen para el control de maleza en dosis de 0.250 g/ha incorporándose con agua de riego, las variables medidas fueron: Rendimiento de grano de origen y de exportación, calibre de origen y de exportación y porcentaje de exportación. A los resultados obtenidos se les realizó prueba de medias utilizando la prueba de DMS (0.05).

Resultados y Discusión

Rendimiento de origen y de exportación

Se detectó significancia estadística en rendimiento de origen (DMS 0.05), resultando estadísticamente iguales BlancoSon y Mazocahui, con rendimiento similar de 2.75 t ha⁻¹, 12% más que la variedad testigo denominada Blanco Sinaloa 92 que rindió 2.42 t ha⁻¹ la variedad Blanoro rindió 2.59 t ha⁻¹, 6% menos que BlancoSon y Mazocahui (Cuadro 1).

En rendimiento de exportación, se obtuvo al pasar una muestra del grano por una malla de 9 mm de diámetro y medido el grano que no pasa la malla, este fue significativo (DMS 0.05), para BlancoSon el cual fue diferente al resto de las variedades con rendimiento superior en 1% a la variedad BlancoSon, 5% superior a Blanoro y 17% más que Blanco Sinaloa 92. (Ortega et

al.,2016), mencionan que la variedad BlancoSon rindió 20% más que Blanco Sinaloa 92 de grano de exportación y Mazocahui 15% como promedio de 28 ambientes (Cuadro1).

Cuadro 1. Rendimiento de origen y rendimiento de exportación de tres nuevas variedades en confrontación con la variedad comercial Blanco Sinaloa-92 en el ciclo 2016-17.

Variedad	Rendimiento de origen (t ha ⁻¹)	DMS (005)*	Rendimiento de exportación (t ha ⁻¹)	DMS (005)*
BlancoSon	2.75	a	2.61	a
Mazocahui	2.75	a	2.57	ab
Blanoro	2.59	b	2.48	b
Blanco Sin.-92	2.42	c	2.17	c
DMS (005)	0.108		0.128	

*La separación de medias se hizo con la prueba de DMS. Medias con la misma letra no son diferentes ($p \leq 0.05$).

Calibre de origen:

Esta variable se calcula en base a la cantidad de granos de garbanzo sin cribar son necesarios para completar 30g, en esta variable no se detectó significancia estadística (DMS 0.05), Blanoro y Mazocahui presentaron calibre de 45 y BlancoSon y Blanco Sinaloa calibre 46 (Cuadro2). Ortega et al.,2018, señalan que el calibre de origen de grano de BlancoSon es de 47(número de semillas en 30g), y Mazocahui el calibre de grano es de 48.

Cuadro 2. Calibre de origen, calibre de exportación y porcentaje de exportación de tres nuevas variedades en confrontación con la variedad comercial Blanco Sinaloa-92 en el ciclo 2016-17.

Variedad	Calibre de origen	DMS (005)*	Calibre de exportación	DMS (005)*	Porcentaje de export. (%)	DMS (005)*
BlancoSon	45.8	a	43.3	a	95.8	a
Mazocahui	45.0	a	44.0	a	94.8	a
Blanoro	44.5	a	43.5	a	93.3	a
Blanco Sin.-92	45.8	a	44.5	a	89.5	b
DMS (005)	-		-		2.696	

*La separación de medias se hizo con la prueba de DMS. Medias con la misma letra no son diferentes ($p \leq 0.05$).

Calibre de exportación:

El calibre de exportación el cual se calcula en base a la cantidad de granos de garbanzo en 30g, cribados con malla de 9 mm, considerando 9mm el tamaño mínimo aceptable para considerarse como calidad de exportación, en esta variable no se encontró diferencia estadística, los valores observados para BlancoSon fue de 43.3 granos en 30g, 43.5 para Blanoro, 44 para Mazocahui y 44.5 granos en 30g para Blanco Sinaloa 92 (Cuadro 2).

Porcentaje de exportación:

Esta variable se obtiene al pasar el grano obtenido en campo por una malla de 9 mm, los valores observados muestran diferencia significativa (DMS 0.05), sobresaliendo Blanoro con 95.8% de grano con calidad de exportación, que fue estadísticamente igual a Mazocahui y Blancoson que presentaron valores de 94.8% y 93.3% respectivamente, la variedad Blanco Sinaloa 92 fue la que presentó menor porcentaje de exportación con 89.5% el cual fue estadísticamente diferente al resto de las variedades (DMS 0.05) (Cuadro2). Ortega et al., 2018, mencionan que BlancoSon es 11% y Mazocahui 6% superior en porcentaje de rendimiento a la variedad comercial Blanco Sinaloa-92.

Conclusiones

Las nuevas variedades de garbanzo BlancoSon y Mazocahui fueron estadísticamente superiores en rendimiento de grano a la variedad comercial Blanco Sinaloa 92.

Las nuevas variedades de garbanzo BlancoSon y Mazocahui fueron estadísticamente iguales en calibre de origen y de exportación a las variedades Blanoro y Blanco Sinaloa-92

Literatura citada

Ortega Murrieta, P.F., Fierros Leyva, G.A., Acosta Gallegos, J.A., Valenzuela Herrera, V., Padilla Valenzuela, I., Rodríguez Cota, F.G., Gutierrez Pérez, E., Aguilar Guerrero, B.Z. y Velarde Félix. S. (2016). Nuevos genotipos de garbanzo para ser liberados como variedad en el noroeste de México. *In* IV Simposio Nacional de Garbanzo. Grageda Grageda, J., Vieira de Figueiredo, F.A., Maldonado Navarro, L.A. y Pérez Luna, A.I. (Eds) INIFAP-CIRNO-CECH. Hermosillo, Sonora, México. 17-24 pp

Ortega Murrieta, P.F., Fierros Leyva, G.A., Valenzuela Herrera, V., Acosta Gallegos, J.A., Padilla Valenzuela, I., Rodríguez Cota, F.G., Gutierrez Pérez, E., Aguilar Guerrero, B.Z. y Velarde Félix. S., Saucedo Acosta, R.H. y López Guzmán, J.A. (2018). Nuevas variedades de garbanzo con alto rendimiento y calidad de exportación para las áreas productoras de garbanzo en México. *In* Seminario: Producción sustentable de garbanzo en Sinaloa. Rodríguez Cota, F.G., Saucedo Acosta, R.H., Cortez Mondaca, E., Valenzuela Herrera, V. y Maldonado Navarro, L.A. (Eds) INIFAP-CIRNO-CEVAF. Hermosillo, Sonora, México. Memoria técnica No. 6. 18-24 pp.

Gallardo, M. J. (2011). Comercialización y tendencias de precios para el cultivo del garbanzo. En: Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa A.C. pp 43-57

Jukanti A.K., Gaur P.M., Gowda C.L.L., y Chibbar R.N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum*): a review British Journal of Nutrition. 1008,11-26

Manjarrez, S. P., Gómez, G. L. y Salinas, P. R. A. (2010). Formación de variedades de garbanzo para exportación en Sinaloa. *In*: Avances de investigación 2009 del CEVACU. Publicación especial No. 12. INIFAP. 87 p.

Saxena, N.P. (1984). Chickpeas. *In*. The Physiology of Tropical Field Crops. P. R. Goldsworthy and N.M. Fisher eds. John Wiley and Sons Ltd. New York, N.Y. U.S.A. p. 419-451.

SIAP. (2018). Consulta en línea, 13 de julio 2018. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do
Yadav, S.S., N. Longnecker, S. Dusuncell.G. Bejiga, M. Yadav, A.H. Rizvi, M. Manohar, A.A. Reedy, Z.

Xaxico and W. Chen. (2007). Uses, consumption and utilization. pp. 72-100, In: Chickpea Breeding and Management. S.S. Yadav, R.J. Reeden, W. Chen, B. Sharma (edts), UK by Cromwell Press, Trowbridge.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE 16 LÍNEAS Y DOS VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO DE GRANO-EXTRA GRANDE EN LA COSTA DE HERMOSILLO

Fierros-Leyva, Gustavo Adolfo¹, Ortega-Murrieta Pedro Francisco¹, Acosta-Gallegos Jorge Alberto², Padilla-Valenzuela Isidoro³, Rodríguez-Cota Franklin Gerardo⁴, Valenzuela-Herrera Víctor⁵ y Saucedo-Acosta Raúl Hipólito⁴

Campo Experimental Costa de Hermosillo¹, fierros.gustavo@inifap.gob.mx; Campo Experimental Bajío², Campo Experimental Norman E. Borlaug³, Campo Experimental Valle del Fuerte⁴, Campo Experimental Valle de Culiacán⁵

Resumen

El Garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es uno de los principales cultivos anuales y la tercera leguminosa de mayor consumo a nivel mundial. En la región noroeste de México, el garbanzo que se produce es tipo "Kabuli" de grano extra-grande de alta calidad, para exportación lo que ha dado reconocimiento internacional al garbanzo producido en México. A nivel mundial en el 2017 México ocupó el décimo lugar en la producción de garbanzo con 188,939 t y el cuarto lugar en rendimiento con 1.92 t ha⁻¹. En el ciclo 2015-16, se estableció un experimento con el objetivo de evaluar 16 líneas en avance generacional y dos variedades de garbanzo blanco de grano extra grande. En resultados obtenidos en calibre de origen, Hoga 2007-2-20, Hoga 2008-6-2 y Hoga 2007-2-14, presentaron 36, 38 y 38 granos/30g respectivamente, en calibre de exportación, Hoga 2007-2-20, Hoga 2007-2-14 y Hoga 2008-6-2 presentaron 36, 36 y 37 granos/30g respectivamente, en porcentaje de exportación, Hoga 2007-2-20, Hoga 2004-22-MS-12 y Hoga 2006-14-8 tuvieron valores de 99, 98 y 98% respectivamente y finalmente en rendimiento de grano de origen Hoga 2006-27-10 y Blanco Sinaloa 92 rindieron 2.25 y 2.03 t ha⁻¹. En estas variables se encontró significancia estadística (DMS 0.05), Para el análisis de la varianza se utilizó el diseño de bloques al azar estableciendo cuatro repeticiones.

Palabras clave: Líneas de garbanzo, avance generacional, genotipos

Abstract

The Chickpea, (*Cicer arietinum* L.) is one of the main annual crops and the third legume of greater consumption worldwide in the northwest region of Mexico, the chickpea that is produced is type "Kabuli" of extra-large grain of high quality, for export, which has given international

recognition to chickpea produced in Mexico Worldwide in 2017 Mexico ranked tenth in chickpea production with 188,939 t and fourth place in yield with 1.92 t ha⁻¹. In the 2015-16 cycle, an experiment was established with the objective of evaluating 16 lines in generational advance and two varieties of extra-large-grain white chickpea. In results obtained in caliber of origin, Hoga 2007-2-20, Hoga 2008-6-2 and Hoga 2007-2-14, presented 36, 38 and 38 grains / 30g respectively, in export caliber, Hoga 2007-2- 20, Hoga 2007-2-14 and Hoga 2008-6-2 presented 36, 36 and 37 grains / 30g respectively, as an export percentage, Hoga 2007-2-20, Hoga 2004-22-MS-12 and Hoga 2006- 14-8 had values of 99, 98 and 98% respectively and finally in yield of grain of origin Hoga 2006-27-10 and Blanco Sinaloa 92 yielded 2.25 and 2.03 t ha⁻¹. Statistical significance was found in these variables (DMS 0.05). For the analysis of variance, the randomized block design was used, establishing four repetitions.

Keywords: Chickpea lines, generations, genotypes

Introducción

El garbanzo es la segunda leguminosa de grano en importancia mundial después del frijol, el grano blanco grande (Tipo “Kabuli”) es utilizado para consumo humano y cubre nichos de mercado de exportación en Europa y el Medio Oriente (Yadav et al., 2007). No solamente por su alto valor como cadena alimentaria, también es considerado como una fuente importante de proteínas para millones de personas en países en desarrollo (Jukanti, Gaur, Gowda y Chibbar, 2012). En la región noroeste de México, el garbanzo que se produce es tipo Kabuli de grano extra-grande de alta calidad, para exportación lo que ha dado reconocimiento internacional al garbanzo producido en México (Gallardo, 2011) generando al país ingresos por alrededor de 2,257 millones de pesos con una superficie cosechada en esta región del país en los últimos tres años (2016-2018) de 96,447 ha, con rendimiento promedio de 1.820 t ha⁻¹ y con una producción de 175,115 toneladas anuales (SIAP, 2018). Sin embargo, por la presión del mercado internacional por grano de mayor tamaño (calibre) y la alta incidencia de patógenos del suelo que causan la secadera y marchitez y pudriciones de raíz (Saxena, 1984). Se necesita generar nuevas variedades con características superiores a las anteriores, que permitan satisfacer el sector de mercado internacional que atiende México (Carrillo, 2010; Manjarrez, Gómez y Salinas, 2010). El objetivo de este estudio fue evaluar 16 líneas en avance generacional y dos variedades de garbanzo blanco de grano extra-grande.

Materiales y métodos

En el Campo Experimental Costa de Hermosillo, el cual presenta condiciones de clima dominante según Köppen es BWh, muy seco semicálido y BW(h') muy seco cálido y cálido, presentando veranos de hasta 48°C, y medias bajas de 14 a 16°C, con régimen de lluvias de 75 a 200mm, el suelo predominante es el Yermosol, se distribuye principalmente en la zona central de la costa y noreste de la misma, con gran contenido de arena y pobre en materia orgánica, libre de sales y una profundidad que varía entre 20 y 100 cms, en el 2015-16 se evaluaron 16 líneas y dos variedades de garbanzo seleccionadas por su tamaño extra grande de grano, el experimento se estableció con riego presurizado en cintas calibre 6000, con gasto de 0.89 l/h/gotero, las cintas estuvieron distribuidas a 1.6 m de separación, la siembra se hizo a doble hilera con separación entre hileras de 50 centímetros, la parcela experimental y útil fue de 8m², el diseño utilizado fue en bloques al azar con cuatro repeticiones.

La siembra se hizo en enero del 2016 en terreno seco, depositando alrededor de 15 semillas por metro lineal, posterior a la fecha se aplicó oxyfluorfen para el control de maleza en dosis de 0.250 kg ia/ha incorporándose con agua de riego, las variables medidas fueron: Calibre de origen y de exportación, porcentaje de exportación y rendimiento de grano. A los resultados obtenidos se les realizó prueba de medias utilizando la prueba de DMS (0.05).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos indican que en calibre de origen y de exportación, en porcentaje de exportación y en rendimiento de grano, se detectó significancia estadística DMS (0.05),

Calibre de origen

Esta variable se calcula en base a la cantidad de granos de garbanzo sin cribar necesarios para completar 30g, sobresaliendo, Hoga 2007-2-20, con 36 granos, siendo estadísticamente diferente al resto de los materiales, la variedad Costa 2004, fue la que presentó menor calibre de origen con 46 granos, Blanco Sinaloa 92 presentó 40 granos, la variedad Blanco Sinaloa requirió 40 granos (Cuadro 1).

Calibre de exportación

Este se calcula en base a la cantidad de granos de garbanzo cribados con malla de 9 mm, necesarios para completar 30g, sobresaliendo Hoga 2007-2-20, con comportamiento estadístico diferente al resto del grupo, con 36 granos/30g, los valores más bajos fueron obtenidos con Hoga 2008-5-15 y Costa 2004 con 44 y 43 granos/30g respectivamente (Cuadro1). Valenzuela et al., 2017) en un ensayo de comparación del rendimiento y tamaño de grano de genotipos de

garbanzo en dos localidades del estado de Sinaloa, concluyeron que la variedad Jumbo 2010 fue significativamente de mayor calibre de grano con promedio de 36-38 granos/30g.

Rendimiento de origen

Consiste en la trilla del grano sin cribar, es decir directamente del campo, la línea Hoga 2006-27-10, fue superior y estadísticamente diferente al resto con rendimiento de origen de 2.25 t ha⁻¹, seguido por la variedad Blanco Sinaloa 92 y la línea Hoga 2008-5-15 con 2.0 t ha⁻¹ 3 y 1.95 t ha⁻¹, las líneas que tuvieron el comportamiento más bajo fueron Hoga 2007-2-11 y Hoga 2007-2-14 con rendimientos de 1.56 t ha⁻¹ y 1.38 t ha⁻¹ en ese mismo orden

Cuadro 1. Rendimiento de origen de grano, rendimiento de exportación y calibre de origen, de familias de garbanzo evaluadas en el 2015-16, Costa de Hermosillo, Sonora.

Línea/variedad	Calibre de origen	Calibre de exportación	Porcentaje de export.	Rendimiento de origen	Rendimiento de export.
Hoga 2006-27-10	42defg	42 ghi	97abc	2.25a	2.18a
Hoga 2008-5-15	45gh	44i	94abc	1.95abc	1.83abc
Hoga 2003-8ms-13	43fg	41efghi	96abc	1.71cde	1.65cde
Hoga 2006-53-13	42efg	42fghi	93bc	1.87bcd	1.74bcd
Hoga 2008-4-16	40abcdef	38abcd	96abc	1.93bc	1.85bc
Hoga 2008-6-9	44gh	40cdefg	93c	1.86bcde	1.73bcde
Hoga 2006-14-8	43fg	42fghi	98abc	1.77bcde	1.73bcde
Hoga 2004-22ms-12	43fg	40defgh	98ab	1.93bc	1.89bc
Hoga 2008-6-8	44gh	42fghi	94abc	1.99bc	1.87bc
Hoga 2008-6-1	41cdefg	39bcdefg	94abc	1.89bcd	1.77bcd
Hoga 2006-59-9	40abcdef	38abcd	96abc	1.85bcde	1.78bcde
Hoga 2007-2-11	39abcde	39bcdef	94abc	1.56ef	1.47ef
Hoga 2007-2-2	39abcd	38abcde	96abc	1.77bcde	1.7bcde
Costa 2004	46h	43hi	87d	1.78bcde	1.55de
Blanco Sin 92	40bcdef	40defgh	95abc	2.03ab	1.92ab
Hoga 2007-2-14	38abc	36ab	97abc	1.38f	1.33f
Hoga 2007-2-20	36a	36a	99a	1.74bcde	1.72bcde
Hoga 2008-6-2	38ab	37abc	97abc	1.61def	1.57de

*Genotipos estadísticamente superiores, según la Diferencia Mínima Significativa (0.05).

Rendimiento de exportación:

Este se obtiene al pasar una muestra del grano por una malla de 9 mm de diámetro, y medido en el grano que no pasa la malla (Ortega et al., 2016) tiene como base el rendimiento de origen por el porcentaje de exportación, entendiendo este término como el volumen total de garbanzo que tiene la calidad de exportación en tamaño de grano, los más sobresalientes fueron Hoga 2006-27-10 con 2.18 t ha⁻¹, Blanco Sinaloa 92 con 1.92 ha⁻¹ y Hoga 2004-22MS-6 con rendimiento de 1.89 ha⁻¹, el coeficiente de correlación entre el rendimiento de grano de origen y de exportación fue de 0.966

Porcentaje de exportación:

Esta variable se calcula al pasar una muestra del grano por una malla de 9mm, el análisis estadístico de los datos no detectó diferencia significativa (DMS 0.05). Los valores más altos fueron obtenidos con los genotipos Hoga 2008-6-2 con 97% de grano de exportación, Hoga 2008-5-6, Hoga 2008-4-15 y la variedad Blanco Sinaloa 92 con 96% de exportación cada uno. Hoga 2008-7-6 fue la que presentó menor porcentaje de exportación (Cuadro 2).

Conclusiones

Hoga 2007-2-20 presentó el mejor calibre de origen y de exportación con 36 granos/30g en cada uno, superando en 4 puntos a la variedad Blanco Sinaloa 92 que presentó 40 granos/30g. Hoga 2007-2-20, tuvo el mayor porcentaje de exportación con 99% superando en 4 puntos porcentuales a Blanco Sinaloa-92

Literatura Citada

- Carrillo, F. J. A. 2010. Manejo de la rabia del garbanzo. En: VII Jornada de transferencia de tecnología del cultivo del garbanzo. Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa A.C. pp 31-36
- Gallardo, M. J. 2011. Comercialización y tendencias de precios para el cultivo del garbanzo. En: Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa A.C. pp 43-57
- Jukanti A.K., Gaur P.M., Gowda C.L.L., y Chibbar R.N. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum*): a review British Journal of Nutrition. 1008,11-26
- Manjarrez, S. P., Gómez, G. L. y Salinas, P. R. A. 2010. Formación de variedades de garbanzo para exportación en Sinaloa. En: Avances de investigación 2009 del CEVACU. Publicación especial No. 12. INIFAP. 87 p.
- Ortega, M.PF., Fierros, L.G.A., Acosta, G.J.A., Valenzuela, H.V., Padilla, V. I., Rodríguez, C.F.G., Gutiérrez, P.E., Guerrero, A.B.Z. y Velarde, F.S. 2016. Nuevos genotipos de garbanzo para ser liberados como variedad en el noroeste de México. *In*. IV Simposio Nacional de Garbanzo. INIFAP-CIRNO-CECH. Memoria científica No. 9. pp17-24.
- Saxena, N.P. 1984. Chickpeas. *In*. The Physiology of Tropical Field Crops. P. R. Goldsworthy and N.M. Fisher eds. John Wiley and Sons Ltd. New York, N.Y. U.S.A. p. 419-451.

SIAP. 2018. Consulta en línea, 13 de julio 2018.
http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do

Valenzuela, H.V., López G.J.A., Ortega, M.P.F., Fierros, L.G.A., Padilla, V.I. y Ramírez, S.M. (2017), Comparación del rendimiento y tamaño de grano de genotipos de garbanzo en dos localidades del estado de Sinaloa. In. V Simposio Nacional de Garbanzo. INIFAP-CIRNO-CECH. Memoria científica No. 11. Pp 71-75

Yadav, S.S., N. Longnecker, S. Dusuncell.G. Bejiga, M. Yadav, A.H. Rizvi, M. Manohar, A.A. Reedy, Z. Xaxico and W. Chen. 2007. Uses, consumption and utilization. pp. 72-100, In: Chickpea Breeding and Management. S.S. Yadav, R.J. Reeden, W. Chen, B. Sharma (edts), UK by Cromwell Press, Trowbridge.

ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO (*Capsicum annuum* L.) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

**Flores Lucero Luis E.¹, López-Elías Jesús², Jiménez León José² y Huez López
Marco A.²**

¹Estudiante del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora.

f.lucero.luis@gmail.com. ²Profesor-Investigador del Departamento de Agricultura y Ganadería de la
Universidad de Sonora.

Resumen

En la agricultura protegida, la producción de hortalizas es una alternativa para reducir los efectos de la escasez de agua y la contaminación de los mantos acuíferos. En el presente estudio se evaluaron dos sistemas de producción (suelo e hidroponía), para estudiar la precocidad, rendimiento comercial, frutos por planta, peso del fruto, longitud, diámetro, grosor del pericarpio y contenido de materia seca en chile serrano (*Capsicum annuum* L.) cv. Don Vicente. El número de riegos varió entre sistemas. La fertilización se preparó con fertilizantes comerciales, haciendo uso de la recirculación de la solución nutritiva en el sistema de producción en hidroponía. Las plantas en el sistema de producción en hidroponía mostraron precocidad a la cosecha con respecto al sistema de producción en suelo. El rendimiento comercial en plantas desarrolladas en el sistema de producción en hidroponía fue mayor que en suelo, obteniéndose también una mayor cantidad de frutos por planta, sin efecto sobre el peso del fruto. El diámetro del fruto, al igual que su contenido de materia seca fueron mayores en el sistema de producción en hidroponía, no así la longitud del fruto que resultó mayor en el sistema de producción en suelo, sin efecto sobre el grosor del pericarpio.

Palabras claves: Agricultura protegida, hidroponía, riego.

Abstract

In protected agriculture, the production of vegetables is an alternative to reduce the effects of water shortage and the contamination of aquifers. In the present study, two production systems (soil and hydroponics) were evaluated to study precocity, commercial yield, fruits per plant, fruit weight, length, diameter, pericarp thickness and dry matter content in serrano pepper (*Capsicum annuum* L.) cv. Don Vicente. The irrigation times varied between systems. The fertilization was prepared with commercial fertilizers, making use of the recirculation of the nutrient solution in the hydroponics production system. The plants in the hydroponics production system showed

precocity to the harvest with respect to the soil production system. The commercial yield in plants grown in the hydroponics production system was higher than in soil, obtaining also a greater amount of fruits per plant, without effect on the fruit weight. The fruit diameter, as well as its dry matter content were higher in the hydroponics production system, but not the fruit length that was greater in the soil production system, without effect on the pericarp thickness.

Keywords: Protected agriculture, hydroponic, irrigation.

Introducción

La producción hortícola bajo agricultura protegida disminuye el riesgo en la producción e incrementa la rentabilidad del sector productivo; además, genera fuente de trabajo, disminuye la contaminación ambiental y los daños a la salud (Grijalva y Robles, 2003). Con esta forma de producción se busca producir el máximo, con la menor ocupación posible del suelo, recurriendo a una serie de técnicas con el objetivo de forzar la producción buscando obtener el más alto rendimiento mediante el forzado del cultivo a través de técnicas de climatización (calefacción, humidificación, iluminación, etcétera) y técnicas culturales (fertirrigación, sustratos, etcétera), rentabilizando al máximo la ocupación del terreno. Esta rentabilidad implica una mejora en el uso de los recursos naturales, agua y suelo (Antón, 2004).

En México, la producción de hortalizas bajo agricultura protegida se localiza principalmente en zonas desérticas del norte y en el centro del país, en donde la escasez de agua limita la agricultura bajo riego, cultivándose principalmente tomate, pimiento y pepino. La superficie cultivada bajo agricultura protegida incrementó de 2,669 ha en 2007 a 42,515 en 2017 (AMPHAC, 2019), ocupando Sonora el cuarto lugar a nivel nacional (AMPHAC, 2019), con una superficie total de 2,853.85 ha (SAGARHPA, 2016). Este incremento en la producción bajo agricultura protegida se explica por la demanda de productos hortícolas de buena calidad por Estados Unidos y Canadá, principalmente (AMPHAC, 2019).

Todas las especies del género *Capsicum* son originarias de América. La distribución precolombina de este género se extendió probablemente desde el borde más meridional de Estados Unidos a la zona templada cálida del sur de Sudamérica. Respecto a su procedencia, una de las hipótesis más aceptadas sugiere que una porción importante del género *Capsicum* se originó en un “área núcleo” en Bolivia surcentral, con la subsiguiente migración a los Andes y las tierras bajas de la Amazonia, acompañada por radiación adaptativa y especiación (Aguirre y Muñoz, 2015). En el 2018 en México se sembraron 157,381 ha de chile, con rendimiento de 25.42 t ha⁻¹ como media de producción. En el estado de Sonora ese mismo año se sembraron

5,095.83 ha con un rendimiento promedio de 49.44 t ha⁻¹, ocupando el sexto lugar en superficie y el segundo en rendimiento a nivel nacional (SAGARHPA, 2018).

Una alternativa para reducir el problema de la escasez de agua y la contaminación de mantos acuíferos es cambiar el sistema de producción convencional en suelo por el sistema de producción en hidroponía con recirculación; es decir, capturando y usando de nuevo la solución nutritiva (James y Van Iersel, 2001).

Los sistemas de producción en suelo e hidroponía tienen diferentes patrones de humedecimiento del espacio en donde desarrollan los cultivos, lo que modifica el suministro de nutrimentos a las raíces de las plantas y con ello la respuesta del cultivo; asimismo, la información sobre el manejo del cultivo de chile serrano en hidroponía es escasa. Por lo tanto, en el presente estudio se utilizó chile serrano, cv. Don Vicente, para evaluar el efecto de dos sistemas de producción (suelo e hidroponía) bajo condiciones de casa sombra, sobre la precocidad, producción y calidad.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se desarrolló en el Campo Agrícola Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, en Hermosillo, Sonora, México, durante el ciclo invierno-primavera de 2019. El cultivo evaluado fue chile serrano, cv. Don Vicente, cuyo trasplante se realizó el día 29 de enero de 2019, dentro de una casa sombra de 2,100 m².

Los tratamientos evaluados fueron: a). Suelo. Trasplante directo en suelo utilizando una separación entre hileras de 1.5 m y 40 cm entre plantas, a doble hilera y b). Hidroponía. Trasplante en tubos de 10 cm de diámetro a una separación de 43 cm entre tubos y 40 cm entre plantas.

El sistema de producción en suelo consistió en 10 camas de 20 m de longitud y 60 cm de ancho. Para la programación del riego se hizo uso de tensiómetros colocados a 20 cm de profundidad, cuando la lectura alcanzaba los 15 CBar, variando el número de riegos con el desarrollo del cultivo. La fertilización se realizó usando un venturi de ½". El agua y los fertilizantes se suministraron mediante cinta de riego, con goteros a 30 cm de separación y un gasto de un litro por hora, usando un motor de 1.0 HP.

El sistema de producción en hidroponía consistió en 4 tubos de pvc de 3.2 m de longitud, separados 43 cm. El riego se aplicó por 7 min, proporcionando de 1 a 6 riegos al día dependiendo del desarrollo del cultivo, usando para ello un motor de 0.5 HP. La solución nutritiva se preparó en un depósito de 250 L de capacidad, usando como fuentes de nutrimentos fertilizantes comerciales. Durante la etapa vegetativa el cambio de solución se

realizó cuando la conductividad eléctrica de la solución nutritiva bajaba a 1.6 dSm⁻¹, con un manejo de solución nutritiva en circuito cerrado.

El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con dos tratamientos y seis repeticiones.

Durante el desarrollo del cultivo se registró la fecha de inicio de la cosecha. Para los frutos cosechados, considerando únicamente los de calidad comercial, se determinó el número de frutos por planta y el peso del fruto (g), obteniendo así el rendimiento (Ton ha⁻¹). Se evaluó la longitud (cm), el diámetro (cm) y el grosor del pericarpio (mm), al igual que la materia seca del fruto (%). Para la determinación del peso del fruto y la materia seca se usó una balanza digital marca Ohaus con precisión de 0.01 g. La longitud, diámetro y grosor del pericarpio se cuantificó usando un vernier digital marca Mitutoyo con precisión de 0.01 mm.

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 prueba de Duncan al 5%.

Resultados y Discusión

Precocidad

La precocidad presentó diferencias significativas por efecto del sistema de producción (Cuadro 1). Las plantas en el sistema de producción en hidroponia iniciaron la cosecha primero, con una precocidad de 5 días con respecto al sistema de producción en suelo.

Cuadro 1. Precocidad, rendimiento, frutos por planta y peso del fruto en chile serrano (*Capsicum annuum* L.) cv. Don Vicente, en dos sistemas de producción.

Sistema de producción	Precocidad (días)	Rendimiento comercial (Ton ha ⁻¹)	Frutos por planta	Peso del fruto (g)
Suelo	85a	1.4b	4.5b	10.0a
Hidroponia	80b	7.4a	14.3a	10.1a

Medias con la misma letra minúscula no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Rendimiento comercial, frutos por planta y peso del fruto

El rendimiento comercial se vio afectado en función del sistema de producción (Cuadro 1). En el sistema de producción en hidroponia la cosecha dio inicio el día 19 de abril (80 ddt), 5 días antes que en el sistema de producción en suelo, con un rendimiento significativamente superior al del sistema de producción en suelo, en un 428.6%. Esta diferencia en el rendimiento se atribuye a la mayor tasa de crecimiento y altura de las plantas bajo el sistema de producción en

hidroponía (datos no presentados), debido probablemente a la solución nutritiva completa usada en hidroponía, que permitió la estimulación de la actividad de la planta.

El número de frutos por planta fue significativamente diferente por efecto del sistema de producción (Cuadro 1); no así para el peso del fruto (Cuadro 1). El número de frutos cosechados en el sistema de producción en hidroponía fue significativamente mayor al obtenido en suelo (Cuadro 1), con un incremento del 217.8%; mientras que para el peso del fruto no se encontraron diferencias significativas entre ambos sistemas de producción, promediando un peso de 10 g que corresponde a un chile de peso bajo (Martín y González, 1991), con factor de calidad (7 a 12 g) de acuerdo a Inifap (2010).

Longitud, diámetro, grosor del pericarpio y materia seca

La longitud y el diámetro de los frutos se vieron afectados por el sistema de producción (Cuadro 2). En el sistema de producción en hidroponía la longitud del fruto fue menor que en aquellos en suelo, en un 7.2%, en ambos sistemas considerados del tipo largo (Martín y González, 1991) y con factor de calidad (6 a 7 cm) de acuerdo a Inifap (2010); mientras que el diámetro del fruto fue mayor en el sistema de producción en hidroponía, en un 20%, ambos considerados del tipo angosto (Martín y González, 1991).

Cuadro 2. Longitud, diámetro, grosor del pericarpio y materia seca en chile serrano (*Capsicum annuum* L.) cv Don Vicente, en dos sistemas de producción.

Sistema de producción	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Grosor del pericarpio	Materia seca (%)
Suelo	8.3a	1.5b	2.1a	7.4b
Hidroponía	7.7b	1.8a	2.4a	11.4a

Medias con la misma letra minúscula no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

El sistema de producción no modificó significativamente el grosor del pericarpio de chile serrano (Cuadro 2), promediando 2.3 mm que corresponde a un grosor intermedio (Martín y González, 1991).

La producción de materia seca tuvo diferencias significativas por efecto del sistema de producción (Cuadro 2). La mayor cantidad de materia seca se obtuvo en el sistema de producción en hidroponía, con un 11.4%, contra un 7.4% en el sistema de producción en suelo. Esta respuesta de la planta a los sistemas de producción es atribuida probablemente a un mejor aporte de nutrimentos en el sistema de producción en hidroponía.

Conclusiones

En el sistema de producción en hidroponía el cultivo de chile serrano, cv. Don Vicente, presentó precocidad con respecto al sistema en suelo, viéndose reducido el tiempo a inicio de la cosecha. El rendimiento comercial y el número de frutos por planta fueron mayores en el sistema en hidroponía, sin efecto sobre el peso del fruto. El diámetro del fruto, al igual que su contenido de materia seca fueron mayores en el sistema de producción en hidroponía, no así la longitud del fruto que resultó mayor en el sistema de producción en suelo, sin efecto sobre el grosor del pericarpio.

Literatura Citada

Aguirre, E. y V. Muñoz. 2015. El chile como alimento. *Ciencia*, pp. 16-23.

AMPHAC. 2019. Agricultura protegida en México. Asociación Mexicana de Horticultura Protegida A.C. P. 20. Recuperado de <http://www.amhpac.org/es/index.php/informacion/horticultura-en-mexico>.

Antón, M.A. Utilización del análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Projectes D'Enginyeria. España. 2004.

Grijalva, R.L. y E. Robles. 2003. Avances en la producción de hortalizas en invernaderos. Publicación Técnica No. 7. INIFAP-CIRNO-CECAB. Caborca, Sonora. México. pp. 14-18.

Inifap. 2010. El cultivo del chile serrano en México. Departamento de Investigación Sistema Producto Chile. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. Julio de 2010. Horticultivos, pp. 14-16.

James, E.C. and M. W. Van Iersel. 2001. Fertilizer concentration affects growth and flowering of subirrigated petunias and begonias. *HortScience*, 36, 40-44.

Martín, N.C y William G. González. 1991. Caracterización de accesiones de chile (*Capsicum* spp.). *Agronomía Mesoamericana*, 2, 31-39.

SAGARHPA. 2016. Hectáreas de agricultura protegida en Sonora. Delegación Estatal en Sonora. Recuperado de <http://oiapes.sagarhpa.sonora.gob.mx/infagriprotege.asp>.

SAGARHPA. 2018. Avance de producción agrícola a nivel estatal. Recuperado de <http://oiapes.sagarhpa.sonora.gob.mx/datosagp/infcierreagriedop.asp>.

SAS Institute Inc. 1996. The SAS System for Windows Release 6.12. Cary, N. C. USA.

EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA FENOLOGIA, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE DOS NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO EN BAJA CALIFORNIA SUR

Gutierrez Pérez Erasmo¹, Ávalos Castro Raúl¹, Melgoza Villagómez Claudia María¹, Ortega Murrieta Pedro Francisco², Navejas Jiménez Jesús¹, Cota Barreras Carlos Iván³
Campo Experimental Todos Santos¹. INIFAP. La Paz, B. C. S. gutierrezerasmo@prodigy.net.mx. Campo Experimental Costa de Hermosillo². INIFAP. Hermosillo, Sonora. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD)³ región Culiacán. Culiacán, Sinaloa.

Resumen

El estudio se realizó en el Estado de Baja California Sur para observar el impacto de la fecha de siembra (octubre, noviembre, diciembre y enero) sobre la fenología, rendimiento y calidad de grano de las variedades Combo 743 y Sinalomex 2018. La siembra se realizó en el ciclo otoño – invierno 2018 – 2019. Se usó diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones, utilizando la variedad Blanco Sinaloa 92 como testigo. Se tomaron datos de inicio de floración y madurez fisiológica (días), altura de planta (cm), rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$) y calibre de grano (granos en 30 g). La fecha de siembra modificó el comportamiento fenológico y altura de planta. En rendimiento y calibre de grano se observó diferencia estadística ($P < 0.01$) entre fechas de siembra y variedades. Los rendimientos de campo y de exportación más altos (4,924 y 4,542 kg ha^{-1} , respectivamente) se obtuvieron en la siembra de octubre; entre variedades las más sobresalientes fueron Combo 743 y Blanco Sinaloa 92. El mejor calibre (38.8 granos en 30 g), se produjo en la siembra del mes de noviembre, entre variedades no hubo diferencia.

Palabras clave: garbanzo, inicio de floración, madurez fisiológica, tamaño de grano.

Abstract

The study was conducted in the state of Baja California Sur to evaluate the effect of different planting dates (October, November, December and January) on phenology, yield and quality on chickpea grain varieties such as Combo 743 and Sinalomex 2018. The planting was done in Autumn-Winter 2018-2019 Cycle. A Split plot design with four repetitions was utilized, Blanco Sinaloa 92 was the control. Data was taken at early flowering start and physiological maturity (days), height of the plant (cm), grain yield ($t\ ha^{-1}$) and grain size (grains in 30 g). The yield and size of the grain were statistically significant ($P < 0.01$) among plantings dates and cultivars. The planting date modified the phenological behavior and plant height. The higher field and export

yields (4,924 y 4,542 kg ha⁻¹, respectively) were gathered in the October plating date; among varieties, the most outstanding were combo 743 and Blanco Sinaloa 92. The best size (38.8 grains in 30 g), was produced in the November planting date, in addition there was no statistical difference between cultivars.

Key words: chickpea, flowering start, physiological maturity, grain size

Introducción

La producción de garbanzo de exportación es importante en Sonora, Sinaloa y Baja California Sur y para consumo interno en Guanajuato, Michoacán y Jalisco (Acosta *et al.*, 2013). En Baja California Sur el garbanzo es importante por la entrada de divisas, que representan de 41 a 221 millones de pesos anuales, por exportaciones a países como España, Italia y Turquía; llega a generar hasta 45 mil jornales por ciclo y es apropiado a las condiciones de escasez de agua que privan en la entidad. La saturación del mercado mundial es un problema recurrente para este cultivo, debido a que provoca la baja de precios y disminución de la demanda en varios países productores. Ante este hecho, una alternativa para el agricultor mexicano es la producción de garbanzo de mayor calidad, con grano de tamaño más grande (calibres 36/38, 38/40, 40/42 y 42/44), de color blanco y con buena rugosidad de la testa (Bojórquez, 2018). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la fecha de siembra en la fenología, rendimiento y calibre del grano, de dos nuevas variedades de garbanzo liberadas por INIFAP.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2018-2019, en instalaciones del Sitio Experimental Valle de Santo Domingo, del INIFAP en B.C.S., con coordenadas 24° 57' 48" Latitud N y 111° 42' 34" Longitud O. Las variedades evaluadas fueron Combo 743 (C743) y Sinalomex (S2018) y como testigo Blanco Sinaloa 92 (BS92). Las fechas de siembra evaluadas fueron el 23 de octubre (23O), 15 de noviembre (15N) y 18 de diciembre (18D) de 2018 y 17 de enero (17E) de 2019. Las siembras se hicieron de forma manual. Los riegos se aplicaron con sistema de cinta de goteo, con emisores a 20 cm y calibre 6 milésimas. La densidad de siembra fue de 15 semillas por metro lineal de surco, a una profundidad aproximada de 5 cm; fue tratada con carboxim + thiram a dosis de 200 ml/kg de semilla. Se fertilizó con la fórmula 90-40-00 y se realizaron dos aplicaciones foliares con extracto de algas y micronutrientes inorgánicos a dosis de 1.0 y 2.0 l ha⁻¹, respectivamente. Las parcelas experimentales se formaron con cuatro surcos de 5 m de longitud y separación a 80 cm; las

útiles comprendieron 2 m de largo de los dos surcos centrales. La maleza se controló con una aplicación preemergente de oxifluorfen a dosis de 0.500 L ha⁻¹. Para el control de plagas como minador de la hoja y gusano de la cápsula se utilizaron fenvalerato y clorantraniliprole a dosis de 0.5 y 0.3 l ha⁻¹, respectivamente. Se tomaron datos de fenología y altura de planta sin analizarse estadísticamente; para el diseño experimental las variables en estudio fueron rendimiento de campo, rendimiento de exportación y calibre de grano de exportación; como resultado de las combinaciones entre la fecha de siembra (23O, 15N, 18D y 17E) y variedades (C743, S2018 y BS92) en un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde la parcela grande fueron las fechas de siembra y la parcela chica, las variedades. Los resultados obtenidos de la cosecha se analizaron por medio del PROC GLM y la comparación de medias de tratamiento con Tukey (P<0.05) con el paquete estadístico SAS (SAS, 2014).

Resultados y Discusión

El presente trabajo corroboró lo que García, Cañon, Alfonso, Cavallero y Curioni (2017) habían observado sobre el efecto que tiene la fecha de siembra en la fenología y el desarrollo de la planta (Cuadro 1). En las cuatro fechas de siembra, el inicio de floración fue diferente; la más temprana se presentó en la siembra 23O y las más tardía en la 15N. Para madurez fisiológica la más corta correspondió a 17E y la más tardía a 23O. Con respecto a altura de planta la mayor se observó en la siembra 18D y la más baja en la siembra 15N.

Cuadro 1. Comparación de variables fenológicas y de altura de planta entre fechas de siembra.

Fecha de siembra	Inicio Floración (dds)*		Madurez fisiológica (dds)		Altura de planta (cm)	
	Media	DE ¹	Media	DE	Media	DE
23 octubre	34.2 d	0.404145	140.1 a	0.577350	54.0 c	2.645751
15 noviembre	41.8 a	0.763762	133.3 b	1.527525	53.3 c	0.577350
18 diciembre	40.0 b	0.000000	121.4 c	2.151743	70.0 a	4.358898
17 enero	39.6 c	0.152752	120.0 c	0.000000	61.8 b	2.020725

*días después de la siembra; ¹ desviación estandar

El rendimiento y la calidad del grano también mostraron diferencias atribuibles a la época de siembra, lo cual concuerda con lo reportado por otros autores (Padilla, Fierros, Ortega, Acosta, Valenzuela, Rodríguez y Borbón, 2017; Padilla, Acosta, Fierros, Ortega, Valenzuela, Rodríguez y Saucedo, 2018; Fierros, Ortega, Manjarrez, Salinas, Padilla y Gutierrez, 2011; Fierros, Ortega, Acosta, Padilla, Valenzuela, Gutierrez y Rodríguez, 2014; García *et al.*, (2017) y Ramírez *et al.*,

(2015). En rendimiento de campo (Cuadro 2) se observaron diferencias altamente significativas ($P<0.01$) entre fechas y genotipos y significativa ($P<0.05$) para las interacciones; en fechas sobresalió la más temprana (23O) y por genotipos BS92 y C743 tuvieron el mismo comportamiento y superior a S2018. En las interacciones, BS92, C743 y S2018 en la siembra 23O tuvieron comportamiento similar y fueron superiores al resto. Lo anterior coincide con lo encontrado por Ramírez *et al.*, (2015) para el Valle de Culiacán, Sinaloa y contrasta con lo reportado por Padilla *et al.* (2017) y Fierros *et al.*, (2011 y 2014), para el valle del Yaqui y Costa de Hermosillo, respectivamente.

Cuadro 2. Rendimiento de grano de campo ($t\ ha^{-1}$) de dos nuevas variedades de garbanzo blanco en cuatro fechas de siembra.

Genotipo	Fecha de Siembra				Media de Variedades
	23-oct	15-nov	18-dic	17-ene	
Blanco Sinaloa 92	4886 a*	4760 ab	4267 abc	4195 abc	4527 a
Combo 743	4871 a	4330 abc	4479 abc	3389 cd	4267 a
Sinalomex 2018	5015 a	3546 bcd	3806 abc	2535 d	3725 b
Media de fechas	4924 a**	4212 b	4184 b	3373 c	

Coefficiente de variación entre fechas= 11.3%; entre variedades= 17.8% ; en la interacción fechas x variedades= 12.1%

Medias con la misma letra en el sentido de las columnas* o fila**, no son diferentes.

En rendimiento de exportación (Cuadro 3) se mostró el mismo comportamiento; se detectó diferencia altamente significativa ($P<0.01$) entre fechas y genotipos y significativa ($P<0.05$) para sus interacciones; en fechas sobresalió la más temprana (23O) y por genotipos, BS92 y C743 tuvieron similar comportamiento y superiores a S2018.

Cuadro 3. Rendimiento de grano de exportación ($t\ ha^{-1}$) de dos nuevas variedades de garbanzo blanco en cuatro fechas de siembra.

Genotipo	Fecha de Siembra				Media de Variedades
	23-oct	15-nov	18-dic	17-ene	
Blanco Sinaloa 92	4454 ab*	4612 ab	3661 abc	3818 abc	4136 a
Combo 743	4488 ab	4203 abc	3799 abc	2997 cd	3872 a
Sinalomex 2018	4683 a	3357 bcd	3397 abcd	2300 d	3434 b
Media de fechas	4542 a**	4057 ab	3619 ab	3038 b	

Coefficiente de variación entre fechas= 11.3%; entre variedades= 20.0%; en la interacción fechas x variedades= 12.1%

Medias con la misma letra en el sentido de las columnas o fila**, no son diferentes estadísticamente.

En las interacciones, S2018 en la siembra 23O, fue superior al resto. Lo anterior coincide con lo encontrado por Ramírez *et al.*, (2015) para el estado de Sinaloa y contrasta con lo reportado por Padilla *et al.*, (2017) para el sur de Sonora.

En calibre de grano de exportación (Cuadro 4) se detectó diferencia altamente significativa ($P<0.01$) entre fechas y significativa ($P<0.05$) en las interacciones fechas por variedades; entre variedades no hubo diferencia. En fechas la que sobresalió con mejor calibre de grano fue 15N lo cual coincide con lo reportado por Ramírez *et al.*, (2015), Padilla *et al.*, (2018) y Fierros *et al.*, 2014 y contrasta con lo señalado por Padilla *et al.*, (2017) y Fierros *et al.*, (2011). En las interacciones, el mejor calibre lo obtuvo C743 en la siembra 15N.

Cuadro 4. Calibre de grano para exportación (número de granos en 30 g) de dos nuevas variedades de garbanzo blanco en cuatro fechas de siembra.

Genotipo	Fecha de Siembra				Media de Variedades
	23-oct	15-nov	18-dic	17-ene	
Blanco Sinaloa 92	44 a*	38 cd	41 abcd	42 abcd	41.5 a
Combo 743	41 abcd	37 d	43 abc	44 ab	41.3 a
Sinalomex	41 abcd	40 abcd	39 bcd	42 abcd	40.9 a
Media de fechas	42.3 a**	38.8 b	41.3 a	42.6 a	

Coefficiente de variación entre fechas y variedades= 11.3%; entre variedades= 6.5%; en la interacción fechas x variedades= 12.1%

Medias con la misma letra en el sentido de las columnas* o fila** no son diferentes.

Conclusiones

La fecha de siembra influyó en aspectos importantes de todas las variedades evaluadas como fenología, altura de planta, rendimiento y calidad de grano. La fecha de octubre presentó el inicio de floración más temprano, la presencia de madurez fisiológica más tardía, la altura de planta más baja, el mejor rendimiento de grano en campo y exportación; sobresaliendo la variedad Sinalomex 2018 para esta misma fecha de siembra.

El mejor calibre de grano se logró en la siembra de noviembre, entre variedades no hubo diferencia.

Literatura Citada

Acosta J., Salinas R., Ortega P., Padilla I., Fierros G. y Valenzuela V. (2013). Programa de investigación de garbanzo en el INIFAP, México. Trabajo presentado en el *Simposio Nacional de garbanzo*, Hermosillo, Sonora.

Bojórquez J. (2018). Garbanceros no estamos solos (países productores de garbanzo). Trabajo presentado en el VI *Simposio Nacional de Garbanzo*, Hermosillo, Sonora.

Fierros G., Ortega P., Manjarrez P., Salinas R., Padilla I. y Gutierrez E. (2011). Comportamiento de dos variedades y una línea avanzada de garbanzo en cuatro fechas de siembra. Trabajo presentado en el XIV *Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*, Mexicali, B. C.

Fierros G., Ortega P., Acosta J., Padilla I., Valenzuela V., Gutierrez E. y Rodríguez F. (2014). Efecto de la fecha de siembra en rendimiento y calidad de grano de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) tipo kabuli. Trabajo presentado en el XVII *Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*, Mexicali, B. C.

García M., Cañón H., Alfonso C., Cavallero M. y Curioni A. (2017). Efecto de la fecha de siembra sobre la fenología y el rendimiento en un cultivo de mostaza (*Sinapis alba* L.) en Luján, provincia de Buenos Aires. *Horticultura Argentina*, 33(89):17–27. Recuperado de <http://www.horticulturaar.com.ar>.

Padilla I., Fierros G., Ortega P., Acosta J., Valenzuela V., Rodríguez F. y Borbón A. (2017). Efecto de la fecha de siembra en el rendimiento y calidad del garbanzo blanco. Trabajo presentado en el XX *Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*, Mexicali, B. C.

Padilla I., Acosta J., Fierros G., Ortega P., Valenzuela V., Rodríguez F. y Saucedo R. (2018). Rendimiento y peso del grano de garbanzo con riego en dos fechas de siembra. Trabajo presentado en el XXI *Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*, Mexicali, B. C.

Ramírez M., Valenzuela V., Velarde S. y López J. (2015). Evaluación de variedades de garbanzo tipo kabuli en tres fechas de siembra en Sinaloa, México. Trabajo presentado en el III *Simposio Nacional de Garbanzo*, Hermosillo, Sonora.

SAS Institute Inc. (2014). SAS – Statistical Analysis software for Windows Versión 9.3. Cary, N. C.
Para la realización de este trabajo se recibió apoyo económico del Fondo Mixto CONACYT - GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR a través del proyecto BCS-2018-02-0188466.

DESCRIPCIÓN VARIETAL Y COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA VARIEDAD DE CÁRTAMO “FORRAJERA”

Montoya Coronado Lope¹, Reta Sánchez David², Ochoa Espinoza Xochilt¹, Aguilera Molina Néstor¹, Ávila Casillas Eva³, Borbón Gracia Alberto¹ y Cota Barreras Carlos⁴. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug¹. montoya.lope@inifap.gob.mx. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna². Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali³. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Todos Santos⁴.

Resumen

El cártamo es una opción como forraje en diversas localidades de México, debido a que se adapta a condiciones moderadas de salinidad y tiene la capacidad de ser cultivado en regiones áridas y semiáridas. Sin embargo, los cultivares de cártamo con espinas podrían tener la desventaja de limitar el consumo en los animales al ser incluidos como forraje en su dieta. Una estrategia para evitar la presencia de espinas es cosechar cuando la planta está en inicios de yemas florales; aunque ésta práctica limitaría el potencial de rendimiento del cultivo. Otra opción podría ser utilizar variedades de cártamo sin espinas. La utilización de cultivares de cártamo sin espinas para forraje ofrece la posibilidad de incrementar el rendimiento de materia seca (MS) al retrasar la cosecha durante el desarrollo de las yemas florales, sin afectar la composición nutrimental del forraje. Con base a las necesidades de los productores de forraje, el Programa de mejoramiento de cártamo del INIFAP, generó la variedad de cártamo del tipo forrajera sin espinas, con potencial de producción de 10.5 ton/ha de materia seca y 1,462 kg/ha de proteína cruda.

Palabras Clave: Cártamo forrajero, Rendimiento, Proteína.

Abstract

The safflower is an option as forage in Mexico, it adapts to moderate salinity conditions and has the ability to be grown in arid and semi-arid regions. However, safflower cultivars with spines could have the disadvantage of limiting consumption in animals by being included as forage in their diet. A strategy to avoid the presence of spines is to harvest when the plant is in early flower buds; although this practice would limit the yield potential of the crop. Another option could be to use spineless safflower varieties. The use of spineless safflower cultivars for forage

offers the possibility of increasing dry matter yield (MS) by delaying harvesting during the development of flower buds, without affecting the nutrition composition of fodder. Based on the needs of forage producers, INIFAP's Safflower Breeding Program development a new forage variety with the characteristics of 10.5 ton/ha of dry matter and 1,462 ton/ha of protein.

Keywords: Safflower, forage, protein.

Introducción

El Cártamo es se siembra en el norte de del país, su capacidad de adaptarse al clima y su baja necesidad hídrica lo convierten en una opción muy importante para los productores de la región (Montoya., 2010) En México los principales estados productores son: Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur. Durante los ciclos 2015-2016 y 2016- 2017, la superficie de cártamo fue de 66,406 y 46,095 ha, respectivamente, con un rendimiento medio nacional de 1.72 t ha⁻¹ (SIAP, 2018).

En Sonora la ganadería se destaca históricamente por su producción de becerros y en promedio el estado aporta entre el 25 y 30% de la exportación nacional de ganado en pie al mercado estadounidense (Alcalá *et al.*, 2018). Es por esto que se ha estado estudiando la posibilidad de utilizar el cultivo de Cártamo como alimento para el ganado, por parte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), se han realizado evaluaciones de materiales comerciales con este propósito donde bajo ciertas condiciones el cártamo ha tenido mejor potencial forrajero que el cultivo de Avena. (Reta *et al.*, 2015; Reta *et al.*, 2017), Programa de mejoramiento de cártamo del INIFAP, inició el desarrollo de variedades con las características de alta producción y calidad forrajera.

Materiales y métodos.

Origen. La variedad de cártamo **forrajera** fue formada por el Programa de Mejoramiento Genético de Cártamo del CENEB-CIRNO-INIFAP, y proviene de la crusa entre la línea RUSSOS – R – 262 y la línea SEL KINO-76. RUSSOS – R – 262 es una línea del lote de cruzamientos con la característica de contar con poca espinosidad y alta tolerancia a roya (*Puccinia carthami*) y tizón de la hoja (*Alternaria carthami*. Corda). SEL KINO-76 es una línea seleccionada de la variedad Kino con alta tolerancia a roya y poca espinosidad. La población segregante se manejó con el método genealógico o de pedigree (Cuadro 1).

Como resultado de lo anterior se obtuvo la línea experimental que se identificó con la genealogía CD868-A-3-2-1-0Y; se realizó selección masal en la generación F₁ y en forma individual en F₂ hasta F₄. La selección en masa para la obtención de la línea avanzada, se llevó

a cabo en la generación F5. A partir de F6 se evaluó en ensayos de rendimiento forrajero y calidad.

Cuadro 1. Secuencia de mejoramiento genético utilizada en la formación de la variedad de cártamo “forrajera”. CENEB-CIRNO-INIFAP. 2019.

CICLO	GEN. FILIAL	ACTIVIDAD
2009/10	FO- A x B (*)	CRUZAMIENTO
2010-11	F1	SELECCIÓN MASAL
2011-14	F2-F4	SELECCIÓN INDIVIDUAL
2014-15	F5	SELECCIÓN MASAL
2015-16	F6	ENSAYOS DE RENDIMIENTO
2016/18	F7-F8	ENSAYO UNIFORME VALIDACION INTERNA
2019	F7	LIBERACIÓN

Resultados y conclusiones

Ciclo. Es una variedad de ciclo vegetativo intermedio. Dentro de su periodo óptimo de siembra (15 de noviembre al 31 de enero), la floración inicia a los 92 días y la madurez fisiológica a los 155 días.

Planta. Presenta una altura promedio de 120 cm, y hábito de crecimiento determinado y erecto. Las hojas son de color verde claro, de forma ovoide y sin espinas. La base es angosta y el ápice de tamaño medio. La disposición de las ramas es en un ángulo intermedio de 10° a 20°; la ubicación de las ramas en el tallo cuando existe competencia completa, es principalmente en los dos tercios superiores de la planta y cada rama presenta tres capítulos terminales. El tallo es erecto, sólido y resistente al acame.

Capítulo y flor. Antes de la floración, el capítulo es de forma cónica y completamente cubierto por las brácteas. El número de capítulos por planta es de 28 con un promedio de 38 granos por capítulo y un diámetro de 2.2 cm. Las flores frescas son de color amarillo y cuando se secan permanecen amarillas; el polen es de color amarillo.

Brácteas. Las brácteas son de tamaño medio a chico sin espinas en los márgenes y el ápice; son de forma oval y de color verde claro; forman un involucre que cubre el capítulo en su totalidad. La longitud de las brácteas es de 1.0 cm y de 2.3 cm de ancho.

Grano. Es de tamaño medio, forma oval y de color blanco. La longitud de semilla es de 7.0 mm y 2.0 mm de ancho; la composición estructural del grano es de tipo normal con un promedio de 37.7% de pericarpio y 62.3% de almendra y carente de vilano. El peso promedio de 1000

granos es de 35.2 gramos con un peso específico de 52.0 kg hl⁻¹ (Cuadro 2).

Cuadro 2: Rendimientos de materia seca (ms), proteína cruda (pc) y energía neta para lactancia (eni) en cultivares de cártamo evaluados durante el ciclo 2016- 2017 en la comarca lagunera.

Variedad	Etapas	MS (kg ha ⁻¹)	PC (kg ha ⁻¹)	EN _L (Mcal ha ⁻¹)
Forrajera	59	10531	1462	1416
Guayalejo	55	6802	1178	9115
Promesa	55	7371	1309	1009

MS: materia seca; PC: proteína cruda; EN_L: energía neta para lactancia; Fase 59 = capítulo claramente separado de las hojas más jóvenes; Fase 55 = Brácteas externas, medias e internas distinguibles. (Flemmer, *et al.*, 2014)

Calidad del grano. La semilla contiene un promedio de 35.7% de aceite y 20.0% de proteína. El aceite es del tipo linoleico y contiene un promedio de 12.5% de ácido oleico y 75.4% de ácido linoleico.

Rendimiento de grano. La variedad **forrajera** bajo presión de falsa cenicilla y sin aplicaciones de fungicidas para el control de la misma, ha resultado con un rendimiento promedio 2.3 ton/ha.

Rendimiento forrajero y calidad: Esta variedad (forrajera) supera en potencial forrajero a las variedades tradicionales con espinas, debido a que estas tienen que ser cosechadas en etapas más tempranas (E55) para evitar el contenido de espinas en el forraje. La variedad forrajera al no tener espinas, puede cosecharse en etapas más tardía (59) durante la formación de la inflorescencia, lo que permite obtener mayores rendimientos de MS (42.9 a 54.8%), PC (11.7 a 24.1%) y EN_L (40.8 a 56.0%) (Cuadro 2). El retraso de la cosecha en la variedad forrajera sólo disminuyó ligeramente el contenido de PC, conservando en general una buena composición nutritiva (Cuadro 3).

Cuadro 3: Composición nutritiva del forraje de cultivares de cártamo evaluados durante el ciclo 2016- 2017 en la comarca lagunera.

Variedad	Fase	PC (g kg ⁻¹)	FDN (g kg ⁻¹)	FDA (g kg ⁻¹)	EN _L (Mcal MS kg ⁻¹)
Forrajera	59	138.8	445.1	374.5	1.35
Guayalejo	55	173.2	427.4	375.1	1.34
Promesa	55	177.6	444.6	352.6	1.37

PC: proteína cruda; FDN: fibra de detergente neutro; FDA: fibra de detergente ácido; EN_L: energía neta para lactancia. Fase 59 = capítulo claramente separado de las hojas más jóvenes; Fase 55 = Brácteas externas, medias e internas distinguibles. (Flemmer, *et al.*, 2014)

Resistencia a enfermedades. Durante el periodo de evaluación, la variedad forrajera ha mostrado baja tolerancia a falsa cenicilla *Ramularia carthami*, tizón de la hoja *Alternaria carthami* Chowd y tolerancia a la roya de la hoja *Puccinia carthami* Corda. Para evitar pérdidas de rendimiento debidas a estas enfermedades, se recomienda la siembra temprana de la variedad durante noviembre y diciembre.

Área de adaptación. Es una variedad de amplia adaptación. Con base a los resultados de Ensayos Nacionales, se sugiere para su siembra en los estados de Coahuila, Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur. Se adapta a todo tipo de suelos, desde arcillosos hasta aluviales, para llegar a cosecha basta con el solo riego de presiembra o nacencia; o de uno a dos de auxilio en los suelos arenosos. La siembra de esta variedad en otras zonas agrícolas estará sujeta a los resultados experimentales que se obtengan.

Literatura Citada

Alcalá, G. C. H., R. H. Barraza. G., F. Ayala. A. y E. O. Rueda. P. 2017. Uso sustentable de agostaderos y el sistema vaca-cría en el Noroeste de México. *Agronomía Mesoamericana*. 29(2): 433-447.

Flemmer, A. C., M. C. Franchini., and L. I. Lindström. (2014). Description of safflower (*Carthamus tinctorius*) phenological growth stages according to the extended BBCH scale. *Annals of Applied Biology*, 166(2), 331–339.

Montoya, C. L. 2010. El cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México. Editorial SGI. INIFAP-CIRNO-CENEB. Ciudad Obregón Sonora, México. 96 p.

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2018) Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola> (diciembre 2018).

Reta, S. D. G., J. S. Serrato C., A. Gaytán M., H. M. Quiroga G., G. Orozco H., H. A. Payán G. 2015. Potencial forrajero de variedades comerciales y genotipos élite de cártamo en la Comarca Lagunera. *AGROFAZ*. 15:27-38.

Reta, S. D. G., J. I. Sánchez D., A. Reyes G., E. Ochoa M., Y. I. Chew M., A. Gaytan M. 2017. Evaluación semicomercial de cártamo forrajero en siembras tardías durante Otoño-Invierno en la Comarca Lagunera. *AGROFAZ*. 17:51-63.

EXTRACCIÓN DE Na⁺ Y Cl⁻ DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA HIDROPÓNICA UTILIZANDO PLANTAS DE ACELGA (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) SOMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NaCl

Lucero-Vega Gregorio¹, Murillo-Amador Bernardo^{1*}, Hernández-Montiel Iván², Ruiz-Espinoza Francisco Higinio², Valdez-Cepeda, Ricardo David^{3,4}

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, BCS., México; C.P. 23096. gregorioly@yahoo.com.mx. ²Universidad Autónoma de Baja California Sur, Ctra. al sur Km 5.5 C.P. 23080, La Paz, BCS., México. ³Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro-Norte. Calle Cruz del Sur No. 100, Col. Constelación. Apdo. Postal 196, C.P. 98085, El Orito, Zacatecas, Zacatecas, México. ⁴Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Matemáticas. Calzada Solidaridad s/n. C.P. 98064, Zacatecas, Zacatecas, México. *Autor de correspondencia: bmurillo04@cibnor.mx

Resumen

El uso de agua con contenido alto de sales que no se utiliza hoy en día, puede utilizarse para cultivar de manera intensiva y producir alimentos en zonas áridas sin competir por el agua dulce. El objetivo de este estudio fue determinar la capacidad de plantas de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) variedad Fordhook Giant, para remover Na⁺ y Cl⁻ de la solución nutritiva hidropónica y evaluar la expresión morfométrica de las plantas sometidas a diferentes concentraciones de NaCl. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas en plantas fueron peso fresco tallo, hoja y raíz, área foliar, longitud de tallo y raíz. Las variables en el medio de cultivo de la solución hidropónica fueron pH, conductividad eléctrica, salinidad, contenido de Na⁺, Cl⁻. Los resultados mostraron que *Beta vulgaris* var. Cicla es una planta que puede tolerar concentraciones de NaCl superiores a 100 mM, no obstante, a concentraciones mayores de 150 mM de NaCl la planta se ve afectada en su morfometría causando un efecto negativo en su crecimiento. Las plantas de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) tienen la capacidad de remover sales de Na⁺ y Cl⁻ de la solución nutritiva hidropónica, porque la conductividad eléctrica (mS m⁻¹) y la salinidad (ppt) disminuyeron ligeramente en las últimas semanas del periodo en que se desarrolló el experimento.

Palabras claves: Hidroponía con agua salobre, Plantas halófitas, Remoción de sales.

Abstract

The use of high saltwater that is not used today could be used to cultivate intensively and produce food in arid areas without competing for fresh water. The objective of this study was to determine the capacity of swiss chard plants (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) Fordhook Giant variety, to remove Na^+ and Cl^- from the hydroponic nutrient solution and evaluate the morphometric expression of plants subjected to different concentrations of NaCl. A completely randomized experimental design with four replications was used. The variables evaluated in plants were weight fresh stem, leaf and root, leaf area, stem and root length. The variables measured in the culture medium of the hydroponic solution were pH, electrical conductivity, salinity, Na^+ content and Cl^- content. The results showed that *Beta vulgaris* var. Cicla is a plant that can tolerate NaCl concentrations greater than 100 mM; however, at concentrations greater than 150 mM NaCl the plant is affected in its morphometry causing a negative effect on its growth. Swiss chard plants (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) can remove Na^+ and Cl^- salts from the hydroponic nutrient solution, since the electrical conductivity (mS m^{-1}) and salinity (ppt) slightly decreased in the last weeks of the period in which the experiment was developed.

Keywords: Hydroponics with brackish water, Halophyte plants, Salt removal

Introducción

En México, la salinidad es un problema que se localiza en la zona centro y norte del país (Ruiz *et al.*, 2007). En las zonas áridas la salinización del agua subterránea se atribuye a las tasas altas de evaporación y a la intrusión de agua subterránea muy antigua o agua de mar (Ronit, Eilon, Ofer, y Ilan, 1997). La habilidad de las plantas halófitas para crecer en hábitats afectados por salinidad las hace útiles para reciclar el agua salina, porque son capaces de remover la sal del medio de cultivo (Buhmann y Papenbrock, 2013; Brown y Glenn, 1999). El objetivo principal de la presente investigación fue determinar la capacidad de plantas de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) para remover Na^+ y Cl^- de la solución nutritiva hidropónica y evaluar la expresión morfométrica de las plantas sometidas a diferentes concentraciones de NaCl.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), dentro de una estructura de malla antiáfidos, tipo cristal, 50 mesh con 20% de sombreo. La temperatura promedio fue de $21.32 \pm 2.47^\circ\text{C}$, la temperatura máxima fue de 27.11 ± 2.42 , la temperatura mínima fue de 16.61 ± 2.53 , la humedad relativa fue de 69.93 ± 7.00 %. El diseño fue completamente al azar con cinco tratamientos salinos a base de diferentes

concentraciones de cloruro de sodio (0, 50, 100, 150 y 200 mM de NaCl) con cuatro repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por 15 plantas.

Las plantas se establecieron en hidroponía, en el sistema denominado raíz flotante con aporte de aire a la solución nutritiva, los contenedores fueron cajas de plástico de 50 litros, con dimensiones interiores de 69×38.5×24 cm, las cuales se aforaron con 35 litros de agua (Figura 1A).

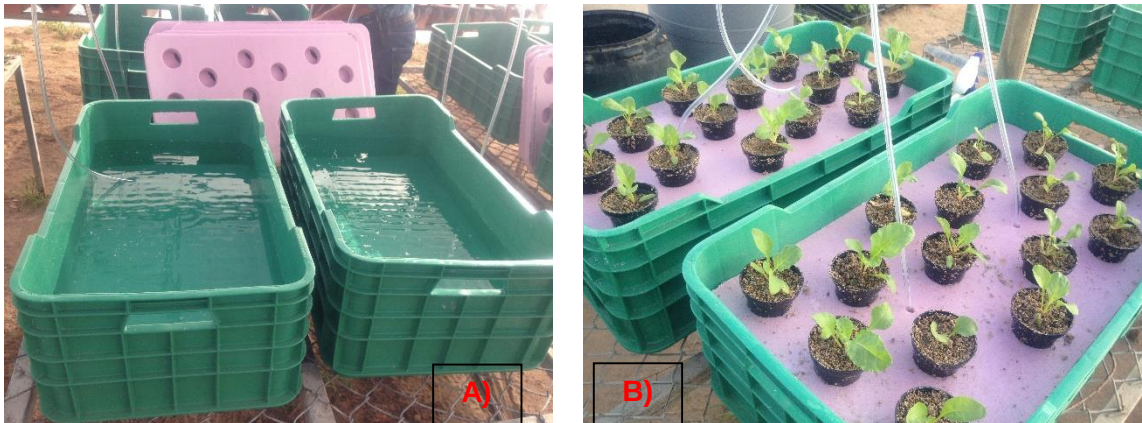


Figura 1. Caja de plástico modelo Mérida (NOVATEC®) la cual se aforó con 35 L de agua (A) y se colocaron las placas de poliestireno con las macetas y plantas de acelga (B).

El soporte de la planta fue una placa de poliestireno de 38 mm de grosor. Las plantas se colocaron en macetas del número 5 (150 mL de volumen), las cuales se rellenaron con vermiculita (Figura 1B); también se colocó dentro de la maceta, una tira de tela absorbente (Magitel®) la cual permitió que, a través de esta, el agua ascendiera por capilaridad hacia el sustrato manteniéndolo siempre húmedo, en tanto las plántulas desarrollaban sus raíces y éstas entraran en contacto con la solución nutritiva. Las variables morfológicas evaluadas fueron, peso fresco de biomasa, área foliar, longitud de raíz y tallo, así como el peso fresco de masa radicular. También el contenido de sodio (Na^+), cloro (Cl^-), conductividad eléctrica y el contenido de sales disueltas totales (ppt) en el medio de cultivo. En el experimento se realizaron dos cortes de hojas y el último aprovechamiento de la planta completa. El primer corte fue cuando las hojas presentaron tamaño comercial (15 cm) y el segundo corte cuando las hojas alcanzaron el mismo tamaño por segunda vez, transcurriendo 50 días de duración del experimento hasta el momento de la extracción de las plantas completas. Cabe mencionar que las plántulas utilizadas presentaban una altura de 5 cm al momento del establecimiento. La solución nutritiva utilizada se muestra en el Cuadro 1. Se realizaron análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD $p=0.05$). Las bases de datos de las variables

evaluadas se elaboraron en el programa Excel® para Windows®. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica® v. 10.0 para Windows (StatSoft Inc., 2011).

Cuadro 1.- Solución nutritiva utilizada, aplicada a las plantas de acelga, los valores se expresan en partes por millón (PPM).

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
210	31	235	200	48	64	4	0.5	0.05	0.5	0.01	0.02

(Solución Hoagland)

Resultados y discusión

El análisis de varianza mostró diferencias significativas para peso fresco de hojas ($F_{4,15}=12.56$; $p \leq 0.001$) del primer corte de plantas a diferentes concentraciones de NaCl. En el primer corte, las plantas del tratamiento control (0 mM de NaCl) mostraron mayor peso fresco de hojas. Las plantas sometidas a 150 mM de NaCl presentaron la menor biomasa fresca de hojas. Para el segundo ($F_{4,15}=2.46$; $p \geq 0.09$) y tercer corte ($F_{4,15}=1.44$; $p \geq 0.26$) el peso fresco de hojas no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, en el segundo corte se observó un incremento del peso fresco de hojas en las plantas sometidas a 50 mM de NaCl. En el tercer corte, los valores del peso fresco de hojas fueron similares entre todos los tratamientos. En el Cuadro 2 se muestra el resultado del análisis estadístico del resto de las variables. En relación con el contenido de Na^+ y Cl^- en la solución nutritiva, se observó disminución al comparar la primera lectura con la última, los resultados de las reducciones por tratamiento se expresan en porcentaje y se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Comparación de medias de las distintas variables (Tukey HSD $p=0.05$), donde los tratamientos son diferentes concentraciones de NaCl en mM.

Tratamiento \ Variable	Área foliar (m ²)	Peso fresco de tallo (g)	Longitud de tallo (cm)	Peso fresco de raíz (g)	Longitud de raíz (cm)
0 mM	0.4595 ^a	1.25 ^a	1.12 ^{ab}	7.52 ^a	37.10 ^b
50 mM	0.4936 ^a	1.34 ^a	1.26 ^{ab}	6.35 ^a	50.81 ^a
100 mM	0.4693 ^a	1.46 ^a	1.42 ^a	5.64 ^a	43.72 ^{ab}
150 mM	0.4157 ^{ab}	1.08 ^a	1.12 ^{ab}	5.77 ^a	44.51 ^{ab}
200 mM	0.3282 ^b	0.73 ^a	0.77 ^b	6.18 ^a	46.78 ^a

Cuadro 3. Comparación del contenido de Na⁺ y Cl⁻ en el medio de cultivo entre el primero y el ultimo muestreo. Los resultados mostraron una disminución en ambos elementos, los datos se expresan en porcentaje de reducción de cada elemento.

Elemento	Tratamientos (mM de NaCl)				
	0	50	100	150	200
Na ⁺	0	10.0	7.2	6.5	2.6
Cl ⁻	0	10.0	7.2	5.7	0.7

El peso fresco obtenido de la primera poda a los 7 días de haber iniciado los tratamientos se redujo significativamente en comparación con el testigo, siendo 150 mM el que mostró los valores más bajos de esa variable, reduciéndose un 52.7%; sin embargo, las plantas con mayor peso fresco fueron aquellas sometidas a 50 mM en el segundo corte y 100 mM en el tercero. Estos resultados coinciden con lo reportado por Binet (1999) y Sleïmi, Abdelly, Soltani, y Hajji, (1999), quienes afirman que las plantas halófitas tienen la característica de un estímulo de crecimiento a concentraciones bajas de salinidad. Se observó una disminución en los valores finales en la concentración de Na⁺ y Cl⁻ de la solución nutritiva entre el primer muestreo y el último, al respecto, Trapp, Feificova, Rasmussen, y Bauer-Gottwein, (2008), Apse y Blumwald (2007), mencionan que en presencia de niveles elevados de Na⁺ fuera de la célula, los gradientes electromecánicos que llevan a cabo la absorción del Na⁺, hacen que la sal se absorba tan rápido como el agua.

Conclusiones

Los resultados mostraron que *Beta vulgaris* var. Cicla es una planta que tolera concentraciones de NaCl superiores a 100 mM; sin embargo, a concentraciones mayores de 150 mM de NaCl la planta se afecta en su morfometría causando un efecto negativo en su crecimiento. Las plantas de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) tienen la capacidad de remover sales de Na⁺ y Cl⁻ de la solución nutritiva hidropónica, porque el contenido de Na⁺ y Cl⁻ en dicha solución disminuyeron ligeramente en las últimas semanas del periodo en que se desarrolló el experimento.

Literatura Citada

Apse, M.P. y Blumwald, E. (2007). Na⁺ transport in plants. FEBS letters, 581 (12):2247-2254.

Binet, P. (1999). Ecophysiologie des halophytes [Ecophysiology of halophytes]. Adaptation des Végétaux au Milieu Aride. Plant Adaptation to Arid Zones: pp. 243-313.

Brown, J.J. y Glenn, E.P. (1999). Reuse of highly saline aquaculture effluent to irrigate a potential forage halophyte, *Suaeda esteroa*. *Aquacultural Engineering*, 20(2):91-111.

Buhmann, A. y Papenbrock, J. (2013). Biofiltering of aquaculture effluents by halophytic plants: Basic principles, current uses and future perspectives. *Environmental and Experimental Botany*, 92:122-133.

Ronit, N., Eilon, A., Ofer, D. y Ilan, N. (1997). Water salinization in arid regions observations from the Negev desert Israel. *Journal of Hydrology*, 196:271-296.

Ruiz C. E., Aldaco N. A., Montemayor T. J., Fortis. M., Olague R. J., y Villagómez, J. C. (2007). Aprovechamiento y mejoramiento de un suelo salino mediante el cultivo de pastos forrajeros. *Técnica pecuaria en México*, 45(1):19-24.

Sleïmi, N., Abdely, C., Soltani, A. y Hajji, M. 1999. Biomass production and mineral nutrition of *Suaeda fruticosa* grown on high salinity medium in connection with nutrient availability. *Prog. Biometeorol*, 13(1).

Trapp, S., Feifcova, D., Rasmussen, N.F. y Bauer-Gottwein, P. (2008). Plant uptake of NaCl in relation to enzyme kinetics and toxic effects. *Environmental and experimental Botany*, 64(1):1-7.

DEFICIENCIA DE FIERRO Y SU CORRECCIÓN EN VID DE MESA CV SUPERIOR

Martínez Gerardo¹, Márquez Arnulfo² y Valenzuela César³

¹Investigadores del INIFAP en el Campo Experimental Costa de Hermosillo, ²Campo Experimental

Norman Borlaugh y ³Campo Experimental Valle de Mexicali, Ensenada. Autor por

correspondencia: martinez.gerardo@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto del quelato de fierro EDDHA aplicado al suelo en la corrección de clorosis provocada por deficiencia del fierro en vid cv Superior. El experimento se realizó en la Costa de Hermosillo, Sonora, en un viñedo comercial bajo riego por goteo. Los tratamientos fueron: 1) Fe-EDDHA 10 g por planta y 2) Testigo, los cuales se distribuyeron en un diseño de parcelas apareadas con tres repeticiones y la unidad experimental consistió de una hilera de siete plantas. La frecuencia de brotes con síntomas de deficiencia de fierro fue 5.2 % con el tratamiento de quelato de fierro y 17 % en el testigo, valores que fueron estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba DMS ($P \leq 0.05$). El valor del medidor CM 1000 en las hojas con clorosis férrica fue de 176, mientras que en las hojas sin síntoma fue de 241 ($P \leq 0.05$), lo que indicó que la concentración de clorofila en las plantas no tratadas fue 27 % menor que en las hojas sin síntoma de deficiencia de fierro. Los tratamientos no afectaron peso de racimos, tamaño de bayas ni contenido de sólidos solubles.

Palabras Claves: *Vitis vinífera*, clorofila, uva de mesa.

Abstract

The objective of this work was to determine the effect of soil applied iron chelate EDDHA in correcting of iron chlorosis in grape cv Superior. The experiment was carried out in la Costa de Hermosillo, Sonora, in a commercial vineyard under drip irrigation. Treatments were: 1) Fe-EDDHA 10 g per vine and 2) Control, which were distributed in a paired plots design with three replications and the experimental unit had seven vines. Percentage of shoots with iron chlorosis was 5.2 % under the chelated iron treatment and 17 % under the control, values that were statistically different according to DMS test ($p \leq 0.05$). The CM 1000 meter value was 176 in leaves with iron chlorosis, while in leaves without symptoms it was 241 ($P \leq 0.05$), indicating that chlorophyll concentration in leaves from non- treated vines leaves was about 27 % less than in

leaves without iron chlorosis. Treatments did not affect cluster weight, berry size nor soluble solids content.

Palabras Claves: *Vitis vinífera*, chlorophyll, table grape.

Introducción

El fierro interviene en la síntesis de clorofila y su carencia modifica la estructura y funcionalidad del aparato fotosintético lo cual puede alterar vigor, rendimiento y calidad de uva en vid (Christensen, Kasimatis and Jensen, 1978). La clorosis férrica es común encontrarla en plantas que crecen suelos con pH alcalino y con bicarbonatos, lo cual es común encontrar en la Costa de Hermosillo, Sonora (INIFAP, 2010). La aplicación de quelatos al suelo resulta eficaz para corregir esta deficiencia pero su efecto es temporal y requiere de varias aplicaciones. En suelos calizos de pH igual o superior a nueve el quelato Fe-EDDHA es más eficaz que otros quelatos debido a su estabilidad (Díaz, López, Del Campillo y Torrent, 2013). En suelos con pH alcalino es mejor realizar aplicaciones de Fe-EDTA y Fe-DTPA vía foliar (Boxma, 1981) no obstante, en aplicaciones foliares resulta más efectivo aplicar sulfato ferroso que quelatos de Fe. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el quelato Fe-EDDHA aplicado al suelo en la corrección de clorosis férrica en vid de mesa cv Superior.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la Costa de Hermosillo, Sonora, en un viñedo comercial bajo riego por goteo. Los tratamientos fueron: 1) Aplicación de Quelato FEDDHA 10 g por planta y 2) Testigo (0 g). Estos tratamientos se distribuyeron en un diseño de parcelas apareadas con tres repeticiones y la unidad experimental consistió de una hilera de siete plantas.

Antes de la aplicación se encontró que el pH del suelo fue de 7.53 lo que lo caracterizó como alcalino. El contenido de fierro fue de 0.36 ppm el cual es suficiente para suplir las necesidades de la vid. Las aplicaciones del quelato de fierro se realizaron el 10, 21 y 28 de mayo, y 6 de junio de 2019. En cada fecha se aplicaron 10 g por planta del quelato Fe-EDDHA en una solución en 2.5 litros de agua, en un cajete de 60 cm de diámetro. El riego por goteo estuvo activo en el período de las aplicaciones por lo que se aseguró la movilidad del quelato hacia las raíces de las plantas.

Al inicio de las aplicaciones existía un 20% de brotes primarios con clorosis férrica lo que indicó que el pH (7.53) y calcio (23.7 meq L^{-1}) presentes en el suelo estaban ocasionando una deficiente absorción del fierro. El 11 de julio de 2019 se realizó una inspección visual de los brotes primarios que presentaban clorosis. La observación se realizó en los brotes que

colgaban del último alambre de la pérgola. Para la medición de clorofila se utilizó el medidor CM 1000, el cual mide la luz ambiental y reflejada a 660 y 840 nm. La clorofila absorbe la luz a 660 nm y por tanto se refleja en menor cantidad mientras que la de 840 nm se mantiene intacta, lo cual sirve como referencia para calcular la clorofila presente en las hojas. Las mediciones de clorofila se realizaron al medio día en ángulo de 90 grados con respecto a la superficie de la hoja.

La cosecha se realizó el 24 de junio haciéndose un recuento de racimos por planta. También se evaluó peso de racimo, peso de bayas, diámetro ecuatorial y contenido de sólidos solubles.

Se realizaron comparaciones de las medias utilizando la prueba DMS al 0.05.

Resultados y Discusión

La frecuencia de brotes con síntoma de deficiencia fue 5.2 % con el tratamiento de quelato de fierro y 17% en el testigo, valores que fueron estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba DMS ($p \leq 0.05$) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del quelato Fe-EDDHA en el porcentaje de brotes con clorosis férrica y valores del medidor de clorofila CM 1000 en vid cv Superior.

Tratamiento	Brotes con clorosis férrica %	Valores del medidor de clorofila CM 1000
Fe-EDDHA	5.21	241
Testigo	17.0	176
DMS 0.05	**	**

El valor del medidor de clorofila CM 1000 en las hojas con clorosis férrica fue de 176, mientras que en las hojas sin síntoma fue de 241 ($P \leq 0.05$) (Cuadro 2), lo que indicó que la concentración de clorofila en las plantas no tratadas con síntoma fue 27% menor que en las hojas de las plantas tratadas sin síntoma de deficiencia de fierro.

Cuadro 2. Efecto de ABA y etefón en el tamaño y contenido de sólidos solubles de las bayas del cv Red Globe, en la Costa de Hermosillo.

Tratamiento	Peso de la baya (g)	Diámetro ecuatorial (mm)	Sólidos Solubles °Brix	Peso de racimo (g)
Fe-EDDHA	6.62	20.5	13.5	536
Testigo	5.97	19.9	136	489
	n.s	n.s	n.s	n.s

Los resultados obtenidos coinciden con otros investigadores en el sentido de que el quelato Fe-EDDHA aplicado al suelo corrige la clorosis férrica en vid en suelos con pH alcalino (Díaz *et al.*, 2013). Los valores de los medidores de clorofila han aportaron correlaciones altas con el contenido de clorofila y bajas con el contenido de fierro en hojas de vid (Shaahan, El-Sayed y El-Nour, 1999), mientras que en otros estudios las correlaciones con varios nutrientes han resultado aceptables (Margarida, Ferreira, Rodrigues, 2018). Los resultados aquí expuestos indican que es posible establecer una relación entre los valores de CM 1000 con el contenido de fierro y aún más, con el contenido de clorofila en la vid cv Superior.

El tratamiento de quelato de fierro no mejoró la cantidad de racimos, su peso, concentración de sólidos solubles ni tamaño de bayas. Este resultado difiere de otros estudios en los que la deficiencia de fierro se ha reflejado en reducción del rendimiento en la vid. Posiblemente en este trabajo no se encontró efecto en el rendimiento debido a que la severidad de la deficiencia de fierro no fue lo suficientemente alta en el lote experimental. No obstante, la clorosis observada en las hojas se atribuye a deficiencia férrica ya que fue posible reducirla con la aplicación del quelato. En una inspección en secciones de otros viñedos el porcentaje de brotes con síntoma de deficiencia de fierro fue 4.9 veces más alta.

Conclusiones

La aplicación del quelato Fe-EDDHA redujo el porcentaje de brotes con clorosis férrica así como la concentración de clorofila. La aplicación del quelato no se reflejó en un incremento en rendimiento y calidad de las uvas.

Literatura Citada

Alonso, S., Arrobias, M., Ferreira, Q., Sandra, I. y Rodrigues, M. (2018). Assessing the potential use of the portable chlorophyll meters in diagnosing the nutritional status of plants. *Journal of plant nutrition* 41(2):261-271. DOI:10.1080/01904167.2017.1385798.

Boxma, R. (1981). Effect of pH on behavior of various chelates in sphagnum (moss) peat. *Communications in soil Science and Plant Analysis*. 12(8) 755-763.

Christensen, P., Kasimatis A. and F. Jensen (1978). Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley. University of California.

Díaz, I., López V., Del Campillo M. y Torrent, J. (2013). Prevención y corrección de clorosis férrica en el viñedo. *Vida rural* 364: 42-46 p.

INIFAP (2010). Guía técnica para el área de influencia del Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIRNO-CECH. 220 p.

Margarida, S., Ferreira, I., Rodriguez, M. (2018). Assessing the potential use of the portable chlorophyll meters in diagnosing the nutritional status of plants. *Journal of Plant Nutrition*. 41(2):261-271. DOI:10.1080/01904167.2017.1385798.

Shaahan, M., El-Sayed, A.A., El-Nour, E.A.A. (1999). Predicting nitrogen, magnesium, and iron nutritional status in some perennial crops using a portable chlorophyll meter. *Scientia Horticulturae* 82:339-348.

PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE ORÉGANO (*Lippia palmei* S. WATSON) EN ALMACIGO

Mc Caughey-Espinoza, Diana Miriam^{*1}, Ayala Astorga Gloria Irma¹, Gutiérrez Millán Luis E¹., Ochoa-Meza Andres², Retes-López Rafael² y Armenta-Calderón Ana Dolores³

¹Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n. C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México. *Autor de correspondencia: diana.mccaughey@unison.mx. ²Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. ³Universidad Estatal de Sonora. Ley Federal del Trabajo y Perimetral s/n. Hermosillo, Sonora, México

Resumen

Se tiene una carencia en cuanto a la comercialización de semillas de plantas nativas, sobre todo de especies que presentan bajos rendimientos en la producción de semillas a nivel silvestre. Estas a su vez muestran problemas de germinación por la manipulación o factores internos o externos de la semilla y aunado al cambio climático, deforestaciones etc. ha generado la baja producción de nuevos ejemplares en plantas nativas en estado de Sonora. El objetivo del presente trabajo de investigación fue producir plántulas de orégano (*Lippia palmeri* W.) en almacigo utilizando la espiga. En cuanto a los resultados obtenidos se obtuvo de manera general en promedio un 82.7% de germinación, presentándose un porcentaje de germinación de un 80.0 a 83.3%. No se presentaron diferencias significativas al evaluar el porcentaje de plántulas normales se presentó un 78.0 a 81.3%, en plántulas anormales el porcentaje de germinación fue de 2 a 2.7%, por último se tienen las semillas no germinadas que fueron de 16.7 a 20%. En lo que respecta la sobre vivencia al trasplante este presento un 97% de sobrevivencia a charolas con cavidades. Es importante señalar que la producción de plántulas de orégano en almacigo es idóneo para este tipo de semillas.

Palabras clave: germinación, porcentaje, planta nativa.

Abstract

There is a lack in the commercialization of seeds of native plants, especially of species that present low yields in the production of seeds at wild level. These in turn show problems germination by manipulation or internal or external factors of the seed and coupled with climate change, deforestation etc. has generated the low production of new specimens in native plants in the state of Sonora. The objective of the present research work was to produce oregano

seedlings (*Lippia palmeri* W.) in almacigo using the spike. Regarding the results obtained, an average of 82.7% of germination was obtained, with a germination percentage of 80.0 to 83.3%. There were no significant differences when evaluating the percentage of normal seedlings presented a 78.0 to 81.3%, in abnormal seedlings the germination percentage was from 2 to 2.7%, finally we have ungerminated seeds that were from 16.7 to 20%. Regarding the survival to the transplant this presented a 97% survival to trays with cavities. It is important to point out that the production of seedlings of oregano in storage is ideal for this type of seeds.

Keywords: germination, percentage, native plant

Introducción

Las poblaciones naturales de orégano del norte del país se localizan en zonas áridas y semiáridas, donde también se aprovechan otros recursos no maderables de importancia comercial. En México existen diversas especies de orégano, tales como *Lippia berlandieri*, *Lippia graveolens* es la más importante por la magnitud del potencial existente y por los volúmenes que de ésta se comercializan y sin menos preciar a *Lippia palmeri* que se localiza en Sonora, Baja California y Sinaloa (Martínez-Domínguez, 2009).

El orégano es considerado como una planta versátil por ser una alternativa, como cultivo en áreas semi-desérticas del noroeste de México, por presentar un potencial para su explotación a nivel cultivo. (Mc Caughey-Espinoza, Ayala-Astorga, Ochoa-Meza; López-Rafael y Fernández. 2018). La obtención de semilla de orégano, depende por lo regular de la época se cosecha. Existen diferentes métodos pregerminativos de acuerdo a la gran diversidad de semillas existentes, de importancia agroalimentaria y forestal, también presentan diferente variación en cuanto su tamaño, peso y forma. De acuerdo a estas características las semillas pueden ser de fácil manipulación o no, en el caso de las semillas de orégano (*Lippia palmeri* W.) existen problemas en cuanto a su manipulación por ser una semilla frágil aunado que es una semilla dicotiledónea, pequeña que mide aproximadamente 0.25 mm. Que al momento de retirarla de la capsula estas tienden a dividirse en dos partes, lo que limita su germinación al momento de producir plántulas. En este trabajo se planteó sembrar directamente las espigas ya maduras de plantas de orégano silvestre en almácigos, así mismo evitar la pérdida de semillas presentes.

Materiales y Métodos

Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en el vivero del Campo Agrícola Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, ubicado en 29°00'48" Latitud N, 111°08'07" Longitud O y 151 msnm y una temperatura promedio de 23°C.

Área de colecta de la semilla

Las espigas fueron recolectadas en el rancho Toyos, ubicado en el municipio de Hermosillo, el cual se ubica en las siguientes coordenadas 29°52'41.37" Norte y 110°02'53.28" Oeste, con una altura de 640 msnm.

Colecta del material vegetal y almacenamiento

Se realizó la recolección de las espigas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM, 2010). Las espigas se resguardaron en el banco de germoplasma forestal de la Comisión Nacional Forestal Gerencia Regional de Hermosillo (CONAFOR), las condiciones de temperatura serán de 24° C y humedad relativa fue de 70-85%.

Siembra en almácigo y riegos

Se utilizaron charolas planas y como sustrato peat moss, la siembra fue a boleto utilizándose 50 espigas por charola (3 charolas), se consideró que cada espiga trae de 3 a 4 semillas, podremos agarrar en promedio 3 semillas por espiga. Se aplicaron dos riegos al día con intervalos de 8 horas cada uno.

Trasplante a charolas

Tres días después de su germinación se retiraron las plántulas de los almácigos y se trasplantaron charolas con 128 cavidades separadas para asegurar su desarrollo individual. Las plántulas fueron depositadas en las charolas de trasplante hasta lograr una altura de 10 cm y posteriormente ser trasplantadas a tierra.

Variables a evaluar

Porcentaje de germinación (PG): La evaluación del PG, se llevó a cabo de acuerdo con la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas (ISTA, 2014).

Sobrevivencia al trasplante en charolas: Se evaluó a los 10 días de su trasplante.

Análisis estadístico

El diseño experimental consistió en un análisis factorial 1x1, Completamente al azar (uno tratamiento y una profundidad de siembra) y tres repeticiones.

Con los datos obtenidos se efectuó un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de $p < 0.05$, para observar si existen diferencias significativas se empleó la prueba

de media de Tukey-Kramer con un alfa de 0.1%. Estos análisis se llevaron a cabo con el uso del paquete estadístico JMP 5.0.1a (JMP, 2002).

Resultados y Discusión

El porcentaje de germinación en el almacigo 1 presento un 83.3% de germinación, seguido de este el almacigo tres con un 82.7% de germinación y por último el almacigo 2 con un 80.0%. Podemos señalar que se obtuvieron buenos porcentajes de germinación sin retirar la capsula de las semillas, no se mostraron diferencias significativas entre los almácigos, tabla 1.

Estos resultados difieren con los obtenidos por Borboa *et al.*, (2016) evaluaron el porcentaje de germinación de dos sitios silvestres (Puerto del Orégano y Santa Ana, Sonora), utilizando como promotores de la germinación ácido giberélico (GA₃) y obtuvieron que utilizando una concentración de 100 ppm en los tres tiempos de remojo las semillas de Puerto del orégano presentaron un promedio de 96.7%. Podemos considerar que los resultados que se obtuvieron en este estudio en promedio fue de 82.0 % semillas germinadas en almacigo, por lo tanto se podría atribuir a que algunas capsulas estuvieran vanas o no tener la cantidad de semillas que generalmente tiene.

En cuanto al porcentaje de plántulas normales para cada uno de los almácigos se tuvieron de 78.0 a 81.3 % plántulas normales, mientras que en el porcentaje de plántulas anormales se presentó de 2 a 2.7% plántulas. Con respecto al número de semillas no germinadas se presentaron de 16.7 a 20.2% (Tabla 1). Cabe mencionar que la presencia de plántulas anormales fue porque los cotiledones no lograron salirse de su testa y poder seguir con las funciones de fotosíntesis, lo que repercute también en la producción de sus primeras hojas verdaderas y desarrollo normal que tienen la mayoría de las plantas.

Cuadro 1. Porcentaje de germinación de espigas de orégano en almacigo

Almacigo	% de Germinación	% de plántulas normales	% de plántulas anormales	% de semillas no germinadas
1	83.3 ± 0.0 a	81.3 ± 0.0 a	2 ± 0.0 a	16.7 ± 0.0a
2	80.0 ± 0.0 a	78.0 ± 0.0 a	2 ± 0.0 a	20.0 ± 0.0 a
3	82.7± 0.0 a	80 ± 0.0 a	2.7 ± 0.0 a	17.3 ± 0.0 a

Literales diferentes, indican diferencias significativas (p≤0.001).

Al utilizar almácigos para la producción de plántulas se puede lograr una mayor precocidad y homogeneidad en la germinación, un manejo más eficiente de la semilla como insumo y también la oportunidad de seleccionar plantas más aptas para la siembra en campo o invernadero. Los almácigos se elaboran en bandejas, el sustrato empleado es un factor fundamental, puesto que determina en gran parte la calidad de ese almácigo (Quesada y Méndez, 2005).

Por otra parte el sustrato y el tipo de contenedor son dos factores muy importantes en la producción de plántulas. Estos definen el crecimiento y desarrollo tanto de la raíz como de la parte aérea. Al seleccionar un sustrato debe tenerse en cuenta sus propiedades físicas y químicas, las cuales determinan la disponibilidad de agua y oxígeno, la movilidad del agua, la facilidad de penetración de la raíz y la absorción de nutrientes (Cremades, 2005). Es por esto que los estudios referentes a la respuesta del crecimiento de las plántulas de orégano para trasplante a diferentes tipos de sustrato y contenedor son relevantes (Martínez-Hernández, Villa-Castorena, Catalán-Valencia y Inzunza-Ibarra. 2017).

Sobrevivencia al trasplante

Las plántulas de orégano se trasplantaron de los almácigos a charolas con 128 cavidades, para que estas no presentaran competencia entre ellas en su etapa de desarrollo, el porcentaje de sobrevivencia fue del 97%, lo que nos asegura tener una disponibilidad de plántulas para realizar siembras intensivas (cultivos que nos permitan hacer menos uso de agroquímicos), el orégano no requiere hacer inversiones fuertes en agroquímicos ya que es una planta con pocas necesidades para producir, solo requiere agua, tierra y un buen manejo agronómico.

Conclusiones

Al utilizar las espigas directamente se evita la pérdida de semillas por el manejo mecánico.

No se requiere el uso de ácido giberélico, como promotor de la germinación.

La producción de plántulas en almacigo, garantiza tener más número de plántulas de manera uniforme.

Literatura Citada

Borboa-Flores, Jesús, Ortega-Nieblas, María Magdalena, Mc Caughey-Espinoza, Diana, Robles-Burgueño, María del Refugio, Serna-Félix, Mercedes, Cinco-Moroyoquie, Francisco Javier, Wong-Corral, Francisco Javier, & Rueda Puente, Edgar Omar. (2016). Características de la germinación de *Lippia palmeri* (Wats) proveniente de regiones silvestres del desierto de Altar, Sonora, México. *Idesia (Arica)*, 34(4), 37-42. Epub 07 de setiembre de 2016. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016005000021>

Cremades, M. M. (2005). Factores implicados en el desarrollo de la plántula: Sustratos. En G. I. M Cuadrado, G. M. del C. García, y F. Ma. M. Fernández (Eds.), Dirección técnica de semilleros hortícolas. Curso de especialización (pp. 91-113). Almería, España: Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería

ISTA International Seed Testing Association. (2014). International Rules for Seed Testing. Seed Sciences & Technology. 27 p.

JMP. (2002). The Statistical Discovery Software. SAS institute Inc.Ver. 5.0.1a

Martínez-Domínguez Miguel P. (2009). Paquete tecnológico para la producción de orégano (*Lippia spp.*). Transferencia y adopción de tecnología sobre la producción de orégano desde la plantación hasta el cribado y empaque del producto. Mezquitic, Jalisco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Colomos, Jal. <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/OREGANO.pdf>

Martínez-Hernández, Raúl, Villa-Castorena, M. Magdalena, Catalán-Valencia, Ernesto A., y Inzunza-Ibarra, Marco A. (2017). Producción de plántula de orégano (*Lippia graveolens* Kunth) por semilla en vivero para trasplante. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, 23(1) 61-73. <https://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2015.11.051>

Mc Caughey-Espinoza Diana M., Ayala-Astorga Gloria I. Ochoa Meza Andrés; Retes López Rafael y Fernández David. (2018). Expectativas de la producción de orégano *Lippia palmeri* W. XI simposio Internacional de la flora silvestre de zonas áridas/semiáridas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo CIAD. Culiacán Sinaloa. 24 al 26 de octubre.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. (2010) Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Quesada Roldán Gustavo y Méndez Soto Carlos. (2005). Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. Rev. Agronomía Mesoamericana 16 (2): 171-183. 2005 ISSN: 1021-7444

RENDIMIENTO DE 14 ACCESIONES DE FRIJOL X'PELÓN CULTIVADO EN EL ESTADO DE YUCATÁN

Morales Morales Amelio Eli^{1*}; Alvarado López Carlos Juan²; Andueza Noh Rubén H.²; Tun Suarez José María¹

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal. Conkal, Yucatán, México. amelio.morales@itconkal.edu.mx. ²Conacyt - Instituto Tecnológico de Conkal. Conkal, Yucatán, México.

Resumen

El frijol x'pelón (*Vigna unguiculata* L. Walp), es una de las principales leguminosas cultivada en regiones tropicales y subtropicales del mundo. En el sureste de México es considerado un alimento básico y representa una fuente importante de ingresos en comunidades rurales; la mayor parte de la producción se realiza en el sistema milpa (maíz intercalado con frijol y calabaza), por lo que el rendimiento de grano es igual o menor a 300 kg ha⁻¹. El objetivo del presente trabajo fue comparar el rendimiento de 14 accesiones de frijol x'pelón cultivados en Yucatán, mediante un sistema de monocultivo. Para la siembra, se utilizaron bolsas de 10 kg con suelo de la región previamente analizados, el ciclo del cultivo fue a 120 días después de la siembra (dds) y se midieron las variables: días a floración, número de vainas por planta, número de lóculos por vaina, número de semillas por vaina, peso individual de la semilla, peso de 100 semillas, y el rendimiento. Los resultados indican que todas las accesiones fueron tardías con respecto al inicio de floración, debido a que iniciaron la floración después de los 45 dds, para el número de vainas oscilo entre 13.40 y 38.10, mientras que el rendimiento se obtuvo un máximo de 3.90 t ha⁻¹ con la accesión ACC07 y ACC08. Por lo que se concluye que que las accesiones del presente presentaron mayor producción con respecto a otros estudios, además, las por las características del cultivo, nos permitió alargar el ciclo productivo a 120 días, lo que se vio reflejado al incrementar la producción, siendo la accesión ACC07 la que más sobresalió en todas las variables analizadas.

Palabras clave: Leguminosa, milpa, *Vigna unguiculata*.

Abstract

The x'pelón bean (*Vigna unguiculata* L. Walp), is one of the main legumes grown in tropical and subtropical regions of the world. In southeastern Mexico it is considered a staple food and represents an important source of income in rural communities; most of the production is carried out in the milpa system (corn interspersed with beans and squash), so that the grain yield is equal to or less than 300 kg ha⁻¹. The objective of this work was to compare the yield of 14 accessions of x'pelón beans grown in Yucatán, using a monoculture system. For sowing, 10 kg bags with soil from the region previously analyzed were used, the crop cycle was 120 days after sowing (dds) and the variables were measured: days to flowering, number of pods per plant, number of locules per pod, number of seeds per pod, individual weight of the seed, weight of 100 seeds, and yield. The results indicate that all accessions were late with respect to the beginning of flowering, because they started flowering after 45 days, for the number of pods l oscillate between 13.40 and 38.10, while the yield was obtained a maximum of 3.90 t ha⁻¹ with accession ACC07 and ACC08. Therefore, it is concluded that the accessions of the present presented greater production with respect to other studies, in addition, those due to the characteristics of the crop, allowed us to extend the production cycle to 120 days, which was reflected by increasing production, being ACC07 accession the one that stood out the most in all the variables analyzed.

Keywords: Legumes, milpa, *Vigna unguiculata*

Introducción

El frijol x'pelon, es una de las principales leguminosas cultivada en regiones tropicales y subtropicales del mundo, es rico en proteínas y carbohidratos, por lo que ha sido considerado como la carne de los pobres (Xiong *et al.*, 2016), está adaptado a condiciones de altas temperaturas, resistente a plagas y enfermedades y es una de las leguminosas más tolerantes al estrés hídrico (Apáez Barrios *et al.*, 2016).

En la Península de Yucatán el x'pelón se considera un cultivo básico, del cual se derivan diferentes platillos regionales, además se aprovecha el grano seco, ejote, vainas y hojas comestibles para autoconsumo, pero la mayor parte de la siembra se realiza en el sistema milpa (Maíz intercalado con frijol y calabaza), por lo que el rendimiento de grano es igual o menor a 300 kg ha⁻¹ (Arias *et al.*, 2004), en contraste con este sistema, el sistema monocultivo el x'pelón ha alcanzado rendimientos de 1.72 a 2.72 t ha⁻¹ (Ávila-Serrano *et al.*, 2011), sin embargo, en el estado de Yucatán existen pocos estudios de producción de frijol x'pelón, por lo que el objetivo

del presente trabajo fue comparar el rendimiento y algunas características agronómicas de 14 accesiones de frijol x'pelón cultivados en sistema monocultivo.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó de enero a mayo 2019, en el Instituto Tecnológico de Conkal, Conkal, Yucatán, México. Se sembraron 14 accesiones, previamente colectadas en la península de Yucatán, México (Cuadro 1). Las condiciones del ambiente oscilaron con temperaturas mínimas de 18°C y máximas de 45 °C, con humedad promedio de 70% medidos con un equipo portátil (HOBO®data logger marca ONSET).

Cuadro 1. Lugar de colecta de las diferentes accesiones del frijol caupí en la península de Yucatán.

Clave colecta	Nombre común	Localidad	Municipio	Estado
ACC01	Yax pelón	Xul	Oxcutzcab	Yucatán
ACC02	Xpelón	San Vicente Cumpich	Hecelchakán	Campeche
ACC03	Chalack simin	San Vicente Cumpich	Hecelchakán	Campeche
ACC04	Paysin	Xul	Oxcutzcab	Yucatán
ACC05	Paysin	Xul	Oxcutzcab	Yucatán
ACC06	Espelón perón	Kuxeb	Chemax	Yucatán
ACC07	Espelón Domingo	Peto	Peto	Yucatán
ACC08	Espelón blanco	Peto	Peto	Yucatán
ACC09	Chalack simin negro	San Felipe 1	José María Morelos	Quintana Roo
ACC10	Espelón	López Mateos	José María Morelos	Quintana Roo
ACC11	Xnuuc Pelón	Xoy	Peto	Yucatán
ACC12	Espelón de guía	Mucel	Chemax	Yucatán
ACC13	Espelón	Polyuc	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo
ACC14	Paysin	Halachó	Halachó	Yucatán

Se utilizó un diseño completamente al azar, con 10 plantas por accesión. La siembra se realizó en bolsa de 10 kg con suelo de la región, con pH de 7.4 y conductividad eléctrica de 1.3 dS·m⁻¹, a una distancia de 40 cm entre plantas y 90 cm entre surcos, se fertilizó con 100-100-100 de N-P-K. Se analizaron diez plantas, diez vainas por planta y diez semillas de cada planta para cada accesión. Las variables fueron: días a 50%+1 de floración, número de vainas por planta, numero de lóculos por vaina, numero de semillas por vaina, peso individual de la semilla, peso de 100 semillas, y el rendimiento se consideró hasta 120 dds que se realizó el ultimo corte. La

productividad se calculó multiplicando el número de vainas por planta por el número de semillas por vaina y por el peso promedio de una semilla. El rendimiento por hectárea se calculó multiplicando el peso de semillas por planta por la densidad de plantación total (66000 plantas por hectárea). Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza con un diseño completamente aleatorizado con 14 accesiones y 10 repeticiones. Las medias se separaron mediante la prueba LSD de Fisher ($P < 0.05$), con el paquete estadístico StatGraphics Centurion XVI (StatPoint Technologies Inc., Warrenton, VA, EE. UU.).

Resultados y Discusión

La accesión ACC06 fue la más precoz con 55 dds, mientras que ACC04 y ACC09 fueron las más tardías con 77 dds, con respecto al resto de las accesiones. Debido a que la floración en todas las accesiones ocurrió después de los 45 dds, se considera tardía (Manggoel y Uguru, 2012). Los resultados obtenidos en cuanto a las variables de producción (Cuadro 2), muestran que el número de vainas por plantas osciló entre 13.40 y 38.10, siendo la accesión ACC03 la de menor número de vainas y la ACC08 la que presentó el mayor número. El número de lóculos por vainas y el número de semillas por vaina fue de 12.46 a 16.82 y de 11.26 a 15.42, respectivamente. Estos resultados son superiores a los reportados por Guillén-Molina *et al.*, (2016) que reportaron 8.35 vainas por planta, así como un máximo de 13.77 semillas por vaina en cultivo de x'pelón biofortificado con zinc y hierro. En peso de la semilla individual y el peso de 100 semillas varió de 0.10 a 0.23 y de 8.61 a 18.67 g, respectivamente.

El peso individual de las semillas del frijol x'pelón, Kaptso *et al.*, (2008) indica que oscila entre 0.08 y 0.32 g, por lo que el 100% de las accesiones están dentro de este rango. Por otra parte, Ogle, Witcher y Barnett (1987) clasificaron las variedades de frijol caupí en cuatro categorías con base en el peso de 100 semillas, considerando como semillas pequeñas aquellas con peso menor a 15 g, semillas medianas de 15.1 a 20 g, semillas grandes de 20.1 a 25 g y semillas muy grandes con peso superior a 25 g. De acuerdo con la clasificación anterior el 64.28% se clasifican como semillas pequeñas y 35.71% como semillas medianas. La accesión ACC13 no fue la de mayor número de vainas, sin embargo, obtuvo mayor número de semillas por vainas, por lo que se vio reflejada en el rendimiento final, siendo una de las accesiones de mayor rendimiento junto con las accesiones ACC07 y ACC08 con 3.78 y 3.90 t ha⁻¹, respectivamente.

Cuadro 2. Producción de las 14 accesiones de frijol x'pelón cultivado en Yucatán

Accesión	VP	NLV	SV	SPP	PIS	P100S	PSP	R
					g			T ha ⁻¹
ACC01	20.00 ^{de}	14.78 ^{bcd}	14.12 ^{abc}	282.40 ^{cd}	0.13 ^d	13.72 ^f	38.08 ^{bc}	2.51 ^{ab}
ACC02	22.60 ^{cd}	15.38 ^{abc}	14.58 ^{ab}	329.51 ^{ab}	0.11 ^e	10.69 ^g	36.72 ^{bc}	3.27 ^{ab}
ACC03	13.40 ^e	13.83 ^{def}	12.18 ^{bcd} ^e	163.21 ^e	0.23 ^a	18.27 ^a	36.37 ^{bc}	2.40 ^{ab}
ACC04	16.30 ^{de}	14.10 ^{cde}	14.68 ^{ab}	239.28 ^{cde}	0.17 ^b	14.69 ^e	38.06 ^{bc}	2.51 ^{ab}
ACC05	20.30 ^{de}	14.28 ^{cde}	13.38 ^{abcd}	271.61 ^{cde}	0.16 ^c	16.08 ^c	44.43 ^{abc}	2.93 ^{ab}
ACC06	22.20 ^{cd}	16.56 ^a	14.84 ^{ab}	329.45 ^{ab}	0.10 ^e	9.93 ^h	31.67 ^c	2.09 ^b
ACC07	32.20 ^{ab}	15.89 ^{ab}	14.22 ^{abc}	457.72 ^a	0.13 ^d	13.44 ^f	58.99 ^a	3.90 ^a
ACC08	38.10 ^a	13.04 ^{ef}	11.78 ^{de}	448.82 ^a	0.13 ^d	8.61 ⁱ	59.04 ^a	3.90 ^a
ACC09	16.50 ^{de}	12.46 ^f	11.26 ^e	185.79 ^{de}	0.17 ^{bc}	17.56 ^b	30.91 ^c	2.78 ^{ab}
ACC10	16.00 ^{de}	14.94 ^{bcd}	13.26 ^{abcd}	212.16	0.17 ^{bc}	15.40 ^d	34.14 ^{bc}	2.25 ^b
ACC11	21.50 ^{cd}	16.06 ^{ab}	14.58 ^{ab}	313.47 ^{bc}	0.16 ^c	13.60 ^f	48.59 ^{ab}	3.20 ^{ab}
ACC12	17.00 ^{de}	14.96 ^{bcd}	12.90 ^{abcd}	219.30 ^{cde}	0.17 ^{bc}	15.39 ^d	36.14 ^{bc}	2.39 ^{ab}
ACC13	28.30 ^{bc}	16.82 ^a	15.42 ^a	436.39 ^a	0.13 ^d	10.73 ^g	57.34 ^a	3.78 ^a
ACC14	17.70 ^{de}	16.20 ^{ab}	13.62 ^{abcd}	241.07 ^{cde}	0.16 ^c	14.37 ^e	36.91 ^{bc}	2.44 ^{ab}
CV	18.62	11.49	18.97	43.78	11.54	2.1	22.49	25.1

Letras diferentes dentro de la misma columna indican una diferencia significativa entre las accesiones ($p < 0.05$). VP=Vaina por planta; CV=Coeficiente de variación; NLV=Número de lóculos por planta; SV=semillas por vaina; SPP= semillas por planta; PIS= Peso individual de semilla; P100S=Peso de 100 semillas; PSP=Peso de semillas por planta; R=Rendimiento.

Estos valores son similares a los reportados por Márquez-Quiroz, De la Cruz-Lázaro, Osorio-Osorio, y Sánchez-Chávez. (2015) y Estrada-Domínguez, Márquez-Quiroz, Cruz-Lázaro, Osorio-Osorio y Sánchez-Chávez. (2018) que obtuvieron un valor máximo de 34.03g y 49.9g por planta, respectivamente, sin embargo, los trabajos reportados fueron biofortificados con hierro y zinc. Además, en cuanto al rendimiento por hectárea, los valores son superiores a los 1.5 t ha⁻¹ reportados por Apáez Barrios *et al.* (2013).

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos, podemos concluir que las accesiones del presente presentaron mayor producción con respecto a otros estudios, además, las por las características del cultivo, nos permitió alargar el ciclo productivo a 120 días, lo que se vio

reflejado al incrementar la producción, siendo la accesión ACC07 la que más sobresalió en todas las variables analizadas.

Literatura citada

Apáez-Barrios, P., Escalante-Estrada, J. A. S., Ramírez Vallejo, P., Koch Olt, S. D., Sosa Montes, E., y Olalde-Gutiérrez, V. M. (2013). Eficiencia agronómica de nitrógeno y fósforo en la producción de frijol chino en espaldera de maíz. *Terra Latinoamericana* 31(4): 285-293.

Apáez-Barrios, P., Escalante-Estrada, J. A. S., Ramírez Vallejo, P., Koch Olt, S. D., Sosa Montes, E., y Olalde Gutiérrez, V. M. (2016). Producción y calidad nutricional de vaina del frijol chino, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, en función de arreglo topológico y tipo de fertilización." *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 48(2): 31-42.

Arias, L., Jarvis, D., Williams D, Latournerie, L., Márquez, F., Castillo, F., Ramírez, P., Ortega, R., Ortiz, J., y Sauri, E. (2004) Conservación in situ de la biodiversidad de las variedades locales en la milpa de Yucatán, México. En: Chávez JL, Tuxill J, Jarvis DI (eds): Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. pp: 36-46

Ávila-Serrano, N. Y., Murillo-Amador, B., Espinoza-Villavicencio, J. L., Palacios-Espinosa, A., Guillén-Trujillo, A., de Luna-De la Peña, R., y García-Hernández, J. L. (2011). Modelos de predicción del rendimiento de grano y caracterización de cinco cultivares de frijol yorimón. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12(1): 11-18.

Estrada-Domínguez, V., Márquez-Quiroz, C., Cruz-Lázaro, E. d. I., Osorio-Osorio, R., y Sánchez-Chávez, E. (2018). Biofortificación de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) con zinc: efecto en el rendimiento y contenido mineral. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9(SPE20): 4149-4160.

Guillén-Molina, M., Márquez-Quiroz, C., de la Cruz-Lázaro, E., Velázquez-Martínez, J. R., Soto-Parra, J. M., García-Carrillo, M., y Orozco-Vidal, J. A. (2016). Biofortificación de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) con hierro y zinc. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 17: 3427-3438.

Kaptso, K. G., Njintang, Y. N., Komnek, A. E., Hounhouigan, J., Scher, J., & Mbofung, C. M. F. (2008). Physical properties and rehydration kinetics of two varieties of cowpea (*Vigna unguiculata*) and bambara groundnuts (*Voandzeia subterranea*) seeds. *Journal of Food engineering* 86(1): 91-99.

Manggoel, W. and M. Uguru (2012). Evidence of maternal effect on the inheritance of flowering time in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *International Journal of Plant Breeding and Genetics* 6: 1-16.

Márquez-Quiroz, C., De-la-Cruz-Lázaro, E., Osorio-Osorio, R., y Sánchez-Chávez, E. (2015). Biofortification of cowpea beans with iron: iron's influence on mineral content and yield. *Journal of soil science and plant nutrition* 15: 839-847.

Ogle W, Witcher W, Barnett OW (1987) Descriptors for the southern peas of South Carolina. *Bulletin/South Carolina Agricultural Experiment Station*. No. 659. USA. 23p.

Xiong, H., Shi, A., Mou, B., Qin, J., Motes, D., Lu, W., Ma, J., Weng, Y., Yang, W., and Wu, D. (2016). Genetic Diversity and Population Structure of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *PLoS One* 11(8): e0160941. doi:10.1371/journal.pone.0160941.

EFFECTO DE DOS ROTACIONES DE CULTIVO SOBRE EL RENDIMIENTO DE SEIS VARIEDADES DE GARBANZO

Ortega Murrieta Pedro F.¹, Fierros Leyva Gustavo A.¹, Guerrero Aguilar Brenda Z.², Padilla Valenzuela Isidoro³, Acosta Gallegos Jorge A.³, Ávila Salazar Jesus M.⁴, Valenzuela Herrera Víctor⁵, Rodríguez Cota Franklin G.⁶, López Guzmán Jesus A.⁵

¹ Campo Exp Costa de Hermosillo, Carr. a Bahía de Kino Km 12.6, Col La Manga, Hermosillo, Sonora, ortegampedro@gmail.com; ² Campo Exp. Bajío, Celaya, Guanajuato; ³ Campo Exp. Norman E. Bourlaug, Cd Obregón Sonora; ⁴ Ex-profesor del Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora, Hermosillo; ⁵ Campo Exp. Valle de Culiacán, Sinaloa; ⁶ Campo Exp. Valle del Fuerte, Juan Jose Ríos, Sinaloa.

Resumen

En el noroeste de México se produce más del 80% del garbanzo a nivel nacional, con una superficie promedio cosechada en los últimos cinco años (2014-2018) de 85,020 ha, con rendimiento promedio de 1.704 t ha⁻¹, y con una producción de 152,004 toneladas anuales. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de dos rotaciones de cultivo sobre el rendimiento de seis variedades de garbanzo. La rotación sorgo-garbanzo (R1) superó en 54% el rendimiento exportable a la rotación garbanzo-garbanzo (R2), de la misma manera se produjo mayor tamaño de grano. Las variedades Mazocahui y BlancoSon fueron las variedades más rendidoras en ambas rotaciones, superando al testigo Blanco Sinaloa 92 en 71 y 73% en rendimiento exportable, respectivamente. Se presentó mayor cantidad de UFC de *Fusarium* en R2 que en R1 en madurez del cultivo (1000 vs 800 UFC, en forma respectiva). Costa 2004 fue la variedad más afectada por *Fusarium* spp. y rindió 130 y 92 kg ha⁻¹ de rendimiento exportable en R1 y R2.

Palabras clave: calidad, calibre de grano, unidades formadoras de colonia (UFC).

Abstract

In northwestern Mexico, more than 80% of the chickpea is produced nationwide, with an average area harvested in the last five years (2014-2018) of 85,020 ha, with an average yield of 1.704 t ha⁻¹, and with a production of 152,004 tons per year. The objective of this study was to determine the effect of two crop rotations on yield of six chickpea varieties. The sorghum-chickpea (R1) rotation exceeded the exportable yield by 54% to the chickpea-chickpea (R2) rotation; in the same way, a bigger grain size was produced. Mazocahui and BlancoSon were the most profitable varieties in both rotations, outyielding Blanco Sinaloa 92 (check variety) in 71

and 73% in exportable yield, respectively. There was a greater amount of colony-forming units (CFU) of *Fusarium* spp. in R2 than in R1 at maturity were 1000 and 800 CFU, respectively. Costa 2004 was the variety most affected by *Fusarium* and yielded 130 and 92 kg ha⁻¹ of exportable yield in R1 and R2.

Key words: quality, caliber, Colony forming units (CFU).

Introducción

Una de las principales limitantes en la producción de garbanzo alrededor del mundo son las enfermedades de la raíz, ya que pueden reducir el rendimiento hasta el 60% (Singh, Chen, Rubiales, Sharma and Gan.,2007). Son causadas principalmente por hongos del género *Fusarium* que está presente en la mayoría de los terrenos cultivados con garbanzo. Las prácticas más comunes para reducir el daño de este patógeno son mediante el control integrado de prácticas de manejo que incluye: la rotación de cultivos, siembra en las fechas de siembra óptima, uso de variedades resistentes, control mediante el uso de microorganismos antagónicos, entre otros (Mihailović, Rekanović, Hrustić, Grahovac and Tanović, 2017). En el noroeste de México es un cultivo adaptado a las condiciones agroecológicas, produce satisfactoriamente y requiere de 400 a 450 mm de agua de riego para su adecuada productividad. La superficie de siembra promedio cosechada en esta región en los últimos cinco años (2014-2018) fue de 85,020 ha, con rendimiento promedio de 1.704 t ha⁻¹, y con una producción de 152,004 toneladas anuales con un valor de la producción de aproximadamente 2,432 millones de pesos (SIAP, 2018). Este cultivo se produce para el mercado de exportación, principalmente para España, Italia y Argelia. El garbanzo es una fuente de alto contenido de proteína, y su uso principal es para alimento humano. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de dos rotaciones de cultivo sobre el rendimiento de seis variedades de garbanzo.

Materiales y Métodos

Se evaluaron dos rotaciones de cultivo, la primera fue la siembra de garbanzo-sorgo forrajero-garbanzo (R1) y la siembra de garbanzo-garbanzo (R2). Los genotipos evaluados fueron Mazocahui, BlancoSon, Blanoro, Blanco Sinaloa 92, Costa 2004 y Blanco Magdalena 95. En la rotación R1 se realizó la siembra de garbanzo en enero 2018, seguido por siembra de sorgo forrajero en julio 2018, y posteriormente por garbanzo en enero 2019. En la R2, se sembró el garbanzo en enero 2018, se descansó la tierra en el verano 2018, y la siembra de garbanzo se realizó en enero 2019. En ambas rotaciones se reportan los resultados de la cosecha de garbanzo de 2019. La siembra de garbanzo se realizó el 22 de enero 2019, en sistema de riego

por goteo con separación de cintas regantes a 1.6 m con siembra en doble hilera (0.4 m de separación entre hileras), con 12 plantas por metro lineal (150,000 plantas·ha⁻¹).

Se estableció en un suelo yermosol, con textura franco arcilloso. Se dio el manejo agronómico propuesto por INIFAP. La parcela experimental fue de 1 cama de siembra de 10 m de largo y parcela útil de 8 m², con cuatro repeticiones. Se usó diseño experimental de parcelas divididas, las parcelas grandes fueron las rotaciones y las chicas las variedades.

Se obtuvo el rendimiento de origen (o de campo), se tomó una muestra y se pasó por una malla con perforaciones de 9 mm de diámetro para calcular el porcentaje de exportación y el rendimiento de exportación, y se midió el calibre del grano (número de granos en 30 g). Los resultados de rendimiento y las variables se analizaron estadísticamente utilizando el paquete JMP Pro de SAS®, la separación de medias se hizo usando la prueba de Tukey (0.05). Se analizó el suelo en el laboratorio de fitopatología para determinar las poblaciones de *Fusarium* spp (Fusarium).

Resultados y Discusión

Los resultados de rendimiento de grano de origen, rendimiento de exportación, calibre de grano y porcentaje de exportación de grano presentaron diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.01$) entre las rotaciones y variedades; para la interacción de estos dos factores la diferencia fue significativa ($p \leq 0.05$). En promedio de las variedades, la rotación con sorgo (R1) superó el rendimiento a la rotación garbanzo-garbanzo (R2) tanto en rendimiento de origen o de campo como en el rendimiento exportable en 35 y 54%, respectivamente. También el tamaño de grano y el porcentaje de exportación fue superior en la R1, con dos puntos en calibre y el porcentaje de exportación en 11% (Cuadro 1). Después de cosecha se evaluaron las poblaciones de *Fusarium* en el suelo y se detectaron 800 y 1,000 UFC en R1 y R2, respectivamente, poblaciones que causan merma en el rendimiento de grano en variedades susceptibles.

Cuadro 1. Rendimiento de origen, rendimiento de exportación, calibre de grano y porcentaje de exportación en las dos rotaciones de cultivo, en promedio de variedades de garbanzo.

Rotación	Rend. de origen	Rend. de exportación	Calibre de exportación	Porcentaje de exportación	
	Kg ha ⁻¹		No. Granos / 30 g		
Sorgo-Garbanzo (R1)	1,743 a [†]	1,530 a	47 b	80	a
Garbanzo-Garbanzo (R2)	1,291 b	991 b	50 a	72	b
Sign. estad. [‡]	**	**	**	*	

[†]Valores con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales, Tukey (0.05).

[‡], Significancia Estadística, **, altamente significativo ($p \leq 0.01$), *, significativo ($p \leq 0.05$).

El mayor rendimiento de las variedades en promedio de las dos rotaciones, fueron con Mazocahui y BlancoSon y que presentaron menor efecto por daño de Fusarium. Estas dos variedades superaron el rendimiento exportable al testigo Blanco Sinaloa 92 en 71 y 73%, repectivamente. La variedad mas afectada fue Costa 2004, ya que rindió 229 y 111 kg ha⁻¹ de grano de origen y de exportación, en forma respectiva (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento de origen, rendimiento de exportación, calibre de grano y porcentaje de exportación de variedades de garbanzo, pomedio de las dos rotaciones de cultivo.

Genotipos	Rend. de origen	Rend. de exportación	Calibre de exportación		Porcentaje de exportación	
	Kg ha ⁻¹		No. Granos / 30 g			
Mazocahui	2,196 a [†]	1,883 a	46	b	86	a
BlancoSon	2,176 ab	1,902 a	47	b	86	a
Blanco Magdalena 95	1,654 bc	1,428 ab	52	a	84	a
Blanco Sinaloa 92	1,450 c	1,097 b	46	b	73	b
Blanoro	1,399 c	1,142 b	47	b	80	ab
Costa 2004	229 d	111 c	51	a	48	c
Sign. estad. [‡]	**	**	**			*

[†]Valores con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales, Tukey (0.05).

[‡], Significancia estadística, **, altamente significativo (p≤0.01), *, significativo (p≤0.05).

En la interacción de rotaciones y variedades, los mejores rendimientos de las variedades se expresaron cuando la rotación fue con sorgo (R1), resultados que coinciden con Natarajan, Kannalyan, Willey and Nene, 1985, donde se detectó que en siembras de chícharo con sorgo se redujo las infestaciones de Fusarium; de la misma manera, Nageswara et al., 2014, detectaron el mismo efecto en cártamo.

Destacan las variedades Mazocahui y BlancoSon pues rienden aceptablemente bajo las dos rotaciones, lo que indica la tolerancia de ambas variedades a Fusarium (Figura 1).

El tamaño de grano o calibre de las variedades fue afectado significativamente en la R2, así como el porcentaje de grano exportable (datos no mostrados) comparado con la R1.

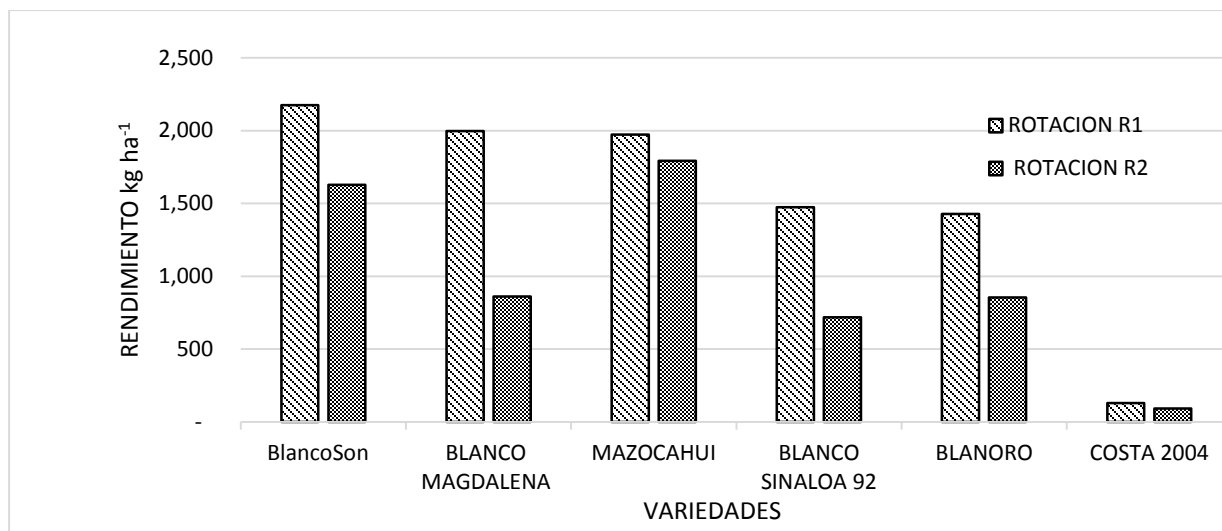


Figura1. Rendimiento exportable de variedades de garbanzo en dos rotaciones de cultivo.

Conclusiones

La rotación garbanzo-garbanzo (R2) mermó los rendimientos de grano exportable en promedio de las variedades en 34% comparado con la rotación sorgo-garbanzo (R1), debido probablemente a mayor presencia de *Fusarium* en el suelo en R2. En esta evaluación se observó que el mas alto rendimiento de grano exportable fue con las variedades Mazocahui y BlancoSon en cualesquiera de las dos rotaciones, en cambio la variedad Blanco Sinaloa 92 (testigo) mermó fuertemente su rendimiento cuando se sembró en la rotación con garbanzo (R2), lo que indica mayor susceptibilidad a los hongos presentes. En la R2 se afectó negativamente el tamaño de grano así como el porcentaje de grano exportable de manera significativa.

Literatura Citada

- Natarajan M., J. Kannalyan, R.W. Willey and Y.L. Nene. 1985. Studies on the effects of cropping system on fusarium wilt of pigeonpea. *Field Crops Research*, 10: 333-346. doi.org/10.1016/0378-4290(85)990039-5.
- Nageswara Rao,V., R. Kalpana Sastry, P. Craufurd, H. Meinke, D. Parsons, T.J. Rego and A. Rathore. 2014. Cropping systems strategy for effective management of Fusarium wilt in safflower. *Field Crop Research* 156:191-198. doi.org/10.1016/j.fcr.2013.11.013.
- Mihailović Milica, Emil Rekanović, Jovana Hrustić, MilaGrahovac and Brankica Tanović. 2017.Methods for management of soilborne plant pathogens. *Pestic.Phytomed.* 32(1):9-24. doi.org/10.2298 /PIF1701009M
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Recuperado de <http://www.siap.gob.mx /cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>.

Singh,G., W. Chen, D. Rubiales, K. Moore, Y.R. Sharma and Y. Gan. 2007. Diseases and their management. In Chickpea Breeding and Management. S.S. Yadav, R.J. Redden, W. Chen and B. Sharma (eds). CABI. pp 497-519. United Kingdom.

EL SILICIO COMO MEJORADOR DE VIGOR DE LA PLÁNTULA DE MELÓN

Cucumis melo L.

Reyes Sánchez Glenda Alicia¹, Loya Ramírez José Guadalupe¹, Ruiz Espinoza Francisco Higinio¹, Beltrán Morales Félix Alfredo¹, Zamora Salgado Sergio, Navejas Jiménez Jesús²

Universidad Autónoma de Baja California Sur¹, INIFAP². glendaareyes@hotmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo fue comparar el efecto de silicio (Si), humus, suelo y la combinación de los tres, en el vigor de plántulas de melón. Los siguientes tratamientos fueron evaluados: T1: Semilla sin tratar, en suelo. T2: Semilla sin tratar, en humus. T3: Semilla tratada con silicio, en suelo. T4: Semilla tratada con silicio, en humus. T5: Semilla sin tratar en suelo + humus. T6: Semilla tratada con silicio, en suelo + humus. Las variables medidas fueron: Emergencia de plántulas, índice SPAD y % materia seca de tallo y de raíz. Los promedios mayores para emergencia e índice SPAD fueron registrados en: semillas con silicio en suelo + humus. Sin embargo, el % de materia seca en tallo y en raíz, fueron más bajo en este tratamiento. Aunque las diferencias no fueron significativas, en % de materia seca de tallo y raíz, las medias aritméticas del tratamiento de semilla + silicio + humus fueron mayores, que en el resto de los tratamientos. Lo que sugiere que la mezcla de Si + humus + suelo tuvo un efecto sinérgico en la mejora del vigor de la planta de melón.

Palabras clave: Emergencia, Índice SPAD, Nutrimiento

Abstract

The objective of this work was to compare the effect of silicon (Si), humus, soil and their combination, on the vigor of melon seedlings. The treatments evaluated were: T1: Untreated seed, on soil; T2: Untreated seed in hummus; T3: Seed treated with silicon in soil; T4: Seed treated with silicon in humus; T5: Untreated seed in soil + humus and T6: Seed treated with silicon in soil + humus. The variables measured were: Emergence of seedlings, SPAD index and % of stem and root dry matter. The highest averages for emergency and SPAD index were recorded in seeds with silicon in soil + humus. However, the % of dry matter in stem and at root were lower in this treatment. Although the differences were not significant in % of stem and root dried matter, the means of treated seed + silicon + humus were greater than in the rest of the

treatments. This suggests that the mixture of Si + humus + soil had a synergistic effect on improving the vigor of melon.

Key words: Emergency, SPAD index, Nutriment.

Introducción

Actualmente, la mayoría de las plantaciones de melón se hacen a través de plántulas de vivero. La producción de plántula es una de las etapas más críticas en este cultivo, ya que una plántula sana y vigorosa se refleja en una tasa de sobrevivencia mayor, desarrollo óptimo y, consecuentemente, mayor rendimiento.

El melón es un cultivo importante en Baja California Sur debido a que se produce para exportación y en consecuencia es un generador de divisas. De acuerdo con SIAP (2018) B. C. S. cuenta con un total de 144 hectáreas de siembra de melón y se encuentra en el lugar 10 a nivel nacional en producción, con un volumen de 4,102.75 ton/año.

Para su óptimo desarrollo, el melón requiere de nutrientes, entre ellos el silicio. De acuerdo con Liang, Sun, Zhu y Christie (2006), el Silicio es considerado como inductor de resistencia a los patógenos, así como de la tolerancia a altas concentraciones de metales tóxicos. Además, de reducir el daño causado por las heladas y las plagas.

Raya y Aguirre (2012) mencionan que el silicio juega un papel protector contra estrés biótico y abiótico. En algunos países lo emplean en la fertilización de algunos cultivos.

Da Cunha et al. (2012) encontraron que el consumo de agua, la cantidad de acumulación de biomasa y la absorción de potasio fueron mayores en plantas crecidas en solución sin adición de silicio. Sin embargo, la concentración de OH⁻ en la solución y la cantidad de absorción de silicio fueron mayores en plantas crecidas en solución con silicio.

Una fuente importante de nutrientes para la planta es el humus. Según Ellerbrock, Höhn y Rogasik (1997), el humus es el mayor componente de la material orgánica del suelo. La materia orgánica del suelo (MOS) influye en los ciclos del carbono, nitrógeno y otros elementos importantes en el ecosistema y tradicionalmente se sirve como el mejor indicador de fertilidad de suelos (Usiri and Johnson, 2003). La MOS ha sido cada vez más considerada como un indicador de calidad del suelo y, además, uno de los componentes de sostenibilidad y estabilidad de la biosfera (Kogut, 1998). En virtud de la bondad del silicio reportada en diferentes trabajos, el objetivo de esta evaluación fue comparar el efecto de silicio (Si), humus, suelo y la combinación de los tres, en el vigor de plántulas de melón.

Materiales y métodos

Este trabajo fue llevado a cabo en cultivo de melón, en una malla tipo cristal 25 mesh y 20% de sombreo, ubicada en La universidad Autónoma de Baja California Sur. El experimento inició el día 23 de agosto del 2017 y concluyó el 23 de Septiembre del mismo año. Durante este periodo, las variables fueron medidas diariamente. Seis tratamientos fueron evaluados con cuatro repeticiones y 5 plantas por repetición, de tal manera que se tuvo un total de 120 plantas. Los tratamientos comparados fueron: T1: semilla de melón sin tratar en suelo. T2: semilla de melón sin tratar en humus. T3: semilla de melón tratada con silicio en suelo. T4: semilla de melón tratada con silicio en humus. T5: semilla de melón sin tratar en suelo + humus (1:1), T6: semilla de melón tratada con silicio en suelo + humus (1:1). Las variables medidas fueron: emergencia de plántulas de melón, Índice SPAD, % materia seca en tallo y % materia seca en raíz. El silicio utilizado fue de un producto comercial Diatomix®. El índice SPAD fue obtenido con un medidor SPAD Minolta 502®. Para determinar la materia seca, fue necesario separar, con un bisturí, la raíz del tallo de cada plántula. Posteriormente, fueron pesadas individualmente en fresco en una balanza OHAUS Scout®. Después, cada tallo y raíz se colocaron en bolsas de papel para someterlas a 72° C durante 24 horas en un horno marca Rios Rocha S. A.® y posteriormente pesarlas en la misma balanza y así obtener el peso seco. Los datos fueron analizados con (Microsoft Excel® 2013) y la comparación de medias con el paquete estadístico de Olivares (2012).

Resultados y Discusión

La Figura1 muestra que el tratamiento de semilla tratada con silicio en suelo + humus (T6) tuvo una media mayor de emergencia de plántulas (4.80 plántulas). Se observa una probable sinergia en la mezcla de humus + suelo + silicio. En cambio, el tratamiento de semilla sin tratar en humus (T2), tuvo la media menor de emergencia (3.50).

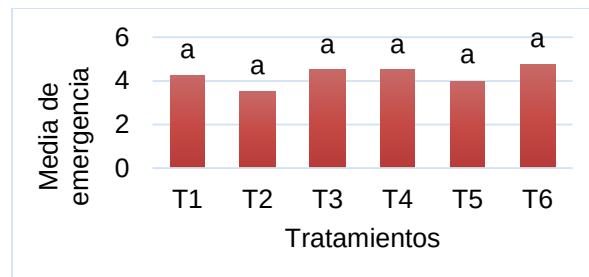


Figura1. Comparación de medias de emergencia de plántulas de melón entre seis tratamientos.

Las diferencias entre tratamientos no fueron significativas. Se observó una tendencia ascendente en la media de emergencia de los tratamientos que contenían Si. Probablemente, el Si protegió la semilla contra los microorganismos de suelo. Según Liang et al. (2006), el Silicio es considerado como un inductor de resistencia a los patógenos.

La Figura 2 muestra que las diferencias de SPAD entre los tratamientos fueron significativas ($p \leq 0.05$). La media mayor fue de 47.20 en el tratamiento de semilla tratada con silicio en suelo + humus (T6). En cambio, las medias más bajas fueron de 26.00 y 24.10 en los tratamientos de semilla sin tratar, en suelo (T1) y semilla tratada con silicio en suelo (T3), respectivamente.

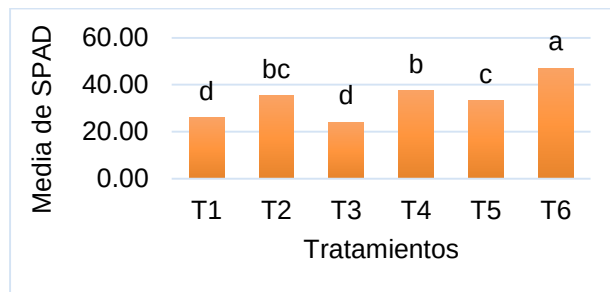


Figura 2. Comparación de medias de índice SPAD de plántulas de melón entre seis tratamientos.

La Figura 3 muestra que, las diferencias entre las medias de materia seca en los tratamientos no fueron significativas. Sin embargo, la media aritmética en el tratamiento de semilla tratada con silicio en humus (T4), fue mayor (12.80%). En cambio, el tratamiento de semilla tratada con silicio en suelo + humus (T6) resultó el más bajo (9.90%).

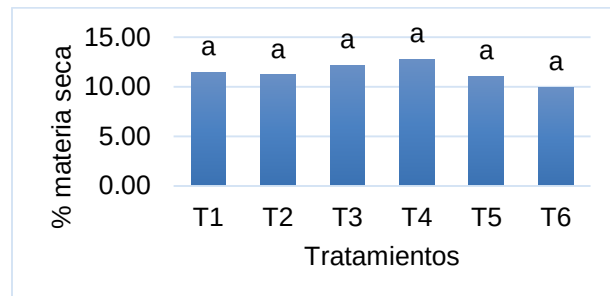


Figura 3. Comparación de porcentaje de materia seca de tallo en plántulas de melón entre seis tratamientos

La Figura 4 muestra que el tratamiento con mayor % de materia seca (13.00) fue el de semilla tratada con silicio en humus (T4). En cambio, El más bajo fue el tratamiento de semilla tratada con silicio en suelo + humus (T6) con 9.00%. Las diferencias entre tratamientos no fueron significativas.

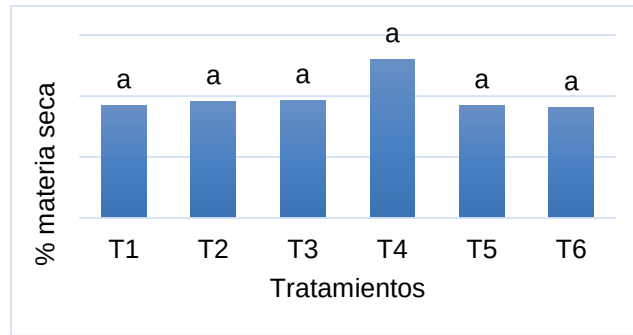


Figura 4. Comparación de porcentaje de materia seca de raíz en plántulas entre seis tratamientos.

Conclusiones

En las variables emergencia e índice SPAD, el mejor tratamiento fue el de semillas con silicio en suelo + humus. Aunque las diferencias no fueron significativas en % de materia seca de tallo y raíz, las medias aritméticas del tratamiento de semillas con silicio en humus fue mayor, que en el resto de los tratamientos. Este resultado sugiere que la mezcla de Si + humus + suelo tuvo un efecto sinérgico en la mejora del vigor de la planta de melón.

Literatura Citada

Da Cunha, A., Oliveira, M., Caballero, E., Martínez, H., Fontes, P. y Pereira, P. (2012). Growth and nutrient uptake of coffee seedlings cultivated in nutrient solution with and without silicon addition. *Revista Ceres* 59 (3), 392-399.

Drozd, J., Gonet, S., Senesi, N. y Weber J. (Eds.). (1997). *Influence of management practice on soil organic matter composition*. Polonia: IHSS-Polish Society of Humic Substances, Wroclaw. 233-238.

Kogut, B. M. (1998). Transformation of humus status in cultivated chernozems. *Eurasian Soil Sci.* 7. 721-728.

Liang, Y., Sun, W., Zhu, Y. G., y Christie, P. (2006). Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. *Environmental Pollution* 147, 422-8.

Raya, J. y Aguirre, C. (2012). El papel del silicio en los organismos y ecosistemas. *ConCiencia Tecnológica* (2012) (43) 42-46.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2018). *Producción agrícola*. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap>

Usiri, D. A. N. y Johnson, C. E. (2003). Characterisation of organic matter in northern hardwood forest soil by ¹³C NMR spectroscopy and chemical methods. *Geoderma*, 111 (1-2). 123-149.

EVALUACION DE TRES CULTIVARES DE VID EN ALTA DENSIDAD CON SISTEMA DE PERGOLAS, PARA PRODUCCIÓN DE VID PASA

**Valenzuela Ruíz Manuel de Jesús¹, Robles Contreras Fabián¹, Macías Duarte Rubén¹
y Grijalva Contreras Raúl Leonel¹**

INIFAP-CECH-Sitio Experimental de Caborca¹, Avenida S No. 8 Norte.C.P. 83600, H. Caborca, Sonora,
México. valenzuela.manuel@inifap.gob.mx,

Resumen

En el estado de Sonora, la vid 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 la producción de vid pasa es una buena alternativa, siendo la principal zona productora de vid pasa a nivel nacional. Entre los principales problemas que presenta para la producción de vid pasa, es la escasez/o reducción de la disponibilidad de agua y los sistemas de plantación y/o entrenamientos obsoletos (sistema de entrenamiento de cruceta californiano y bajas densidad de plantación). El INIFAP-CECH-Sitio Caborca desarrollo una tecnología de producción que permite el incremento del rendimiento en un 60 %, sin incrementar el consumo de agua, e incremento de la calidad, esta tecnología se basa en utilizar un sistema de entrenamiento de pérgola más económica e incremento de la densidad de plantación en un 100 %. El objetivo del presente trabajo fue evaluar tres cultivares de vid con alta densidad en sistema de pérgolas (modificado), para producción de vid pasa. Entre los principales resultados obtenidos fueron la producción de 14 ton/ha en el cultivar Flame seedless, 10 con el cultivar Selma Pete y 8.6 ton/ha en el cultivar Perlette, además se obtuvo muy buena calidad.

Palabras Claves: vid para pasa, cultivares, alta densidad, sistema de conducción, pérgolas.

Abstract

In the state of Sonora, the vine is one of the main crops, due to the economic spill it originates and the labor generated. In the region of Caborca, the production of grapevines is a good alternative, being the main producing area of vines passes nationwide. Among the main problems it presents for the production of grapevine, it is the scarcity / or reduction of water availability and obsolete training systems (Californian crosshead training system and low planting density). The CECH-INIFAP Caborca site developed a production technology that allows for an increase in production by 60% without increasing water consumption, and an increase in quality, this technology is based on using a more economical pergola training system

and increase in planting density by 100%. The objective of the present work was to evaluate three grape cultivars with high density in the pergolas system, for the production of raisins. Among the main results obtained were the production of 14 ton/ha in the Flame seedless cultivar, 10 with the Selma Pete cultivar and 8.6 ton/ha in the Perlette cultivar, in addition very good quality was obtained.

Introducción

En el estado de Sonora, la vid es uno de los principales cultivos, debido a la derrama económica que origina y la mano de obra que genera. La región de Caborca, Sonora, México, es la principal zona productora de vid pasa a nivel nacional, cuenta con una superficie de 3500 a 4000 ha y se obtiene un rendimiento promedio de 5.0 ton/ha, (aunque actualmente con las nuevas plantaciones y con nuevos sistemas de plantación y entrenamiento se obtienen rendimientos de 6 a 10 ton/ha). A nivel internacional el cultivar más utilizado es Thompson seedless, el cual produce el 94.6 de la pasa en el mundo (FAS/USDA, 1988). Siendo este cultivar el más importante en la región, el cual ocupa el 50 % de la superficie que se destina para este propósito, aunque también son utilizados para la producción de uva pasa en la región los cultivares sin semilla como Flame seedless, Fiesta y Perlette. Flame seedless es una variedad muy vigorosa, brota cuatro días después de Sultanina y madura una semana antes, es decir, tiene un ciclo más corto. Es de racimo mediano, sus bayas son redondas y de tamaño mediano 16-18 mm, con pulpa crocante y sabor dulce, color rojo brillante a rosado intenso, hollejo muy delgado y fino; suele tener trazas de semillas blandas, delgadas e imperceptibles. Su racimo es mediano y liviano, fino, de escobajo firme, es resistente al desgrane, es muy vigorosa, de rendimientos altos y buena fertilidad de yemas basales. En plantas muy vigorosas aparecen ataques de palo negro (Sebastian, 2017). Perlette es una variedad que brota y madura (21 °Brix) siete días antes que Sultanina, tiene una baya esférica, chica de 14-16 mm, color amarillo pálido y hollejo fino. Es una variedad apirénica que puede presentar rudimento seminal según el año. Es muy vigorosa y productiva, su racimo es suelto y ramoso, fructifica en las yemas basales (Ibídem, 2007). Otra variedad que se puede destinar a pasas es Loose Perlette, muy similar a la anterior; es muy fértil y su racimo es algo más suelto que Perlette (Sebastian, 2017). Selma Pete es una variedad con baya ovalada, color verde perla, diámetro 16-18 mm, racimos grandes y sueltos, de forma cónica, sensible a oídio. Selma Pete es originaria de california es el resultado de un múltiple cruzamiento de variedades, madura dos semanas antes de la Fiesta, y tres o más semanas antes de que Thompson seedless o Sultanina. Selma Pete fue una variedad desarrollada en el año 2001 por la USDA,

específicamente para sistemas DOV. Es de moderado vigor, madura a mediados de agosto en Estados Unidos. Esta variedad toma de cuatro a cinco semanas para secarse en la planta, con rendimientos de 10 t/ha. Se adapta a sistemas de conducción como parral, open gable y over head. Su poda se realiza con cuatro a ocho cargadores sobre cordones, sus racimos pesan de 180 a 200 g. (Sebastian, 2017). Entre los principales problemas que presenta para la producción de vid pasa, es la escasez y/o reducción de la disponibilidad de agua y los sistemas de entrenamiento obsoletos (sistema de entrenamiento de cruceta californiano y bajas densidad de plantación). Sin embargo, la región presenta las mejores condiciones climáticas (clima seco, temperaturas mayores a 40 °C en los meses de junio-agosto), coincidiendo con la época de cosecha), lo cual favorece la obtención de un producto de excelente calidad (Valenzuela, 2000). La producción de uva pasa constituye una importante opción para la viticultura de Caborca, siendo más rentable que la producción de vid para aguardiente o concentrado, lo cual la hace más atractiva para el productor. En trabajos realizados por el INIFAP, en la región de Caborca con el fin de identificar cultivares superiores en producción y de calidad similar a Thompson seedless, se ha determinado que Selma pete, Fiesta y Flame seedless lo superan ampliamente en rendimiento y de calidad similar excepto el cultivar Flame seedless, el cual tiene una menor calidad, pero lo supera en más del 100 % en producción. El objetivo del presente trabajo fue evaluar tres cultivares de vid (Flame seedless, Perlette y Selma Pete) con alta densidad en sistema de pérgolas, para producción de vid pasa.

Materiales y Métodos

La evaluación de estos cultivares se realizó en un campo comercial dedicado a la producción de vid pasa, “Ejido Torrentera”, durante el ciclo 2019, y consistió en evaluar los cultivares Flame seedless, Perlette y Selma Pete, los cultivares Flame seedlessy Perlette se encuentran plantadas a un sistema de 1 m entre plantas y 4 m entre hileras y se encuentran entrenadas en cordón bilateral y fueron podadas con 10 espolones de dos yemas por cada cordón y Selma Pete está a un distanciamiento de 1.5 m entre plantas y 4 m entre hileras, se encuentran entrenadas en cordón bilateral, solo que la poda se realizó combinada (espolón y cañas), dejando un total de 8 guías por planta (Figura 1).

El viñedo se irriga por el sistema de riego por goteo, cada gotero se encuentra a un distanciamiento de 50 cm entre ellos y de un gasto de 2 lt.h, el manejo que se le dio al viñedo fue el recomendado por el INIFAP para la producción de vid pasa, el diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar, y para cada variable que se analizó consto de 10 repeticiones. En los cultivares Flame seedless, y perlette, en condiciones naturales la uva pasa

es de menor tamaño, y para obtener pasa de mayor tamaño, fue necesario hacer aplicaciones de ácido giberélico. La dosis y el número de aplicaciones y época de aplicación se indican en el cuadro 1. Estas aplicaciones se realizaron con el fin de evitar que los racimos queden muy compactos. Abbot 1987; Casas, 1992). Las variables evaluadas fueron; Número y Peso de racimos, Grados brix, Relación uva fresca/pasa, fecha de cosecha y rendimiento.



Figura 1. Aspecto del sistema de entrenamiento y poda del cultivar Selma pete. INIFAP-CECH. 2019

Cuadro 1. Dosis y efecto al utilizar ácido giberélico en vid pasa 2019. INIFAP – CECAB.

ETAPA	DOSIS (ppm)	EFFECTO QUE PRODUCE	OBSERVACIONES
Alargamiento de Racimo	Flame 8 (2)* Perlette 16 (3)	Alargamiento del Racimo.	Cuando la mayoría de los racimos anden entre 7 y 10 cm.
Floración	Flame 7 (3) Perlette 16 (2)	Raleo de Flor	Cuando el 50% de racimos se encuentran en floración.
Crecimiento de Baya	Flame 40 (3)	Uniformizar y dar tamaño de Baya	Flame; bayas 7 a 9 mm

Resultados y Discusión

Entre los resultados más importantes en cuanto a Número de racimos, hubo diferencias significativas (tukey 0.05), siendo el cultivar Selma pete el que presento el mayor número con 108 y el cultivar Perlette fue el que menos presento con 43.6 racimos/planta (Cuadro2).

En cuanto a Peso de racimos también se encontraron diferencias significativas (tukey 0.05) siendo los cultivares Flame seedless y Perlette los que estadísticamente presentaron el mayor peso con 357.5 y 344.8 g respectivamente, siendo Selma pete la que el menor peso de racimos presento, lo cual coincide con un trabajo realizado en argentina por Sebastian (2017) el cual reporta que el peso de racimos de este cultivar anda entre 180 a 200 g (Cuadro 1).

En cuanto a grados Brix (cantidad de azúcar) la que mayor cantidad presento fue Selma pete, lo cual es muy importante ya que la cantidad de azúcar determina el grado de calidad y madurez de la pasa y al mismo tiempo determina la relación de uva fresca a pasa y fue la que menor relación obtuvo siendo de 4 kg de uva fresca para hacer uno de uva pasa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comportamiento de tres cultivares de vid para producción de Uva pasa INIFAP- CECH-Sitio Experimental Caborca. 2019

Cultivar	Racimos	Peos	°Brix	Rendimiento (t/ha)		Relación
	(No.)	Racimo (g)		Fresco	Pasa	Uva Fresca/Uva Pasa
Perlette	43.6 c	357.5a	20	38.9 b	8.6 b	4.5:1
Flame seedless	73.0 b	344.8a	19	63.4 a	14.1 a	4.5:1
Selma pete	108.0a	227.6 b	26	40.8 b	10.1 b	4.0:1

En cuanto a rendimiento se encontraron diferencias estadísticas (Cuadro 2), siendo el cultivar Flame seedless el que estadísticamente rindió más con 14.1 ton.ha, Perlette fue el que menos produjo con 8.6 ton.ha aunque estadísticamente igual al Selma Pete con 10.1 ton.ha.

Conclusiones

Con el sistema de entrenamiento de pergola modificada y alta densidad, utilizando estos cultivares, es posible incrementar el rendimiento en un 100 %, incrementando al mismo tiempo la calidad.

Flame seedless resulto la variedad mas productora de uva pasa bajo las condiciones de este estudio.

Literatura Citada

Abbot laboratories. 1987. Folleto técnico. Pro-Gibb. Chicago, Ill. 60064.

Casas, S. M. E. 1992. Evaluación de dosis y épocas de aplicación del ácido giberélico para incrementar la calidad de la uva pasa en el cultivar Thompson s. Tesis. Pp 16 –25.

FAS/USDA. 1988. World Raisin Situation. Horticultural & Tropical Products. California. U.S.

Sebastian, E. R. 2017. Compendio de estudios y experiencias sobre secado de uva pasa en la planta en la provincia de san juan. INTA EDICIONES. P. 11-14.

Valenzuela, R. M. J. 2000. Producción de uva pasa en la región de Caborca, Sonora. INIFAP-CECAB. Folleto técnico No.3. Pp 3-9.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE SPAD EN EL CULTIVO DE CALABACITA (*Cucurbita pepo*, var *Grey Zucchini*) EN ETAPA INICIAL DE DESARROLLO

Zamora Romero Sergio E¹., Domínguez Amador José C¹., Rochín Manríquez Ramona Y¹., Aguillón Espinoza Marta X¹., Zamora Salgado Sergio². Ruiz Espinoza Francisco H².

¹Estudiante 3^{er} semestre Ingeniero Agrónomo, ²Profesor-Investigador. Universidad Autónoma de Baja California Sur. *checo_z17@hotmail.com*.

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar el índice spad en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo*) en un mes de desarrollo. Se estableció en un sistema de producción de casa sombra. Los tratamientos fueron: mezcla de suelo con lombricomposta, con 5 repeticiones: 1) 25% composta y 75% suelo, 2) 50% suelo y 50% composta, 3) 75% composta y 75% suelo, 4) 100% composta, y 5) 100% suelo. Las variables evaluadas fueron área foliar e índice spad. El análisis estadístico indicó que existen diferencias entre los tratamientos con respecto al área foliar, teniéndose mejor respuesta en el tratamiento 5, que no contenía lombricomposta, seguido por el tratamiento 1, con 25% de lombricomposta. Referente a la medida del índice spad no hubo diferencia entre los tratamientos, sin embargo, el valor más alto se reflejó en el tratamiento 4, que tuvo la menor área foliar.

Palabras claves: producción de plántulas, área foliar, Lombricomposta

Abstract

The objective of the study was to determine the index of spad in the cultivation of zucchini (*Cucurbita pepo*) in a month of development. It was produced in a shadow house production system. The treatments were: mix soil with vermicompost, with 5 repetitions: 1) 25% compost and 75% soil, 2) 50% soil and 50% compost, 3) 75% compost and 75% soil, 4) 100% compost, and 5) 100% soil. The variables evaluated were foliar area and spad index. Statistical analysis indicated that there are differences between treatments with respect to the leaf area, which have a better response in treatment 5, which does not contain vermicompost, followed by treatment 1, with 25% vermicompost. Regarding the measurement of the spad index, there were no differences between the treatments, however, the highest value was reflected in treatment 4, which had the lowest leaf area.

Keywords: seedling production, foliar area, Vermicompost

Introducción

El compostaje es una transformación microbiana de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Este proceso se identifica como lombricompostaje cuando participan diversas especies de lombrices. Existe la creencia de que ambos procesos biotecnológicos son excelentes para elaborar abonos orgánicos, pero que, en el caso del lombricompostaje, el material obtenido está enriquecido químicamente y biológicamente (Ferrera y Alarcón, 2001).

La calabacita del género *Cucurbita* spp., tiene sus orígenes en México y América Central, ha sido parte importante de la alimentación del hombre Americano (Basurto, Castro, Mera y Juárez, 2015), además fue una de las primeras plantas cultivadas en Mesoamérica, cuyas fechas más antiguas datan de hace aproximadamente 10,000 años. De acuerdo a SAGARPA-SIAP, en el año 2018 en México se cosecharon 21,067 has con un rendimiento promedio de 19.702 ton ha⁻¹ y, en Baja California Sur, la superficie cosechada fue 307 has, con rendimiento de 30.2 ton ha⁻¹. Los diversos tipos de calabaza que se producen en nuestro país se comercializan principalmente en fresco, ya que hay una escasa relación con la agroindustria, a excepción de la elaboración de botanas como las pepitas o de dulces regionales (Financiera Rural, 2011).

Se ha reportado que la cantidad de clorofila y de nitrógeno total determinados por los métodos tradicionales en leguminosas, gramíneas, frutales y hortalizas presenta una alta correlación con las unidades SPAD medidas con el detector de clorofila Minolta SPAD-501. Turner y Jund (1991), demostraron que la “unidad SPAD” es un valor proporcional al contenido de nitrógeno en la planta de arroz utilizando un modelo reciente del detector de clorofila SPAD-502 (Rodríguez, Alcántar, Aguilar, Etchevers y Santizó, 1998). El medidor de clorofila SPAD 502 es un instrumento que permite evaluar indirectamente y en forma no destructiva el contenido de clorofila en la hoja y, por ende, el estado nutricional del cultivo a través de una simple lectura. (Piekielek y Fox, 1992).

Los valores SPAD se basan en el principio de que parte de la luz que llega a la hoja es absorbida por la clorofila y el resto que se refleja entra en contacto con la celda detectora del SPAD-502 y es convertida en una señal eléctrica. La cantidad de luz captada por la celda es inversamente proporcional a la cantidad de luz utilizada por la clorofila, la señal es procesada, y la absorbancia es cuantificada en valores dimensionales que van de 0 a 199, por lo que las unidades SPAD serán siempre las mismas de acuerdo con el tono verde de las hojas (Krugh, Bichham y Millas, 1994). El contenido de clorofila se encuentra altamente asociado a las concentraciones de nitrógeno en las hojas, lo que ha sido evaluado mediante los cambios en las particiones de nitrógeno hacia la síntesis de clorofila en plantas sometidas a baja

luminosidad, lo que hace la medición de clorofila una estimación indirecta de nitrógeno (Callejas, Kania., Contreras, Peppi y Morales, 2013). El objetivo del estudio fue determinar el índice spad en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo*) en su primer mes de desarrollo

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo durante el mes de mayo, en condiciones de casa sombra (Figura 1) en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en La Paz, Baja California Sur, cuyas coordenadas son 24°06'02" N 110°19'01" W a una altitud de 25m sobre el nivel del mar (INEGI, 2013).



Figura 1. Área del experimento, riego y medición de variables

En el estudio se determinó el índice de spad en la planta de calabacita (*Cucurbita pepo*) en un periodo de desarrollo de 30 días. Se estableció en un sistema de producción de casa sombra. El diseño experimental fue completamente al azar con 5 tratamientos y 5 repeticiones. Los tratamientos fueron la mezcla de lombricomposta (L) y suelo (S): 25% L y 75% S; 50% L y 50% S; 75% L y 25% S; 100% L; 100% S. La siembra se realizó en macetas de 20 cm de diámetro y 25 cm de alto, colocándose 2 semillas a una profundidad de 1.5 cm. La frecuencia de riego fueron los días, lunes, miércoles y viernes de cada semana, aplicándose 500 ml a cada maceta. Las variables consideradas fueron ancho y largo de la hoja, para determinar el área foliar, y el porcentaje de clorofila a partir del índice spad. Para ello se utilizó un vernier y un medidor de clorofila Spad minolta 502. El análisis de varianza y la comparación de media se realizó con el programa de Diseños Experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León utilizando Tukey para la comparación de medias.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se muestra las medias de área foliar e índice spad por tratamiento. Se puede observar que el tratamiento 5 obtuvo mayor área foliar (100% suelo), aunque estadísticamente fue similar al tratamiento 1, el cual contenía 25% de sustrato. En la variable índice spad no se reflejó diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, el valor más alto se reflejó en el tratamiento 4 que tuvo la menor área foliar. Se puede inferir que el índice spad, al tener menor superficie de área foliar mostró una mayor concentración de nutrientes, como señalan Callejas *et al.* (2013), el índice spad tiene una relación directa de la clorofila y el contenido de nitrógeno en las hojas.

Cuadro 1. Valores de variables consideradas, por tratamiento

Tratamiento	Área Foliar (cm ²)	Índice spad
1	102.31	a,b
2	81.6	b,c
3	61.3	c
4	55	c
5	135.12	a

Letras iguales en la columna significa que no hay diferencia significativa

En la Figura 2 se muestra la relación entre área foliar e índice SPAD, donde la mayor relación se da en el tratamiento 5. Asimismo, se observa que en el tratamiento 4 no hay una correspondencia entre el área foliar y el índice como se mencionó anteriormente. Otro factor a considerar es, que la actividad de la clorofila puede ser no muy dinámica en las primeras etapas del desarrollo del cultivo.

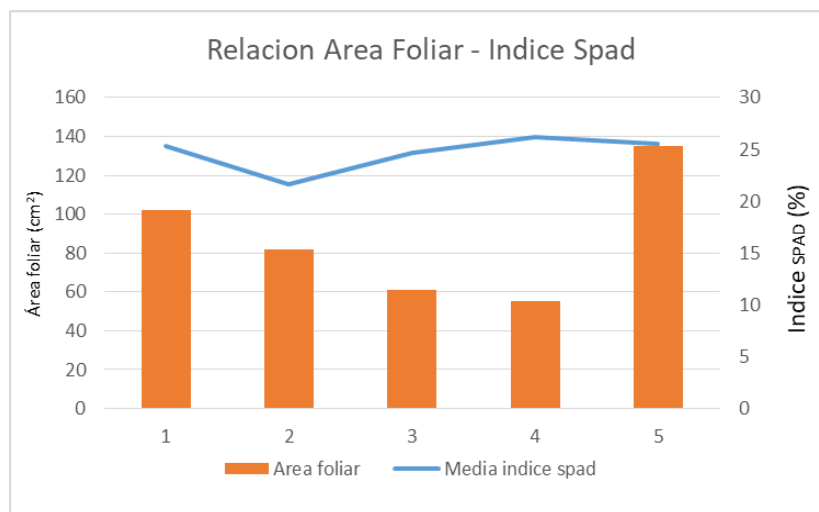


Figura 2. Relación entre el área foliar y el índice Spad

Con los resultados obtenidos se puede concluir que se cumplió el objetivo al determinar el índice spad en la etapa inicial de desarrollo del cultivo de calabacita. En este mismo sentido, no se encontró diferencia significativa en la medición del índice spad con los tratamientos probados posiblemente por el tiempo de desarrollo de la planta. Es recomendable repetir el experimento y llevar el cultivo a su etapa de rendimiento y verificar la medición en las diferentes etapas fenológicas.

Literatura citada

Basurto, P.F., Castro, L.D., Mera, O.L.M. y Juárez, C.T. (2015). Etnobotánica de las calabazas cultivadas (Cucurbita spp.) en valles centrales de Oaxaca, México. Agro productividad. 8:47-52.

Callejas R., Kania E. Contreras A., Peppi C. y Morales L. 2013. Evaluación de un método no destructivo para estimar las concentraciones de clorofila en hojas de variedades de uva de mesa. Idesia vol.31 no.4 Arica. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292013000400003>

Ferrera, C.D., Alarcón, A. (2001). La agricultura del suelo en la agricultura sostenible. Ciencia Ergo. Págs. 175-183.

Financiera Rural. (2011). Dirección general adjunta de planeación estratégica y análisis sectorial. Dirección ejecutiva de análisis sectorial. Preparado de la calabaza: fruto y semilla.

Krugh, B., Bichham L. y Millas, D. (1994). el medidor de estado sólido de la clorofila, un instrumento novedoso para la rápida y precisa determinación de las concentraciones de clorofila en plántulas de hojas. Cooperación genética de maíz. Págs. 25-27.

Piekielek, W. P., Fox, H.R., Toth, J. D. y Kirsten, E.M. (1995). Uso de un medidor de clorofila en la etapa temprana de la abolladura del maíz para evaluar la suficiencia de nitrógeno. Págs. 403-408.

Piekielek, W.P. y Fox R. H. (1992). Uso de un medidor de clorofila para predecir sidedress requerimientos de nitrógeno para el maíz. Págs. 59-65.

Rodríguez M. M.A., Alcántar G. G., Aguilar S.A., Jorge D. Etchevers B.J.D., José A. Santizó R. J.A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. Revista TERRA Volumen 16 No. 2. <https://www.chapingo.mx/terra/contenido/16/2/art135-141.pdf>.

SAGARPA-SIAP 2019

CALIDAD DE LUZ EMITIDA POR LÁMPARAS LEDs SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE PEPINO

Zazueta Torres Norma Delia, Ayala Tafoya Felipe, Yáñez Juárez Moisés Gilberto,
Velázquez Alcaraz Teresa de Jesús, Díaz Valdés Tomás, Cázarez Flores Luz Llarelly,
López Orona Carlos Alfonso.

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. E-mail: norma_zazueta2812@hotmail.com

Resumen

La investigación se realizó en el Laboratorio de Fisiología y Anatomía Vegetal de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, en Culiacán, Sinaloa, México. Para conocer la influencia de la calidad de luz sobre el crecimiento de plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) Se sembraron semillas de pepino 'TOP 1056', tipo persa, Los tratamientos consistieron en luz blanca, luz roja, luz azul y combinaciones de los tres tipos de luz emitidas por lámparas LEDs, se establecieron bajo un diseño completamente al azar con 10 repeticiones. La luz roja promovió mayor crecimiento de plantulas debido al mayor contenido espectral de luz roja (600-700 nm) y roja lejana (700-800 nm), respuesta asociada a fitocromos; mientras que la luz azul promovió mayor diámetro de tallo y altos valores de verdor foliar, respuestas vinculadas a los criptocromos y al mayor contenido espectral de luz azul (400-500 nm), la cual promueve también la síntesis de clorofila y achaparramiento de plantas.

Palabras claves: *Cucumis sativus* L., luz roja, luz azul.

Abstract

The research was carried out in the Plant Physiology and Anatomy Laboratory of the Faculty of Agronomy, Autonomous University of Sinaloa, in Culiacán, Sinaloa, Mexico. To know the influence of light quality on the growth of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) Cucumber seeds 'TOP 1056', Persian type were sown, treatments consisted of white light, red light, blue light and combinations of The three types of light emitted by LED lamps were established under a completely randomized design with 10 repetitions. The red light promoted greater growth of seedlings due to the higher spectral content of red (600-700 nm) and far red (700-800 nm), response associated with phytochromes; while blue light promoted greater stem diameter and high values of leaf greenery, responses linked to cryptochromes and the greater spectral content of blue light (400-500 nm), which also promotes the synthesis of chlorophyll and plant scaling.

Keywords: *Cucumis sativus* L., red light, blue light.

Introducción

Las especies vegetales tienen la capacidad de responder de diferentes formas a la calidad de la luz, entendida esta como el color o la longitud de onda; a su intensidad, es decir, la densidad del flujo fotónico o irradiancia y a la combinación de ambas (Nguy-Robertson *et al.*, 2015). La calidad de la luz afecta el crecimiento, desarrollo y morfología de las plantas (Fukuda *et al.*, 2008). Los órganos fotosintéticos de las plantas (hojas y tallos verdes) absorben más eficientemente los fotones en las franjas azul y roja del espectro de la radiación visible incidente, mientras que la absorción en la franja del verde y del infrarrojo es escasa, y la mayoría de estos fotones se reflejan como radiación difusa (Lazo y Ascencio, 2010). Por otra parte, plántulas de tomate y pimiento crecidas bajo luz azul, sola o en combinación con luz roja, redujeron la altura de tallo (Javanmardi y Shandiz, 2013). También el suministro de luz azul promovió el crecimiento de espinaca, rábano y lechuga bajo luz roja (Yorio *et al.*, 2001). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto que ocasiona la calidad espectral de luz emitida por lámparas LEDs sobre el crecimiento y calidad de plántulas de pepino.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el Laboratorio de Fisiología y Anatomía Vegetal de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, en Culiacán, Sinaloa, México. Se utilizó una cámara de crecimiento con un sistema de iluminación con base en lámparas espectrales LEDs. Se sembraron semillas de pepino Top 1056 de tipo persa en charolas de poliestireno de 128 cavidades y 15 días después de la siembra, cuando las plantas contaron con dos hojas verdaderas, se trasplantaron a vasos de poliestireno de 500 mL. Los tratamientos de luz fueron ajustados a una intensidad cercana a los $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de radiación fotosintéticamente activa con un espectrorradiómetro (FieldSpec Pro®VNIR, Analytical Spectral Devices, EE.UU). Para lograr dicho ajuste se utilizaron: LED's blancos (testigo) y tres LED's de color: azul, rojo y combinación (azul-rojo-blanco). Se utilizó un diseño bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y 10 repeticiones. Las variables de respuesta evaluadas fueron: altura de planta, medida con cinta métrica; diámetro de tallo, obtenido con calibrador digital (6MP, Truper Herramientas, México); verdor foliar, mediante un clorofilímetro (SPAD 502, Kónica Minolta, Japón); área foliar, obtenida con la fórmula $AF_{\text{hoja}} = (\text{Largo} \times \text{Ancho}) 0.851$, propuesta por Blanco y Follegati (2003); biomasa fresca y seca de hojas, tallo y raíz de las plantas, mediante balanza

de precisión (CP622, Sartorius, Alemania), previo secado en horno (292, Felisa, México) a 70 °C, hasta peso seco constante.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de cometer error, utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.0.

Resultados y Discusiones

La calidad de luz emitida por las lámparas LEDs originó efectos significativos ($P \leq 0.05$) sobre el crecimiento de plántulas de pepino (Cuadro 1). Así, la altura de las plantas que crecieron bajo el efecto de Luz roja, fue superior en 29.98% con relación a la altura de las plantas que crecieron bajo Luz azul, Efectos semejantes se encontraron en las plantas que recibieron luz combinada fueron más altas en 13.70%, en comparación a la altura desarrollada por las plantas que recibieron bajo luz azul. Los resultados muestran que mayor proporción de luz roja promovió el aumento de la longitud del tallo, mientras que un alto proporción de azul disminuyó la longitud del tallo esto se debe a que a luz orienta el comportamiento vegetal hacia la eficiencia en la fotosíntesis más que la elongación y el crecimiento, dando como resultado plantas más compactas y eficientes, la luz azul inhibe fuertemente la elongación del tallo bajo tasas de iluminación alta Dougher y Bugbee ,2001; Villar, 2016),

Cuadro 1. Influencia de la calidad de luz emitida por lámparas LEDs sobre características del crecimiento en plántulas de pepino persa 'TOP 1056'.

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Verdor (unidades SPAD)	Área foliar (cm ² /planta)
Luz blanca fría	7.82 b	3.01 a	31.72 ab	60.23 bc
Luz roja	9.58 a	2.86 a	30.26 a	62.89 c
Luz azul	7.37 b	3.14 a	34.86 b	46.72 ab
Luz combinada	8.38 a	2.93 a	32.75 a	43.79 a

DEXL=días de exposición a la luz. *Medias con la misma letra en cada columna y variable son estadísticamente iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

El diámetro de tallo no se muestran diferencias estadísticas (cuadro 1), mientras que para verdor foliar, las plantas que recibieron más Luz azul generaron en sus hojas valores Spad que superaron en 15.20%, a los de las plantas que recibieron luz roja; así mismo la calidad de luz también originó modificaciones significativas en las dimensiones de las hojas. Así el área foliar

en las plantas que crecieron con mayor Luz roja superó en 34.12 y 43.61% con respecto al área foliar de las plantas que crecieron bajo el efecto de luz azul y luz combinada respectivamente.

Cuadro 2. Influencia de la calidad de luz emitida por lámparas LEDs en la biomasa fresca y seca plántulas de pepino persa 'TOP 1056'

Tratamiento	Peso fresco (g)			Peso seco (g)		
	Hojas	Tallo	Raíz	Hojas	Tallo	Raíz
Luz blanca fría	0.258 ^{ab}	0.435 ^a	0.508 ^a	0.0239 ^a	0.0127 ^a	0.0215 ^a
Luz roja	0.233 ^{ab}	0.470 ^a	0.313 ^a	0.0224 ^{ab}	0.0115 ^a	0.0134 ^{ab}
Luz azul	0.368 ^a	0.350 ^b	0.333 ^a	0.0137 ^c	0.0084 ^a	0.0158 ^{ab}
Luz combinada	0.162 ^b	0.303 ^b	0.364 ^a	0.0170 ^{bc}	0.0243 ^a	0.0110 ^b

*Medias con diferente literal en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

En el Cuadro 2 se observa que la producción de biomasa fresca también presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) debidas a la calidad de la luz. A mismo Luz azul tuvo un efecto positivo en el caso de las hojas, acumularon 36.8% en peso fresco, comparado con las hojas de plantas que crecieron bajo Luz combinada. Con respecto a la acumulación de biomasa fresca de tallo se observaron diferencias significativas (Cuadro 2), donde las plantas que crecieron bajo el efecto de luz roja superaron en 38.18 % más de peso fresco comparado con las plantas que crecieron bajo el efecto de luz azul, para biomasa fresca de raíz no se muestran diferencias estadísticas. Por otra parte las plantas que crecieron bajo el efecto de Luz roja hubo un efecto positivo en el caso de las hojas, estas superaron en 63.10% más peso seco, respectivamente, comparados con el peso seco de hojas procedentes de plantas cultivadas con Luz azul. Mientras que en peso seco de raíz Luz azul influyó ya que las plantas que crecieron en ambientes luminosos con más Luz azul desarrollaron 17.28% más biomasa radicular comparada con la de las plantas que crecieron bajo el efecto de luz roja. La iluminación con luz roja incrementa la tasa de fotosíntesis de la planta, originando incremento en el peso seco (Nishimura *et al.*, 2009), es por ello que autores como Ayala-Tafoya *et al.* (2015), encontraron que el peso seco de hojas y tallo de plantas de pimiento se incrementaron en la malla roja debido a la interacción de mayores flujos de radiación total, radiación fotosintéticamente activa y luz roja. Así mismo Casierra-Posada *et al.*, 2012 señalan que bajo condiciones de luz azul ahí una disminución en el peso seco total de la planta en algunos cultivos como el de fresa, remolacha y brócoli.

Conclusiones

El espectro luminoso emitido por las lámparas LEDs influyó la morfología de las plántulas de pepino, pues con la luz azul se logró mayor verdor de hoja y diámetro de tallo, mientras que la luz roja incrementó la altura y el área foliar de las plantas.

Literatura Citada

Ayala-Tafoya, F., Yáñez-Juárez M.G., Partida-Ruvalcaba L., Ruiz E.F.H., Campos G.H., Vásquez M.O., Velázquez-Alcaraz T.J., Díaz-Valdés T. 2015. Producción de pepino en ambientes diferenciados por mallas de sombreo fotoselectivo. ITEA 111(1):3-17.

Casierra-Posada, F., Peña-Olmos J.E., Ulrichs C. 2012. Basic growth analysis in strawberry plants (*Fragaria* sp.) exposed to different radiation environments. Agronomía Colombiana 30(1):25-33.

Dougher, T.A.O., Bugbee B.G. 2001. Differences in the response of wheat, soybean and lettuce to reduced blue radiation. Photochemistry Photobiology 73(2):199-207.

Fukuda N., Fujitan M., Sase S., Ezura H. 2008 Directional blue light irradiation triggersepidermal cell elongation of abaxial side resulting in inhibition of leaf epinasty in geranium under red light condition. HortScience 115:176-182.

Javanmardi, J., Shandiz E. 2013. Response of tomato and pepper transplants to light spectra provided by light emitting diodes. International Journal of Vegetable Science 19:138-149.

Lazo, J.V., Ascencio J. 2010. Efecto de diferentes calidades de luz sobre el crecimiento de *Cyperus rotundus*. Bioagro 22(2):153-158.

Nguy-Robertson, A., Suyker A., Xiangming X. 2015. Modeling gross primary production of maize and soybean croplands using light quality, temperature, water stress, and phenology. Agricultural and Forest Meteorology 213:160-172.

Nishimura, T.K., Ohyama E., Inagaki N. 2009. Concentrations of perillaldehyde, limonene, and anthocyanin of perilla plants as affected by light quality under controlled environments. Scientia Horticulturae 122:134-137.

Villar, A.E. 2016. Diseño e implantación de un sistema de iluminación suplementario LED en un invernadero de investigación en la Grajera, Logroño (La Rioja). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 224 p.

Yorio, N.C., Goins G.D., Kagie H.R., Wheeler M.R., Sager J.C. 2001. Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. Hortscience 36(2):380-383.

PARASITOLOGÍA

EFFECTO DEL CARBÓN PARCIAL (*Tilletia indica* Mitra) SOBRE EL COLOR en SEMOLA DE TRIGO DURO

Buitimea Valenzuela Maritza Janeth¹, Chávez Villalba Gabriela¹, Molina Maldonado Carmen², Alvarado Padilla Jorge Ivan³, Camacho Casas Miguel Alfonso⁴ y Félix Chávez Iván Alexis⁵

¹INIFAP. Campo Experimental Norman E. Borlaug. ²Tec NM Instituto Tecnológico Valle del Yaqui, ³Campo Experimental Valle de Mexicali, ⁴Molinos del Sudeste-Mexicali, ⁵Universidad de Sonora-Hermosillo. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644)

4145753 y 4145700. *Autor de correspondencia chavez.gabriela@inifap.gob.mx

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del Carbón Parcial (CP) sobre el color en sémola de trigo duro. Se utilizó un colorímetro Minolta CR 410 para cuantificar la intensidad del color amarillo (valor b) y la brillantez (valor L) en sémola de 150 μm de la variedad CIRNO C2008. Se manejaron cuatro tratamientos con el 0, 5, 10 y 25% de granos infectados con CP. La intensidad del amarillo y su brillantez se consideran en la comercialización del trigo porque influyen en el aspecto de las pastas. Los resultados mostraron diferencias significativas para valor b a partir del 10% de CP. Mientras que para el valor L se encontraron diferencias significativas en todos los tratamientos evaluados. La reducción del Valor b representa el 1.14, 8.32 y 18.81% y el Valor L 1.41, 2.24 y 4.28% para los tratamientos con el 5, 10 y 25 % de CP respectivamente. Se concluye que en sémola de 150 μm a una infección del 5% o más no es apta para uso industrial por el oscurecimiento de la sémola.

Palabras clave: Cereal, Hongos, pastas.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of the Karnal bunt (KB) on the durum wheat semolina color. A Minolta CR 410 was used to quantify the intensity of the yellow color (b value) and the brilliance (L value) on semolina of 150 μm of the CIRNO C2008 variety. Four treatments with 0, 5, 10 and 25% of infected grains of KB were used. The intensity and the brilliance of the yellow color are considered in the wheat commercialization because of their influence on the appearance of pasta. The results showed significant differences for the b value from 10% of KB,

while for the L value they were found significant differences in all the evaluated treatments. The reduction of the b value was of 1.14, 8.32 and 18.81%, while the reduction of the L value was of 1.41, 2.24 and 4.28% for the treatments with 5, 10 and 25% the KB respectively. As a result a 150 μm semolina at an infection of 5% or more is not suitable for industrial use due to the darkening of the semolina.

Keyword: Cereal, fungus, pasta

Introducción

El carbón parcial causado por el hongo *Tilletia indica* Mitra, es una de las enfermedades más importantes del trigo (Figura 1), debido a que afecta la calidad del grano, harinas y los productos que de ellas se elaboren. El hongo produce teliosporas de color marrón a negras que contienen trimetilamina (TMA), producto de la descomposición de animales y plantas y se caracteriza por producir olor a pescado descompuesto (Chávez, Buitimea, Camacho y Alvarado, 2018). Este olor se puede percibir a umbrales de detección muy bajos.



Figura 1. Granos de trigo sano e infectado con carbón Parcial

El CP se registró por primera vez en 1930 en la ciudad de Karnal, en el norte de la India (Mitra, 1931), en México en 1972, específicamente en el Valle del Yaqui, Sonora (Duran, 1972). En esta región aproximadamente el 80 % del área triguera se siembra con trigo duro, de los cuales aproximadamente el 50% de esta producción es destinada al mercado de la exportación. Alrededor del 76% del trigo duro se utiliza para la industria de las pastas a nivel mundial. Los fabricantes de pastas alimenticias, así como los consumidores desean productos finales visualmente apetecibles, por lo que cualquier aspecto que intervenga para lograr el color amarillo y brillantez de las pastas es motivo de rechazo por parte de los molineros de trigo. La industria del trigo evalúa el color de harinas y sémolas por reflectancia de luz y utilizan

colorímetros como el Minolta, definiéndose el color en términos de los valores estímulos primarios para luz roja, verde y azul (CIE L*a*b*) (Hunter y Harold, 1987). Por lo que el objetivo del estudio es determinar el color de la sémola de trigo duro a diferentes porcentajes de infección con Carbón Parcial.

Materiales y métodos

Con el fin de evaluar el impacto del CP sobre la calidad industrial de trigo duro se procedió a la creación de un experimento, donde se trabajó con 4 diferentes tratamientos de grano infectado con este hongo, como se muestra en el Cuadro 1. Estos tratamientos se manejaron con tres repeticiones, totalizando 12 unidades experimentales, las cuales se analizaron estadísticamente bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar. El color en sémola de 150 µm se determinó con un colorímetro marca Minolta CR 410. Para cada muestra se tomaron 3 puntos distintos y se midió el color valor b, para estimar el color amarillo y valor L para evaluar el rango del negro al blanco, que da el efecto de brillantez en las pastas. Los análisis se desarrollaron en el Laboratorio de Calidad del Trigo del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) del INIFAP ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui de Ciudad Obregón Sonora, México. El valle se encuentra situado entre las coordenadas geográficas 26° 45' y 27° 33' de latitud Norte, y los meridianos 109° 30' y 110° 37' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Donde se localizan dos ríos, el río Yaqui al norte, y el río Mayo hacia el sur. (Meisner, Acevedo, Flores, Ortiz, y Byerlee, 1992).

Cuadro 1. Descripción de los diferentes tratamientos de grano con Carbón Parcial, Campo Experimental Norman E. Borlaug. 2018-2019.

Tratamiento	Descripción de los Tratamientos
1	Testigo CIRNO(100% grano sano)
2	CIRNO 5% Carbón parcial
3	CIRNO 10% Carbón Parcial
4	CIRNO 25 % Carbón Parcial

Resultados y Discusión

Color

El color es entre otros el criterio más importante que el consumidor toma en cuenta al momento de adquirir sus productos. Las pastas se prefieren con un color amarillo ámbar uniforme, sin manchas negras, marrón, rojas o cafés u otros signos que indiquen fallas en el amasado o en la

inocuidad del producto. En la actualidad la industria de las pastas toma en cuenta el valor b, para el control de calidad, debido a que la característica organoléptica está asociada a la intensidad del amarillo brillante, sin embargo, el complemento de las escalas L ayuda a la toma de decisiones al incluir el espectro de color, oscuridad y brillantez (Carrasquero, 2009).

Valor b: En el gráfico 1 se muestran los valores promedio del valor b del Minolta donde se aprecia una reducción de la intensidad del amarillo a mayor concentración de granos infectados con CP. Sin embargo, de acuerdo a la prueba de hipótesis donde se comparan una muestra contra el testigo, se presentaron diferencias significativas cuando la sémola tiene el 10% o más de infección con CP.

Valor L: En la Figura 2 se muestran los valores promedio del valor L del Minolta donde se aprecia una reducción del valor L, lo que indica un oscurecimiento de la sémola a mayor concentración de granos infectados con CP. De acuerdo a la prueba de hipótesis se presentaron diferencias significativas cuando la sémola tiene el 5% o más de infección con CP.

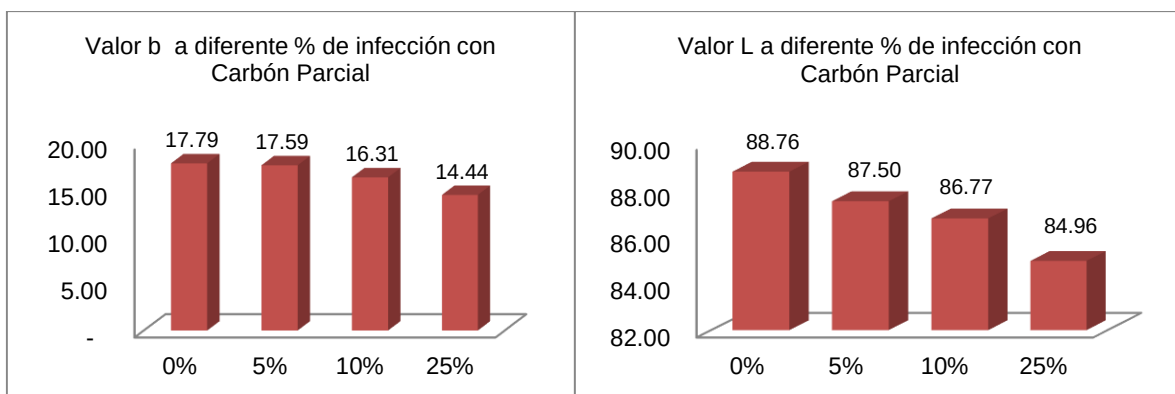


Figura 1. Valor de b y L del Minolta CR410 en sémola de 150 μ m a diferente concentración de CP

Conclusiones

El color amarillo y brillantez de la sémola son características importantes para los molineros, fabricantes de pastas y el consumidor final de pastas. Cualquier aspecto que afecte estas características implicará una reducción financiera para los molineros porque afecta los estándares de calidad establecidos. Se concluye que en sémola de 150 μ m a una infección del 5% o más no es apta para el uso industrial principalmente por el oscurecimiento de la sémola.

Literatura Citada

Carrasquero Adrain P.J. (2009) Evaluacion de la Calidad de las Pastas alimenticias de Sémola durum (2009). Trabajo de Grado. Universidad de Zulia. Facultad de Ingeniería. División de Posgrado, Maracaibo, Venezuela, 108 p. Tutor: Prof. José Ramón Ferrer González

Chávez, VG., Buitimea, VMJ., Camacho CMA., y Alvarado P.J.I. (2018). Carbón Parcial (*Tilletia indica*) y su impacto en el color de sémola del trigo duro. *Revista Mexicana de Fitopatología*.36:19.

Hunter, Richard S., and Harold, Richard W; *The Measurement of Appearance*, 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc. New York, NY USA, 1987. CIE International Commission on Illumination, *Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms*, Supplement No. 2 to CIE Publication No. 15, Colorimetry, 1971 and 1978.

Duran, R. (1972). Further aspects of teliospore germination in North American smut fungi. II. *Canadian Journal of Botany*. 50:2569-2573.

Meisner C.A., Acevedo, E., D. Flores K. Sayre, I. Ortiz Monasterio y D. Byerlee. February. (1992). *Wheat Production & Grower Practices in the Yaqui Valley, Sonora, México*.

Mitra, M. (1931). A new bunt of wheat in India. *Annals of Applied Biology*. 18:178-179

EVALUACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO EN NEMATODOS *Meloidogyne* spp. CON DOS HONGOS BENÉFICOS EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

Camacho Razo Marcial¹, Lucero Vega Gregorio¹, Ruiz Espinoza Francisco Higinio¹, Romero Bastidas Mirella¹, Zamora Salgado Sergio¹.

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al sur Km 5.5 C.P. 23080, La Paz, Baja California Sur, México. Tel: 01(612) 1238800 Ext 5160, camachomarcial96@gmail.com

Resumen

El experimento fue realizado en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, donde dos nematocidas biológicos fueron evaluados, *Pochonia chlamydosporia* y *Paecilomyces variotii* para el control de *Meloidogyne* spp. en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Las plantas fueron cultivadas en macetas de 470 ml, el sustrato en la maceta fue una mezcla (50/50%) de sunshine y suelo contaminado con nematodos (592 nematodos/100 cc de suelo). Se evaluó la cantidad de nódulos desarrollados en el sistema radicular de las plantas, el experimento fue evaluado después de 60 días del trasplante, los resultados mostraron diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo, no se presentó diferencia significativa entre los dos agentes biológicos, la cantidad de nódulos que desarrollaron las plantas testigo (sin tratamiento) fue de una media de 1,019 nódulos por planta, mientras que para *P. chlamydosporia* fue de 25.9 y de 22.5 en *P. variotii*. Lo cual refleja que ambos agentes biológicos tienen potencial para el control biológico de nematodos.

Palabras claves: Agricultura amigable, *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces variotii*.

Abstract

The present experiment was conducted at the Universidad Autónoma de Baja California Sur, where two biological nematicides were evaluated, *Pochonia chlamydosporia* and *Paecilomyces variotii* for the control of *Meloidogyne* spp. in tomato cultivation (*Solanum lycopersicum* L.). The plants were grown in 470 ml pots, the substrate in the pot was a mixture (50/50%) of sunshine and soil contaminated with nematodes (592 nematodes / 100cc of soil). The amount of nodules developed in the root system of the plants was evaluated, the experiment was evaluated after 60 days of transplantation, the results showed significant difference between the treatments and the control, showed no significant difference between the two biological agents, the amount of

nodules that developed the control plants (without treatment) was excessive, an average of 1,019 nodules per plant was obtained for the control, while for *P. chlamydosporia* it was 25.9 and 22.5 in *P. variotii*. Which reflects that both biological agents have potential for the biological control of nematodes.

Keywords: Friendly agriculture, *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces variotii*.

Introducción

La agricultura es estrictamente necesaria para el funcionamiento de nuestra civilización actual. Dentro de las principales problemáticas para la producción vegetal destacan los nematodos, siendo el de mayor importancia económica en el mundo *Meloidogyne* spp., debido a que es cosmopolita, polífago y posee alta capacidad de multiplicación y de supervivencia (Perry, Moens y Starr, 2009). *Meloidogyne* spp. parasita más de 2000 especies vegetales afectando su rendimiento, causando pérdidas del 60 % en berenjena (*Solanum melongena* L.), 33 % en melón (*Cucumis melo* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Sikora y Fernández, 2005). Actualmente la agricultura demanda técnicas de producción amigables con el ambiente, lo cual se traduce en la busca de alternativas que minimicen y/o excluyan la utilización de plaguicidas químicos, haciendo más complicado el control de estos fitopatógenos. El uso de agentes de control biológico es una alternativa viable. Se ha demostrado que *P. Chlamydosporia* es un agente de control biológico que coloniza las masas de huevos y se ha probado comercialmente en la producción de vegetales (Atkins *et al.*, 2003) En consecuencia, el propósito de este trabajo fue evaluar la capacidad de *P. chlamydosporia* y *P. variotii* para controlar al nematodo *Meloidogyne* spp, usando como indicativo la cantidad de nódulos en raíz por planta en cultivo de tomate.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la UABCS para evaluar el control dos nematocidas biológicos sobre el nematodo agallador en el cultivo de tomate variedad rio grande, los nematocidas fueron: *Pochonia chlamydosporia* y *Paecilomyces variotii*, el experimento se realizó en condiciones de malla sombra del 35% y en macetas de 470 ml, con una mezcla de 50% sunshine y 50% de suelo contaminado con nematodos, la cantidad de nematodos en el suelo fue de 592 nematodos por cada 100 cc de suelo. Se establecieron tres tratamientos incluyendo un testigo, cada tratamiento con 10 plantas tomada cada planta como repetición, el tratamiento uno consistió en la aplicación de un riego de 100 ml cada 15 días con *P. Variotii* a una concentración de 2×10^8 UFC/ml, se aplicó un ml L⁻¹ de agua de riego, el tratamiento dos

consistió en la aplicación de un riego de 100 ml cada 15 días con *P. chlamydosporia* a una concentración de 1×10^8 UFC/g se aplicaron dos g L⁻¹ de agua de riego. El tratamiento tres o testigo se regó solo con agua. Las variables evaluadas fueron: el número de nódulos por planta, longitud y peso fresco de raíz. Para el establecimiento se utilizaron plántulas germinadas en charola de poliestireno de 200 cavidades, las cuales tenían 47 días de sembradas, después del establecimiento, la duración del experimento fue de 60 días, todas las plantas del experimento fueron regadas diariamente con solución nutritiva (Cuadro 1), con excepción de los días de aplicación de tratamientos. Para hacer la evaluación, se realizó un lavado de raíces con la finalidad de dejar sin sustrato al sistema radicular y poder realizar la evaluación correspondiente. El diseño experimental fue completamente al azar, los datos se analizaron con el método de análisis de varianza de un factor, con un nivel de significancia ($P \leq 0.05$), la comparación de medias se llevó a cabo con el método de diferencia mínima significativa (DMS)

Cuadro 1.- Solución nutritiva utilizada aplicada a las plantas de tomate, los valores se expresan en partes por millón (PPM).

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
120	44	110	119	48	42	2.5	1	0.05	0.16	0.02	0.05

Resultados y Discusión

El análisis de varianza mostró diferencia significativa en el número de nódulos por planta ($F_{3,35} = 70.94$; $p \leq 0.05$), la comparación de medias mostró diferencia significativa solo entre el testigo y los tratamientos, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, la media de nódulos para *P. chlamydosporia* fue de 25.9, de 22.5 en *P. variotii* y de 1,019 para el testigo. En lo que respecta a la variable peso fresco de raíz, el análisis de varianza mostró diferencia significativa ($F_{3,35} = 8.90$; $p \leq 0.05$), la comparación de medias demostró diferencia significativa solo entre el testigo y los tratamientos, mientras que entre tratamientos no se presentó diferencia significativa, la media de peso fresco de raíz para *P. chlamydosporia* fue de 13.5 g, de 11.0 g en *P. variotii* y de 22.3 g para el testigo. En cuanto a la variable longitud de raíz, en el análisis de varianza se encontró diferencia significativa ($F_{3,35} = 6.07$; $p \leq 0.05$), la comparación de medias demostró diferencia significativa solo entre el testigo y los tratamientos, en cuanto a tratamientos no hubo diferencia significativa, la media de longitud de raíz para *P. chlamydosporia* fue de 16.8 cm, de 16.5 cm en *P. variotii* y de 14.5 cm para el testigo. Los resultados revelaron diferencia significativa en la variable número de nódulos por planta, donde las más afectadas fueron las que no recibieron ningún tratamiento (testigo), con suelo

contaminado con nematodos (592/100cc de suelo), lo cual demuestra que tanto *P. chlamydosporia* como *P. variotii* tienen un efecto positivo para el control de nematodos en las condiciones que se probaron (Figura 1), lo anterior coincide con la investigación realizada por Arévalo *et al.*, (2012), donde evaluó el parasitismo de *P. chlamydosporia* y concluyeron que es un potencial biocontrolador de *Meloidogyne* spp, con más del 60% de colonización sobre las masas de huevecillos del nematodo. Por otro lado, Al Qasi, Gharbieh y Assas, (2009), evaluaron la capacidad saprofita de *P. variotii* y encontraron un 61.4% de parasitismo en masas de huevecillos, además reportaron que *P. variotii* tiene la capacidad de parasitar hembras de *Meloidogyne* spp. Las otras dos variables observadas confirman el beneficio del empleo de los hongos utilizados, dado que la longitud de raíz fue superior en los tratamientos que en el testigo y existe diferencia significativa, también en el caso de la variable peso de raíz, el del testigo fue superior a la de los tratamientos, lo cual tiene lógica, ya que cuando se desarrollan los nódulos, la raíz engrosa y por esta razón adquiere mayor peso, pero menor funcionalidad.



Figura 1. Sistema radicular de plantas de tomate mostrando nódulos causados por nematodos *Meloidogyne* spp, tratamientos y testigo.

Conclusiones

La cantidad de nódulos que desarrollaron las plantas con los tratamientos de *P. chlamydosporia* y *P. variotii*. fue menor, en contraste con el testigo (sin tratamiento) donde la cantidad fue mayor. Lo cual refleja que ambos agentes biológicos tienen potencial para el control biológico de nematodos, en las condiciones en que se realizó el experimento.

Literatura Citada

Al Qasim, M., Abu Gharbieh, W., y Assas, K. (2009). Nematophagal ability of Jordania isolates of *Paecilomyces variotii* on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Nematol. Medit.*, 37 (1), 53-57.

Arévalo, J., Silva, S.D., Carneiro Marina, D.G., Lopes, R.B., Carneiro, M.D.G.R., Tigano, M.S. e Hidalgo Díaz L. (2012). *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare y Gams como potencial agente de control biológico de *Meloidogyne enterolobii* (Yang y Eisenback) en cultivos hortícolas. *Protección Vegetal*, 27 (2), 123-129.

Atkins, S.D., Hidalgo Díaz, L., Clark, I.M., Morton, O., Montes de Oca, N., Gray, P., y Kerry, B.R. (2003). Approaches for monitoring the release of *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata*, a biological control agent of root-knot nematodes. *Mycological Research*, 107(1), 206–212.

Perry N. R., Moens, M., y Starr J. L. (2009). *Root-knot Nematodes*. CAB International, USA. 483 p.

Sikora R.A. y Fernández, E. *Nematode of vegetable*. (2005). In: Luc M, Sikora R.A., Bridge, J. (editors). *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. CAB International UK. 319-392 pp.

INCIDENCIA DE GEMINIVIRUS EN EL VALLE DE GUAYMAS-EMPALME, SONORA

Cubedo Ruiz Edgar Adalberto¹, Pacheco Covarrubias Juan José¹, Valenzuela

Valenzuela Juan Manuel¹, Parra Cota Fannie Isela¹ y Soto Nolasco Joel²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Norman E. Borlaug. Cd. Obregón, Son., Méx. ecubedo@hotmail.com. ²Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle de Guaymas-Empale, Son., Mex.

Resumen

En el valle de Guaymas-Empalme, Son., en las hortalizas los geminivirus representan el principal problema fitosanitario. Durante el ciclo 2018-2019, se determinó la incidencia de geminivirus a través de la infección ocasionada por la transmisión de geminivirus por las poblaciones locales de mosquita blanca en plantas de calabaza italiana bajo el concepto de libre elección. La presencia de geminivirus fue registrada mediante la técnica de biología molecular de PCR. Los resultados indicaron que el inóculo del geminivirus se incrementó a través del tiempo, no así la presencia del vector; sin embargo, la virulencia del vector sí se incrementó. La relación inóculo presencia del vector se ajustó a una regresión de tipo lineal. Por lo anterior, resulta prioritario continuar con una ventana libre de cultivos entre los diferentes ciclos de producción para eliminar al máximo las fuentes de inóculo en el ámbito regional.

Palabras claves: *Bemisia*, SLCV, inóculo.

Abstract

In the valley of Guaymas-Empalme, Sonora, the main crops are horticultural. Its main problem is phytosanitary, due to the impact of geminivirus, transmitted by *Bemisia tabaci*. In this study, the presence of geminivirus was determined through the infection caused by whitefly vector, in squash plants exposed under free choice, during the 2018-2019 horticultural cycle, in the Guaymas-Empalme Valley. The presence of plants with geminivirus registered by the PCR molecular biology technique. This study indicated that the inoculum of the geminivirus increased over horticultural cycle, but not the presence of the vector. On the other hand, the virulence of the vector increased during the horticultural cycle. The data show that the inoculum presence in the vector it adjusted to a lineal regression.

Keyword: *Bemisia*, SLCV, inoculum.

Introducción

El valle de Guaymas-Empalme, Sonora, es básicamente un valle hortícola, donde su producción está dividida en dos etapas de cultivo, las que son afectadas principalmente por geminivirus, que limitan su producción si no se realizan medidas adecuadas para su control. En la zona de estudio, la mosquita blanca afecta a estos cultivos de forma directa o indirecta. La mosquita blanca del género *Bemisia* es el principal vector de geminivirus específicamente de begomovirus (Brown, *et. al*, 2012). Actualmente, existen más de 15 geminivirus reportados en México, pero se prevé que el número de especies y variantes aumente debido a la dispersión del insecto vector, y al paso de estos virus de maleza que actúan como reservorios a cultivos (Carrillo, Valenzuela y Rivera, 2009). El principal geminivirus reportado en la zona es el virus del enrollamiento de la hoja de la calabaza (SLCV) (Moreno y Figueroa 2008). Ante esta situación, es necesario disminuir el impacto negativo de los geminivirus y sus vectores en la producción hortícola regional, por lo que se diseñó este trabajo para ver la dinámica del inóculo.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el Valle de Guaymas-Empalme, Son., durante el ciclo 2018-2019. Para el registro de la presencia de geminivirus en el área de estudio, se realizaron cuatro muestreos distribuidos en las dos etapas de siembra de hortalizas en el valle (Cuadro 1).

Cuadro 1. Fechas de exposición, resguardo y lectura de síntomas de geminivirus, en cuatro periodos de exposición. Ciclo hortícola 2018-2019.

	Muestreos dentro de las etapas de siembra			
	Durante 1ra etapa	Inicio 2da etapa	Fin 1ra etapa	Fin 2da etapa
Exposición de plantas en campo	30 oct 2018	22 nov 2018	5 feb 2019	21 may 2019
Resguardo de plantas expuestas	6 nov 2018	29 nov 2018	12 feb 2019	28 may 2019
Lectura de sintomatología	27 de nov 2018	20 dic 2018	5 mar 2019	18 jun 2019

En cada una de las fechas de muestreo se consideraron, para fines de muestreo, tres áreas agrícolas y dos sitios en cada área: área sur del valle, (28.00519, -110.55369 y 28.0675614, -110.5636357); área centro (28.1362172, -110.6097884 y 28.1448991, -110.6896472); y área norte (28.2471311, -110.654088 y 28.3031772, -110.6109862).

La técnica usada para propiciar la infección por gemivirus fue la de libre elección. Se usaron plantas de calabaza italiana como indicadoras de geminivirus. Las plantas al germinar se cubrieron con tela de muselina para evitar la inoculación fuera del área de exposición. Cuando las plantas alcanzaron la etapa fenológica de al menos dos hojas verdaderas, se expusieron al

ambiente, y se eliminó la tela muselina: En cada área de muestreo, se expusieron plantas en grupos de diez (para un total de 30 plantas por fecha de muestreo). Una semana después de expuestas las plantas se contabilizó, por sitio de exposición, la cantidad de adultos de mosquita blanca, que es el principal vector de geminivirus (Brown, *et. al.*, 2012). Posteriormente, las plantas se resguardaron por un periodo de tres semanas para la incubación del inóculo de geminivirus, en caso de haber sido infectadas. Una vez concluido dichos periodos, cada planta se revisó y las que presentaron síntomas se trasladaron al laboratorio de biotecnología del INIFAP, donde se corroboró o descartó la presencia de geminivirus mediante la técnica de PCR. Por cada zona del valle, se registró el número de plantas sobrevivientes, el número de mosquitas blancas presentes en las plantas al final del periodo de exposición y las plantas inoculadas con geminivirus. Finalmente, se calculó el índice mosquita blanca-geminivirus, mediante la relación plantas con geminivirus presencia de adultos (días entre muestreos), y se estimó la ecuación de regresión.

Resultados y Discusión

Los resultados de los muestreos se muestran en el Cuadro 2. Las plantas inspeccionadas fueron menos que las plantas expuestas (30), debido a pérdida de plantas en campo por el daño por insectos trozadores o roedores. Los daños se presentaron en mayor o menor medida en todas las fechas de exposición; sin embargo, en todos los casos se recuperaron suficientes plantas para hacer el registro de vectores y del inóculo presente en la zona.

Cuadro 2. Plantas inspeccionadas (P), adultos de mosquita blanca (MB) y plantas con diagnóstico positivo a geminivirus (G) registrados bajo la técnica de libre elección, en cuatro periodos de exposición, en tres áreas del Valle de Guaymas-Empalme.

Región del valle	Periodo de exposición											
	30 oct - 6 nov 2018			22 - 29 nov 2018			5 - 12 feb 2019			21 – 28 may 2019		
	P	MB	G	P	MB	G	P	MB	G	P	MB	G
Sur	8	9	2	9	69	2	6	3	1	4	2	1
Centro	9	265	5	9	280	7	7	6	1	7	3	1
Norte	8	7	1	10	43	5	10	7	1	6	5	3
Valle	25	281	8	28	392	14	23	16	3	17	10	5

En la figura 1 se ilustra el promedio de adultos del vector por planta. La población del vector fue impactada por el descenso de temperatura de inicio de 2019. En el valle se registró altas poblaciones del vector durante la primera etapa de siembra; sin embargo, éstas cayeron

drásticamente en la segunda etapa de siembra (2019), lo que coincide también con las destrucciones de zocas, este proceso fue reportado por Pacheco, Soto y Valenzuela (2016).

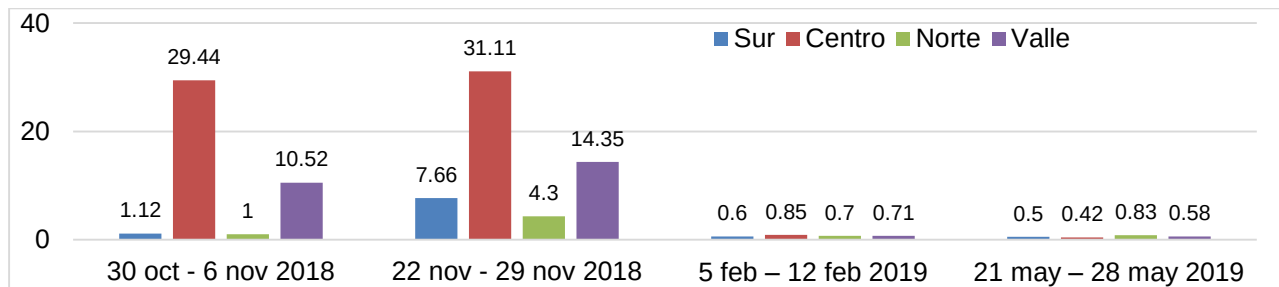


Figura 1. Promedio de adultos de mosquita blanca por planta registrados en calabaza italiana bajo la técnica de libre elección.

En la figura 2 se ilustra el porcentaje de plantas que fueron inoculadas con geminivirus. El registro porcentual de plantas con geminivirus no sigue ningún patrón a través del tiempo ya que el registro de plantas infectadas tiene que ver con la cantidad de inóculo y del vector. En el valle, existe una disminución importante de hospedantes al final de la primera etapa de siembra además de que el vector disminuye con el descenso de temperaturas, lo que coincide con lo reportado por Holgui, Vázquez, Mejía, Garzón y Rivera (2004), mencionan que inóculo se incrementa a través de los cultivos hospedantes, y puede decrecer si éstos se destruyen.

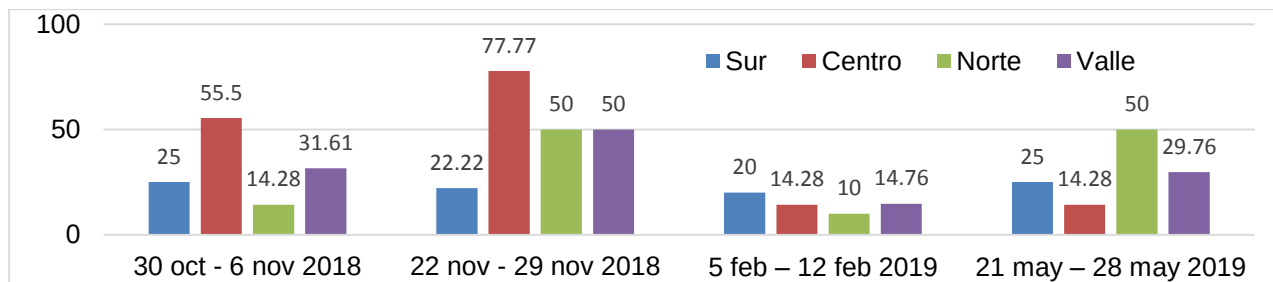


Figura 2. Porcentaje de plantas de calabaza italiana inoculadas con geminivirus que fueron expuestas bajo la técnica de libre elección.

En la figura 3 se ilustra el índice de transmisión de geminivirus a través del tiempo en el Valle de Guaymas-Empalme, Son., para el ciclo hortícola 2018, 2019.

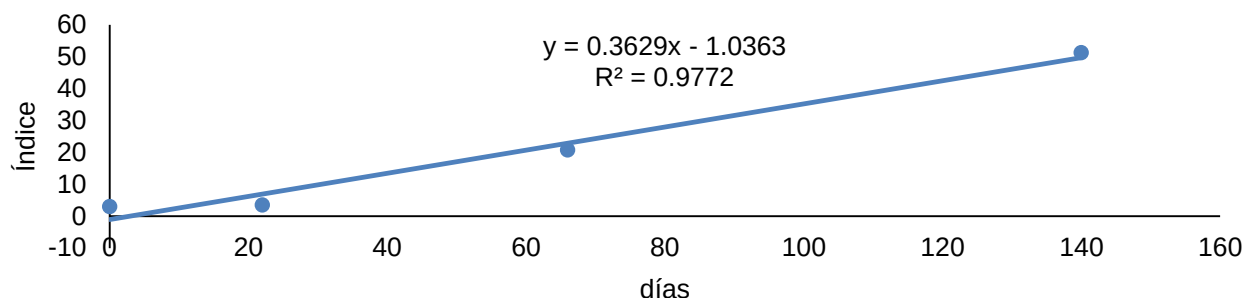


Figura 3. Índice de transmisión de geminivirus por Mosquita blanca a través de cuatro periodos de exposición, en el Valle de Guaymas-Empalme, Son. Ciclo hortícola 2018-2019.

El índice presenta un mejor ajuste a una regresión lineal, $y = 0.3659X - 1.0363$; con una R^2 de 0.97, esto a pesar de que la población de mosquita blanca, disminuyó en la segunda etapa de siembra, por efectos de temperatura. La cantidad de inóculo al final de la segunda etapa de siembra fue alta, y la población del vector baja; sin embargo, éste es altamente infectivo. Lo anterior, resalta la importancia de mantener una ventana libre de hospedantes, para disminuir las fuentes de inóculo y del vector, para el inicio de la siguiente etapa de siembra.

Conclusiones

El inóculo de geminivirus se incrementa exponencialmente en las poblaciones de mosquita blanca a través del tiempo, por lo que son altamente infectivos al final de la temporada.

Se requiere mantener una ventana libre de hospedantes cultivados entre ciclos hortícolas para disminuir las poblaciones de mosquita blanca y el inóculo de los geminivirus.

Literatura Citada

- Brown, J. K., Fauquet, C. M., Briddon, R. W., Zerbini, F. M., Moriones. E., y Navas Castillo, J. 2012. Family *Geminiviridae*. In: King AMQ; Adams MJ; Carstens EB; Lefkowitz EJ (eds). Virus Taxonomy. 9th Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. London UK. Elsevier Academic Press. 1327p.
- Carrillo, J., Valenzuela, A. y Rivera, R.F. 2009. Virus transmitidos por mosca blanca en México. XLVIII Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología. División Caribe. Fitosanidad, 12(1): (Ap-C11). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-30092009000100006
- Holguín Peña, R. J., Vázquez Juárez, R., Mejía Ruíz H., Garzón Tiznado, J. A., y Rivera Bustamante, R. F. 2004. Geminivirus en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y rango de hospedantes en Baja California Sur, México. Revista Mexicana de Fitopatología, 22(1)107-117.
- Moreno Bedoy, A. y Figueroa López, P. 2008. Virus del Amarillamiento y Enanismo de las Cucurbitáceas (CYSDV) detectado en el sur de Sonora, México. Memorias del Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología.

Pacheco Covarrubias, J. J., Soto Nolasco, J. y Valenzuela Valenzuela, J. M. 2016. Densidad poblacional de mosca blanca *Bemisia* spp. (Hemiptera: Aleyroididae) en el Valle de Guaymas-Empalme, Sonora, México. *Biotecnia*; 18(3) 9-13.

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A ROYAS EN PLÁNTULA Y PLANTA ADULTA EN GENOTIPOS DE TRIGO CRISTALINO

García León Elizabeth¹; Alvarado Padilla Jorge Iván²; Villaseñor Mir Héctor Eduardo³;
Rodríguez García María Florencia³ y Huerta Espino Julio³

Campo Experimental Valle del Fuerte-INIFAP, Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa¹

garcia.elizabeth@inifap.gob.mx Campo Experimental Valle de Mexicali-INIFAP, Mexicali, Baja California²

Campo Experimental Valle de México-INIFAP, Texcoco, Edo. de México³

Resumen

Se evaluó la resistencia en plántula y planta adulta veinte líneas experimentales y variedades adaptadas al Valle de Mexicali, B.C. y San Luis Río Colorado, Son. a las razas CMEX 18.01, MEX 17.87, CMEX 14.25 y MEX 16.04 de roya amarilla y la raza BBG/BP_Cirno de roya de la hoja. En planta adulta se observó que seis líneas experimentales mostraron resistencia a roya amarilla en las localidades de Nanacamilpa y Terrenate, Tlaxcala y Chapingo, Estado de México. En plántula se observó que las variedades Martínez C2016 y Baroyeca Oro C2013 conservan su resistencia ante la raza de roya de la hoja BBG/BP_Cirno. Las líneas 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 15 mostraron resistencia a todas las razas de roya amarilla evaluadas en invernadero. Fue posible identificar genotipos con buenos niveles de resistencia en plántula y planta adulta, lo que refleja los avances en el mejoramiento para el control genético de las royas.

Palabras clave: *Puccinia striiformis f. sp. tritici*, *Puccinia triticina*, mejoramiento genético

Abstract

Resistance in seedling and adult plant was evaluated in experimental lines and varieties adapted to the Valley of Mexicali, B.C. and San Luis Río Colorado, Son. to the races CMEX 18.01, MEX 17.87, CMEX 14.25 and MEX 16.04 of yellow rust and the race BBG / BP_Cirno of leaf rust. In adult plant it was observed that six experimental lines showed resistance to yellow rust in the localities of Nanacamilpa and Terrenate, Tlaxcala and Chapingo, State of Mexico. In seedling it was observed that the Martinez C2016 and Baroyeca Oro C2013 varieties retain their resistance to the leaf rust race BBG / BP_Cirno. The lines 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 15 showed resistance to all races of yellow rust evaluated in the greenhouse. It was possible to identify genotypes with good levels of resistance in seedling and adult plant, reflecting the advances in the improvement for the genetic control of rust

Keywords: *Puccinia striiformis f. sp. tritici*, *Puccinia triticina*, genetic improvement

Introducción

De acuerdo con cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2015), en México el volumen de producción estimado de trigo durante el período 2005 al 2015 fue de 3.7 MT, de las cuales cerca de 85 % se concentran en los estados de Sonora (35 %), Guanajuato (17.5 %), Baja California (11.5 %), Sinaloa (9.2 %), Michoacán (6.4 %) y Jalisco (4.4 %).

El trigo es el principal cultivo sembrado en el ciclo otoño-invierno en el Distrito de Riego 014 del Río Colorado, que comprende los Valles de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Sonora siendo las variedades Cachanilla F2000, Borlaug 100, CIRNO C2008 y Río Colorado C2000 algunas de las que se siembran en mayor superficie. Dentro de la problemática de la producción, es necesario establecer estrategias de liberación continua de material varietal con características de rendimiento, calidad y sanidad. Las royas en el cultivo de trigo en el Noroeste del país y en prácticamente todas las áreas trigueras de México constituyen el principal motivo de evaluación al momento de liberar una línea candidata a variedad. Éstos patógenos tienen un mecanismo eficiente de dispersión aérea a grandes distancias, gran habilidad para mutar (Rajaram y Campos, 1974) y multiplicarse rápidamente (Singh *et al.*, 2001). Las pérdidas son de hasta de un 84 % del rendimiento ya que infecciones tempranas provocan una disminución significativa en el número de granos por espiga, el peso hectolítrico y la calidad del grano (Delgado *et al.*, 2016). La disminución en el rendimiento de grano se relaciona proporcionalmente con la severidad de esta enfermedad en la hoja bandera. *Puccinia triticina* es comúnmente conocida como roya de la hoja, las razas fisiológicas se encuentran distribuidas en forma aleatoria en las zonas productoras de trigo y han evolucionado de acuerdo a las variedades cultivadas en cada región y a los genes de resistencia que poseen las variedades sembradas. La roya lineal amarilla es actualmente la enfermedad más devastadora del trigo en México, se han reportado más de 39 razas fisiológicas de roya amarilla, y durante el ciclo PV-2014, 10 razas nuevas se identificaron venciendo la resistencia de variedades importantes en las regiones productoras del centro del país. Por lo anterior se planteó el objetivo de evaluar la reacción en plántula y planta adulta a roya lineal amarilla y roya de la hoja en genotipos experimentales y variedades desarrolladas por el programa de mejoramiento genético del Campo Experimental Valle de Mexicali.

Materiales y métodos

Veinte genotipos de trigo cristalinos (variedades y líneas experimentales) fueron sembrados en campo en las localidades de Nanacamilpa y Terrenate, Tlaxcala y Chapingo, Estado de México en el ciclo P-V-2018. Para lograr una alta incidencia de la enfermedad, se sembró el genotipo susceptible Morocco en bordos con doble surco en la periferia y golpes de semilla entre cada parcela, las cuales actuaron como fuente dispersante de inóculo. En campo no se inoculó roya amarilla ya que se presenta de manera natural en los sitios evaluados.

Posteriormente en el Laboratorio Nacional de Royas y otras Enfermedades de Cereales (LANAREC) se sembraron los veinte genotipos en charolas plásticas que contenían sustrato estéril. Adicionalmente se sembró un juego de diferenciales de roya amarilla y de roya de la hoja para corroborar las razas y las lecturas en la población evaluada. Diez días después de la siembra o cuando la segunda hoja se encontrará completamente extendida se inocularon con urediniosporas de las razas de *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*: CMEX 18.01, MEX 17.87, CMEX 14.25 y MEX 16.04 y la raza de *Puccinia triticina*: BBG/BP_Cirno. Las plántulas inoculadas se secaron por 20 min y se trasladaron a una cámara de incubación a 20°C y a un humidificador al 100% de HR por 8 horas; después se trasladaron al invernadero de 22 a 24 °C para roya de la hoja y para roya amarilla a un invernadero con temperaturas medias de 15-18°C. Diez días después de la inoculación se evaluaron los tipos de infección de los genotipos y las diferenciales en la escala del 0 a 4, de acuerdo con Stakman *et al.*, 1962; los fenotipos con infección de 0 a 2 o 2+ se clasifican como resistentes y con 3 a 4 como susceptibles para el caso de *Puccinia triticina*, y para *P. striiformis* se utilizó la escala Roelfs *et al.* (1992). que va del 0 al 9, donde 0 al 7 se clasifican como resistentes y 8 a 9 susceptibles. En plántula las evaluaciones comenzaron cuando el progenitor susceptible tuvo una infección de 4 en la escala del 0-4 y de 9 en la escala del 0-9, aproximadamente 10 d después de la inoculación. En campo se registró el porcentaje de infección de acuerdo con la escala modificada de Cobb (Peterson, 1948). La primera lectura se realizó cuando el genotipo susceptible alcanzó de 90 a 100 % de infección en la hoja bandera y la segunda 7 días después. Las condiciones de temperatura fueron de 20 y 30°C y humedad (mayor a 70%) las cuales fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Resultados y discusión

La respuesta de las variedades y líneas avanzadas en planta adulta se observan en el cuadro 1, donde, de los 20 genotipos evaluados, las líneas experimentales 2, 3, 4, 5, 9 y 15 mostraron resistencia en todos los sitios evaluados para roya amarilla, y mostraron resistencia a la raza

BBG/BP_Cirno de roya de la hoja, por lo que podrían ser consideradas para un programa de mejoramiento, ya sea como candidatas a variedades o progenitoras. Las variedades Cirno C2008, Orita y Baroyeca C2013 fueron susceptibles en los sitios evaluados, mostrando niveles máximos de 40, 70 y 60 % de infección respectivamente. La variedad Martínez C2016 se comportó como moderadamente resistente, al alcanzar niveles máximos de 40% en los sitios evaluados contra las razas presentes, y fue resistente a la raza de roya de la hoja BBG/BP_Cirno.

Cuadro 1. Reacción de 20 genotipos de trigo cristalino en planta adulta a razas de *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* en parcelas en los sitios de Nanacamilpa y Terrenate, Tlaxcala y Chapingo, Estado de México.

No	Genotipo/Genealogía	Reacción en planta adulta					
		Nanacamilpa		Terrenate		Chapingo	
		1ra. EYr	2da. EYr	1ra. EYr	2da. EYr	1ra. EYr	ELr
1	SOOTY_9/RASCON...IA/11/OOMER	0	10	5	5	0	0
2	MOHAWK/6/LOTUS...ETHIO.135.85)	0	10	0	0	0	0
3	MOHAWK/6/LOTUS...ETHIO.135.85)	0	0	0	0	0	0
4	MOHAWK/6/LOTUS...ETHIO.135.85)	0	0	5	0	0	0
5	MOHAWK/6/LOTUS...ETHIO.135.85)	0	10	0	0	0	0
6	MOHAWK/6/LOTUS...ETHIO.135.85)	5	20	5	10	0	0
7	MOHAWK/6/LOTUS...ETHIO.135.85)	0	20	10	20	5	0
8	MOHAWK/6/LOTUS...ETHIO.135.85)	0	20	0	10	5	0
9	MOHAWK/6/LOTUS...ETHIO.135.85)	0	0	0	0	0	0
10	CBC509CHILE/6/ECO...3/ALTAR84	0	40	0	20	0	0
11	TOPDY_18/FOCHA...12/F3LOCAL	0	50	20	20	0	0
12	GUAYACANINIA/POMA...135/ACO89	5	20	5	20	5	0
13	CBC509 CHILE/6/ECO/C..T/3/ALTAR	0	20	30	10	0	0
14	CAPAROI/11/MÂALI/6/.../FNFOOT_2	0	40	10	5	5	0
15	STRONGFIELD/13...ZAR/3/BRAK_2	0	0	0	10	5	0
16	CIRNO C2008	0	40	30	30	5	80
17	RASCON_38/SN..(Martínez C2016)	10	40	10	20	10	0
18	ORITA	5	70	40	20	5	80
19	DESER KING	0	20	0	5	5	80
20	BAROYECA ORO C2013	5	60	10	20	20	0

1ra.EYr= Primera evaluación de roya amarilla; 2da.EYr=Segunda evaluación de roya amarilla; ELr =Evaluación roya de la hoja

En estado de plántula en invernadero, los genotipos 6, 12, 13, Cirno C2008, Martínez C2016 y Baroyeca Oro C2013 (Cuadro 2) se comportaron como susceptibles y moderadamente susceptibles en plántula a las razas de roya amarilla CMEX 18.01, MEX 17.87, CMEX 14.25 y MEX 16.04 mostrando reacciones de 7 y 8 en la escala, sin embargo Martínez C2016 y Baroyeca Oro C2013 fueron resistentes ante la raza de roya de la hoja BBG/BP_Cirno Mientras que los genotipos 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 15 y Deserking mostraron resistencia a todas las razas de roya amarilla evaluadas en plántula. El resto de los genotipos se comportaron como moderadamente resistentes con escala de 7 según Roelfs *et al.* (1992).

Cuadro 2. Reacción de 20 genotipos de trigo cristalino en plántula a cuatro razas de *P. striiformis* f. sp. *tritici* y una raza de *P. triticina* en invernadero.

No.	Genotipo/Genealogía	Reacción en plántula (Invernadero)				BBG/BP Cirno
		CMEX 18.01	MEX 17.87	CMEX 14.25	MEX 16.04	
1	SOOTY_9/RASCON...NIA/11/BOOMER	6	3	5	1	X
2	MOHAWK/6/LOTUS....L.ETHIO.135.85)	1	1	1	1	X
3	MOHAWK/6/LOTUS...L.ETHIO.135.85)	1	1	1	1	X
4	MOHAWK/6/LOTUS...L.ETHIO.135.85)	1	1	1	1	X
5	MOHAWK/6/LOTUS...L.ETHIO.135.85)	1	0	1	1	X
6	MOHAWK/6/LOTUS...L.ETHIO.135.85)	8	6	7	2	X
7	MOHAWK/6/LOTUS...L.ETHIO.135.85)	7	7	7	2	X
8	MOHAWK/6/LOTUS...L.ETHIO.135.85)	7	5	7	1	X
9	MOHAWK/6/LOTUS...L.ETHIO.135.85)	1	0	1	1	0;
10	CBC509CHILE/6/ECO...IT/3/ALTAR84	6	3	5	1	X
11	TOPDY_18/FOCHA...IA_12/F3LOCAL	7	7	7	1	X
12	GUAYACANINIA/POMA...135/ACO89	8	7	7	5	X=
13	CBC 509 CHILE/6/ECO/C..T/3/ALTAR	8	3	6	2	;
14	CAPARO/11/MÂALI/6/.../FNFOOT_2	7	1	5	1	;
15	STRONGFIELD/13...3/ZAR/3/BRAK_2	0	1	1	1	X-
16	CIRNO C2008	8	6	7	4	4
17	RASCON_38/.....(Martínez C2016)	8	6	8	7	0;
18	ORITA	7	4	4	6	4
19	DESER KING	5	4	3	1	4
20	BAROYECA ORO C2013	7	5	7	8	X

Conclusiones

La variedad Martínez C2016 se conserva como resistente y moderadamente resistente en plántula y planta adulta. Sin embargo Baroyeca Oro C2013 y Cirno C2008 muestran reacción moderadamente susceptible y susceptible a las razas evaluadas en el presente estudio, tanto en plántula como en planta adulta.

Literatura Citada

Delgado, S. L. M., J. Huerta-Espino E. M.C. López P., I. Benítez R., y E. Hernández M., 2016. Genética de la Resistencia a *Puccinia Triticina* Eriks. en Trigos Cristalinos Invernales. Rev. Fitotec. Mex. 39 (2): 133 -139.

Peterson, RF, Campbell AB and Hannah AE 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stems of cereals. Canadian Journal of Research Section C 26, 496-500.

Rajaram, S., and A. Campos. 1974. Epidemiology of wheat rust in the Western Hemisphere. CIMMYT. Res. Bull. 27: 1-27.

Roelfs, A. P., P. R. Singh y E. E. Saari. 1992. Las royas del trigo. Conceptos y métodos para el manejo de estas enfermedades. México, D.F.: CIMMYT. 81p.

Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. SAGARPA. México. Consultado: Diciembre, 2016. Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.

Singh, R. P., J. Huerta-Espino, y M. William. 2001. Resistencia durable a roya de la hoja y roya amarilla: genética y mejoramiento en el CIMMYT. *In*: Seminario Internacional: Estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo. INIA CIMMYT. INIA La Estanzuela, Colonia Uruguay. pp: 80.

Stakman, E. C., D.M. Stewart and W.Q. Loegering, 1962. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. Agricultural Research Service E 617, USDA, Washington DC, USA.

ARTRÓPODOS ASOCIADOS A HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C.

Gómez-Mercado René¹, Ávila Casillas Eva¹, López Games Roberto Carlos¹ y Cervantes Lugo Ulises¹.

¹INIFAP-Campo Experimental Valle de Mexicali. mercado.rene@inifap.gob.mx

Resumen

A pesar del creciente interés que existe por el cultivo de la higuera en México, es poca la información que existe sobre su cultivo, y mucho menos la información sobre plagas y enfermedades. En el Valle de Mexicali se establecieron ocho cultivares experimentales de *Ricinus communis* donde se recolectaron artrópodos en la etapa de fructificación y mediante la técnica de golpeo con red entomológica. Se observaron 2253 artrópodos agrupados en ocho órdenes, 24 familias y 31 morfoespecies. Se encontró diferencia significativa entre el número de artrópodos y variedades. Las familias Chrysomelidae (Coleoptera), Cicadellidae (Hemiptera) y Pentatomidae (Hemiptera), tienen mucho potencial de contener especies plaga, entre estas se encontraron a *Empoasca* sp., *Nezara viridula* y *Epitrix* sp.

Palabras clave: plagas, higuera, cultivares.

Abstract

Despite the growing interest in the cultivation of fig trees in Mexico, there is little information about their cultivation, much less information about pests and diseases. In the Mexicali Valley, eight experimental cultivars of *Ricinus communis* were established and arthropods were collected in the fruiting stage by entomological netting technique. 2253 arthropods were grouped into eight orders, 24 families and 31 morphospecies. Significant difference was found between the number of arthropods and cultivars. The families Chrysomelidae (Coleoptera), Cicadellidae (Hemiptera) and Pentatomidae (Hemiptera), have a lot of potential to contain pest species, among these were *Empoasca* sp., *Nezara viridula* and *Epitrix* sp.

Key words: pest, fig tree, cultivars.

Introducción

La higuera (*Ricinus communis* L.) es una especie oleaginosa, arbustiva y de la familia de las Euforbiáceas. Es originaria de África tropical; sin embargo, es común en países de América Latina (Jachmanian *et al.*, 2009). La higuera representa una alternativa bionérgica para México, esta especie se distribuye ampliamente en el territorio mexicano de manera silvestre (Villaseñor y Espinosa, 1998). Las semillas de higuera contienen más del 45 % de aceite, y el aceite contiene entre 80 y 90 % de ácidos grasos hidroxilados y ácido ricinoléico (Jeong y Park, 2009). El aceite de las semillas de higuera, es soluble en alcohol y se usa para la producción de biodiesel (Ramírez, 2006; Jeong y Park, 2009). A pesar del creciente interés que existe por el cultivo de la higuera en México, es poca la información que existe sobre su cultivo, y mucho menos la información sobre plagas y enfermedades.

El desarrollo de actividades de investigación en el cultivo de higuera en el Valle de Mexicali, como actividad para el desarrollo del paquete tecnológico para el manejo agronómico del cultivo, que incluyan el manejo de plagas y enfermedades, es una necesidad antes de implementar su cultivo en grandes superficies. Por lo tanto, es importante conocer los artrópodos asociados al cultivo, entre ellos las plagas que tienen el potencial de afectar a esta oleaginosa cuando se implemente como un monocultivo en grandes superficies. El objetivo de este trabajo fue conocer a los artrópodos asociados a ocho variedades de higuera establecidas experimentalmente en el Valle de Mexicali.

Materiales y Métodos

Establecimiento y manejo del cultivo

En la Estación Experimental Chapultepec del Campo Experimental Valle de Mexicali, el primero de marzo del 2019, se establecieron ocho cultivares de higuera en tres camas de cinco metros de largo por un metro y medio de ancho. Los materiales utilizados fueron A1023, B915, C1022, Eva, EVF-716, EVF-701, Galit y Larissa. La siembra se realizó en suelo seco, de 2 a 3 cm de profundidad y utilizando de 8 a 10 kg ha⁻¹ bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El manejo agronómico del cultivo se realizó de acuerdo con las recomendaciones de Ochoa *et al.*, (2016).

Recolección e identificación de artrópodos

La recolección de insectos asociados a higuera se realizó en una cama de cinco metros de largo por un metro y medio de ancho, en la etapa de fructificación y mediante la técnica de golpeo con red entomológica. Todos los insectos recolectados se colocaron en frascos con alcohol al 70% y fueron llevados al laboratorio para su separación, clasificación y identificación.

taxonómica. Se registró el número de morfoespecies por cultivar y repetición. La mayor parte del material se identificó a nivel de morfoespecie, determinando para cada una de éstas su orden y familia a través de claves dicotómicas (Rodríguez *et al.*, 2016) y por comparación con fotografías de libros especializados e Internet, así como con el apoyo de taxónomos expertos nacionales. En algunos casos la identificación se realizó a nivel de especie.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico R, se realizó un ANOVA y prueba de Tukey al 5% para la comparación del número de insectos y número de morfoespecies por cultivar.

Resultados y Discusión

Se recolectaron en total 2253 artrópodos presentes en ocho cultivares de *R. communis*. Las especies se agruparon en ocho órdenes, 24 familias y 31 morfoespecies. Por su importancia en cuanto a número de artrópodos que agruparon, los órdenes se enlistaron de la siguiente manera: Hemiptera, Hymenoptera, Thysanoptera, Diptera, Coleoptera, Aranea, Mantodea y Neuroptera. Hemiptera, Hymenoptera, Thysanoptera, Dyptera y Coleoptera agruparon el 88% de las familias y el 98% de las morfoespecies, con 21 familias en total y 27 morfoespecies. Hymenoptera fue el orden con más familias, con siete y Thysanoptera tuvo mayor número de insectos, con 1018. Con mucho menos morfoespecies se ubicaron los otros órdenes, representados por una a tres familias y uno a tres morfoespecies (Cuadro 1). La diversidad de artrópodos relacionados a *R. communis* en el Valle de Mexicali es similar a los resultados presentados por López-Gutiérrez *et al.* (2015); donde mencionan que, en muestreos realizados en Chiapas, Morelos y Yucatán en higuera, los órdenes Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera y Diptera agruparon el 88% de las familias y el 96% de las morfoespecies, con más de 18 familias y más de 99 morfoespecies cada uno.

Las familias más numerosas en cuanto a número de insectos recolectados, con más de 100 y de mayor a menor, fueron las siguientes cuatro: Thripidae (Thysanoptera), Cicadellidae (Hemiptera), Thripidae (Hymenoptera) y Anthracoridae (Hemiptera) como se observa en el cuadro 1. Por otro lado, de acuerdo con el número de insectos y hábito fitófago, las familias Chrysomelidae (Coleoptera), Cicadellidae (Hemiptera) y Pentatomidae (Hemiptera), tienen mucho potencial de contener especies plaga de *R. communis*, entre estas especies se encontraron a *Empoasca* sp., *Nezara viridula* y *Epitrix* sp. López-Guillén *et al.*, en el 2013 mencionan que en Centro y Sudamérica las plagas de importancia económica de la higuera

son *Phyllophaga* sp., *Agriotes* sp., *Erinnyis* ello, *Nezara viridula*, *Corythucha gossypii*, *Falconia antioquiensis*, *Spodoptera marima* y otras.

Cuadro 1. Ordenes, familias y número de artrópodos asociados a higuera (*R. communis*) en el Valle de Mexicali.

Orden	No. de especie	Familia	Especie	No. de artrópodos
Aranea	1	Araneidae	--	33
Aranea	2	Araneidae	--	7
Hemiptera	1	Reduviidae	<i>Rhynocoris iracundus</i>	14
Hemiptera	2	Anthocoridae	<i>Xylocoris</i> sp.	102
Hemiptera	3	Cicadellidae	<i>Empoasca</i> sp.	391
Hemiptera	4	Cicadellidae	--	9
Hemiptera	5	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>	1
Thysanoptera	1	Thripidae	<i>Scolothrips</i> sp.	968
Thysanoptera	2	Aeolothripidae	<i>Aeolothrips</i> sp.	50
Neuroptera	3	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	1
Hymenoptera	1	Thipidae	<i>Myzinum quinquecintum</i>	363
Hymenoptera	2	Thipidae	<i>Paratiphia</i> sp.	18
Hymenoptera	3	Vespidae	---	13
Hymenoptera	4	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> sp.	5
Hymenoptera	5	Brachonidae	---	8
Hymenoptera	6	Ichneumonidae	---	15
Hymenoptera	7	Chalcididae	---	8
Hymenoptera	8	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	15
Diptera	1	Tachinidae	---	15
Diptera	2	Phoridae	---	89
Diptera	3	Bombyliidae	---	9
Diptera	4	Dolichophoridae	---	11
Diptera	5	Dolichophoridae	---	6
Diptera	6	Dolichophoridae	---	13
Diptera	7	Pipunculidae	---	10
Coleoptera	1	Chrysomelidae	<i>Epitrix</i> sp.	31
Coleoptera	2	Chrysomelidae	---	16
Coleoptera	3	Rutelidae	---	13
Coleoptera	4	Coccinellidae	---	14
Coleoptera	5	Coccinellidae	<i>Scymnus</i> sp.	2
Mantodea	6	Mantidae	<i>Mantis religiosa</i>	3
Total				2213

Un número elevado de morfoespecies asociadas a *R. communis* pertenecen a familias de depredadores o parasitoides. Las familias con morfoespecies depredadoras fueron:

Coccinellidae (Coleoptera), Vespidae (Hymenoptera), Reduviidae (Hemiptera), Anthocoridae (Hemiptera) y Chrysopidae (Neuroptera). Aquellas familias que destacaron por el hábito parasítico de sus morfoespecies fueron: Trichogrammatidae, Braconidae, Chalcididae e Ichneumonidae del orden Hymenoptera.

En cuanto a la relación de artrópodos con el cultivar, en el Cuadro 2 se observa diferencia significativa entre el número de artrópodos encontrados por cultivar ($p=0.0002$) y sin diferencia significativa ($p=0.0631$) entre el número de morfoespecies. La variedad EVF-701 mostró el mayor número de artrópodos, seguido de C 1022 y EVF-716 comparado con A 1023. En promedio se encontraron entre 8 a 13 morfoespecies por cultivar.

Cuadro 2. Número de artrópodos y número promedio de morfoespecies en ocho cultivares de *R. communis* en el Valle de Mexicali.

Cultivar	No. de artrópodos	Media	Grupo	No. Prom. de morfoespecies
EVF-701	595	148.75	a	8 a
C 1022	427	106.75	ab	8 a
EVF-716	331	82.75	abc	9 a
Galit	238	59.5	bc	8 a
Larissa	188	47	bc	10 a
B 915	175	43.75	bc	13 a
Eva	167	41.75	bc	9 a
A 1023	132	33	c	8 a

Conclusiones

En el Valle de Mexicali los artrópodos relacionados a ocho cultivares de *R. communis*. se agruparon en ocho órdenes, 24 familias y 31 morfoespecies. La variedad EVF-701 mostró el mayor número de artrópodos, seguido de C 1022 y EVF-716 comparado con A 1023. Las familias Chrysomelidae (Coleoptera), Cicadellidae (Hemiptera) y Pentatomidae (Hemiptera), tienen especies con potencial para ser plaga en este cultivo y entre estas se encontraron a *Epitrix* sp., *Empoasca* sp. y *Nezara viridula*.

Literatura Citada

Jachmanian I., Gomar P. E., Villamil J. y Villamil J. J. 2009. El cultivo de tártago (*Ricinus communis* L.) en el Uruguay. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA. Boletín de Divulgación N° 98. 26 pp.

Jeong G.T. & Park D.H., 2009. Optimization of biodiesel production from castor oil using response surface methodology. Applied Biochemistry and Biotechnology 156: 431-441.

López-Guillén G., Gómez-Ruiz J., Barrera G. J. F., Martínez B. M., Herrera-Parra E. y Hernández-Arenas M. 2015. Plagas y enfermedades asociadas a higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el trópico mexicano. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Centro de Investigación Regional Pacífico Sur (CIRPAS). Campo Experimental Rosario Izapa, Folleto Técnico Núm. 36. Tuxtla Chico, Chiapas, México. 48 p.

López-Guillén G., Gómez-Ruiz J., Barrera J. F., Herrera-Parra E., Hernández-Arenas M., Bravo Mosqueda E., Solís-Bonilla J. L. y Zamarripa C. A. 2013. Artrópodos asociados a higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el sur de México. SAGARPA-INIFAP-CIRPAS. Campo Experimental Rosario Izapa, Folleto Técnico Núm. 28. Tuxtla Chico, Chiapas, México. 70 p.

Ochoa E. X. M., Aguilera M. N. A., Montoya C. L., Armenta C. C. M. y Valenzuela B. J. R. 2016. Tecnología de producción de higuierilla para el Noroeste de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. 36 p.

Rodríguez V. B., González H. A. y L. M. P. 2016. Principales familias de parasitoides útiles en programas de control biológico. Memorias XXVII Curso Nacional de Control Biológico. 28 p.

Ramírez, E. 2006. Abandono del campo mexicano. Revista Fortuna: Negocios y Finanzas 4(44): 25-28.

Villaseñor R.J.L. y Espinosa F.J. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 499p.

EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL COMPLEJO DE MALEZA EN TRIGO EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO

Guzmán Angulo Jelinek¹, Tamayo Esquer Luis Miguel², León Martínez Jesús

Roberto², Tamayo Peñuñuri Luis Miguel³, Tamayo Peñuñuri Diego David⁴.

Instituto Tecnológico de Sonora¹, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales², Agrícolas y Pecuarias, CORTEVA Agriscience³ y Universidad Interamericana de Desarrollo⁴ jelinekga@gmail.com; tamayo.luismiguel@inifap.gob.mx, luis.m.tamayo.penunuri@gmail.com, diegotamayop@gmail.com.

Resumen

Falta tecnología para el manejo de maleza en trigo, que integre herbicidas eficaces y selectivos; por lo que los objetivos son: eficacia de mezclas de éstos en el complejo de maleza, su selectividad y rendimiento. Realizado en el sur de Sonora, México, usando 0.5 Lha⁻¹ de pyroxsulam, con fluoroxyprir + halauxifen (0.5 Lha⁻¹), tritosulfurón + dicamba (200 Gha⁻¹) y prosulfurón + dicamba (333 Gha⁻¹) y 1.0 Lha⁻¹ de pinoxaden con fluoroxyprir + halauxifen (0.5 Lha⁻¹), con testigos comercial y sin aplicación. Se registró el control 15, 30, 45 dda y rendimiento; se analizó varianza y separación de medias (Tukey's P<0.05). La maleza gramínea fue controlada solo de manera suficiente con pinoxaden + fluoroxyprir + halauxifen y el testigo regional (15 dda); controlándose de esta manera con el resto de los tratamientos (30 dda), salvo con pyroxsulam + prosulfurón + dicamba que registró un control regular. 45 dda, sólo pinoxaden + fluoroxyprir + halauxifen mantienen un control suficiente; ya que pyroxsulam y pinoxaden con fluoroxyprir + halauxifen registraron un control medio de gramíneas. La hoja ancha se controló suficientemente de 15 a 45 dda con cualquier tratamiento. 7 y 15 dda, ningún tratamiento registró fitotoxicidad en trigo, que pudiera afectar su producción. El mayor rendimiento fue pinoxaden con fluoroxyprir + halauxifen (5,828 Kha⁻¹), seguido de pyroxsulam con fluoroxyprir + halauxifen (5,348 Kha⁻¹), de pyroxsulam con tritosulfurón + dicamba (4,834 Kha⁻¹) y del testigo regional (4,286 Kha⁻¹), sin diferencias significativas; excepto pyroxsulam + prosulfurón + dicamba (2,840 Kha⁻¹) que igualó al testigo sin aplicación (1,551 Kha⁻¹).

Palabras claves: Maleza, Herbicidas, Postemergencia.

Abstract

Lack of technology for the management of weeds in wheat, which integrates effective and selective herbicides; Therefore, the objectives are: effectiveness of mixtures of these in the weed complex, their selectivity and yield. Performed in southern Sonora, Mexico, using 0.5 Lha⁻¹

of pyroxsulam, with fluoroxyprir + halauxifen (0.5 Lha^{-1}), tritosulfuron + dicamba (200 Gha^{-1}) and prosulfuron + dicamba (333 Gha^{-1}) and 1.0 Lha^{-1} of pinoxaden with fluoroxyprir + halauxifen (0.5 Lha^{-1}), with commercial controls and without application. Control 15, 30, 45 daa and performance were recorded; variance and separation of means were analyzed (Tukey's $P < 0.05$). Grass weed was controlled only sufficiently with pinoxaden + fluoroxyprir + halauxifen and the regional control (15 daa); controlling in this way with the rest of the treatments (30 daa), except with pyroxsulam + prosulfuron + dicamba that registered a regular control. 45 daa, only pinoxaden + fluoroxyprir + halauxifen maintain sufficient control; since pyroxsulam and pinoxaden with fluoroxyprir + halauxifen recorded an average control of grasses. The broadleaf blade was sufficiently controlled for 15 to 45 days with any treatment. 7 and 15 days, no treatment registered phytotoxicity in wheat, which could affect its production. The highest yield was pinoxaden with fluoroxyprir + halauxifen ($5,828 \text{ Kha}^{-1}$), followed by pyroxsulam with fluoroxyprir + halauxifen ($5,348 \text{ Kha}^{-1}$), pyroxsulam with tritosulfuron + dicamba ($4,834 \text{ Kha}^{-1}$) and the regional control ($4,286 \text{ Kha}^{-1}$), without significant differences; except pyroxsulam + prosulfuron + dicamba ($2,840 \text{ Kha}^{-1}$) that matched the control without application ($1,551 \text{ Kha}^{-1}$).

Keywords: Weed, Herbicides, Postemergence.

Introducción

El control químico representa una alternativa de suma importancia en el manejo de maleza, al grado que de la venta mundial de plaguicidas en 2008 (más de 40 millones de dólares de venta), el 48 por ciento fueron herbicidas, 25 fungicidas, 23 insecticidas y 3 por ciento a otros (McDougall, 2008). Los cultivos de cereales no son la excepción en México, ya que 71 por ciento del mercado corresponde a herbicidas, 24 a insecticidas y 5 por ciento a otros (Rosales y Esqueda, 2010). Se espera que a nivel global se registre una tasa de crecimiento anual de un 5.79 por ciento entre 2017 y 2022 y el segmento de los herbicidas crecerá más rápido, con una tasa de un 5.88 por ciento, seguido por los fungicidas (Anónimo, 2017). El problema de maleza se incrementa constantemente y representa uno de los principales factores que impactan negativamente la producción de grano y su calidad en trigo en la región; asimismo, el cambio climático ha contribuido en la reducción de la eficacia y selectividad de los herbicidas, por estrés del cultivo y maleza entre otros (Tamayo-Esquer y Tamayo-Peñuñuri, 2015). En el sur de Sonora, las infestaciones del complejo de maleza representa un problema prioritario; existen especies como avena, malva, chuales, etc.: cuyo período óptimo de control es muy estrecho, siendo difícilmente controladas, ocasionando reducciones en el rendimiento y calidad de la cosecha (Tamayo-Esquer, 2001). Ensayos recientes de mezclas en trigo, muestran controles de

avena silvestre, alpistillo, mostaza negra, chuales y malva con pyroxsulam en mezcla con diferentes herbicidas para hoja ancha disponibles; los cuales fueron suficientes en la práctica desde los 15 hasta los 45 dda, incluyendo al testigo regional (León, et al, 2018). Actualmente, se requiere tecnología mediante prácticas culturales y control químico, para el manejo eficiente del complejo de maleza en trigo, con herbicidas eficientes y selectivos al cultivo. Lo que coincide con los objetivos del ensayo: evaluar la eficacia de mezclas de herbicidas graminicidas con formulaciones de herbicidas para hoja ancha sobre el control del complejo de maleza; además, de evaluar la fitotoxicidad sobre el cultivo de trigo y su rendimiento.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el valle del Yaqui, Sonora, México, aplicándose en postemergencia mezclas para el complejo de maleza asociadas con trigo en siembra tardía (enero); se usó la variedad CIRNO C2008, en un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de ocho surcos a 0.80 m de separación por 110 metros de largo. Se evaluaron tres tratamientos con 0.5 Lha⁻¹ de pyroxsulam (Across XL), en mezcla con los herbicidas para hoja ancha, fluoroxyprir + halauxifen (0.5 Lha⁻¹ de Pixxaro), tritosulfurón + dicamba (200 Gha⁻¹ de Condraz) y prosulfurón + dicamba (333 Gha⁻¹ de Peak Turbo); así como con 1.0 Lha⁻¹ de pinoxaden (Axial XL) en mezcla con fluoroxyprir + halauxifen (0.5 Lha⁻¹ de Pixxaro), comparados con un testigo comercial (pinoxaden con tritosulfurón + dicamba [1.0 Lha⁻¹ de Axial XL + 200 Gha⁻¹ de Condraz]) y un testigo sin aplicación. Se usó una aspersora terrestre comercial, con boquillas Tee-Jet 8002; utilizándose un volumen de agua de 250 l/ha. Se determinó el porcentaje de control a los 15, 30, y 45 días después de la aplicación (dda) y rendimiento, para lo que se realizó un análisis de varianza y una prueba de separación de medias (Tukey's P<0.05) para establecer la eficacia biológica.

Resultados y Discusión

Los resultados de control de maleza gramínea 15 dda (Cuadro 1), muestran 82.5 y 84 por ciento para el tratamiento a base de pyroxsulam con fluoroxyprir + halauxifen y tirotsulfurón + dicamba respectivamente; indicando un efecto sobre la maleza considerado como control medio según la escala de la EWRS (Burril, et al 1977); la mezcla de pyroxsulam con prosulfurón + dicamba registró solo 77.5 por ciento de control, es decir un efecto regular sobre la maleza. En lo que concierne a las mezclas de pinoxaden con fluoroxyprir + halauxifen y el testigo regional (pinoxaden + tritosulfurón + dicamba) se registró en esta fecha de observación un 91.5 y 92.5 por ciento de control respectivamente, que corresponde a un efecto sobre la maleza

considerado como suficiente en la práctica. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas sólo entre estos últimos dos tratamientos con pyroxsulam + prosulfurón + dicamba. Lo anterior muestra que 15 dda, sólo pinoxaden con fluoroxyprir + halauxifen y el testigo regional controlaron a la maleza gramínea de manera suficiente en la práctica. Para los 30 dda, los resultados en maleza gramínea muestran un control suficiente en la práctica (92.5 y 91.5%) para pyroxsulam con fluoroxyprir + halauxifen y tritosulfurón + dicamba; sin embargo, la mezcla de este graminicida con prosulfurón + dicamba continúa mostrando un control medio (76.5%) en esta fecha de observación. Para el caso de pinoxaden con fluoroxyprir + halauxifen y el testigo regional continúan controlando de manera suficiente en la práctica (89%) en esta fecha de observación; donde los análisis estadísticos no registraron diferencias significativas entre tratamientos con herbicidas. Lo anterior, muestra que con la mayoría de los tratamientos evaluados se consiguen controlar de manera suficiente en la práctica, las poblaciones de maleza gramínea 30 dda; exceptuando a la mezcla de pyroxsulam con prosulfurón + dicamba que sólo presentó un control regular. Para los 45 dda, se aprecia en general una reducción en el control de maleza gramínea debido principalmente a la presencia de avena pubescente en la infestación; registrándose sólo con pinoxaden + fluoroxyprir + halauxifen un control suficiente en la práctica (92.5%). Con pyroxsulam + fluoroxyprir + halauxifen y el testigo regional se aprecia un control medio (85%); sin embargo pyroxsulam con tritosulfurón + dicamba y prosulfurón + dicamba sólo alcanzaron a registrar un control regular y pobre de maleza gramínea (71.5 y 67.5%) en esta fecha de observación, registrándose diferencias significativas entre éstos dos últimos y el resto de los tratamientos. Lo anterior muestra que sólo el tratamiento con pinoxaden + fluoroxyprir + halauxifen consigue mantener un control suficiente en la práctica de la maleza gramínea hasta los 45 dda; en el caso de las mezclas de pyroxsulam y pinoxaden con fluoroxyprir + halauxifen solo mantuvieron un control medio para esta fecha de observación.

En lo que concierne a las poblaciones de maleza de hoja ancha anual, el control se manifestó como suficiente en la práctica (92.5%) para cualquiera de los tratamientos evaluados desde los 15 hasta los 45 dda. Lo que indica que el complejo de maleza de hoja ancha anuales, se controla de manera suficiente en la práctica desde los 15 dda, con cualquiera de los tratamientos evaluados. En cuanto a la posible fitotoxicidad sobre el cultivo de trigo, tanto 7 como 15 dda, no se registraron efectos aparentes en ninguno de los tratamientos con pyroxsulam y pinoxaden en mezcla con los herbicidas para hoja ancha; lo que indica, que ninguna de las mezclas representa un riesgo de ocasionar síntomas en el cultivo, que pudieran reflejarse en el rendimiento de trigo.

Cuadro 1. Control de maleza como resultado de mezclas de herbicidas postemergentes en trigo en el sur de Sonora, México. Ciclo Otoño-Invierno 2018-19.

N° de Tratamiento	% control de hoja angosta			% control de hoja ancha		
	15	30	45	15	30	45
1 Pyroxsulam + fluoroxyipir + halauxifen (0.5+0.5 Lha ⁻¹)	82.5 ab	92.5 a	85.0 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
2 Pyroxsulam+tritosulfurón+dicamba (0.5 Lha ⁻¹ +200 Gha ⁻¹)	84.0 ab	91.5 a	71.5 b	92.5 a	92.5 a	92.5 a
3 Pyroxsulam+prosulfurón+ dicamba (0.5 Lha ⁻¹ +333 Gha ⁻¹)	77.5 b	76.5 a	67.5 b	92.5 a	92.5 a	92.0 a
4 Pinoxaden + fluoroxyipir + halauxifen (1.0 + 0.5 Lha ⁻¹)	91.5 a	89.0 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
5 Testigo regional*	92.5 a	89.0 a	85.0 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
6 Testigo sin aplicación	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 b
Tukey's P<0.05=	1.929	1.629	2.412	1.318	1.318	1.280

*Pinoxaden + tritosulfurón + dicamba (1.0 Lha⁻¹+200 Gha⁻¹)

El Cuadro 2, presenta los rendimientos de grano como resultado de la efectividad biológica de las mezclas de pyroxsulam y pinoxaden, en mezcla con herbicidas para hoja ancha; donde para el caso de pyroxsulam con fluoroxyipir + halauxifen, tritosulfón + dicamba y prosulfurón + dicamba se registraron rendimientos de 5,348, 4,834 y 2,840 Kha⁻¹ respectivamente. Para las mezclas de pinoxaden con fluoroxyipir + halauxifen y el testigo regional (tritosulfurón + dicamba), los rendimientos fueron de 5,828 y 4,286 Kha⁻¹; es decir 124.8, 112.8, 66.3 y 138 por ciento con respecto al testigo regional, registrándose diferencias significativas con el testigo sin aplicación que rindió solo 1,551 Kha⁻¹, que implica 36.2 por ciento con respecto al testigo regional, exceptuando al tratamiento con pyroxsulam + prosulfurón + dicamba

Cuadro 2. Rendimiento de trigo con mezclas de herbicidas para el control del complejo de maleza en el sur de Sonora, México. Ciclo Otoño-Invierno 2018-19.

N° y descripción del tratamiento	Rendimiento Kha ⁻¹	% respecto al testigo
1 Pyroxsulam + fluoroxyipir + halauxifen (0.5 + 0.5 Lha ⁻¹)	5,348 a	124.8
2 Pyroxsulam + tritosulfurón + dicamba (0.5 Lha ⁻¹ +200 Gha ⁻¹)	4,834 ab	112.8
3 Pyroxsulam + prosulfurón + dicamba (0.5 Lha ⁻¹ +333 Gha ⁻¹)	2,840 bc	66.3
4 Pinoxaden + fluoroxyipir + halauxifen (0.5 + 0.5 Lha ⁻¹)	5,828 a	138.0
5 Testigo regional*	4,286 ab	--
6 Testigo sin aplicación	1,551 c	36.2
Tukey's P<0.05=	445.2	--

* Pinoxaden + tritosulfurón + dicamba (1.0 Lha⁻¹+200 Gha⁻¹)

Lo anterior indica, que aunque las diferencias no fueron significativas entre la mayoría de los tratamientos con herbicidas, el más alto rendimiento corresponde a pinoxaden con fluoroxyipir + halauxifen, seguido de pyroxsulam con fluoroxyipir + halauxifen y tritosulfurón + dicamba, así como del testigo regional (pinoxaden con fluoroxyipir + halauxifen); exceptuando el caso de pyroxsulam con prosulfurón + dicamba que fue igualado estadísticamente por el testigo sin aplicación.

Conclusiones

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

A los 15 dda la maleza gramínea solo fue controlada de manera suficiente en la práctica con pinoxaden + fluoroxyr + halauxifen y el testigo regional; sin embargo 30 dda, se controlaron de esta manera con el resto de los tratamientos, excepto para pyroxsulam con prosulfurón + dicamba que presentó un control regular.

Para los 45 dda, sólo pinoxaden + fluoroxyr + halauxifen consigue mantener un control suficiente; ya que pyroxsulam y pinoxaden con fluoroxyr + halauxifen solo mantuvieron un control medio de maleza gramínea.

El complejo de maleza de hoja ancha anuales, fue controlado de manera suficiente en la práctica desde los 15 hasta los 45 dda con cualquiera de los tratamientos evaluados.

Tanto 7 como 15 dda, ninguna de las mezclas de pyroxsulam y pinoxaden con herbicidas para hoja ancha, ni con el testigo regional; se registraron efectos aparentes de fitotoxicidad en el cultivo, que pudiera reflejarse en su rendimiento.

El más alto rendimiento fue para pinoxaden con fluoroxyr + halauxifen ($5,828 \text{ Kha}^{-1}$), seguido de pyroxsulam con fluoroxyr + halauxifen ($5,348 \text{ Kha}^{-1}$) y de pyroxsulam con tritosulfurón + dicamba ($4,834 \text{ Kha}^{-1}$); así como del testigo regional ($4,286 \text{ Kha}^{-1}$) sin diferencias significativas; exceptuando a pyroxsulam con prosulfurón + dicamba ($2,840 \text{ Kha}^{-1}$) que fue similar al testigo sin aplicación ($1,551 \text{ Kha}^{-1}$).

Literatura Citada

Anónimo, 2017. Mercado de los químicos para la protección de cultivos (pesticidas). <http://agricultores.com/mercado-de-los-quimicos-para-proteccion-de-cultivos/>

Burriel L. C., Cardenas L., y Locatelli E. 1977. Manual de Campo para la Investigación en Control de Malezas. Internacional Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.

León Martínez J. R., Tamayo Esquer L. M., Tamayo Peñuñuri L. M., Campos Gutierrez J. F. y A. E. Araujo Zavala 2018. Evaluación del herbicida pyroxsulam (Across) en mezclas con latifolicidas para trigo en el sur de Sonora, México. Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología. XXI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Volumen 2, pp 333-338. Mexicali, B. C. México. ISBN: 978-84-947996-6-2

McDougall. P. 2008. Crop protection and biotechnology consultants. www.phillipsmcdougall.com

Rosales R., E. y V. A. Esqueda E. 2010. Clasificación y uso de herbicidas por su modo de acción. Memoria Curso Precongreso XXXI Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza. México. pp. 29-48.

Tamayo-Esquer L. M. 2001. Manejo integrado de maleza en trigo para el noroeste de México. Folleto técnico no. 42. . CEVY-CIRNO-INIFAP, México.

Tamayo-Esquer, L. M. y L. M. Tamayo-Peñuñuri 2015. Evaluación del tratamiento a la semilla, mezclas de herbicidas y fungicidas en el cultivo de trigo en el valle del Yaqui, Sonora, México. Otoño-Invierno 2014-15. Memoria del XVIII congreso internacional de ciencias agrícolas. UABC-ICA Mexicali, B. C. México.

***Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales), AS MAIZE PLANT ENDOPHYTE, IMPROVES PLANT GROWTH AND DROUGHT TOLERANCE**

Kuzhuppillymyal Prabhakarankutty Laiju, Julio Bernal S. ², Ricardo¹Gómez-Flores, Patricia Tamez-Guerra ¹, Ángel Merino Mascorro ¹, Carlos Hernández Luna ¹, María Julissa Ek-Ramos.¹

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, 66451, San Nicolás de los Garza, N.L. México. Email.laijuprabha@gmail.com. ²Department of Entomology, Texas A&M University, College Station, Texas, USA 77843-2475.

Abstract

Beauveria bassiana is an entomopathogenic fungi that establishes endophytic symbiosis with plants for mutual benefits; as the plant gets protection against biotic and abiotic stresses, improves its growth, whereas fungus gets protection against adverse conditions. In this study, effect of endophytic colonization of three *B. bassiana* strains on *Zea mays* growth, crop production and drought tolerance were evaluated. *Z. mays* seeds were inoculated with GHA, PTG4 and PTG6 strains with an initial concentration of 1×10^6 blastospores/ml, using methyl cellulose (MC) or corn starch (CS) formulations to protect conidial viability from direct sunlight. Endophytic colonization was assessed by inducing *B. bassiana* growth from plant tissues on PDA agar plates. Growth improvement was evaluated by recording plant height and flowering time, whereas drought tolerance was determined by stopping water supply for ten days, after which water was provided, and then vigor determined 24 h later. Hundred percent of evaluated roots were colonized by the fungus regardless of adherent or strain used, followed by 73-74% using MC and CS from stems and 66% with MC and 48% with CS from leaf tissues. *B. bassiana*-treated plants blossomed one to two weeks earlier and showed tolerance against drought. Taken together, results demonstrate that *B. bassiana* seed inoculation improves corn yield and drought tolerance.

Key Words: Entomopathogenic fungi, flowering time and seed treatments

Introduction

Human-induced global warming increased the frequency and intensity of drought (Ferus, Barta and Konôpková, 2019) and is a main environmental restriction for plant growth in sustainable global agriculture (Hosseini 2018). Jaber and Enkerli (2017), observed an improvement in *Vicia faba* plant height, fresh shoot and root weight when used *B. brongniartii*, *B. bassiana* and

Metarhizium brunneum as plant endophytes. Vigani 2019, reported that root endophytic bacteria *Bacillus subtilis* (E1 and E3) and *Paenibacillus illinoisensis* induced drought resistance in pepper plants. Effective fungal endophytic colonization depends on factors like plant age, inoculation method, fungal species, direct sunlight, rain etc. Fungi can be inoculated by soil drenching, leaf spraying, stem injection, irrigation or seed treatment (Resquín-Romero 2016; Bamisile 2018). Endophytic *B. bassiana* cannot sustain direct sunlight or ultraviolet radiation (Inglis 1995, Kaiser 2019). However, formulations with natural substances increase conidial survival and viability (Lohse 2015, Fernandes 2015, Kaiser 2019, Kim 2019). The aim of this study was to investigate whether *Z. mays* seeds treated with *B. bassiana* in formulation with methyl cellulose and corn starch can 1) establish endophytically in *Z. mays*, 2) promote plant growth, and 3) induce plant drought tolerance. All the analysis was done under laboratory conditions.

Materials and Methods

Stock *B. bassiana* strains GHA, PTG4 and PTG6 were streaked onto Potato dextrose agar plates and incubated at darkness at 25 ± 2 °C for a week. A selected colony from the PDA plate was inoculated into 200 ml potato dextrose broth in a 500 ml conical flask and kept on an automatic shaker at 120rpm at 25 ± 2 °C, until enough blastopores were formed. Blastospores were then counted with a Neubauer hemocytometer to adjust their concentration to 1×10^6 /ml. Methyl cellulose and corn starch formulations were prepared by mixing each reagent in hot distilled water at 35°C- 40°C, to get a pre gelatinized forms. Blastospores were then mixed in either formulation at room temperature. *Z. mays* seeds were then immersed in each of these formulations for 2 minutes and kept at 25 ± 2 °C for 24 hours onto a flat surface, to let them dry. Treated seeds were sown into trays with previously sterilized soil and then kept into a growth chamber with 22 ± 2 °C temperature and 18:6 (light: dark) photoperiod settings. Seedlings were watered everyday with five ml distilled water. Endophytic colonization was microbiologically determined on the 14th day of germination, by surface sterilizing the plants. First, they were rinsed under tap water for five minutes, then submerged into 2% ethanol for two minutes and finally into sterile distilled water for five minutes. Endophytic fungal inoculation efficiency was evaluated by plating 1-2 cm-length leaf, stem and root segments of the *B. bassiana* treated and untreated plants on PDA. Typical *B. bassiana* colonies were isolated and confirmed by PDA culturing and observing hyphal and conidial structures through a compound microscope. Endophytic effects on plant growth was determined by transplanting 14 days old seedlings into individual pots and recording plant height, and fresh and dry weights of half of the plants. The

other half was maintained to record flowering time. Endophytic effects on maize plants drought tolerance was determined by leaving 14-day old seedlings without watering for 10 days. On day 11, plants were watered and stored in the growth chamber to observe their vigor recovery after 24 hours. All experiments were repeated thrice, and all data analyzed using the software IBM SPSS Statistics Version 21. Effect of the adherents on *Z. mays* plant germination and *B. bassiana* re-isolation percentage were reported using their mean values and standard deviation. Data from all experiments were subjected to one-way ANOVA, and when a significant F test was obtained at $P = 0.05$, separation of treatment means was performed using Duncan's multiple range test. Different letters indicate statistically significant difference between treatments at a confidence level of 95%. All data were tested for normality and homogeneity of the variance.

Results and Discussion

Beauveria bassiana-treated seeds germinated slower than untreated ones, but overall germination at day 14 was significantly increased compared to controls, taking the best treatment as MC PTG4 at day 14 of germination. *B. bassiana*-treated plants slowed down their germination rate may be due to the formulation used in seed treatment, which might have been rinsed during watering, then allowing germination increased until day 14. Lata 2018, reported similar delays in seedling emergence with endophytic bacteria in wheat seed germination. Results indicated high endophytic inoculation efficiency, particularly in treatment MC PTG4 but overall, maize plants were successfully colonized by all three *B. bassiana* strains used. A plant is considered to be endophytically colonized based on the detection of the target fungal strain from any of the plant tissues (Sword, Tessnow and Ek-Ramos, 2017). Re-isolation of all *B. bassiana* strains from roots, stems, and leaves of *Z. mays* indicates a systemic plant colonization of these fungi as endophytes. *B. bassiana*-treated (PTG6) plants showed a faster growth rate in the first two weeks and after their transplantation into individual pots on day 14 but without any significant difference at week 6 after transplantation. This difference might be due to their adaptation processes after transplantation. Sixty-three percent of *B. bassiana* treated plants flowered one to three weeks earlier than the untreated plants, which was only thirty-seven percent. There was no significant difference between *B. bassiana* treated and untreated 14-day old plants fresh weight, whereas *B. bassiana*-treated plants showed significant difference in their dry weight. *B. bassiana*-treated plants showed a high vigor percentage recovery than the untreated plants, indicating drought tolerance. Llorens 2019, report similar results indicating *Aegilops sharonensis* and *Triticum diccocooides* protected wheat plants from drought, by reducing stress responses and improving plant physiological status.

Table 1. Fresh and Dry weight of 14-days old *Z. mays* plant

Treatments	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
CC	4.097±0.41	0.357±0.06
CMC	3.508±0.36	0.418±0.05
MCGHA	4.135±0.26	0.351±0.06
MCPTG4	4.517±0.20	0.476±0.05 ^{2 2}
MCPTG6	4.565±0.14	0.47±0.03 ²

Table 2. Vigor percentage recovery in *Z. mays* plants

Treatments	Vigor percentage
CC	5.63±5
CMC	28±4
MCGHA	63±7 ^{222 2 2}
MCPTG4	54±2 ²
MCPTG6	55±5 ^{2 2}

Conclusions

Inoculation of *B. bassiana* into *Z. mays* seeds, using adherent methyl cellulose and corn starch, allowed conidial survival from direct sunlight or rainfall and improved maize plants flowering time and drought tolerance.

Cited Literature

Bamisile, B. S. (2018) 'Prospects of endophytic fungal entomopathogens as biocontrol and plant growth promoting agents: An insight on how artificial inoculation methods affect endophytic colonization of host plants', *Microbiological Research*. doi: 10.1016/j.micres.2018.08.016.

Fernandes, É. K. K. (2015) 'Tolerance of entomopathogenic fungi to ultraviolet radiation: a review on screening of strains and their formulation', *Current Genetics*. Springer Berlin Heidelberg, 61(3), pp. 427–440. doi: 10.1007/s00294-015-0492-z.

Ferus, P., Barta, M. and Konôpková, J. (2019) 'Endophytic fungus *Beauveria bassiana* can enhance drought tolerance in red oak seedlings', *Trees - Structure and Function*. Springer Berlin Heidelberg, (1), pp. 1–8. doi: 10.1007/s00468-019-01854-1.

Hosseini, F.(2018) 'Maize water status and physiological traits as affected by root endophytic fungus

Piriformospora indica under combined drought and mechanical stresses', *Planta*. Springer Berlin Heidelberg, 247(5), pp. 1229–1245. doi: 10.1007/s00425-018-2861-6.

Inglis, G. D., Goettel, M. S. and Johnson, D. L. (1995) 'Influence of ultraviolet light protectants on persistence of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*', *Biological Control*, 5(4), pp. 581–590. doi: 10.1006/bcon.1995.1069.

Jaber, L. R. and Enkerli, J. (2017) 'Fungal entomopathogens as endophytes: can they promote plant growth?', *Biocontrol Science and Technology*. doi: 10.1080/09583157.2016.1243227.

Kaiser, D. (2019) 'Efficiency of natural substances to protect *Beauveria bassiana* conidia from UV radiation', *Pest Management Science*, 75(2), pp. 556–563. doi: 10.1002/ps.5209.

Kim, J. C. (2019) 'Long-term storage stability of *Beauveria bassiana* ERL836 granules as fungal biopesticide', *Journal of Asia-Pacific Entomology*. Elsevier, 22(2), pp. 537–542. doi: 10.1016/j.aspen.2019.04.001.

Lata, R. (2018) 'Induction of abiotic stress tolerance in plants by endophytic microbes', *Letters in Applied Microbiology*, 66(4), pp. 268–276. doi: 10.1111/lam.12855.

Llorens, E. (2019) 'Endophytes from wild cereals protect wheat plants from drought by alteration of physiological responses of the plants to water stress', *Environmental Microbiology*, 00. doi: 10.1111/1462-2920.14530.

Lohse, R. (2015) 'Evaluation of new fermentation and formulation strategies for a high endophytic establishment of *Beauveria bassiana* in oilseed rape plants', *Biological Control*, 88. doi: 10.1016/j.biocontrol.2015.05.002.

Resquín-Romero, G. (2016) 'Transient endophytic colonizations of plants improve the outcome of foliar applications of mycoinsecticides against chewing insects', *Journal of Invertebrate Pathology*, 136, pp. 23–31. doi: 10.1016/j.jip.2016.03.003.

Sword, G. A., Tessnow, A. and Ek-Ramos, M. J. (2017) 'Endophytic fungi alter sucking bug responses to cotton reproductive structures', *Insect Science*, 24(6), pp. 1003–1014. doi: 10.1111/1744-7917.12461.

***Neodiprion bicolor* (HYMENOPTERA: SYMPHYTA) SOBRE *Pinus patula* EN LA LOCALIDAD DE CRUZZITLA, ZACATLÁN EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA**

Leguizamo Hernández Miriam¹, **Ordaz Silva Salvador**², López Sánchez Imelda Virginia², Hernández Morales Oroncio Arcadio¹, Luna González Guillermo Melardo¹

¹Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. Av. José Luis Martínez Vázquez No. 2000.

Jicolapa, Zacatlán, Puebla. CP. 73310. ²Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular. Km 180.2, Ejido Padre Kino, San Quintín, Baja California. CP. 22930, México. salvador.ordaz.silva@uabc.edu.mx

Resumen

Los bosques de México representan una gran riqueza ecológica, comercial y social. Los insectos conocidos como moscas sierra, nombre que reciben por la forma del ovipositor de la hembra, son plagas de importancia forestal dado que las larvas defoliar árboles de pino y en menor medida al cedro blanco. En los años 2017 y 2018, se observaron síntomas de defoliación en árboles de *Pinus patula* en los bosques de la Localidad de Cruztitla del municipio de Zacatlán, en la Sierra Norte de Puebla, llamando la atención de los productores dado el daño ocasionado por el insecto. La importancia en la identificación de la plaga permitirá tomar medidas para llevar actividades de control sobre la misma y evitar que se siga dispersando e incrementando el daño por este diprionido. El 21 de febrero del 2018 se recolectaron larvas de la plaga en contenedores de plástico y se trasladaron a las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla (ITSSNP), donde se mantuvieron en cautiverio para esperar la eclosión de los adultos, mismos que fueron enviados a la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín para su identificación mediante las claves de Smith (1988) y Gaona et al (2014). De acuerdo a las claves utilizadas, la especie que ha estado causando daños en los pinos de la Sierra Norte de Puebla corresponde a *Neodiprion bicolor*.

Palabras clave: Mosca sierra, diprionido, defoliación

Abstract

The forests of Mexico represent a great ecological, commercial and social wealth. The insects known as sawflies, the name they receive by the shape of the female ovipositor, are pests of forest importance since the larvae defoliate pine trees and, in minor importance, white cedar. In the years 2017 and 2018, symptoms of defoliation in *Pinus patula* trees were observed in the

forests of the Town of Cruztitla of the municipality of Zacatlán, in the Sierra Norte de Puebla, calling the attention of the producers given the damage caused by the insect . The importance in the identification of the pest will allow to take measures to carry out control activities on the same and to avoid that it continues dispersing and increasing the damage by this diprionide. On February 21, 2018, plague larvae were collected in plastic containers and moved to the facilities of the Superior Technological Institute of the Sierra Norte de Puebla (ITSSNP), where they were held in captivity to await the emergence of adults, same which were sent to the San Quintín School of Engineering and Business for identification using the keys of Smith (1988) and Gaona et al (2014). According to the keys used, the species that has been causing damage to the pines of the Sierra Norte de Puebla corresponds to *Neodiprion bicolor*.

Keywords: Sawfly, diprionid, defoliation

Introducción

Los bosques de México alojan aproximadamente el 50% del total de las especies de pino identificadas en el mundo y 33% de las especies conocidas de encinos. Esta riqueza biológica es una responsabilidad del país para conservar y manejar adecuadamente los recursos forestales (Vargas, 2013). Estos bosques tienen valor ecológico, económico y social (Blanco, 2017). De ahí la importancia del manejo integrado de las plagas, que se define como combinación de medidas de prevención, observación y supresión con efecto ecológico y económico en un nivel aceptable socialmente, para mantener las plagas por debajo de los umbrales de daño; La región Sierra Norte del estado de Puebla constituye una de las regiones naturales más importantes del estado por sus recursos forestales e hidrológicos y cuenta con un área natural protegida de competencia federal, con zona forestal vedada, catalogada como Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa (Gobierno de Puebla, 2017). Las moscas sierra de la familia Diprionidae son plagas de relevancia en el ámbito forestal, son defoliadoras de árboles de los géneros *Pinus* spp., *Juniperus* spp., *Abies* spp, *Picea* spp y *Pseudotsuga menziesii*, en los bosques templados (González y Sánchez, 2018). Los dipriónidos, se han reportado en los estados de Chihuahua (Olivo, 2011), Jalisco (DGGFS, 2008) y en algunos otros lugares del país, mientras que Smith et al (2010) reportaron un defoliador de esta familia sobre árboles de cedro blanco. La comunidad de Cruztitla, está ubicada en la parte noreste del estado de Puebla a 1901 msnm y cuenta con plantaciones de bosque de *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae* y *P. patula*. Los campesinos indígenas de esta localidad han reforestados los predios con recursos propios y con programas gubernamentales (información personal); en 2017 y 2018, los locatarios observaron daños en árboles de *P. patula*, aproximadamente en 10 y 50 ha, para

cada uno de los años mencionados, indicando un fuerte avance de la plaga en muy poco tiempo, por lo que el objetivo de este trabajo fue identificar la especie de mosca sierra que está afectando al arbolado de las comunidades de la Sierra Norte de Puebla para así determinar el mejor método o estrategias de control de la misma.

Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo en un predio infestado con larvas de mosca sierra (Figura 1) en la comunidad indígena de Cruztitla, en el municipio de Zacatlán de la Sierra Norte de Puebla, ubicada a 1901 msnm y con coordenadas de 20.044779 LN y -97.948235 LO. Se recolectaron 20 larvas de quinto instar de la plaga el día 21 de Febrero del 2018 (Figura 1). Las muestras de material biológico se colectaron en contenedores de plástico y se trasladaron a las instalaciones del ITSSNP, localizado en el municipio de Zacatlán a 2104 msnm. Las larvas se mantuvieron en condiciones ambientales de temperatura y humedad controladas ($25\pm5^{\circ}$ C y 70%, respectivamente) y con alimento suficiente (ramas del árbol hospedero) para que las mismas continuaran con su ciclo de vida hasta que se diera la formación de la pupa y emergencia de las avispa adultas. Una vez emergidos los adultos (Figura 1), éstos fueron conservados en alcohol al 70% (v/v) y enviados al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín para su identificación a nivel familia, género y especie mediante las claves de identificación mediante las claves de Smith (1988) y Gaona et al (2014).



Figura 1. Árboles defoliados (izquierda); larva de Diprionidae (derecha)

Resultados y Discusiones

De las 20 larvas colectadas, todas llegaron al estado de adulto en una proporción de 4 hembras por cada macho emergido (16 y 4, respectivamente), lo que nos indica la magnitud del problema al ser las primeras quienes ocasionan el mayor daño al ovipositar en las acículas de

los pinos e incrementar la densidad poblacional de la plaga ciclo tras ciclo. La especie identificada de acuerdo a las claves utilizadas nos indican que el insecto pertenece a la familia Diprionidae (Hymenoptera: Symphyta) y a la especie *Neodiprion bicolor* (Figura 2), por lo que se reporta por primera vez en el estado de Puebla un daño por un defoliador de este grupo de insectos sobre *Pinus patula*. Cibrian y col (1995) reportaron un brote de *Neodiprion* sp sobre las especies de *Pinus michoacana*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*, mientras que Castro (1981) reportó a *Neodiprion fulviceps* defoliando árboles de *Pinus arizona*. Por su parte, Smith et al (2010) reportan a la especie *Monoctenus sanchezi* atacando árboles de cedro blanco (*Juniperus flaccida*) (Cupressaceae).



Figura 2. Adultos de la mosca sierra *Neodiprion bicolor* (Hymenoptera: Diprionidae); Hembra (izquierda) y macho (derecha)

Conclusiones

Se ha observado que la plaga se extiende de manera considerablemente rápida, por lo que se recomienda realizar un manejo o control de la misma mediante productos biológicos, tales como la aplicación de hongos entomopatógenos mediante el uso de mochilas aspersoras de motor o mediante equipo aéreo como helicópteros debido a las condiciones topográficas del lugar. Se reporta además por primera vez una plaga forestal de este tipo en la Sierra Norte de Puebla, lo que llama la atención de los locatarios de la Comunidad de Cruztitla por no querer perder el patrimonio de varias generaciones.

Literatura Citada

- Blanco, J.A. (2017). Bosques, suelo y agua: explorando sus interacciones. Revisado: 1 de Junio de 2019. En: <http://www.fao.org/3/i2080s/i2080s03.pdf>
- Castro, C. J. 1981. Contribución al estudio de la biología del defoliador de pino *Neodiprion fulviceps* (Cresson) complex (Hymenoptera: Diprionidae) en el estado de Chihuahua. Ciencia Forestal 6: 43-51.

Cibrian Tovar, D., Méndez Montiel, J. T., Campos Bolaños. R., Yates III, H. O., Flores Lara, J. (1995). Insectos forestales de México. Forest Insects of México. Primera Edición. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo.

Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos (DGGFS). 2008. Notificaciones para realizar trabajos de saneamiento expedida en el 2008. SEMARNAT-Subsecretaría de Gestión para la protección ambiental. Dirección de Sanidad Forestal México. Concentrado por tipo de plaga. 1 p.

Gobierno de Puebla. (2017). Actualización del programa regional de desarrollo Región Sierra Norte. Gobierno de Puebla. Secretaría de Finanzas y Administración.

González, G. E., Francisco B. T., Sergio, Q. B., Guillermo, S. M., Felipe, T. R., Martha, P. E. L., Julio, L. G. y Sergio R. U. (2014). Guía para la identificación de moscas sierra de la familia Diprionidae presentes en el centro norte de México.

González G. E. y G. Sánchez M. (2018). Identificación y manejo de moscas sierra de la familia Diprionidae presentes en el centro norte de México. Folleto Técnico. Producido con el apoyo del Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal CONACYT-CONAFOR).

Olivo, M. J. A. 2011. Brotes epidémicos de diprionidos en la Sierra Tarahumara de Chihuahua. *In*: Memorias del XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Colegio de Postgraduados (eds.), Oaxaca, Oaxaca, México. pp. 33 - 35.

Smith, D. R. 1988. A synopsis of the sawflies (Hymenoptera: Symphyta) of America South of the United States: Introduction Xyelidae, Pamphiliidae, Cimbicidae, Diprionidae, Xyphydriidae, Siricidae, Orussidae, Cephidae. *Systematic Entomology* 13: 205-261.

Smith, R. D., G. Sánchez-Martínez., and S. Ordaz-Silva. 2010. A new *Monoctenus* (Hymenoptera: Diprionidae) damaging *Juniperus flaccida* (Cupressaceae) in San Luis Potosí, México. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 112: 444-450.

Vargas Larreta, B. (2013). Manual de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas templados de la región norte de México. Impresos Florida S.A de C.V. Comisión Nacional Forestal. Jalisco, México.

MICROORGANISMOS ANTAGÓNICOS APLICADOS AL SUELO CONTRA LA VERTICILOSIS (*Verticillium dahliae* KLEB.) DEL OLIVO

López-Carvajal, Arturo; Grijalva-Contreras, R.L.; Macías-Duarte, R.; **J.A.C.Navarro-Ainza**, Robles-Contreras, F. y M.J. Valenzuela-Ruiz

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Pecuarias y Forestales, Sitio Experimental Caborca.
lopezcarmx@yahoo.com.mx

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la aplicación de algunos microorganismos al suelo para reducir la incidencia del patógeno *Verticillium dahliae* **Kleb.** que ocasiona la enfermedad de la verticilosis o secazón del olivo. El trabajo se desarrolló en el campo Aguilar de la colonia Oeste municipio de Caborca, Sonora en tres lotes de una hectárea cada uno con árboles de casi 10 años plantados a 10x5 m con riego presurizado a través del cual se aplicaron en el lote 1 la mezcla de dos productos comerciales uno con *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*, y el otro con el hongo micorrícico *Glomus intraradicens*, *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum brasilenses*. En el lote 2 se aplicó *Trichoderma* elaborado en Caborca en el Laboratorio de la Junta Local de Sanidad Vegetal; y el lote 3 se utilizó como testigo sin aplicar. Mensualmente se recorrían las hileras para registrar y marcar los nuevos árboles que presentaban síntomas iniciales de la verticilosis y su evolución, así también se registró el rendimiento de aceituna en los árboles. En los lotes 1 y 2 donde se aplicaron los microorganismos continuaron mostrándose nuevos árboles enfermos con incidencias bajas de 2.5 a finales de 2018 incrementándose a 6% a junio de 2019; Sin diferencia con el testigo en el rendimiento e incidencia de la enfermedad.

Palabras clave: Olivo, enfermedades del olivo, microorganismos antagónicos

Abstract

The objective of this study was to evaluate the application of some microorganisms to the soil to reduce the incidence of the *Verticillium dahliae* pathogen that causes the disease of verticilosis or olive dryness. The work was carried out in the Aguilar field of the western colony municipality of Caborca, Sonora in three lots of one hectare each with trees of almost 10 years planted at 10x5 m with pressurized irrigation through which the mixture was applied in lot 1 of two commercial products, one with *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis*, and the other with the mycorrhizal fungus *Glomus intraradicens*, *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum*

brasilenses. In lot 2, *Trichoderma* elaborated in the Laboratory of the Local Plant Health Board in Caborca was applied; and lot 3 was used as an unapplied control. The rows were run monthly to register and mark the new trees that had initial symptoms of verticilliosis and its evolution, as well as the olive yield in the trees. In lots 1 and 2 where the microorganisms were applied, new diseased trees continued to be shown with low incidences of 2.5 at the end of 2018, increasing to 6% as of June 2019, without difference with the control in the performance and incidence of the disease.

Keys words: Olive, olive diseases, antagonistic microorganisms

Introducción

El cultivo del olivo ha caracterizado a la región agrícola de Caborca, Sonora. Por ser la principal zona productora de aceituna de mesa. Era un cultivo sano, pero en los últimos años se ha ido reduciendo la superficie por diversas causas, principalmente por la verticilosis o secazón causada por un hongo del suelo. A esta enfermedad del suelo no se le ha encontrado una práctica específica de control; solo prácticas de prevención pueden prolongar la vida productiva de los árboles (Grijalva, López, Navarro y Fimbres, 2010). Inifap ha realizado diversos trabajos (López y Navarro, 2006) de investigación sobre esta patología desde la identificación del agente causal en 2005 (López y Navarro 2005) y varias prácticas para su control o prevención. En 2018 se empezó a buscar prevención o control con el uso de microorganismos antagónicos (benéficos) aplicados al suelo ya que se ha reportado recientemente como una posibilidad de control de hongos fitopatógenos del suelo como es en este caso de *Verticillium* agente causal de la verticilosis .(Carrero Carrón, 2016). Por ello, en 2018 se inició el presente trabajo con el objetivo de ver el efecto de la aplicación al suelo de algunos microorganismos antagónicos como *Trichoderma harzianum*, *Bacillus*, *Glomus intraradicens*, *Azospirillum brasilenses* y *Pseudomonas fluorescens*.

Materiales y Métodos

Este estudio se lleva a cabo desde marzo de 2018, en una plantación comercial de olivo del SPR Campo Aguilar de la colonia Oeste en Caborca Sonora. Se seleccionaron tres lotes de una hectárea cada uno con árboles de olivo variedad “Manzanilla” de casi 10 años, plantados a 10 x 5 m, con antecedentes de presencia de la verticilosis o secazón, con riego presurizado con manguera a ambos lados. Desde dos años atrás se ha aplicado 80 kg de materia orgánica al suelo por árbol, y se empezaron aplicar los microorganismos desde abril de 2018 mediante el sistema de riego. Se buscó aplicar mensualmente; hasta agosto antes de cosecha de 2018 se

hicieron cuatro aplicaciones, En el lote 1 se aplicó el tratamiento de 1 kg por ha del Producto Comercial (PC) a base de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* antagonistas del hongo del suelo *Verticillium*; en mezcla con un Litro de otro PC a base del hongo micorrítico (*Glomus intraradicens*), *Azospirillum brasilenses*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*. En el lote 2 se aplicó 1 kg del *Trichoderma* que elabora la Junta Local de Sanidad Vegetal en Caborca. En el lote 3 no se aplicó nada, se dejó como testigo. Cada hectárea se conforma de siete hileras, de 30 árboles cada una, sumando 210 árboles por cada lote. Se registraron mensualmente los nuevos árboles con síntomas iniciales de la enfermedad recorriendo y revisando cuidadosamente las siete hileras de cada lote, marcando los nuevos árboles enfermos. La sintomatología inicial buscada en cada árbol era nueva marchitez o secazón de una rama o sección, o bien momificación característica de inflorescencias o flores y frutos en ramas afectadas en combinación con pérdida de brillo en las hojas.. También se registró la cosecha de aceituna por árbol en 2018 en cada lote. Se analizó con un diseño completamente al azar.

Resultados y Discusión

La incidencia de la enfermedad ha continuado en los tres tratamientos como se puede apreciar en la Figura 1.

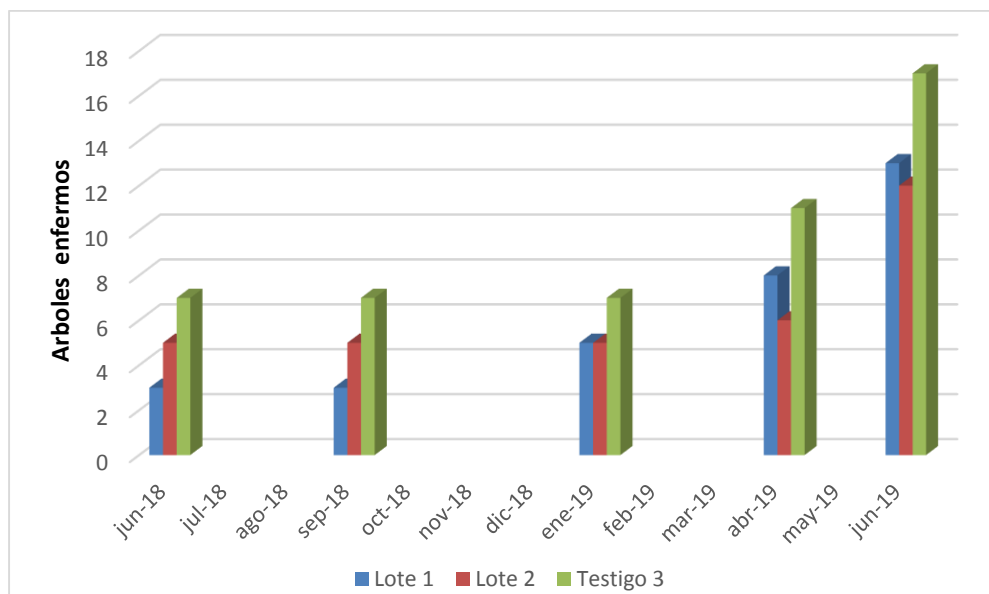


Figura 1. Nuevos árboles con síntomas iniciales de la secazón del olivo 2018-2019

Esta incidencia ha sido baja y lenta en los primeros 6 meses de 2018; y se ha marcado más durante la primavera de 2019 (abril-junio) lo cual puede deberse a una mayor demanda de agua (por incremento de temperatura) en combinación con un alto amarre de fruta para este 2019 en relación al mismo período para 2018 en que hubo bajas producciones. La continuidad en la aparición de la enfermedad en los árboles delata que alguno o varios de los siguientes aspectos pueden ser el motivo: 1) necesidad de ajustar la tecnología de aplicación en dosis, frecuencias o épocas, o 2) que los arbolitos ya vengan infectados del vivero y sea irrelevante tratar de protegerlos en el suelo para el caso de buscar abatir la incidencia de la secazón, 3) insuficiente autocolonización de los microorganismos aplicados en el suelo, o 4) finalmente que los productos aplicados no sean eficaces para abatir la incidencia en estas condiciones. No se detectó diferencia estadística entre los tratamientos. Es importante indicar que esta enfermedad puede estar presente en los árboles y ser asintomática, es decir no mostrar síntomas apreciables aunque esté, hasta su manifestación bajo la conjunción de ciertas condiciones.

En el cuadro 1 se muestran los rendimientos de aceituna promedio por árbol en 2018 cuatro meses después de la primera aplicación, y no se aprecia hasta esa fecha un efecto significativo de los productos aplicados sobre la producción de fruta en los diferentes tratamientos. Las aplicaciones se iniciaron en abril de 2018, lapso muy corto hasta cosecha a finales de julio del mismo 2018 si se considera que la definición de la producción del olivo ocurre en el verano del año previo.

Cuadro 1. Rendimiento de aceituna e incidencia de secazón del olivo en diferentes tratamientos al suelo.

Caborca, Sonora 2018

# Lote	Tratamiento	% incidencia de secazon	Rendimiento de aceituna por árbol(kg)
1	Trichoderma comercial + micorriza y rizobacterias	2.5	35.8a
2	Trichodderma (J L sanidad vegetal Caborca)	3.5	42.1a
3	Testigo (Sin aplicación microorganismos)	4.0	39.2a

Conclusiones

Al menos hasta el primer año de este estudio, los lotes 1 y 2 con árboles de olivo donde se aplicaron los microorganismos, no manifiestan efecto significativo de prevención o control de la

secazón pero si una incidencia más lenta o gradual, ni en el rendimiento de aceituna en relación a aquéllos árboles del lote 3 a los cuales no se les aplicaron microorganismos.

Literatura Citada

Carrero Carrón, I. 2016. Aproximación molecular al antagonismo de *Trichoderma* spp. Sobre *Verticillium dahliae* para el biocontrol de la verticilosis en genotipos de *Olea europaea* susceptibles y resistentes al patotipo defoliante. Consultado en: www.helvia.uco.es/xm/vi/handle/10396/13800

Grijalva Contreras, R.L., López Carvajal, A., Navarro Ainza, J.A.C. y A. Fimbres Fontes. 2010. El cultivo del olivo bajo condiciones desérticas del norte de Sonora. Folleto Técnico # 41. INIFAP. CE-Costa de Hermosillo-Sitio Experimental Región de Caborca. 100p.

López C., A. y J.A.C. Navarro. 2006. Evaluación de medidas culturales para el control de la secazón del olivo en Caborca, Son. Reporte Técnico. INIFAP. Sitio Exp. Caborca. 7p.

López C., A. y J.A.C. Navarro. 2005. Diagnóstico de enfermedades del suelo en el cultivo del olivo en Caborca, Sonora. Reporte técnico. INIFAP. Sitio exp. Caborca. 7p.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES DIETAS PARA LA CRIA MASIVA DEL ESCARABAJO DE LA HARINA (*Tenebrio molitor* L.)

López Aguilar Benjamín¹, Loya Ramírez José Guadalupe¹, Ruiz Espinoza Francisco
Higinio¹, Beltrán Morales Félix Alfredo¹, Zamora Salgado Sergio.

Universidad Autónoma de Baja California Sur¹. nimajneb@live.com.

Resumen

El *Tenebrio molitor* tiene potencial para criarse masivamente con fines de alimentación de mascotas. El objetivo de este trabajo fue contribuir a los conocimientos sobre el ciclo biológico de *T. molitor* especialmente la duración de la fase larval, la cual constituye una de las fases más críticas en el ciclo biológico de este insecto. Además, el efecto de cuatro tipos de alimentos: maíz convencional, maíz orgánico, maíz Asgrow 7375® y una mezcla de harina de maíz con alimento para pollo (1:1) sobre la sobrevivencia fue evaluado. El mejor alimento para la cría de *T. molitor* fue la mezcla de harina de maíz con alimento para pollo. En contraste, los otros tres alimentos no lograron la sobrevivencia de las larvas después del estadio 9. Este resultado sugiere que la proteína contenida en el alimento de pollo fue clave en la sobrevivencia de las larvas.

Palabras claves: Biología, Entomología comercial, Sobrevivencia

Abstract

The *Tenebrio molitor* has the potential to be reared in massive scale for pet feeding purposes. The objective of this work was to contribute to the knowledge about the biological cycle of *T. molitor* especially the duration of the larval phase, which is one of the most critical phases in its biological cycle. In addition, the effect of four types of food: conventional maize, organic maize, Asgrow 7375 maize® and a mixture of cornmeal with chicken feed (1:1) on survival was evaluated. The best food for *T. molitor* breeding was the mixture of cornmeal with chicken food. In contrast, the other three foods failed to survive the larvae after stage 9. This result suggests that the protein contained in chicken food was key to the survival of larvae.

Key words: Biology, Comercial entomology, Surviving

Introducción

El valor de los insectos como alimento de animales y humanos está bien documentado. Los insectos como alimento tienen ventajas respecto al ganado, ya que requieren menos tierra y agua y generan menos emisiones de gases de efecto invernadero. Por esta razón, los insectos deben ser producidos como mini-ganado (Van Huis, 2019).

En diferentes países (principalmente occidentales) la mayoría de las personas rechazan a los insectos porque consideran desagradable comer insectos. Sin embargo, afirma que tal actitud es solo una preconcepción dado que, con los años muchos alimentos antes inusuales (por ejemplo, ranas) se han hecho tradicionales. Govorushko (2019)

Tenebrio molitor L. tiene importancia económica desde dos puntos de vista opuestos. Juega un papel bondadoso como alimento vivo para mascotas y en la acuicultura. Además, es utilizado para la entomofagia, en humanos. El *T. molitor* ha adquirido gran popularidad en la alimentación de animales debido a que contiene más del 50% de proteínas (PROTEINSECTA, 2019). Desde la visión opuesta, *T. molitor* es dañino porque causa una depreciación comercial de harinas (Agrológica 2019). Por tanto, sugiere medidas preventivas antes de introducir la harina en el almacén, tales como la limpieza y fumigación mediante pulverización de insecticidas.

La etapa crítica para elevar la producción de *T. molitor* a escala comercial es el método de cría masiva para producir decenas de kilos de insectos con técnicas con bajo uso de mano de obra e insumos para competir contra otras opciones. Por lo anterior, el presente trabajo se propone contribuir al conocimiento de la biología del gorgojo de la harina para conformar un método de cría masiva que resulte un negocio atractivo.

Materiales y Métodos

Este trabajo fue llevado a cabo en el laboratorio de Manejo Integrado de Plagas Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). La temperatura ambiente osciló entre 19 y 28°C con humedad de 60 a 75%. El fotoperiodo fue el del entorno de abril a agosto sin control artificial. La colonia inicial fue obtenida de un criador a nivel artesanal, cuya producción es a baja escala destinada para la alimentación de mascotas.

Para el estudio de la biología, se inició con 27 huevos de 0 a 24 horas de edad, los cuales fueron colocados individualmente en capsulas de gelatina de 0.9 ml. Diariamente, se buscó la exhubia de la larva en la capsula, como evidencia de cambio de estadio. Cuando las larvas pasaron a séptimo estadio, fueron cambiadas a un frasco vial de 12ml. Para la prueba de la dieta se compararon cuatro tipos de alimento:

1. Maíz Convencional, que es adquirido en una tienda de alimento para ganado.
2. Maíz orgánico, es una línea de maíz conservada y seleccionada en el Departamento de Agronomía de la UABCS para efectos de abonos verdes en la agricultura orgánica.
3. Maíz para elote Asgrow 7375[®] cosechado en el Valle de La Paz, BCS.
4. Harina de maíz Maseca[®] combinado con alimento para pollo (1:1).

El maíz fue separado de impurezas y después molido en un molino manual marca Estrella[®] hasta lograr partículas similares a la Maseca[®]. Las variables registradas fueron: duración de cada etapa de la metamorfosis, numero de estadios que experimentados las larvas y tasa de sobrevivencia de larvas. Para comparar el efecto de los tratamientos se elaboraron cuadros y figuras. La duración de las larvas, fue sometida a un análisis de varianza aplicando el paquete estadístico de Olivares (2012).

Resultados y Discusión

El Cuadro 1 muestra que la estadio de huevo tuvo una duración promedio de 12.9 días. La larva duró un promedio de 156.3 días, la pupa duró un promedio de 6.4 días y el adulto tuvo una duración promedio de 18.0 días, la duración del ciclo de biológico completo tuvo una duración promedio de 193.6 días.

Cuadro 1. Duración promedio, mínima y máxima de huevo, larva, pupa y adulto de *T. molitor*

Duración en días de las Etapas de la metamorfosis											Ciclo biológico			
HUEVO			LARVA			PUPA			ADULTO					
$\bar{x}$	Min	Max	$\bar{x}$	Min	Max	$\bar{x}$	Min	Max	$\bar{x}$	Min	Max	$\bar{x}$	Min	Max
12.9	12.0	13.0	156.3	126.0	179.0	6.4	5.0	7.0	18.0	15.0	27.0	193.6	158.0	226.0

Las larvas empleadas en el estudio de biología no presentaron el mismo número de estadios larvales. La Figura 1 muestra que el 7.1, 28.6, 21.4, 28.6 y 14.3 % de larvas presentaron 13, 14, 15, 16 y 17 estadios larvales respectivamente. No se encontró ningún reporte de una especie con este alto número de estadios. Esta variación en el número de estadios es el reflejo de una alta variabilidad genética.

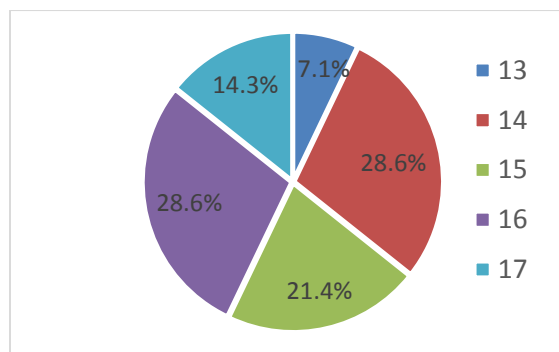


Figura 1. Porcentaje de larvas (n=14), que experimentaron de 13 hasta 17 estadios, alimentados con una mezcla de maíz y alimento para pollo.

La Figura 2 presenta la tasa de supervivencia de las larvas influenciado por cuatro alimentos distintos.

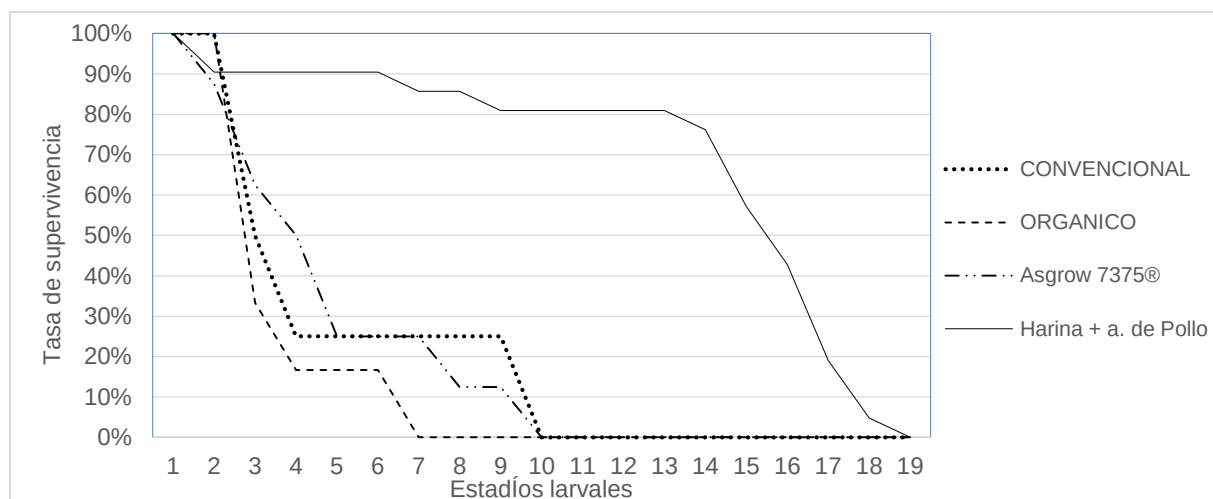


Figura 2. Influencia de los alimentos convencional, orgánico, Asgrow 7375® y Harina + alimento de pollo (Harina + a. de pollo) en los estadios larvales.

El alimento mejorado (harina con alimento para pollo 1:1) mantuvo una supervivencia del 81% y alcanzaron 13 estadios. Posteriormente, la tasa disminuye, ya que a partir de este estadio inició la formación de pupas. Pero cuando, las larvas fueron alimentadas con alimento convencional y con maíz Asgrow 7375® estas no sobrevivieron después del estadio 9. El peor alimento fue el orgánico por que no sobrevivieron después del estadio 6.

El alimento de Harina + alimento de pollo (1:1) fue el mejor alimento ya que mantuvo en un triple la sobrevivencia (114.9 días) de las larvas respecto a los otros tratamientos cuyas medias fueron inferiores a 38.4 días (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de la sobrevivencia de larvas (n=8) en cuatro alimentos diferentes.

	PROMEDIO	S.E.
Convencional	36.7	b
Orgánico	24.9	b
Asgrow 7375®	38.4	b
Harina + a. pollo	114.9	a

Conclusiones

La dieta a base de una mezcla de harina de maíz y alimento para pollo (1:1), fue la mejor para ser usada en la cria masiva de *T. molitor*. Es necesario ensayar dietas con diferentes contenidos de proteína para lograr obtener una mayor sobrevivencia de larvas y un máximo peso posible.

Literatura Citada

Agrológica. (2019). <http://www.agrologica.es/informacion-plaga/gusano-harina-escarabajo-molinero-tenebrio-molitor/>. Consultado, septiembre de 2019.

Govorushko, S. (2019). Trends in Food Science & Technology. Global status of insects as food and feed source: A review. Vol. 91. 436-445.

PROEINSECTA. (2019). <https://www.proteinsecta.es/tienda/alimento-vivo/tenebrio-molitor/>. Consultado, septiembre de 2019.

Van Huis, A. (2019). Reference Module in Food Science. 2019. Environmental Sustainability of Insects as Human Food. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22589-4>. Consultado, septiembre 2019.

CEPAS DE *Trichoderma* SPP. PRODUCTORAS DE FITOHORMONAS Y CON CAPACIDAD ANTAGÓNICA DE FITOPATÓGENOS

López -Valenzuela B. E.^{1,2}, González-Mendoza D.², Moran-Niebla E. R.², Tzintzun-Camacho O.², Ceceña-Durán C.², Armenta-Bojórquez A. D.², Valenzuela-Escoboza F. A.¹, Lizárraga-Sánchez G. J.¹

Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte¹.e.mail:

blancalopezvzla@favf.mx. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas.²

Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa³

Resumen

Se realizaron pruebas *in vitro* a cinco cepas de *Trichoderma* spp. (TB y TM= (*T. asperellum*), TF= (*T. virens*), TJ3 y TJ7 (*Trichoderma* spp.) para conocer su capacidad bioquímica en producción de fitohormonas como Auxinas (AIA) y Giberelinas (AG3), así mismo, para determinar su antagonismo contra *Fusarium oxysporum*, *Alternaria* spp. y *Helminthosporium* spp. agentes causales de enfermedades en cultivos de importancia agrícola en el noroeste de México. La cepa TF produjo la mayor cantidad de auxinas (AIA= 35.3 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) y la TJ3 la mayor producción de giberelinas (AG3= 2.8 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) sin presentar diferencias significativas con el resto de las cepas ($p<0.05$). En el porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR); contra *Fusarium oxysporum*, el mayor PICR lo obtuvieron TB (24.2%) y TJ3 (19.2%), contra *Alternaria* spp., el mayor PICR lo mostraron TB (36.7%) y TJ3 (36.5%) y contra *Helminthosporium* spp. el mayor PICR lo obtuvo TJ3 (36.7%). En cuanto a la capacidad antagónica de *Trichoderma* las cinco cepas mostraron antagonismo dentro de las Clases 1 a 3 contra los patógenos (según la escala de Bell, Well y Markham (1982). Lo anterior indica que estas cepas de *Trichoderma* tienen capacidad para producir fitohormonas y efectividad antagónica contra fitopatógenos, por lo que serán consideradas para posteriores evaluaciones como una alternativa de producto biotecnológico para ser usados como bioinoculantes reguladores de crecimiento y como agentes de control biológico.

Palabras clave: microorganismo benéfico, fitohormona, control biológico.

Abstract

In vitro tests were performed on five strains of *Trichoderma* spp. (TB and TM = (*T. asperellum*), TF = (*T. virens*), TJ3 and TJ7 (*Trichoderma* spp.) To know their biochemical capacity in the

production of phytohormones such as Auxinas (AIA) and Giberelinas (GA3), likewise, to determine their antagonism against *Fusarium oxysporum*, *Alternaria* spp. and *Helminthosporum* spp. causative agents of diseases in agricultural crops of northwestern Mexico. As a result and without presenting significant differences between the five strains ($p < 0.05$), the TF produced the highest amount of auxins (AIA = $35.3 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) and TJ3 the highest production of gibberellins (GA3 = $2.8 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$). In the percentage of inhibition of radial growth (PIRG) against *Fusarium oxysporum*, the highest was obtained by TB (24.2%) and TJ3 (19.2%), against *Alternaria* spp., The highest PIRG was shown by TB (36.7%) and TJ3 (36.5%) and against *Helminthosporum* spp. The highest PIRG was obtained by TJ3 (36.7 %). Regarding the antagonistic capacity of *Trichoderma*, the five strains showed antagonism within Classes 1 to 3 against pathogens (values scale according to Bell, Well and Markham (1982). This indicates that these *Trichoderma* strains have the capacity to produce phytohormones and antagonistic effectiveness against phytopathogens, so they will be considered for subsequent evaluations as an alternative of biotechnological product to be used as growth regulating bioinoculants and as biological control agents.

Keywords: beneficial microorganism, phytohormone, biologic control.

Introducción

La agricultura en México se ha visto afectada con la baja de rendimientos y la mala calidad de producción, esto debido al ataque de diversos fitopatógenos, fundamentalmente hongos y bacterias, siendo los primeros el grupo principal de agentes causales de enfermedades en los cultivos (Agrios, 1991). La persistencia de varias especies de hongos fitopatógenos tales como, *Phytophthora*, *Sclerotinia*, *Alternaria*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* ha ido en aumento debido a los cambios presentados en las prácticas agrícolas, siendo la más común el empleo de plaguicidas, práctica denominada como control químico, causando efectos perjudiciales no solo sobre los cultivos, sino sobre los demás organismos incluyendo al ser humano (Benítez, Rincón, Limón, Rey y Delgado, 2000). En la búsqueda de aumentar los rendimientos en los cultivos, los productores aplican dosis indiscriminadas de fertilizantes químicos, esto con la intención de compensar en sus cultivos la afectación por enfermedades, sin embargo, estas acciones logran con ello la contaminación de los recursos naturales como el suelo y agua. En este sentido, una estrategia promisoría es la utilización de microorganismos con potencial antagónico de agentes infecciosos y que además promueven el crecimiento de las plantas e inducen la resistencia sistémica en éstas (Benítez, Rincón, Limón y Codón, 2004). El género *Trichoderma* spp., son hongos considerados como un agente de control biológico muy poderoso y eficaz contra

diversos patógenos, utilizando distintos mecanismos como antibiosis, lisis, micoparasitismo (López et al., 2015), además, estudios han verificado que inducen y aumentan la respuesta de crecimiento de las plantas (Figueiredo, Martínez, Barity y Chanway, 2007), mediante la producción de auxinas, citoquininas, giberelinas o solubilizando fosfatos, manganeso (Chen et al., 2006). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo *in vitro* fue comprobar la potencialidad de cinco cepas de *Trichoderma* spp. nativas del norte de Sinaloa en el biocontrol de *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. y *Helminthosporium* spp., al mismo tiempo, analizar su capacidad para producir auxinas y giberelinas, con el propósito de contribuir en un futuro al desarrollo de una alternativa para el manejo enfermedades y la biofertilización de cultivos.

Materiales y Métodos

A. Origen de las cepas.

Se utilizaron cinco cepas fúngicas de *Trichoderma* (TB y TM= (*T. asperellum*), TF= (*T. virens*), TJ3 y TJ7 (*Trichoderma* spp.) pertenecientes a diferentes suelos de la región norte de Sinaloa. Tres hongos fitopatógenos (*Fusarium oxysporum*, *Alternaria* spp. y *Helminthosporium* spp.) obtenidos de diferentes suelos y follaje de plantas del Valle de Mexicali.

B. Pruebas bioquímicas realizadas a las cepas de *Trichoderma*: Cuantificación de fitohormonas: ácido indol-3-acético (AIA) y giberelina-3 (AG3)

El análisis del AIA se llevó a cabo con el método de Bric, Brostock y Silverstone (1991). Las AG3 se estimaron calorimétricamente mediante el método estándar de Holbrook, Edge y Bailey (1961).

C. Prueba de antagonismo de *Trichoderma* contra hongos fitopatógenos.

El antagonismo se midió contra *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. y *Helminthosporium* spp. en confrontación dual. Los porcentajes de inhibición del crecimiento radial (PICR) se determinaron utilizando la fórmula de Ezziyyani, Sánchez, Requena, Rubio y Candela (2004). Los datos obtenidos se transformaron bajo la escala *in vitro* de capacidad antagónica de *Trichoderma* spp. (Bell et al., 1982).

D. Diseño experimental y análisis estadístico

Las pruebas bioquímicas sobre las cepas se midieron por triplicado, los resultados se sometieron a una desviación estándar, en la prueba de antagonismo se evaluaron cinco tratamientos (cinco cepas de *Trichoderma*), con tres repeticiones, en un diseño completamente al azar, a los resultados se aplicó un ANOVA y una comparación de medias Tukey ($p < 0.05$) del programa STATISTIC (software versión 13.0, 2007).

Resultados y Discusión

1. Pruebas bioquímicas en cepas de *Trichoderma*: Cuantificación de fitohormonas: ácido indol 3-acético (AIA) y ácido-giberélico-3 (AG3)

Las cinco cepas de *Trichoderma* son capaces de sintetizar auxinas (AIA) y giberelinas (GA3). La cepa TF presentó la mayor cantidad de AIA ($35.3 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) ($p \geq 0.05$) (Figura 1). En giberelinas (AG3), la cepa TJ3 produjo mayor cantidad de la fitohormona ($2.8 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) (Figura 2) sin diferencias significativas entre las cepas evaluadas ($p \leq 0.05$). La producción de AIA y AG3 en plantas es complejo y su rendimiento es extremadamente bajo. Una alternativa para la obtención de estas moléculas es el uso de hongos filamentosos quienes lo producen como metabolitos secundarios (Shi et al., 2017). En el presente estudio nuestros resultados obtenidos indican que las cinco cepas de *Trichoderma* empleadas no tienen diferencias en la producción de AG; esto puede ser resultado de diversos factores ambientales o del medio y condiciones de fermentación (Michel-Aceves et al., 2019). No obstante, la cepa TF fue la que mayor concentración de AIA presento con respecto a las otras. Esto es interesante ya que esta información permite identificar al menos una cepa con potencial de ser empleada en bioprocesos fermentativos para la obtención de ambos metabolitos. Resultados similares han sido reportados por Argumedo-Delira et al. (2009), quienes indican la capacidad de producción de AG3 y AIA por cepas nativas de *Trichoderma* de diferentes especies.

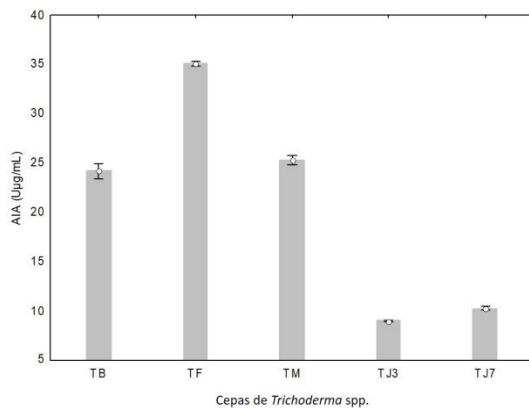


Figura 1. Producción de Auxinas por diferentes cepas de *Trichoderma* nativas del norte de Sinaloa

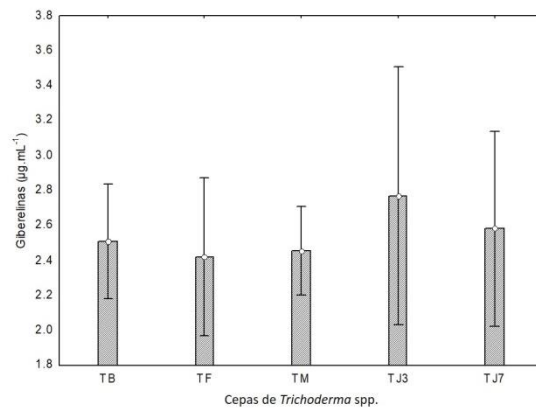


Figura 2. Producción de Giberelinas por diferentes cepas de *Trichoderma* nativas del norte de Sinaloa

2. Prueba de antagonismo de *Trichoderma* contra fitopatógenos del suelo

En la prueba de antagonismo contra *Fusarium* spp., el mayor porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR) lo obtuvieron TB (24.2%) y TJ3 (19.2%), contra *Alternaria* spp., el mayor PICR de nuevo lo mostraron TB (36.7%) y TJ3 (36.5%) y contra *Helminthosporium* spp. el

mayor PICR fue TJ3 (36.7%) ($p \leq 0.05$). En cuanto a la capacidad antagonica de *Trichoderma* todas las cepas mostraron las Clases 1 a 3 de antagonismo contra los patógenos (valores de 1.0 a 3.0) según la escala de Bell et al. (1982). Donde, contra *Alternaria* spp.: TB (1.0) y TM (1.0) fueron las mejores cepas, contra *Fusarium oxysporum*: TB (1.0) obtuvo el mayor antagonismo contra el patógeno y en *Helminthosporium* spp. se mostró la cepa TJ7 (1.5) con el mayor control antagonico contra el patógeno.

Conclusiones

Las cinco cepas de *Trichoderma* nativas mostraron un potencial biotecnológico para ser usados como bioinoculantes y como agentes de control biológico. No existió una cepa que mostrara alta capacidad de inhibición de patógenos y producción de fitohormonas a diferencia del resto. Por lo que el desarrollo de un producto biotecnológico deberá considerar el empleo de las cinco cepas.

Agradecimientos

Al Programa para el desarrollo profesional Docente (PRODEP) por la beca otorgada para la obtención de dicho producto.

Literatura Citada

Agrios, N.G. (1991). *Fitopatología*. Editorial Limusa, México. 726 Pp.

Argumedo-Delira, R., Alarcón, A., Ferrera-Cerrato, R., y Peña-Cabriales, J.J. (2009). El género fúngico *Trichoderma* y su relación con contaminantes orgánicos e inorgánicos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 25 (4) 257-269. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/370/37012013006.pdf>

Bell, D., Well, H. y Markham, C. (1982). *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. *Phytopathology*, 72: 379-382. Recuperado de: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1982Articles/Phyto72n04_379.PDF

Benítez, T., Rincón, A.M., Limón, M.C., Codón, A.C. (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, 7: 249–260.

Benítez, T., Rincón, A.M., Limón, M.C., Rey, M., Delgado, J. (2000). Mejora de cepas de *Trichoderma* para su empleo como biofungicidas. *Revista Iberoamericana de Micología*, 17: S31-S36.

Bric, J.M., Bostock, R.M., y Silverstone[†], S.E. (1991). Rapid In Situ Assay for Indoleacetic Acid Production by Bacteria Immobilized on a Nitrocellulose Membrana. *Applied Environmental Microbiology*, 57(2):535-538. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC182744/pdf/aem00055-0213.pdf>

Chen, Y.P., Rekha, P.D., Arun, A.B., Shen, F.T., Lai, W., y Young, C.C. (2006). Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied Soil Ecology*, 34:33-41. doi: 10.1016/j.apsoil.2005.12.002

Ezziyani, M., Sánchez, C., Requena, M.E., Rubio, L. y Candela, M.E. (2004). Biocontrol por *Streptomyces rochei* -Ziyani-, de la podredumbre del pimiento (*Capsicum annuum* L.) causada por *Phytophthora capsici*. *Anales de Biología* 26: 69-78.

Figueiredo, M.V.B., Martínez, C.R., Burity H.A., y Chanway C.P. (2007). Plant growth-promoting rhizobacteria for improving nodulation and nitrogen fixation in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *World Journal Microbiology Biotechnology*. 24(7):1187-1193. doi:10.1007/s11274-007-9591-4

Holbrook, A.A., Edge, W.L.W., y Bailey, F. (1961). Spectrophotometric method for determination of gibberellic acid in gibberellins. *ACS Washington*, D.C. pp 159-167. doi:10.1021/ba-1961-0028.ch018

Michel-Aceves, A.C., Otero-Sánchez, M.A., Martínez-Rojero, R.D., Rodríguez-Morán, N.L., Ariza-Flores, R., y Barrios-Ayala, A. (2008). Producción masiva de *Trichoderma harzianum* Rifai en diferentes sustratos orgánicos. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(2), 185-191. Recuperado de: <http://C:/Users/Blanca%20Elvira/Downloads/rchshXIV23.pdf>

López-Valenzuela, B.E., Armenta-Bojorquez, A.D., Hernández-Verdugo, S., Apodaca-Sánchez, M.A., Samaniego-Gaxiola, J.A., Leyva-Madrigal, K.Y., y Ortiz-Valdez, A. (2015). Selección *in vitro* e identificación de aislados de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. nativos para el control de *Phymatotrichopsis omnivora*. *ITEA*, 111(4): 310-325. Recuperado de: [http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2015/111-4/\(310-325\)%20ITEA%20111-4.pdf](http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2015/111-4/(310-325)%20ITEA%20111-4.pdf)

Shi, T.Q., Peng, H., Zeng, S.Y., Ji, R.Y., Shi, K., Huang, H., y Ji, X.J. (2017). Microbial production of plant hormones: Opportunities and challenges. *Bioengineered*, 8(2), 124–128. doi:10.1080/21655979.2016.1212138

RESPUESTA DE VARIEDADES Y LINEAS AVANZADAS DE GARBANZO A ALTAS POBLACIONES DE *Fusarium*. EN CONDICIONES DE CAMPO

Ortega Murrieta Pedro Francisco¹, **Fierros-Leyva Gustavo Adolfo**¹, Guerrero Aguilar Brenda Zulema², Acosta Gallegos Jorge Alberto², Padilla Valenzuela Isidro³, Fu Castillo Agustín Alberto¹, Avila Salazar Jesús M.⁵, López Guzmán Jesús Asunción⁴

¹INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo, Sonora, ortega.pedro@inifap.gob.mx; ²Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto, ³Campo Experimental Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora;

⁴Campo Experimental Valle de Culiacán, Sinaloa; ⁵Ex-Profesor, DAG-Universidad de Sonora.

Resumen

Con el objetivo de conocer el comportamiento de genotipos de garbanzo de reciente liberación y líneas avanzadas del Programa de Mejoramiento Genético del INIFAP, se estableció un ensayo de variedades y líneas elite en un suelo con altas poblaciones de *Fusarium solani* y *F. oxysporum* f.s. *ciceris* (965 y 1240 Unidades Formadoras de Colonia (UFC) respectivamente), en riego convencional en la Costa de Hermosillo en el ciclo 2018-19. Se sembró el 12 de diciembre de 2018, en plano y en hileras a 0.5 m de separación con población de aproximadamente 250,000 plantas por hectárea. La presencia de la enfermedad se notó a los 80 días después de la siembra (dds) y para los 135 dds los genotipos habían alcanzado la madurez fisiológica en los genotipos altamente tolerantes a la enfermedad. Destacan por su alta tolerancia y alto rendimiento Mazocahui con 3,797 kg ha⁻¹ de grano exportable, seguido por BlancoSon, HOGA 2006-14-8 y Blanco Magdalena 95 con rendimiento exportable de 2,877, 2,553 y 2,196 kg ha⁻¹, El calibre de grano de estas variedades fueron entre 47 a 49 granos en 30 g, y el porcentaje de grano exportable fue entre 84 y 90%. Blanco Magdalena 95 presentó calibre de grano 52 y 77 % de grano exportable.

Palabras clave: rendimiento, calibre, enfermedades de la raíz.

Abstract

The objective of this study was to know the behavior of recently released chickpea varieties and advanced lines of the Breeding Program at INIFAP to high Colonize Forming Units (CFU) of *Fusarium* under field conditions. The experiment was established in a soil with 965 and 1240 CFU of *Fusarium solani* and *F. oxysporum* f.sp. *ciceris*, respectively, in conventional irrigation on the Costa de Hermosillo during 2018-2019 season. It was sown on December 12, 2018, in rows at 0.5 m apart with 250,000 plants per hectare. The presence of the disease was noticed at 80

days after sowing (das) and by 135 das the genotypes had reached physiological maturity in the genotypes highly tolerant to the disease. Results indicate that Mazocahui was the most high yielding variety and most resistant to the pathogens. This variety yielded 3,797 kg ha⁻¹ with no disease symptoms visible. BlancoSon, HOGA 2006-14-8 and Blanco Magdalena 95 yielded 2,877, 2,553 and 2,196 kg ha⁻¹ of exportable yield. The caliber of the seeds of these varieties were between 47 to 49 seeds in 30 g, and the percentage of exportable grain was between 84 and 90%. Blanco Magdalena 95 presented seed caliber 52 and 77% of exportable grain.

Key words: yield, caliber, root rot.

Introducción

El uso consuntivo del garbanzo es bajo comparado con otros cultivos, que es de aproximadamente 40 cm bajo nuestras condiciones agroecológicas. Esta característica, su adaptabilidad y alto rendimiento en el noroeste de México lo convierte en una opción rentable para el ciclo de invierno (Ortega, et al., 2018). Además, la calidad de grano que se produce se prefiere a nivel mundial, se le denomina como “garbanzo mexicano”, y los principales atributos de grano son granos de tamaño grande (más de 60 g por 100 semillas), rugosos y de color crema o blancos cremosos. Las principales limitantes son las enfermedades de la raíz causadas principalmente por *Fusarium oxysporum* f.sp *ciceris* (Foc) y *F. solani* (Fs) que bajo severas infestaciones pueden bajar el rendimiento hasta en 80% en variedades sensibles a estos patógenos (Manjarrez, Gómez, y Salinas, 2010). La generación de variedades con resistencia genética, a la par del uso de prácticas culturales, son los métodos de control más eficaces y económicos con que se cuenta (Jiménez, Castillo, Jiménez-Gasco, Landa, y Navas, 2015; Carrillo, 2010). Con el objetivo de conocer la respuesta de variedades de garbanzo y líneas avanzadas en terrenos con altas poblaciones de estos patógenos, se estableció la presente evaluación.

Materiales y Métodos

El ensayo se estableció en el Campo Nochistongo de la Costa de Hermosillo en el ciclo 2018-2019 con riego convencional, se aplicaron dos riegos de presembrado más un riego de auxilio a los 85 días después de la siembra; la siembra fue en plano en hileras a 0.50 m. La siembra fue el 12 de diciembre del 2018, se usó diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Se le dio el manejo agronómico de acuerdo al paquete de INIFAP. Se midió la presencia de *Fusarium* en el laboratorio de Fitopatología mediante identificación con claves y el desarrollo de los patógenos en medios específicos para su conteo. Las poblaciones determinadas para Foc y

Fs fueron de 965 y 1240 Unidades Formadoras de Colonia (UFC), respectivamente y que son consideradas muy altas. Durante el ciclo se tomaron datos de fenología, presencia de rabia y después de la cosecha se calculó el rendimiento, calibre de grano (número de granos en 30 g) y porcentaje de grano de exportación que se calcula en base a una muestra que se pasa por una malla con perforaciones de 9 mm de diámetro. Los datos se analizaron en el paquete estadístico JMP de SAS.

Resultados y Discusión

El análisis estadístico mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre genotipos en rendimiento de origen y de exportación (Cuadro 1), calibre de grano de origen y de exportación y por ciento de grano exportable ($P>0.01$).

Cuadro 1. Rendimiento de origen y de exportación de genotipos de garbanzo en suelo con altas poblaciones de Fusarium. Costa de Hermosillo.

Genotipo	Rendimiento origen		Rendimiento exportación	
Mazocahui	4,479 [†]	a	3,797	a
BlancoSon	3,417	b	2,877	b
HOGA 2006-14-8	2,832	bc	2,553	bc
Blanco Magdalena 95	2,853	bc	2,196	c
CUGA 09-3168	2,583	cd	1,891	cd
Testigo Comercial	2,090	de	1,668	d
Sinalomex 2018	996	fgh	913	e
Combo 743	1,489	ef	879	e
CUGA 09-2067	1,104	fgh	615	ef
HOGA 2004-20-6	1,343	fg	560	ef
HOGA 021	920	fghi	537	ef
HOGA 067	848	fghi	504	ef
Blanoro	699	ghi	432	ef
Blanco Sinaloa 92	528	hi	286	ef
Nubia	615	hi	158	f
HOGA 2005-10-5	583	hi	137	f
CUGA 09-3125	276	i	108	f
Sign. Estad.	**		**	

[†] Valores dentro de la columna con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (0.05).

‡, Significancia Estadística, **, altamente significativa ($P>0.99$)

El genotipo que presentó el más alto rendimiento de origen y de exportación fue Mazocahui con 4,479 y 3,797 kg ha⁻¹, respectivamente. El siguiente grupo de significancia fue formado por BlancoSon, HOGA 2006-14-8 y Blanco Magdalena 95, con rendimiento de origen de 3,417, 2,832

y 2,853 kg ha⁻¹ y rendimiento exportable de 2877, 2553 y 2,196 kg ha⁻¹, respectivamente (Cuadro 1). Resultados similares fueron encontrados por Ortega et al., 2018. Estas variedades fueron las menos afectadas por Foc y Fs, por otro lado, HOGA-021, HOGA-067, Blanoro, Blanco Sinaloa 92, Nubia, HOGA 2005-10-5 y CUGA-3125 fueron severamente atacadas por esta enfermedad y presentaron rendimiento de exportación muy bajos (menores a 537 kg ha⁻¹), mientras que los genotipos que tuvieron reacción media a la enfermedad fueron CUGA 09-3168 y el testigo comercial que es una mezcla de variedades tardías que rindieron 1,891 y 1,668 kg ha⁻¹ de grano exportable.

Cuadro 2. Porcentaje de exportación y calibre de origen de genotipos de garbanzo en terreno con altas poblaciones de *Fusarium*.

Genotipo	Calibre origen		Calibre exportación		Porcentaje exportación	
Mazocahui	51	def [†]	49	abcd	85	ab
BlancoSon	52	def	48	bcd	84	ab
HOGA 2006-14-8	50	ef	47	cd	90	a
Blanco Magdalena 95	58	cde	52	abc	77	abc
CUGA 09-3168	57	cdef	51	abc	73	abcd
Testigo Comercial	55	cdef	53	ab	80	abc
Sinalomex 2018	47	f	45	d	92	a
Combo 743	57	cdef	48	bcd	58	cde
CUGA 09-2067	64	bc	52	abc	52	de
HOGA 2004-20-6	63	bcd	49	abcd	39	ef
HOGA 021	60	cde	52	abc	59	cde
HOGA 067	59	cde	47	cd	59	cde
Blanoro	57	cdef	51	abc	62	bcd
Blanco Sinaloa 92	59	cde	48	bcd	56	de
Nubia	73	ab	54	a	26	f
HOGA 2005-10-5	84	a	51	abc	24	f
CUGA 09-3125	66	bc	51	abc	38	ef
Sign. Estad [‡] .	**		**		**	

[†], Valores dentro de la columna con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (0.05)..

[‡], Significancia Estadística, **, altamente significativa (P>0.99)

Blanco Magdalena 95 es una variedad que presenta resistencia a *Fusarium*, buena productividad, tiene grano de calibre medio (58 de origen y 52 de exportación), y presenta más bajo porcentaje de rendimiento de exportación (77%) comparado con los demás genotipos resistentes que presentaron del 84 al 90% de grano de exportación y calibre de exportación de 47 a 49 (Cuadro 2). La variedad Mazocahui, BlancoSon y la línea experimental HOGA 2006-14-8 presentaron

además de resistencia a *Fusarium*, altos rendimientos, muy buena calidad de grano en cuanto a tamaño y color. La línea HOGA 2006-14-8 es una buena candidata a ser liberada como nueva variedad.

Conclusiones

La presencia de *Fusarium* en las poblaciones presentes en el lote de prueba causó detrimento en el rendimiento y la calidad física del grano de las variedades de garbanzo susceptibles a este hongo. Bajo las condiciones de alta presencia de *Fusarium*, los genotipos mas adecuados para alta productividad, resistencia a rabia y alta calidad física del grano fueron Mazocahui, BlancoSon y HOGA 2006-14-8.

Literatura Citada

Carrillo, F. J. A. 2010. Manejo de la rabia del garbanzo. pp 31-36. En: VII Jornada de transferencia de tecnología del cultivo del garbanzo. Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa A.C. 42 p.

Jiménez D. R. M., Castillo, P., Jiménez-Gasco, M. M., Landa, B. B., Navas, C. J. A. 2015. *Fusarium* wilt of chickpea: Biology, ecology and management. *Crop Protection* 73. Pp 16-27. Elsevier.

Manjarrez, S. P., Gómez, G. L. y Salinas, P. R. A. 2010. Formación de variedades de garbanzo para exportación en Sinaloa. En: Avances de investigación 2009 del CEVACU. Publicación especial No. 12. INIFAP. 87 p.

Ortega, M.P.F., Fierros, L. G. A., Guerrero, A. B. Z., Acosta, G. J.A., Padilla, V. I., Velarde, P. S., Fu, C. A. A., y Ávila, S. J. M. 2018. Evaluación de genotipos de garbanzo en suelos altamente infestados con *Fusarium*. In: Grageda, G. J., Maldonado, N. L. A., Ortega, M. P. F. Compiladores. Memoria del VI Simposio Nacional de Garbanzo. Memoria Científica No. 13. pp. 100-103. Campo Exp. Costa de Hermosillo. CIRNO-INIFAP. Hermosillo, Sonora.

COMPORTAMIENTO DE DOS HÍBRIDOS DE MAÍZ A UN COMPLEJO DE ENFERMEDADES FOLIARES EN TRES FECHAS DE SIEMBRA EN EL SUR DE SONORA

Ramírez Arredondo José Alfonso, Jesús Rafael Valenzuela Borbón y Fernando Cabrera Carbajal.

Campo Experimental Norman E. Borlaug INIFAP. Apdo. postal 115, Cd Obregón, Sonora, México. C P 85000. Correo: ramirez.alfonso@inifap.gob.mx.

Resumen

En el sur de Sonora, el cultivo de maíz es dañado por enfermedades. Esta investigación se realizó durante el ciclo otoño-invierno de 2018-2019. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de dos híbridos de maíz a un complejo de enfermedades foliares bajo condiciones de infección natural en tres fechas de siembra en el sur de Sonora. Las enfermedades que se presentaron con mayor severidad en los híbridos de maíz fueron roya (*Puccinia sorghi*) y tizón foliar (*Exserohilum turcicum*). Otras enfermedades con menor intensidad fueron mancha gris (*Cercospora zeae-maydis*), tizón foliar (*Bipolaris maydis*), mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi*) y antracnosis (*Colletotrichum graminicola*). Los híbridos de maíz tuvieron menor susceptibilidad al complejo durante la primera fecha de siembra debido aparentemente a temperaturas inferiores a 10 °C que predominaron en los meses de enero, febrero y marzo. Los mayores rendimientos se obtuvieron en las primeras fechas de siembra.

Palabras clave: *Puccinia sorghi*, *Exserohilum turcicum*, clima.

Abstract

In the South of Sonora, the corn crop is damaged by diseases. This research was conducted during the fall-winter 2018-2019 cycle. The objective of this work was to evaluate the behaviour of two maize hybrids to a complex of foliar diseases under natural infection conditions on three planting dates in southern Sonora. Diseases which arose with greater severity in maize hybrids were rust (*Puccinia sorghi*) and leaf blight (*Exserohilum turcicum*). Other diseases with lesser intensity were gray spot (*Cercospora zeae-maydis*), leaf blight (*Bipolaris maydis*), spot zoned (*Gloeocercospora sorghi*) and anthracnose (*Colletotrichum graminicola*). Hybrids of maize had lower susceptibility to complex during the first planting date apparently due to temperatures

below 10 °C that predominated in the months of January, February and March. The highest yields were obtained in the first planting dates.

Key words: *Puccinia sorghi*, *Exserohilum turcicum*, climate.

Introducción

En México el cultivo de maíz ocupa el primer lugar en superficie cultivada con 7,581,280 hectáreas con una producción de 25,228,847 ton/ha (SIAP-SAGARPA, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017). El maíz es uno de los principales granos en nuestro país y constituye uno de los alimentos básicos para la población. Entre los factores que afectan el desarrollo de este cultivo se encuentran las enfermedades. En México se tiene consignadas en el cultivo de maíz: Roya (*Puccinia sorghi*), antracnosis (*Colletotrichum graminicola*), mildiu (*Peronosclerospora sorghi*), mancha café o peca (*Physoderma maydis*), mancha gris (*Cercospora zeae-maydis*), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*), mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi*), pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*), pudrición del tallo (*Fusarium moniliforme*), carbón común (*Ustilago maydis*), carbón de la espiga (*Sporisorium reilianum*), y pudrición de la mazorca (*Aspergillus flavus*) (CIMMYT, 2004; Díaz-Franco y Montes-García, 2008; Pereyda et al, 2009; Shurtleff, 1980). Actualmente la información en esta región sobre las enfermedades en maíz es limitada y se desconocen las condiciones que las favorecen. En atención a lo anterior se realizó esta investigación con el objetivo de conocer el comportamiento de dos híbridos de maíz a las enfermedades foliares presentes a través de tres fechas de siembra en las condiciones naturales del sur de Sonora

Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó durante el ciclo de otoño-invierno 2018-2019, en el Sitio Experimental Valle del Mayo, Navojua, Sonora, (27° 00 de Latitud N y 106° 26' y 109° 30' de Longitud W) y 39 msnm; en un suelo de barrial y en condiciones de riego. Esta investigación formó parte de las acciones de evaluación de híbridos del programa de maíz en el CENEB INIFAP; se evaluó el comportamiento de dos híbridos de maíz sobresalientes en rendimiento (Armadillo y DK 4050) a un complejo de enfermedades foliares en tres fechas de siembra (6 y 18 de diciembre de 2018, y 7 de enero de 2019). El diseño experimental fue en franjas, la parcela experimental fue de cuatro surcos de 25 m de longitud y a 0.8 m de separación. La parcela útil estuvo formada por los dos surcos centrales. No se realizaron aplicaciones de fungicidas; el demás manejo del cultivo se hizo de acuerdo a las recomendaciones del programa de maíz del CENEB INIFAP. Las variables consideradas fueron la severidad conjunta

de las enfermedades presentes en complejo. Se tomaron datos del % de área foliar dañada (%AFD) en tres estratos: hoja bandera; una hoja de la parte media (inmediatamente superior al elote); y una hoja del tercio inferior por planta muestreada. Para evaluar la severidad se utilizó una escala arbitraria, estimando visualmente el porcentaje de área dañada por las lesiones del complejo de enfermedades en cada hoja muestreada, y dando valores en una escala continua de 0 a 100 % (Ramírez, Morales y López, 2009). Se estimó la severidad del complejo en seis plantas por híbrido en cada fecha de siembra. Las evaluaciones de severidad de enfermedades foliares se realizó el 28 de mayo. La información fue analizada con los datos climatológicos de la estación meteorológica automatizada del sitio experimental valle del Mayo ubicada a 100 metros del lote experimental. Al final del ciclo de cultivo se estimó el rendimiento de grano. Los resultados se analizaron considerando un diseño de parcelas divididas, donde la parcela grande fue la fecha de siembra y la parcela chica el híbrido de maíz. Los análisis de varianza y la prueba de DMS para la separación de medias, se realizó con un paquete estadístico computarizado (Olivares, 1994).

Resultados y Discusión

Durante el desarrollo del cultivo de maíz de enero a mayo 2019, se presentaron temperaturas relativamente frescas en los meses de enero, febrero y marzo, con 11 precipitaciones que acumularon 30.8 mm, lo cual influyó para que la humedad relativa promedio se mantuviera superior a 70% durante estos tres meses (Figura 1).

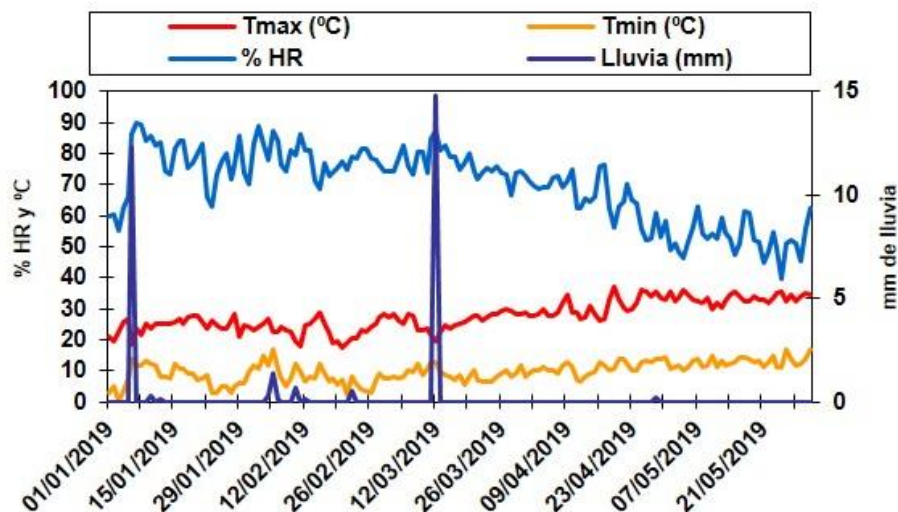


Figura 1. Condiciones meteorológicas durante el desarrollo del cultivo de maíz en el sur de Sonora. 2019.

Las temperaturas mínimas inferiores a 10 °C que predominaron durante los primeros tres meses del año, no favorecieron el desarrollo de enfermedades en el cultivo de maíz (Beckman and Payne,1983; Headrick and Pataky, 1986). Las enfermedades se observaron hasta a mediados de abril, favorecidas por temperaturas superiores a 10 °C y humedad relativa predominante de 70% durante las primeras dos semanas de abril. Las enfermedades foliares que se presentaron con mayor severidad en el complejo fueron roya (*Puccinia sorghi*) y tizón foliar (*Exserohilum turcicum*). Otras enfermedades presentes en el complejo, pero con menor intensidad fueron: mancha gris (*Cercospora zeae-maydis*), tizón foliar (*Bipolaris maydis*), mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi*) y antracnosis (*Colletotrichum graminicola*); algunas consignadas afectando al cultivo de sorgo en el sur de Sonora (Ramírez, Morales y López 2009). La severidad del complejo de enfermedades foliares en los dos híbridos de maíz solo fue diferente significativamente en el tercio inferior en la primera fecha de siembra. Los rendimientos de los dos híbridos fueron significativamente iguales en cada una de las tres fechas de siembra (Cuadro 1).

Cuadro 1. Severidad de enfermedades foliares y rendimiento de dos híbridos de maíz en tres fechas de siembra en el sur de Sonora. 2019.

Fecha de siembra	Híbrido	% Severidad de Enfermedades Foliares			Rendimiento (ton/ha)
		T. inferior	T. medio	Hoja Bandera	
6 dic 2018	Armadillo	16.8 b*	15.1	4.6	16.932
	DK 4050	21.2a	18.5	9.0	17.105
18 dic 2018	Armadillo	30.6	42.6	9.8	16.147
	DK 4050	35.5	37.0	11.3	17.018
7 ene 2019	Armadillo	30.8	19.3	7.8	11.976
	DK 4050	40.5	16.3	8.2	10.875

*Tratamientos con la misma letra entre columnas, son iguales estadísticamente DMS 0.05

El complejo presentó mayor severidad en la segunda fecha de siembra. El mayor rendimiento y la menor severidad del complejo en plantas de maíz en la primera fecha de siembra, sugiere que las plantas alcanzaron la madurez y escaparon a una mayor infección. La severidad por el complejo en plantas de maíz en la tercera fecha de siembra se redujo en relación a la segunda fecha de siembra, debido a temperaturas mayores a 35 °C y a un descenso de la humedad relativa a valores menores de 60% (Beckman and Payne,1983; Headrick and Pataky, 1986); estas condiciones en el mes de mayo también explican la reducción del rendimiento de las plantas de maíz en la tercera fecha de siembra (Ramírez, Ruiz y Chuela, 2010) (Figura 1,

Cuadro 1 y 2). Los mayores rendimientos de maíz se obtuvieron en la primera y segunda fecha de siembra, lo cual es atribuible a mejores condiciones durante el desarrollo del cultivo de maíz (Valenzuela y Montoya, 2019); y también a un posible escape a periodos con mayor infección de enfermedades foliares, donde predominan temperaturas mínimas superiores a 10 °C y máximas inferiores a 32 °C, así como humedad relativa de 70% encontradas en este estudio.

Cuadro 2.- Severidad de enfermedades foliares y rendimiento promedio de dos híbridos de maíz en tres fechas de siembra en el sur de Sonora. 2019.

Híbridos	Fecha de siembra	% Severidad de Enfermedades Foliares			Rendimiento (ton/ha)
		T. inferior	T. medio	Hoja Bandera	
Armadillo DK 4050	6 dic 2018	19.0 b*	16.8 b*	6.8 b*	17.018 a*
Armadillo DK 4050	18 dic 2018	33.0 a	39.8 a	10.5 a	16.582 a
Armadillo DK 4050	7 ene 2019	35.6 a	17.8 b	8.0 b	11.425 b

*Tratamientos con la misma letra entre columnas, son iguales estadísticamente DMS 0.05

Conclusiones

Las enfermedades foliares del maíz encontradas en el sur de Sonora fueron: Roya (*Puccinia sorghi*), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*), mancha gris (*Cercospora zeae-maydis*), tizón foliar (*Bipolaris maydis*), mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi*) y antracnosis (*Colletotrichum graminicola*).

Las enfermedades foliares del maíz no desarrollaron durante los meses de enero, febrero y marzo debido a temperaturas inferiores a 10 °C.

Los híbridos de maíz presentaron menor severidad de enfermedades foliares y mayor rendimiento en la primera fecha de siembra evaluada (6 de diciembre)

Literatura Citada

Beckman, P. M., and Payne, G. A. 1983. Cultural techniques and conditions influencing growth and sporulation of *Cercospora zeae-maydis* and lesion development in corn. *Phytopathology* 73: 286-289.

CIMMYT. 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. Cuarta Edición. México, D. F. 118 p.

Díaz-Franco, A. y Montes-García, N. 2008. La fitopatología en la región semiárida de Tamaulipas, México: Reseña histórica. *Revista Mexicana de Fitopatología* 26:62-70.

Headrick, J. M. and Pataky, J. K. 1986. Effects of night temperature and mist period on infection of sweet corn by *Puccinia sorghi*. *Plant Disease*, 70(10):950-953.

Olivares Sáenz, Emilio. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.

Pereyda, H.J., Hernández, M.J., Sandoval, I.J.S., Aranda, O.S., de León, C. y Gómez, M.N. 2009. Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) del maíz en Guerrero, México. *Agrociencia*, 43, 511-519.

Ramírez, A. J A., Morales, C. A. y López, R. M. 2009. Comportamiento de híbridos de sorgo para grano (*Sorghum bicolor*) a un complejo de enfermedades foliares en el sur de Sonora. *Memorias XII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas*. Mexicali, Baja California, México. Pag. 492-496.

Ramírez, D J. L., Wong P. J. J., Ruiz C. J. A. y Chuela, B. M. 2010. Cambio de fecha de siembra del maíz en Culiacán, Sinaloa, México. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 33 (1): 61 – 68

Valenzuela, B. J. R. y Montoya, C. L. 2019. Determinación de fechas de siembra en maíz con menor riesgo de daño por helada en el sur de Sonora. Ciclo O-I, 2017-2018. *Memorias Día del Agricultor CENEB-INIFAP*. Pág. 47-48.

SIAP-SAGARPA, 2013-2017. 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. pp.

EVALUACION DEL HERBICIDA TIENCARBAZONA-METIL “ATLANTIS STAR” EN MEZCLA CON HERBICIDAS PARA HOJA ANCHA EN TRIGO EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO

Sergio Rosas-Muñoz¹, García-Gerardo Juan José², Tamayo-Esquer Luis Miguel³ y Ariana Isabel Torres-Bojórquez⁴

¹Instituto Tecnológico de Sonora, sergiorosasm@hotmail.com. ²Bayer de México, ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. ⁴Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California

Resumen

Las malas hierbas representan en trigo un riesgo en el rendimiento y calidad de la cosecha, por lo que se requieren mezclas de herbicidas que no permitan el escape de avena silvestre; lo que coincide, con los objetivos del ensayo, evaluar dos dosis del herbicida Atlantis Star con dos coadyuvantes, en mezcla con Condraz, comparados con dos testigos comerciales, sobre el control de avena silvestre y su selectividad en trigo. El ensayo fue en el valle del Mayo, Sonora, México, en el amacollamiento del trigo Borlaug 100. Se evaluaron cuatro tratamientos con una superficie de 2 hectáreas cada uno, comparados con testigos laterales sin aplicación (testigos enhierbados). Los tratamientos aplicados fueron: 1. Testigo comercial 1 con Sigma forte + Condraz ($1.0 \text{ Lha}^{-1} + 200 \text{ Gha}^{-1}$); 2. 666 Gha^{-1} de Atlantis Star + 2 Lha^{-1} de Dyne-Amic + 200 Gha^{-1} de Condraz; 3. 333 Gha^{-1} de Atlantis Star + 1 Lha^{-1} de Polaquimia + 200 Gha^{-1} de Condraz; 4. Testigo comercial 2 con Axial + Condraz ($1.0 \text{ Lha}^{-1} + 200 \text{ Gha}^{-1}$) y un Testigo sin aplicación. Se usó una aspersora terrestre comercial, con un volumen de agua de 200 Lha^{-1} . Se evaluó la selectividad y el porcentaje de control 15, 30 y 45 días después de la aplicación (dda); Se realizándose un análisis de varianza y una prueba de separación de medias (Tukey's $P < 0.05$) para la eficacia biológica en el control de avena silvestre, así como el rendimiento de los diferentes tratamientos.

Palabras claves: Maleza, Herbicidas, Tratamiento.

Abstract

Weeds represent a risk in crop yield and quality in wheat, so herbicide mixtures that do not allow wild oats to escape are required; which coincides with the objectives of the trial, to evaluate two doses of the herbicide Atlantis Star with two adjuvants, in mixture with Condraz, compared with two commercial controls, on the control of wild oats and their selectivity in wheat. The trial was in

the Mayo Valley, Sonora, Mexico, in the coping of Borlaug 100 wheat. Four treatments with an area of 2 hectares each were evaluated, compared to side controls without application (tailed witnesses). The treatments applied were: 1. Commercial witness 1 with Sigma forte + Condraz ($1.0 \text{ Lha}^{-1} + 200 \text{ Gha}^{-1}$); 2. 666 Gha^{-1} of Atlantis Star + 2 Lha^{-1} of Dyne-Amic + 200 Gha^{-1} of Condraz; 3. 333 Gha^{-1} of Atlantis Star + 1 Lha^{-1} of Polish + 200 Gha^{-1} of Condraz; 4. Commercial witness 2 with Axial + Condraz ($1.0 \text{ Lha}^{-1} + 200 \text{ Gha}^{-1}$) and a Witness without application. A commercial land sprinkler was used, with a water volume of 200 Lha^{-1} . Selectivity and control percentage were evaluated 15, 30 and 45 days after application (daa); A variance analysis and a mean separation test (Tukey's $P < 0.05$) were performed for the biological efficacy in the control of wild oats, as well as the performance of the different treatments.

Keywords: Weed, Herbicides, Treatment.

Introducción

En la agricultura es usual la existencia de problemas relacionados con las malas hierbas que afectan las cosechas, por ello resultan esenciales los herbicidas en esta actividad indispensable para la economía y la sociedad; en el 2001, los herbicidas representaron a nivel mundial el 47 por ciento de los casi 28,000 millones de dólares de venta de productos agroquímicos. En México la superficie agrícola varía entre 20 y 25 millones de hectáreas; mientras que en el valle del Yaqui, Sonora; que forma parte de la planicie costera del noroeste de México, cuenta con una extensión territorial de 2,117,220 hectáreas, de las cuales 172,422 se destinaron a la producción de trigo, principal cultivo de la región, en el ciclo 2010-11. (Arias *et al.*, 2019; FAO 2001; Hernández-Antonio y Hansen, 2011; Tamayo *et al.*, 2011). Uno de los métodos útiles para prevenir la resistencia a los herbicidas es el uso de sus mezclas o la rotación de los herbicidas. Convencionalmente, los herbicidas se combinan con el objetivo de ampliar el espectro de control de maleza; sin embargo, para el manejo de la resistencia se requiere que los herbicidas en la mezcla deben estar con su dosis completa y efectiva para las especies de maleza a tratar y deben poseer una persistencia similar, pero diferentes mecanismos de acción y/o procesos de degradación en la planta (Wrubbel y Gressel, 1994). La mezcla de herbicidas en Atlantis Star (mesosulfuron-metil + iodosulfuron-metil + tienencarbazona-metil), actúan inhibiendo la síntesis de aminoácidos ramificados, evitando la división celular y el crecimiento de las plantas (su combinación con mefenpir-dietil lo hace selectivo a cereales). Resultados recientes, señalan el control de gramíneas (avena silvestre y alpiñillo) en trigo con Sigma Forte y Atlantis TCM en mezcla con latifolicidas, como suficiente en la práctica a los 15 y 30 dda ($>87.5\%$) y que sólo Atlantis TCM mantuvo este control hasta los 45 dda, presentando Sigma

Forte solo un control medio (<87.5%); asimismo, la maleza latifolia fue controlada suficientemente con Pixxaro y Condraz en mezcla con Sigma Forte y Atlantis TCM desde 15 hasta 45 dda (Tamayo et al, 2018). Los mayores rendimientos fueron para las mezclas de Atlantis TCM con Pixxaro (8,125 Kha⁻¹) y Condraz (7,734.5 Kha⁻¹); seguido de Sigma Forte con Condraz (6,875.2 Kha⁻¹) y Pixxaro (6,429.8 Kha⁻¹). Se requieren mezclas de herbicidas que no afecten el control de gramíneas como avena silvestre; lo que coincide, con el objetivo del presente ensayo; que contempla evaluar dos dosis de Atlantis Star con dos coadyuvantes, en mezcla con el herbicida Condraz, comparados con dos testigos comerciales, sobre el control de avena silvestre y su selectividad en el cultivo de trigo.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el valle del Mayo, Sonora, México; utilizándose la variedad de trigo “Borlaug”, en etapa de amacollamiento. Se evaluaron cuatro tratamientos con una superficie de 2 hectáreas cada uno, comparados con testigos laterales sin aplicación (testigos enhierbados). Los tratamientos aplicados fueron: 1.- Testigo comercial 1 con Sigma forte + Condraz (1.0 Lha⁻¹+ 200 Gha⁻¹); 2.- 666 Gha⁻¹ de Atlantis Star + 2 Lha⁻¹ de Dyne-Amic + 200 Gha⁻¹ de Condraz; 3.- 333 Gha⁻¹ de Atlantis Star + 1 Lha⁻¹ de Polaquimia + 200 Gha⁻¹ de Condraz; 4.- Testigo comercial 2 con Axial + Condraz (1.0 Lha⁻¹+ 200 Gha⁻¹) y 5.- un Testigo sin aplicación. Se usó una aspersora terrestre comercial, con boquillas Tee Jet 8002; para un volumen de agua de aproximadamente 200 Lha⁻¹. Se evaluó el porcentaje de control de avena 15, 30 y 45 días después de la aplicación (dda). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de separación de medias (Tukey's P<0.05) para establecer la eficacia biológica en el control de avena silvestre, así como también el rendimiento por hectárea de los diferentes tratamientos.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1, se presentan los resultados de control de avena silvestre en los diferentes tratamientos; donde puede observarse una diferencia estadísticamente significativa entre los testigos comerciales que registraron un control pobre desde 15 hasta 45 dda (50 a 65%) y los tratamientos con Atlantis Star (80 a 90%) en cualquiera de las fechas de observación, aunque con un control medio 15 y 30 dda y suficiente en la práctica 45 dda. Lo anterior, indica un mayor control de avena silvestre, con las diferentes dosis de Atlantis Star, no registrándose diferencias significativa entre éstas.

Cuadro 1. Control de avena silvestre *Avena fatua* L. como resultado de mezclas Atlantis Star con herbicidas postemergentes en trigo en el sur de Sonora, México. Ciclo Otoño-Invierno 2018-19.

N° de Tratamiento	% control de avena silvestre		
	15	30	45 dda
1 Testigo comercial 1*	55.0 b	50.0 b	65.0 b
2 Atlantis Star + Condraz (666 Gha ⁻¹ +200 Gha ⁻¹)	80.0 a	80.0 a	90.0 a
3 Atlantis Star + Condraz (333 Gha ⁻¹ +200 Gha ⁻¹)	85.0 a	80.0 a	90.0 a
4 Testigo comercial 2**	50.0 b	45.0 b	65.0 b
5 Testigo sin aplicación	0.0 c	0.0 c	0.0 c
Tukey's P<0.05=		3.416	3.416
			2.582

*Sigma Forte + Condraz (1.0 Lha⁻¹+200 Gha⁻¹), **Axial XL + Condraz (1.0 Lha⁻¹+200 Gha⁻¹).

El cuadro 2 presenta el rendimiento promedio de los tratamientos evaluados, no registrándose diferencias significativas entre los testigos comerciales (8,300 y 8,638 Kha⁻¹) y Atlantis Star (9,630 y 9,230 Kha⁻¹); registrándose sólo diferencias significativa entre éstos dos tratamientos con el testigo sin aplicación que sólo rindió 6,455 Kha⁻¹, es decir 77.8 por ciento con respecto al testigo comercial 1.

Cuadro 2. Rendimiento de trigo como resultado de la eficacia de Atlantis Star en mezclas con herbicidas para el control del complejo de maleza en el sur de Sonora, México. Ciclo Otoño-Invierno 2018-19.

N° y descripción del tratamiento	Rendimiento Kha ⁻¹	% respecto al testigo
1 Testigo comercial 1*	8,300 ab	--
2 Atlantis Star + Condraz (666 Gha ⁻¹ +200 Gha ⁻¹)	9,630 a	116.0
3 Atlantis Star + Condraz (333 Gha ⁻¹ +200 Gha ⁻¹)	9,230 a	111.2
4 Testigo comercial 2**	8,638 ab	104.1
5 Testigo sin aplicación	6,455 b	77.8
Tukey's P<0.05=		584.4
		--

*Sigma Forte + Condraz (1.0 Lha⁻¹+200 Gha⁻¹), **Axial XL + Condraz (1.0 Lha⁻¹+200 Gha⁻¹).

Lo anterior indica, que aunque las diferencias entre los tratamientos herbicidas no son significativas, los tratamientos con Atlantis Star presentaron 116.0 y 111.2 por ciento con respecto al testigo comercial 1.

Conclusiones

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

Las diferentes dosis de Atlantis Star presentaron un mayor control de avena silvestre que los testigos comerciales, aunque requirieron de 45 dda para obtener un control suficiente en la práctica.

Ninguna de las mezclas evaluadas, ni con los testigos comerciales, se registraron efectos aparentes de fitotoxicidad en el cultivo, que pudiera reflejarse en su rendimiento.

El más alto rendimiento fue para 666 Gha⁻¹ de Atlantis Star (9,630 Kha⁻¹), seguido de 333 Gha⁻¹ de Atlantis Star (9,230 Kha⁻¹); así como de los testigos comerciales 2 y 1 (8,638 y 8,300 Kha⁻¹) sin diferencias significativas; exceptuando al testigo sin aplicación (6,455 Kha⁻¹).

Literatura Citada

Arias, D. M., Mora, R. E. G., & Romero, O. S. D. (2019). Uso de herbicidas en el control de malezas. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia Brava*, 11(1), 204-210.

Hernández-Antonio, A., & Hansen, A. M. (2011). Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 115-127.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2001-2002). Visible como: Manejo de la resistencia a los herbicidas en los países en desarrollo - Bernal E. Valverde. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0h.htm>.

Tamayo, Luis M.; Ortiz, José E.; Armenta, Inés; Félix, Pedro; Cortés, Juan M.; Ortiz, Alma A.; Fuentes, Guillermo, y Cortez, Edgardo (2011), *Agronomía del trigo en el sur de Sonora*, Ciudad Obregón, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Tamayo Esquer L. M., García Gerardo J. J. y Tamayo Peñuñuri L. M. 2018. Evaluación del herbicida "Atlantis TCM" en mezcla con latifolicidas en trigo en el sur de Sonora, México. *Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología. XXI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Volumen 2*, pp 359-363. Mexicali, B. C. México. ISBN: 978-84-947996-6-2

Wrubel, R. P. y Gressel, J. 1994. Are herbicide mixtures useful for delaying the rapid evolution of resistance? A case study. *Weed Tech.* 8: 635-648.

EFICACIA DE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE MALEZA EN MAÍZ EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Sánchez Zazueta Jesús Oscar¹, Tamayo Esquer Luis Miguel², León Martínez Jesús Roberto², Tamayo Peñuñuri Luis Miguel³, Tamayo Peñuñuri Diego David⁴.

Instituto Tecnológico de Sonora¹, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales², Agrícolas y Pecuarias, CORTEVA Agriscience³, Universidad Interamericana de Desarrollo⁴.

joscarsz12@hotmail.com; tamayo.luismiguel@inifap.gob.mx, luis.m.tamayo.penunuri@gmail.com, diegotamayop@gmail.com.

Resumen

La maleza en maíz, requiere mezclas de herbicidas eficientes y selectivas al cultivo; coincidiendo con los objetivos del ensayo: evaluar eficacia de nicosulfurón + fluoroxypr (Accent L + Starane Ultra) y nicosulfurón + tritosulfurón + dicamba (Accent L + Condraz) en el complejo de maleza en maíz; además de su fitotoxicidad sobre maíz y su rendimiento. El estudio fue en el valle del Yaqui, Sonora, México, aplicándose antes de la sexta hoja del maíz, 1.0 + 0.5 Lha⁻¹ de nicosulfurón (Accent) + fluoroxypr (Starane Ultra), 1.0 Lha⁻¹ + 200 Gha⁻¹ de nicosulfurón (Accent) + tritosulfurón + dicamba (Condraz), comparadas con un testigo comercial (1.0 Lha⁻¹ de nicosulfurón (Accent) + 0.5 Lha⁻¹ de dicamba (Dicambel) + 1.0 Lha⁻¹ de 2,4-D Amina (Agramina) y un testigo sin aplicación. Se evaluó fitotoxicidad y control 15, 30, y 45 dda; así como rendimiento, analizando varianza y comparación de medias (Tukey's $P < 0.05$). Los tratamientos en general mostraron un efecto de control suficiente en la práctica, sobre el complejo de maleza de hoja ancha desde 15 hasta 45 dda. En el caso de maleza gramínea, sólo la mezcla de nicosulfurón + fluoroxypr, consiguió controlarla desde 15 hasta 45 dda. Ninguno de los tratamientos registraron fitotoxicidad; aunque se apreció atraso en el desarrollo 7 dda en nicosulfurón + fluoroxypr, recuperándose 15 dda. El mayor rendimiento fue para nicosulfurón + fluoroxypr 9,016 Kha⁻¹, seguido del testigo regional (8,820 Kha⁻¹), de nicosulfurón + tritosulfurón + dicamba (7,852 Kha⁻¹) y del testigo sin aplicación (2,039 Kha⁻¹).

Palabras claves: control, testigo, evaluación, tratamientos.

Abstract

Weeds in corn, require efficient and selective herbicide mixtures to the crop; coinciding with the objectives of the trial: evaluate efficacy of nicosulfuron + fluoroxypr (Accent L + Starane Ultra) and nicosulfuron + tritosulfuron + dicamba (Accent L + Condraz) in the weed complex in corn; in

addition to its phytotoxicity on corn and its yield. The study was in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico, being applied before the sixth corn leaf, 1.0 + 0.5 Lha⁻¹ of nicosulfuron (Accent) + fluoroxyr (Starane Ultra), 1.0 Lha⁻¹ + 200 Gha⁻¹ of nicosulfuron (Accent) + tritosulfuron + dicamba (Condraz), compared to a commercial control (1.0 Lha⁻¹ of nicosulfuron (Accent) + 0.5 Lha⁻¹ of dicamba (Dicambel) + 1.0 Lha⁻¹ of 2,4-D Amina (Agramina) and a control without application. Phytotoxicity and control 15, 30, and 45 daa were evaluated, as well as performance, analyzing variance and comparison of means (Tukey's P < 0.05). The treatments in general showed a sufficient control effect in the practice, on the broadleaf weed complex from 15 to 45 days. In the case of grass weeds, only the mixture of nicosulfuron + fluoroxyr managed to control it from 15 to 45 days, none of the treatments recorded phytotoxicity, although there was a delay in development 7 daa in nicosulfuron + fluoroxyr, recovering 15 daa. The highest yield was for nicosulfuron + fluoroxyr 9.016 Kha⁻¹, followed by the regional control (8,820 Kha⁻¹), nicosulfuron + tritosulfuron + dicamba (7,852 Kha⁻¹) and the control without application (2,039 Kha⁻¹).

Keywords: control, weeds, evaluation, treatment

Introducción

En el cultivo de maíz de otoño-invierno, se registran 22 especies de malas hierbas de 12 familias taxonómicas; de las cuales, 11 son de hoja ancha anual y una perenne; entre las de hoja angosta, se registran 10 especies de gramíneas anuales y tres perennes (Tamayo-Esquer, 2003). El control químico se requiere para el manejo integrado de maleza, por lo que en el mercado mundial de plaguicidas sobresalen los herbicidas; con una tasa de crecimiento anual de un 5.79 por ciento para 2017- 2022, donde los herbicidas crecerán más rápido (5.88%), seguido de los fungicidas (Anónimo, 2017).

La problemática de maleza se incrementa constantemente y representa de los principales organismos dañinos que afectan la producción de grano y su calidad en maíz; asimismo, el calentamiento global contribuye a la baja eficacia y selectividad de algunos herbicidas, por estrés del cultivo y maleza (Tamayo-Esquer y Tamayo-Peñuñuri, 2015). En el sur de Sonora, el complejo de maleza de hoja angosta y ancha es común compitiendo en maíz; considerándose como serio problema por la restricción de algunos herbicidas hormonales. Además, especies como avena silvestre *Avena fatua* L. y alpiñillo *Phalaris minor* (L) Retz. Entre otras, cuyo período óptimo para su control es breve; son difícilmente controladas con graminicidas selectivos, ocasionando fitotoxicidad en algunos híbridos, fuertes infestaciones y reducciones significativas en el rendimiento del cultivo.

Nicosulfurón es un herbicida sistémico postemergente y selectivo al maíz del grupo de las sulfonilureas, que al ser absorbido por el follaje es traslocado al meristemo lo que inhibe el crecimiento de la maleza susceptible (principalmente gramíneas anuales y perennes y algunas de hoja ancha anuales) por lo que la aplicación debe de hacerse sobre plantas que se encuentren en crecimiento activo, libre de estrés por sequía o exceso de agua (Anónimo, 2016). Antecedentes de resultados para maleza anual de hoja ancha, registran controles medios (83 a 86%) en maíz de verano, con diferentes dosis de tritosulfurón + dicamba (Condraz 175 y 200 Gha⁻¹); donde el rendimiento de tritosulfurón + dicamba fue superada por topramezone + dimethenamida y topramezone + dicamba, bajo las condiciones del sur de Sonora (Tamayo-Esquer y Figueroa-López, 2017). Posteriormente, tritosulfurón + dicamba controló de manera regular la maleza de hoja ancha desde los 15 dda en maíz; requiriéndose 250 Gha⁻¹ de tritosulfurón + dicamba, para el control de maleza anual de hoja ancha, para superar al testigo regional 30 dda, donde ninguno de los tratamientos registraron fitotoxicidad al cultivo y los más altos rendimientos se obtuvieron con 250 y 200 Gha⁻¹ de tritosulfurón + dicamba (Mancillas *et al.*, 2018).

Es necesaria tecnología para la integración del control cultural y químico, en el establecimiento óptimo del cultivo y manejo eficiente del complejo de maleza gramínea y de hoja ancha en la postemergencia del maíz; por lo que se requiere de herbicidas y/o mezclas eficaces y selectivas al cultivo, coincidiendo con los objetivos del presente ensayo, evaluar la efectividad biológica de mezclas de nicosulfurón (Accent L) con fluoroxypr (Starane Ultra) y tritosulfurón + dicamba (Condraz) en el control del complejo de maleza en la postemergencia selectiva al maíz; además, de evaluar la fitotoxicidad de los tratamientos sobre el cultivo y su rendimiento.

Materiales y Métodos

Este estudio se realizó en el Campo Experimental Norman E. Borlaug del valle del Yaqui 27°22'12.0"N 109°55'52.2"W, Sonora, México, utilizándose la variedad de maíz Ceres XR60, en un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de ocho surcos a 0.80 metros de separación por 110 metros de largo; considerándose cuatro repeticiones. Se evaluaron tres tratamientos que incluyeron 1.0 + 0.5 Lha⁻¹ de material comercial de nicosulfurón (Accent) + fluoroxypr (Starane Ultra), 1.0 Lha⁻¹ + 200 Gha⁻¹ de material comercial de nicosulfurón (Accent) + tritosulfurón + dicamba (Condraz), comparada con un testigo comercial (1.0 Lha⁻¹ de nicosulfurón (Accent) + 0.5 Lha⁻¹ de dicamba (Dicambel) + 1.0 Lha⁻¹ de 2,4-D Amina (Agramina) y un testigo sin aplicación; realizándose antes de la aparición de la sexta hoja del maíz. Se usó una aspersora terrestre comercial, con boquillas

Tee-Jet 8002; utilizándose un volumen de agua de 250 Lha⁻¹. Se determinó la fitotoxicidad y desarrollo del cultivo a los 7 y 15 dda y el porcentaje de control a los 15, 30, y 45 días después de la aplicación (dda). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias (Tukey's $P < 0.05$) para establecer la eficacia biológica.

Resultados y Discusión

Los resultados de la posible fitotoxicidad sobre maíz, tanto 7 como 15 dda, no registraron efectos aparentes en ninguno de los tratamientos evaluados, ni en el testigo regional; lo que indica, que ninguno ocasiona síntomas en el cultivo, que pudieran reflejarse en el rendimiento del cultivo. En lo que respecta a desarrollo del cultivo, sólo el tratamiento a base de nicosulfurón + fluoroxypr registró un atraso significativo en el desarrollo del cultivo 7 dda (Cuadro 1); para la evaluación realizada 15 dda, no se registraron diferencias significativas en el desarrollo de ninguno de los tratamientos.

En cuanto al control de maleza anual de hoja ancha, los resultados muestran controles entre 87.5 y 92.5 por ciento con cualquiera de los tratamientos evaluados 15, 30 y 45 dda (Cuadro 1); lo que corresponde a un control suficiente en la práctica según la escala de puntuación propuesta por la EWRS (Burril, et al 1977). Los análisis estadísticos no registraron diferencias entre ninguno de los tratamientos en ninguna de las fechas de observación, Lo anterior, indica que las poblaciones de malas hierbas de hoja ancha anuales, fueron controladas de manera suficiente en la práctica desde los 15 hasta los 45 dda. La eficacia de los tratamientos sobre maleza gramínea (avena y alpieste silvestre), muestran que sólo el tratamiento a base de nicosulfurón + fluoroxypr (Accent L + Starane Ultra), registra un control suficiente en la práctica desde los 15 hasta los 45 dda. El resto de los tratamientos registran un control medio (82.5%) 15 dda; alcanzándose 30 dda un control suficiente en la práctica (88.8%) con nicosulfurón + tritosulfurón + dicamba (Accent L + Condraz) y un control medio (85%) con el testigo regional (Accent L + Dicambel + Agramina). Para la evaluación realizada 45 dda, se registró sólo un control medio (85%) para nicosulfurón + tritosulfurón + dicamba y sólo un control regular (79%) para el testigo regional. Los análisis estadísticos, muestran diferencias significativas sólo entre nicosulfurón + fluoroxypr en cualquiera de las fechas de evaluación con respecto al resto de los tratamientos, exceptuando a los 30 dda con nicosulfurón + tritosulfurón + dicamba; por lo que se considera a la mezcla de nicosulfurón + fluoroxypr como mejor tratamiento, seguido de nicosulfurón + tritosulfurón + dicamba. Lo anterior muestra que sólo nicosulfurón + fluoroxypr, desde los 15 dda consiguieron controlar de manera suficiente en la práctica las poblaciones de maleza gramínea; el resto de los tratamientos lo hacen sólo entre un control medio y regular.

Cuadro 1. Desarrollo del cultivo y control de maleza como resultado de mezclas de herbicidas en maíz en el sur de Sonora. Ciclo Otoño-Invierno 2018-19.

N° de Tratamiento	Desarrollo		% Control de maleza					
	Altura (cm)		Hoja Ancha			Hoja Angosta		
	7	15	15	30	45	15	30	45 dda
1	30.3 b	47.3 a	92.5 a	92.5 a	91.8 a	90.0 a	91.0 a	93.5 a
2	38.0 a	44.8 a	90.0 a	92.5 a	87.5 a	82.5 b	88.8 ab	82.5 b
3	38.0 a	46.0 a	90.0 a	91.0 a	87.5 a	82.5 b	85.0 b	79.0 b
4	36.8 a	48.5 a	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c
Tukey P<0.05=	0.8839	2.114	0.7217	1.061	1.197	1.021	1.231	1.118

El Cuadro 2, presenta los rendimientos de grano de la variedad CERES XR60, no registrándose diferencias significativas entre tratamientos de las mezclas evaluadas; donde nicosulfurón + fluoroxypir (Accent L + Starane Ultra) rindió 9,016 Kha⁻¹, el tratamiento a base de nicosulfurón + tritosulfurón + dicamba presentó un rendimiento de 7,852 Kha⁻¹ y el testigo regional con 8,820 Kha⁻¹; aunque los análisis estadísticos no registraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos y el testigo regional, éstas si fueron significativas con en el testigo sin aplicación que rindió sólo 2,039 Kha⁻¹. Lo anterior, muestra que el mayor rendimiento corresponde nicosulfurón + fluoroxypir (9,016 Kha⁻¹), seguida del testigo regional (8,820 Kha⁻¹) y de nicosulfurón + tritosulfurón + dicamba (7,852 Kha⁻¹) presentando 102.2 y 89.0 por ciento con respecto al testigo regional, que comparado con el testigo sin aplicación presenta un 22.9 por ciento (2,039 Kha⁻¹).

Cuadro 2. Rendimiento de maíz como resultado de los tratamientos con mezclas de herbicidas para el control del complejo de maleza en el sur de Sonora.

N° y descripción del tratamiento	Rendimiento Gha ⁻¹	Por ciento respecto al testigo
1 Nicosulfurón* + fluoroxypir** (1.0 + 0.5 Lha ⁻¹)	9,016 a	102.2
2 Nicosulfurón+tritosulfurón+dicamba*** (1.0 Lha ⁻¹ +200 Gha ⁻¹)	7,852 a	89.0
3 Nicosulfurón + dicamba**** + 2,4-D***** (1.0 + 0.5 + 1.0 Lha ⁻¹)	8,820 a	--
4 Testigo sin aplicación	2,039 b	22.9
Tukey's P<0.05=	482.4	--

*Accent L, **Starane Ultra, ***Condraz, ****Dicambel, *****Agramina.

Conclusiones

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se pueden lo siguiente:

Los tratamientos en general mostraron un efecto de control suficiente en la práctica, sobre el complejo de maleza de hoja ancha anual desde los 15 hasta los 45 dda.

En el caso de avena silvestre y alpistillo, sólo con la mezcla de nicosulfurón + fluoroxytir, se consiguió su control desde 15 hasta 45 dda.

Ninguno de los tratamientos evaluados registraron fitotoxicidad aparente en el cultivo; aunque se apreció un atraso en el desarrollo solo a los 7dda en nicosulfurón + fluoroxytir; recuperándose para los 15dda.

El más alto rendimiento corresponde a nicosulfurón + fluoroxytir 9,016 Kha⁻¹, seguido del testigo regional (8,820 Kha⁻¹) y de nicosulfurón + tritosulfurón + dicamba (7,852 Kha⁻¹) y del testigo sin aplicación (2,039 Kha⁻¹).

Literatura Citada

Anónimo, 2016. Ficha técnica herbicida Accent L, nicosulfurón 4.21% SCA. Terralia Información Agrícola. Ediciones Agrotécnicas SLC/Plaza de España 10, 5 Izda 28008, Madrid, España. https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_trademark?trademark_id=10281

Anónimo, 2017. Mercado de los químicos para la protección de cultivos. <http://agriculturers.com/mercado-de-los-quimicos-para-proteccion-de-cultivos/>

Burril L. C., Cardenas L., y Locatelli E. 1977. Manual de Campo para la Investigación en Control de Malezas. Internacional Plant Proteccion Center, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.

Mancillas Nieblas M. A., Tamayo Esquer L. M., Chávez Hernández L. F., Ruvalcaba Estrada S. y J. F. Campos Gutiérrez 2018. Eficacia del herbicida tritosulfurón + dicamba (Condraz) para el control de maleza de hoja ancha en maíz en el noroeste de México. Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología. XXI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Volumen 2, pp 343-347. Mexicali, B. C. México. ISBN: 978-84-947996-6-2.

Tamayo Esquer L. M. 2003. Manejo integrado de maleza en maíz para el noroeste de México. Folleto técnico no. 49. CEVY-CIRNO-INIFAP, México.

Tamayo Esquer, L. M. y L. M. Tamayo Peñuñuri 2015. Evaluación del tratamiento a la semilla, mezclas de herbicidas y fungicidas en el cultivo de trigo en el valle del Yaqui, Sonora, México. Otoño-Invierno 2014-15. Memoria del XVIII congreso internacional de ciencias agrícolas. UABC-ICA Mexicali, B. C. México.

Tamayo Esquer L. M. y P. Figueroa L. 2017. Avances en el proyecto sobre generación, validación y transferencia de tecnología para el manejo integrado de maleza en los sistemas de producción del sur de Sonora, México. Informe Técnico, CENEB-CIRNO-INIFAP, México.

INTEGRACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO, CULTURAL Y QUÍMICO PARA EL MANEJO INTEGRADO DE CORREHUELA *Convolvulus arvensis* L. EN MAÍZ EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Tamayo Esquer Luis Miguel¹, León Martínez Jesús Roberto¹, Tamayo Peñúñuri Luis Miguel² y Tamayo Peñúñuri Diego David³

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas¹ y Pecuarias, CORTEVA Agriscience² y Universidad Interamericana de Desarrollo³ tamayo.luismiguel@inifap.gob.mx

Resumen

Para el manejo eficaz de correhuela, falta integrar el control biológico, cultural y químico; que coincide con evaluar ésta integración, aplicando glifosato en presiembra y madurez del maíz, con postemergentes. El estudio fue en sur de Sonora, se usó el ácaro agallador (control biológico), sobre una infestación de 70% al iniciar el control cultural (verano 2017); se escalonó la preparación del suelo y aplicó glifosato en presiembra, postemergencia dirigida y madurez del maíz (2017-18). En verano 2018, se repitió el control cultural, biológico y químico, aplicándose 2.0 Lha⁻¹ de Herbipol + 0.133 Lha⁻¹ de Carfulmin en presiembra (2018-19) y se evaluó en postemergencia: 1.- Starane Ultra (0.5 Lha⁻¹), 2.- Tomahawk (0.5 Lha⁻¹), 3.- Condraz (200 Gha⁻¹), 4.- Agramina (1.5 Lha⁻¹), 5.- Dicamvel (0.75 Lha⁻¹), 6.- Testigo comercial y 7.- Testigo sin aplicación. Se registró el control 30, 45 y 60 dda, en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones; analizándose la varianza y medias (Tukey's $P < 0.05$). Los resultados muestran reducción de la cobertura inicial de la especie (70%) a 36% en el primer ciclo 2017-18 (48.6% de control) y 15% (78% de control) en el segundo (2018-19). Los postemergentes muestran 30 dda, que sólo Dicamvel y testigo regional controlaron suficiente a la especie y con un control medio el resto. 45 dda, solo Starane Ultra y Dicamvel controlaron suficientemente (90.8 y 88%) y sin diferencias significativas con el testigo regional (control medio 81.5%). Solo Dicamvel mantuvo un control suficiente 60 dda (87.5%). El mayor rendimiento para Agramina (8,356 kha⁻¹), seguido de Starane Ultra (8,263 kha⁻¹) y Dicamvel (7,819 kha⁻¹); es decir, 103.2, 102 y 96.5% con respecto al testigo regional (8,100 kha⁻¹), quien superó al testigo sin aplicación en 41.7%.

Palabras claves: Correhuela, Control Integral, Maíz.

Abstract

For the effective management of morning glory, it is necessary to integrate the biological, cultural and chemical control; which coincides with evaluating this integration, applying glyphosate in pre-planting and maturity of corn, with post-emergent. The study was in southern Sonora, the grinder mite (biological control) was used, on a 70% infestation at the start of cultural control (summer 2017); The soil preparation was staggered and glyphosate was applied in pre-planting, directed post-emergence and corn maturity (2017-18). In summer 2018, the cultural, biological and chemical control was repeated, applying 2.0 Lha⁻¹ of Herbipol + 0.133 Lha⁻¹ of Carfulmin in pre-planting (2018-19) and the post-emergency was evaluated: 1.- Starane Ultra (0.5 Lha⁻¹), 2.- Tomahawk (0.5 Lha⁻¹), 3.- Condraz (200 Gha⁻¹), 4.- Agramina (1.5 Lha⁻¹), 5.- Dicamvel (0.75 Lha⁻¹), 6.- Commercial witness and 7.- Witness without application. Control 30, 45 and 60 daa were recorded, in a completely randomized design with four repetitions; analyzing the variance and means (Tukey's $P < 0.05$). The results show reduction of the initial coverage of the species (70%) to 36% in the first cycle 2017-18 (48.6% of control) and 15% (78% of control) in the second (2018-19). The post-emergencies show 30 days, that only Dicamvel and regional witness controlled the species sufficiently and with a medium control the rest. 45 days, only Starane Ultra and Dicamvel controlled sufficiently (90.8 and 88%) and without significant differences with the regional control (mean control 81.5%). Only Dicamvel maintained sufficient control 60 days (87.5%). The highest yield for Agramina (8,356 kha⁻¹), followed by Starane Ultra (8,263 kha⁻¹) and Dicamvel (7,819 kha⁻¹); that is, 103.2, 102 and 96.5% with respect to the regional witness (8,100 kha⁻¹), who surpassed the witness without application by 41.7%.

Keywords: Morning glory, Integral Control, Corn.

Introducción

Actualmente, la correhuela perenne *Convolvulus arvensis* L. es considerada como la mala hierba más importante en el noroeste de México; reportándose infestadas más del 64% de las 220 mil hectáreas de terreno para la agricultura de riego en el valle del Yaqui, Sonora. En el Valle de Mexicali, Baja California, tan solo durante el ciclo 2014-2015 se registró una superficie de 90,878 hectáreas (Gómez, et al 2016) infestadas con ésta especie, que es considerada una de las principales en cultivos de otoño-invierno. Niveles bajos de infestación, ocasionan hasta 40 por ciento de pérdidas en los principales cultivos. A pesar de que se ha generado, validado y transferido, tecnología de para su manejo integrado en los sistemas de producción de la región; sólo se han incluido prácticas culturales y control químico, no aprovechándose actualmente la

alternativa en el uso de enemigos naturales de la maleza para integrar el control biológico en su manejo integrado. El ácaro agallador de la correhuela *Aceria malherbae* Nuzzaci ha sido exitosamente establecido desde el año 2000, en diversas áreas en el estado de Nuevo México E.U. (Lauriault et al., 2002; Laurialt et al., 2004); donde una vez establecidas sus poblaciones, han sido persistentes, obteniéndose mejores resultados en tierras no perturbadas con cultivos perennes, como ocurre con muchos tipos de control biológico (Boydston y Williams, 2004). Investigaciones en varios estados de la Unión Americana, con resultados prometedores con el uso de este enemigo natural específico para ésta maleza perenne de difícil control; lo que ha permitido evaluar su eficiencia en varias regiones del noroeste de México, considerándose como una innovación con altas posibilidades para ser integrado este agente de control biológico, en el manejo integrado de la especie en la región. Existe la necesidad de integrar las prácticas culturales para la preparación del terreno (control cultural), con el establecimiento del ácaro agallador *Aceria malherbae* Nuzzaci (control biológico) y aplicaciones de herbicidas (control químico) en presiembra, postemergencia y madurez fisiológica del cultivo, para un manejo eficiente de la correhuela *Convolvulus arvensis* L.; lo que coincide con el objetivo del presente ensayo, de evaluar la integración del control biológico, cultural y químico, aplicando glifosato en presiembra y madurez fisiológica del maíz; además de herbicidas postemergentes selectivos para correhuela en maíz, la selectividad al cultivo y su rendimiento.

Materiales y Métodos

Este estudio se realizó en el sur de Sonora, México, integrándose el control biológico con la distribución del ácaro agallador en un testigo sin aplicación (20/06/2017) en los manchones con correhuela que cubrían en junio de 2017 un 70 por ciento de la parcela, cuando se iniciaron las prácticas de control en maíz de verano; realizándose de manera escalonada (cada 25 días) la preparación del terreno, iniciando con un rastreo para incorporar los residuos del cultivo anterior (trigo 2016-17), aplicaciones de glifosato en presiembra, postemergencia y madurez fisiológica del maíz de otoño-invierno 2017-18, evaluándose su impacto sobre la infestación de correhuela. Asimismo, durante el verano 2018 se repitió el control cultural de manera escalonada y se distribuyó el ácaro agallador en todas las manchas de correhuela de la parcela (segundo año); después del surcado se esperó el rebrote de correhuela para dar el riego de presiembra del ciclo otoño-invierno 2018-19, se registró la cobertura de correhuela antes de la segunda aplicación en presiembra del híbrido de maíz Ceres XR60, con 2.0 Lha⁻¹ de Herbipol + 0.133 Lha⁻¹ de Carfulmin. Para continuar con el control químico en postemergencia selectiva, la unidad experimental fue de 10 surcos a 0.80 metros de separación por 110 metros de largo;

evaluándose siete tratamientos que incluyeron: 1.- Starane Ultra (0.5 Lha⁻¹), 2.- Tomahawk (0.5 Lha⁻¹), 3.- Condraz (200 Gha⁻¹), 4.- Agramina (1.5 Lha⁻¹), 5.- Dicamvel (0.75 Lha⁻¹), 6.- Testigo comercial (0.250 + 0.750 Lha⁻¹ de dicamvel + Agramina) y 7.- Testigo sin aplicación. La aplicación fue con una aspersora terrestre comercial, con un volumen de agua de 250 Lha⁻¹; determinándose el control 30, 45 y 60 días después de la aplicación (dda) y su selectividad 7 y 15 dda. Se usó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones; realizándose análisis de varianza y comparación de medias (Tukey's P<0.05) para establecer la eficacia biológica. En la madurez fisiológica se repitió la aplicación en manchoneo con 2.0 Lha⁻¹ de Herbipol + 0.133 Lha⁻¹ de Carfulmin.

Resultados y Discusión

Los resultados de control sobre los niveles de cobertura de correhuela sobre la parcela, registraron de un 70 por ciento de cobertura inicial, a un 36 por ciento en el primer año de integrar las diferentes prácticas de control (Junio de 2017- Julio de 2018); lo que indica un 48.6 por ciento de control con prácticas culturales y control químico de la especie de interés. Para el segundo año 2018-19, se registró una cobertura de un 15 por ciento de cobertura; lo que indica un 78 por ciento de control de la cobertura de correhuela en base a la infestación inicial (2017). Los resultados del control químico en postemergencia del maíz se presentan en el Cuadro 1, donde 30 dda se registra un control medio de las poblaciones de correhuela (81.8 a 83%) con la mayoría de los tratamientos; con excepción de Dicamvel (0.75 Lha⁻¹) y el testigo regional, que registraron un control suficiente en la práctica desde esta fecha de observación (91 y 89%), aunque las diferencias no fueron significativas con el resto de los herbicidas.

Cuadro 1. Control químico de correhuela como resultado de los tratamientos en postemergencia de maíz en el noroeste de México. Ciclo otoño-invierno 2018-19.

N° de Tratamiento	% control de maleza		
	30	45	60 dda
1 Starane Ultra (0.5 Lha⁻¹)	82.3 a	90.8 a	85.8 a
2 Tomahawk (0.5 Lha⁻¹)	83.0 a	79.3 ab	75.8 a
3 Condraz (200 Gha⁻¹)	83.0 a	84.5 a	77.5 a
4 Agramina (1.5 Lha⁻¹)	81.8 a	70.0 b	85.0 a
5 Dicamvel (0.75 Lha⁻¹)	91.5 a	88.0 a	87.5 a
6 Testigo regional*	89.0 a	81.5 ab	86.5 a
7 Testigo sin aplicación	0.0 b	0.0 c	0.0 b
Tukey's P<0.05=	2.904	2.645	3.241

* Dicamvel + Agramina (0.25 + 0.75 Lha⁻¹).

Lo cual indica que 30 dda, sólo Dicamvel (0.75 Lha^{-1}) y el testigo regional controlaron suficientemente en la práctica; registrándose solo un control de medio para el resto de los tratamientos en ésta fecha de observación.

Para la evaluación realizada 45 dda, los resultados continúan mostrando un control de regular a medio (70 a 84.5%) para la mayoría de los tratamientos; con excepción de Starane Ultra (0.5 Lha^{-1}) y Dicamvel (0.75 Lha^{-1}) que registraron un control de correhuela, suficiente en la práctica (90.8 y 88%) en esta fecha de observación y sólo se registró diferencia significativa entre Starane Ultra y Agramina (Cuadro 1). Lo anterior muestra, que solo con Starane Ultra y Dicamvel, se controló de manera suficiente en la práctica 45 dda (90.8 y 88%); aunque no presentaron diferencias significativas con el testigo regional con un control medio (81.5%).

En la evaluación realizada 60 dda, los resultados muestran solo para Dicamvel un control suficiente (87.5%); registrándose un control medio para Starane Ultra, Agramina y el testigo regional (85 a 86.5%) y sólo un control regular para Tomahawk y Condraz (75.8 y 77.5%); aunque, estadísticamente no hubo diferencias estadísticas entre ninguno de los tratamientos. Lo que indica, solo para Dicamvel mantiene un control suficiente en la práctica 60 dda (87.5%).

El Cuadro 2, presenta los rendimientos del cultivo, donde se registraron diferencias significativas con respecto al testigo sin aplicación ($4,714 \text{ Kha}^{-1}$), sólo en los tratamientos con Agramina, Starane Ultra, el testigo regional y Dicamvel que rindieron 8,356, 8,263, 8100 y 7,819 Kha^{-1} respectivamente; sin embargo Tomahawk y Condraz, aunque rindieron 7,639 y 7,250 Kha^{-1} , las diferencias no fueron diferentes al testigo sin aplicación.

Cuadro 2. Rendimiento de maíz como resultado de los tratamientos para el control de correhuela en el noroeste de México. Ciclo Otoño-Invierno 2018-19.

Nº y descripción del tratamiento	Rendimiento kha^{-1}	% respecto al testigo
1 Starane Ultra (0.5 Lha^{-1})	8,263 a	102.0
2 Tomahawk (0.5 Lha^{-1})	7,639 ab	94.3
3 Condraz (200 Gha^{-1})	7,250 ab	89.5
4 Agramina (1.5 Lha^{-1})	8,356 a	103.2
5 Dicamvel (0.75 Lha^{-1})	7,819 a	96.5
6 Testigo regional*	8,100 a	--
7 Testigo sin aplicación	4,719 b	58.3
Tukey's $P<0.05=$	617.5	--

* Dicamvel + Agramina ($0.25 + 0.75 \text{ Lha}^{-1}$).

Lo anterior, muestra que el mayor rendimiento corresponde a Agramina ($8,356 \text{ Kha}^{-1}$), seguido de Starane Ultra ($8,263 \text{ Kha}^{-1}$) y Dicamvel ($7,819 \text{ Kha}^{-1}$) presentando 103.2, 102 y 96.5 por

ciento con respecto al testigo regional (8,100 Kha⁻¹), quien superó al testigo sin aplicación en 41.7 por ciento.

Conclusiones

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se puede concluir lo siguiente:

Los resultados de control de correhuela en la parcela, que presentó una cobertura de 70% inicial, registró 36% en el primer año (2017-18), es decir 48.6% de control; para el segundo año 2018-19, la cobertura bajo a 15%, alcanzando a controlar 78% a la especie.

Los resultados de control químico en maíz 2018-19 indican que 30 dda, sólo Dicamvel (0.75 Lha⁻¹) y el testigo regional controlaron suficientemente en la práctica a la especie y su control fue medio para el resto de los tratamientos. 45 dda, solo con Starane Ultra y Dicamvel se controló la correhuela de manera suficiente en la práctica (90.8 y 88%); no presentando diferencias significativas con el testigo regional con un control medio (81.5%).

Solo Dicambel mantuvo un control suficiente en la práctica 60 dda (87.5%). Lo anterior, muestra que el mayor rendimiento corresponde a Agramina (8,356 Kha⁻¹), seguido de Starane Ultra (8,263 Kha⁻¹) y Dicamvel (7,819 Kha⁻¹) presentando 103.2, 102 y 96.5 por ciento con respecto al testigo regional (8,100 Kha⁻¹), quien superó al testigo sin aplicación en 47.3 por ciento.

Literatura Citada

Boydston, R.A., and M.M. Williams. 2004. Combined effects of *Aceria malherbae* and herbicides on field bindweed growth. Weed Sci. 52:297-301. USA

Lauriault, L.M., G.J. Michels, D.C. Thompson. 2002. Use of *Aceria malherbae* gall mites for biological control of field bindweed (*Convolvulus arvensis*). Pp. 84-89 In: Actas XXV Congreso Nacional de Control Biológico. R. Baez and J. Bracamontes (eds.) Hermosillo, Sonora, MX, 14-15 November 2002.

Lauriault L.M., Thompson D.C., Pierce J.B., Michels G.J., and W.V. Hamilton 2004. Managing *Aceria malherbae* gall mites for control of field bindweed.

Munguía-Cajigas, L. A., Tamayo-Esquer, L. M. y A. Vega-Verdugo 2014. Evaluación del ácaro agallador *Aceria malherbae* Nuzzaci sobre el control biológico de correhuela *Convolvulus arvensis* L. en el sur de Sonora, México. Memoria XVII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas de la UABC, Mexicali, México.

Tamayo Esquer L. M. y P. Figueroa L. 2017. Avances en el proyecto sobre generación, validación y transferencia de tecnología para el manejo integrado de maleza en los sistemas de producción del sur de Sonora, México. Informe Técnico, CENEB-CIRNO-INIFAP, México.

PRESENCIA DE *Fusarium* spp Y *Pratylenchus thornei* EN GARBANZO BLANCO BAJO RIEGO

Padilla-Valenzuela Isidoro¹, Guerrero-Aguilar Brenda Z.³, Melgoza-Villagómez Claudia⁴, Fierros-Leyva Gustavo A.², Ortega-Murrieta Pedro F.², Ávila-Salazar Jesús M.⁶, Acosta-Gallegos Jorge A.³, Ortiz-Enríquez José E.¹ y Valenzuela-Herrera Víctor⁵
¹Campo Experimental Norman E. Borlaug, padilla.isidoro@inifap.gob.mx, ²Campo Experimental Costa de Hermosillo, ³Campo Experimental Bajío, ⁵Campo Experimental Valle de Culiacán, ⁴Campo Experimental Todos Santos, ⁶Ex Profesor Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. México.

Resumen

Una de las principales limitantes en la producción de garbanzo en México son las enfermedades que atacan a la raíz, causada por un complejo fúngico entre estas *Fusarium oxysporum* f. sp *ciceris* y *Fusarium solani*. El objetivo fue determinar el efecto de dos métodos de riego en el rendimiento y calibre del grano de garbanzo en el sur de Sonora. Los tratamientos fueron: 1. Riego por goteo localidad 5 de junio LOTE 1 (RG5JL1); 2. Riego por goteo localidad 5 de junio LOTE 2: 3. Riego por goteo localidad Agua Blanca (RGLAB) y 4. Riego por gravedad localidad Navolato (RGRLN). En los lotes donde se observó sintomatología de marchitez y pudrición de raíces, se tomaron muestras de suelo, raíces y tallos y se enviaron al laboratorio para su análisis e identificación de agentes causales. Se midió rendimiento y calibre del grano. Bajo condiciones óptimas no se encontró diferencia entre el riego por goteo y gravedad. Se identificó el nematodo *Pratylenchus thornei* y se detectó asociado con las especies *Fusarium oxysporum* y *F. solani* en el sur de Sonora. Las altas poblaciones del nemátodo *P. thornei*, *Fusarium oxysporum* y *F. solani* en el en suelo redujeron en 48% y 11.3% el rendimiento y el calibre de grano, respectivamente

Palabras clave: Calibre de grano, clima, pudriciones de raíz

Abstract

Chickpea production in Mexico is restricted by a fungal complex among which *Fusarium oxysporum* f. sp *ciceris* and *Fusarium solani*. The objective was to determine the effect of two irrigation methods on the yield and grain size of chickpea in southern Sonora. The treatments were: 1. Drip irrigation locality June 5 field 1 (RG5JL1); 2. Drip irrigation locality June 5 field 2: 3. Drip irrigation locality Agua Blanca (RGLAB) and 4. Irrigation by gravity Navolato field (RGRLN).

In the fields where symptoms of wilting and root rot were observed; soil, roots and stems samples were taken and sent to the laboratory for analysis and identification of causal agents. Yield and seed size were measured. Under optimal conditions no difference was found between drip and gravity irrigation. The *Pratylenchus thornei* was identified and associated with *Fusarium oxysporum* and *F. solani* in southern Sonora. It was determined that high populations of *P. thornei*, *Fusarium oxysporum* and *F. solani* reduced yield and seed size by 48% and 11.3%, respectively.

Palabras clave: seed size, weather, root rot diseases

Introducción

En Sonora, el promedio de siembra en los últimos seis años fue de 26,390 ha, con una producción estimada de 50,000 toneladas y rendimiento promedio de 1.954 t ha⁻¹. Una de las principales limitantes en la producción de garbanzo en México y en otras regiones del mundo son las enfermedades que atacan a la raíz, causada por un complejo fúngico entre los cuales *Fusarium oxysporum* f. sp *ciceris* y *Fusarium solani* son los más ampliamente distribuidos, y además se han detectado a *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium spp* causando daños en el rendimiento de grano del garbanzo. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de dos métodos de riego en el rendimiento y calibre del grano de garbanzo en el sur de Sonora.

Materiales y Métodos

En tres ambientes de producción bajo riego del Valle del Mayo, Sonora, se estableció la variedad Blanco Sinaloa 92, en dos de ellos el cultivo se condujo bajo riego por goteo, 5 de junio y Agua Blanca, y en el tercero en Navolato el cultivo fue bajo riego por gravedad. Los tratamientos fueron: 1. Riego por goteo localidad 5 de junio LOTE 1 (RG5JL1); 2. Riego por goteo localidad 5 de junio LOTE 2; 3. Riego por goteo localidad Agua Blanca (RGLAB) y 4. Riego por gravedad localidad Navolato (RGRLN). La siembra se hizo en la segunda quincena de diciembre de 2018 en riego por goteo y primera quincena de enero de 2019 en gravedad. Se sembraron en suelo húmedo 16 semillas por metro lineal. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo en franjas con cinco repeticiones. Las unidades experimentales fueron 4 surcos de 6 m de largo por 0.8 m de ancho en gravedad y en riego por goteo camas de 1.60 m a doble hilera con 70 cm entre hileras. La parcela útil fue de 8 m². Al cultivo se le aplicó el manejo recomendado por INIFAP (2001). En goteo se aplicaron 6 a 7 riegos y durante el ciclo se registraron 20.5 y 30.8 mm de lluvia en los sitios 5 de junio y Agua

Blanca, respectivamente. En gravedad se aplicaron tres riegos; además, se registraron 16.6 mm de lluvia a los 46 dds. Las variables climáticas temperatura; humedad relativa y precipitación se registraron en tres estaciones automatizadas, las más cercanas a los lotes experimentales. En la localidad 5 de junio se observó sintomatología de marchitez y pudrición de raíces, en la etapa de inicio de llenado de grano, se tomaron muestras de suelo, raíces y tallos y se enviaron al laboratorio para su análisis e identificación de agentes causales. La identificación de *Fusarium* se realizó mediante las claves de Nelson *et al.* (1983) y los propágulos con el procedimiento de Nash y Snyder (1962). Los nemátodos se extrajeron con la técnica del Embudo de Baerman. Las variables medidas fueron rendimiento de origen, rendimiento de exportación, calibre de origen y de exportación, los cuales fueron analizados estadísticamente (Olivares, 2015) y las medias fueron separadas por DMS (0.05).

Resultados y Discusión

En el análisis de las plantas colectadas, se detectaron los patógenos *Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum* y en las muestras de suelo se encontraron 600 a 1600 ufc/g de suelo y 1820 a 2890 individuos/100 g de suelo del nemátodo *Pratylenchus thornei* (Cuadro 1 y Figura 1). Hubo efecto en todas las variables, donde se aprecia que los lotes con presencia de *Fusarium* y nemátodos el rendimiento se redujo drásticamente (Cuadro 2). Bajo condiciones óptimas no se encontró diferencia significativa en el rendimiento y calidad del grano entre los métodos de riego por goteo y de gravedad. Los mejores rendimientos fueron observados en los Tratamientos 3 y 4 con 3.275 y 3.417 t ha⁻¹ de rendimiento de origen y 2.982 y 2.920 t ha⁻¹ de rendimiento neto, respetivamente. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ortega *et al.* (2018) en riego por goteo y con 40.1 cm de lámina de riego. Gómez (1994) por su parte, reportó 3.4 t ha⁻¹ y 38.4 granos 30g⁻¹ en Blanco Sinaloa 92 bajo condiciones óptimas. Es importante notar que pese a la mayor productividad en Navolato, el mayor rendimiento neto y tamaño de grano ocurrieron en la localidad Agua Blanca.

Cuadro 1. Incidencia de hongos y nemátodos del suelo y planta de los lotes correspondientes de la localidad cinco de junio, Valle del Mayo, Sonora. INIFAP 2019.

Tratamiento	Organismo causal	Frecuencia
1. RG5JL1	<i>F. oxysporum</i> + <i>F. solani</i>	600 ufc*/g de suelo
1. RG5JL1	<i>Pratylenchus Thornei</i>	2890/100 g de suelo
2. RG5JL2	<i>F. oxysporum</i> + <i>F. solani</i>	1200 ufc/g de suelo
2. RG5JL2	<i>Pratylenchus thornei</i>	1820/100 g de suelo

*Unidades formadoras de colonias

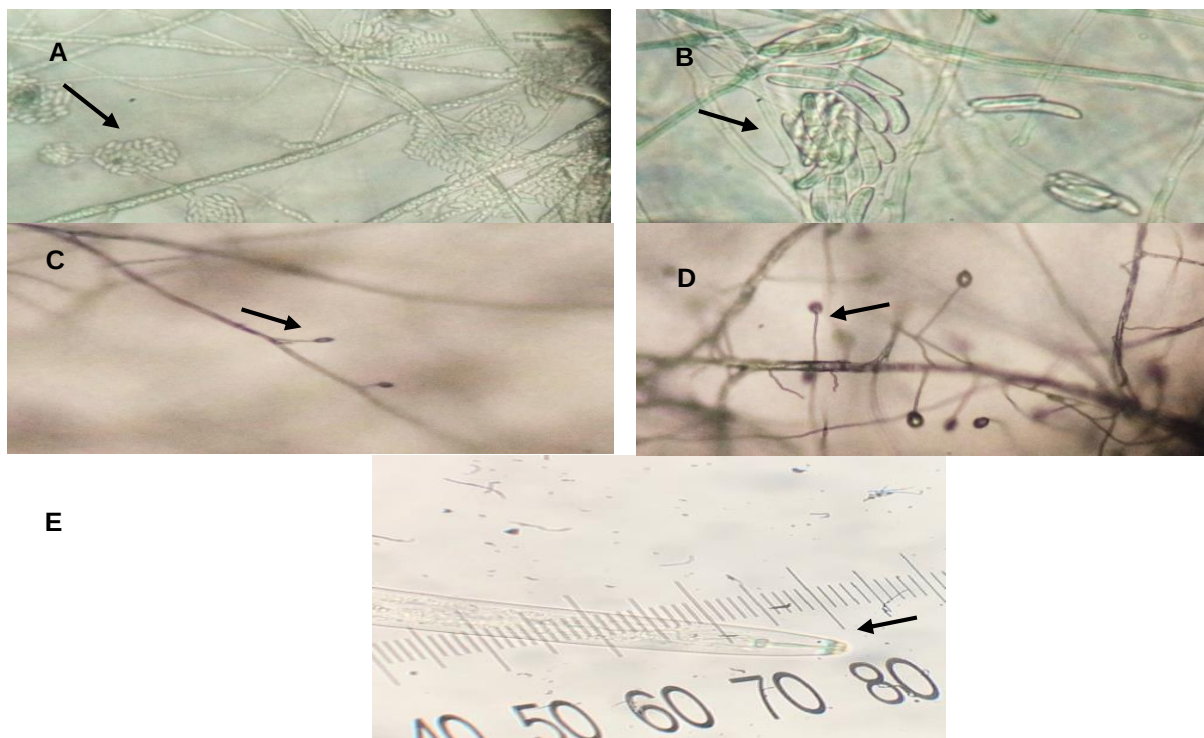


Figura 1. Estructuras de *Fusarium* y nemátodos vistas al microscopio; A y C) microconidias y fiálides cortas de *F. oxysporum*; B y D) microconidias y fiálides largas de *F. solani*; E) Parte anterior de *Pratylenchus thornei* mostrando los nódulos y el estilete.

En los tratamientos 1 y 2 donde se detectaron de 600 a 1200 ufc de *Fusarium* y 1820 a 2890 nemátodos/100 g de suelo, el rendimiento de origen se redujo 47.1% y 36.2%, respectivamente, en comparación con el Tratamiento 4. Similarmente, el rendimiento neto se abatió 47.7% y 31.7%, en ese orden. En calibre de grano, el mayor tamaño de origen se tuvo en los Tratamientos 3 y 4 con 47 granos 30 g, con 11.3% respecto al menor calibre en el Tratamiento 1. En el calibre de exportación solo se observó una reducción de 10.2% en el Tratamiento 1, con valor de 49 granos 30 g. Se ha reportado que la presencia de nemátodos, daña al cultivo en 14 a 50% del rendimiento; sin embargo, su mayor daño ocurre al tornar a la planta más sensible a otros factores abióticos y bióticos, entre éstos la infección por *F. oxysporum* asociados al ataque de los géneros *Pratylenchus* sp y *Meloidogyne* sp (Castillo *et al.*, 2008). Para el caso del sur de Sonora es el primer registro de ataque de *P. thornei* asociado con ambas especies de *Fusarium*. De acuerdo con Kaiser *et al.* (1994) *F. oxysporum* agrupa dos patotipos denominados Amarillez y Marchitez que difieren en su virulencia y ocho razas patogénicas (razas 0, 1 A, 1 B/C, 2, 3, 4, 5 y 6) que pueden ser identificadas por la reacción que determinan en un conjunto de variedades y líneas diferenciadoras raciales.

Cuadro 2. Rendimiento de origen, rendimiento neto, calibre de origen y calibre de garbanzo cv. Blanco Sinaloa 92. INIFAP 2019

Tratamiento	Rendimiento de origen(t ha ⁻¹)	Rendimiento neto (t ha ⁻¹)	Calibre de origen (Granos 30g ⁻¹)	Calibre de exportación (Granos 30g ⁻¹)
1. RG5JL1	1.808 c†	1.526 c	53 a	49 a
2. RG5JL2	2.179 b	1.995 b	45 c	45 b
3.RGLAB	3.275 a	2.982 a	47 b	45 b
4.RGLN	3.417 a	2.920 a	47 b	44 b
DMS (0.05)	0.161	0.199	1.669	2.351
CV (%)	4.4	6.3	2.6	3.9

† Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son significativamente diferentes (p < 0.01)

Conclusiones

En las localidades de mayor producción no se encontró diferencia entre el riego por goteo y gravedad y entre las diferentes fechas de siembra establecidas. Se identificó el nemátodo *Pratylenchus thornei* y por primera vez se detectó asociado con las especies *Fusarium oxysporum* y *F. solani* en el sur de Sonora. Se determinó que las altas poblaciones del nemátodo *P. thornei*, *Fusarium oxysporum* y *F. solani* en el en suelo redujeron en 48% y 11.3% el rendimiento y el calibre de grano, respectivamente.

Literatura Citada

- Castillo, P., Navas-Cortes, J.A., Landa B., B., Jiménez-Díaz, R. M., and Vovlas, N. 2008. Plant-parasitic nematodes attacking chickpea and their in plant interactions with *Rhizobia*. Plant Dis. Vol 92 (6): 840-853.
- Gómez G., R. M. 1994. Blanco Sinaloa 92, nueva variedad de garbanzo para el noroeste de México. Folleto Técnico No 13. SAGAR-INIFAP-CIRNO. Culiacán, Sinaloa, México, pp. 2.
- INIFAP. 2001. Guía técnica para los cultivos del área de influencia del Valle de Yaqui. SAGARPA-CIRNO-Campo Experimental Valle del Yaqui, Sonora, pp. 67-76.
- Kaiser, W. J., Alcalá-Jiménez, A.P. Herváz-Vargas, A., Trapero-Casas, J.L. and Jiménez-Díaz, R. M. 1994. Screening of wild *Cicer* species for resistance to races 0 and 5 of *Fusarium oxysporum* f sp. *ciceris*. Plant Disease 78:962-967.
- Nash, S.M. and W. C. Snyder. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of bean root rot *Fusarium* in field soils. Phytopatology 52:567-572.
- Nelson P.E., T.A. Tousson and W. F. Marasas. 1983. *Fusarium* species. An ilustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press. Park, PA. 193 p.
- Olivares S. E. 2015. Programa de Análisis Estadístico. Versión 1.6. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.

Ortega M., P. F., Fierros L., G.A., Padilla V., I., Acosta G., J.A., Velarde F., S., Valenzuela H., V. Guerrero A., B.Z., Gutiérrez P., E., Saucedo A., R. H., López G., J. A. 2018. Productividad de dos variedades de garbanzo en cuatro láminas de riego en sistema de riego por goteo. Memoria XXI Congreso Internacional de ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C. pp. 357-362.

DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bemisia tabaci* ASOCIADA A ALGODÓN Bt (*Gossypium hirsutum* L.) EN EL VALLE DE SAN LUIS R.C., SONORA

Ariana Isabel Torres-Bojórquez¹; Manuel Cruz-Villegas²; Andrés González-Ruiz²;
José Ulises Murillo-Ramírez²; Fidel Nuñez-Ramírez¹; Yazmin Karelly Romo-Herrera¹;
Griselda Soria-Aguilar¹

¹Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

torres.ariana@uabc.edu.mx. ²Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa

Resumen

Los cultivos genéticamente modificados (GM) fueron creados con el objetivo de mejorar sus características agronómicas tales como la resistencia a insectos o la tolerancia a herbicidas, como por ejemplo el algodón Bt. En este caso, los principales beneficios son percibidos por el agricultor a través de la simplificación en el manejo, aumento indirecto del rendimiento y disminución de los costos de producción. Sin embargo, el algodón Bt provee protección contra insectos lepidópteros mientras que otros grupos de insectos de importancia como la mosca blanca requieren de aplicaciones de insecticidas, por lo que es necesario conocer la dinámica poblacional de la plaga con la finalidad de establecer estrategias de manejo preventivo y correctivo. En el presente estudio se capturaron adultos de mosca blanca con redes entomológicas y trampas pegajosas amarillas; se evaluó su dinámica poblacional en referencia a dos genotipos de algodón Bt y se relacionó con las condiciones climáticas presentes. Se encontró que las mayores poblaciones infestaron durante los meses de junio y julio sin haber preferencia por algún genotipo en especial; por otro lado, el estudio mostró que la abundancia de la población es influida moderadamente por las condiciones de humedad relativa.

Palabras clave: Algodón, mosca blanca, cultivos transgénicos.

Abstract

Genetically modified crops (GM) were created to improve their agronomic features such as resistance to certain insects and herbicide tolerance, such as Bt Cotton. In this case its benefits are perceived by the producer through the management ease, yield improvement and decrease of production costs. However, while Bt cotton provides protection against Lepidoptera insects other important pest groups such whitefly require insecticide application, because of this, it is necessary to know the dynamic population of this pest to establish strategies of preventive and

corrective management. In this study, whitefly adults were captured with sweep nets and yellow sticky traps; its population dynamics was evaluated in reference with two Bt cotton genotypes and was correlationated with wheatear conditions. It was found that the higher population infested during the months of June and July without preference for any particular genotype; the study shown that the population abundance was moderately influenced by the relative humidity condition.

Palabras clave: Cotton crop, whitefly, transgenic crops.

Introducción

Los cultivos genéticamente modificados (GM) fueron creados con el objetivo de mejorar sus características agronómicas tales como la resistencia a insectos o la tolerancia a herbicidas, por ejemplo, el algodón Bt. El algodón Bt presenta la bacteria del suelo (*Bacillus thuringiensis*) como fuente de toxina insecticida, esta cepa presenta diferentes efectos en su actividad hacia insectos plagas (Silva, 2005). Por otro lado, las plagas representan un factor limitante para la producción de fibra de algodón en la región algodonnara de Mexicali y se caracterizan por causar daños directos a botones florales, cuadros y bellotas (INIFAP, 2010), situación que obliga al agricultor a un manejo constante de su densidad poblacional. En este sentido, el uso de algodón Bt, reduce el uso de insecticidas para el control de plagas de lepidópteros. En este caso, los principales beneficios son percibidos por el agricultor a través de la simplificación en el manejo, aumento indirecto del rendimiento y disminución de los costos de producción. Sin embargo, estos cultivos sólo ofrecen protección contra insectos del dicho orden, mientras que quedan desprotegidos de otras plagas de importantes como la mosquita blanca, por lo que es necesario diseñar planes de manejo preventivo y correctivo; por lo que es necesario conocer la dinámica poblacional de las poblaciones de insectos plaga en orden de establecer planes de manejo, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar la dinámica poblacional de mosca blanca asociada al algodón durante el ciclo agrícola 2019 en agroecosistemas de algodón transgénico con protección contra insectos lepidópteros y de manejo convencional, y establecer si existen diferencias en su preferencia alimenticia y correlación con las condiciones ambientales de temperatura y humedad.

Materiales y Métodos

Sitio de estudio. El ensayo se estableció en un lote comercial lote 21 de la colonia Azteca, San Luis Rio Colorado Sonora con coordenadas geográficas 32.39713 N, -114.91785 O, en suelo arcilloso. El sitio de estudio se estableció a una distancia de 100 m entre las siembras de

algodón biotecnológico y posibles poblaciones de algodón silvestre. Asimismo, el predio de algodón Bt se ubicó a una distancia mayor de 1 km de cualquier área natural protegida (ANP). El cultivo fue sembrado a tierra venida 24 de marzo de 2019.

Toma de datos. Se colectaron moscas blancas en lotes comerciales de algodón. El material vegetal evaluado fue: FM 989 como material convencional y FM 2334 GLT como algodón Bt, ambos genotipos comparten características similares en el desarrollo del cultivo y son de maduración intermedia (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de las variedades de algodón evaluadas.

Característica	FM 1830 GLT	FM 2322 GL
Maduración	Intermedia	Intermedia
Porte/Crecimiento	Mediano	Medio/Moderado
Pubescencia en hoja	Lisa	Semi-Lisa
Micronaire	4.4	4.0
Longitud de fibra	1.15 cm	1.17 cm
Uniformidad	84	82.2
Resistencia	30 g/Tex	32.0 g/Tex
Tolerancia a <i>Verticillium</i>	Buena	Excelente

Fuente: BASF United States. Variety overview. Disponible en: <https://agriculture.basf.com/us/en/Crop-Protection/FiberMax.html>

Muestreo. Se realizó la captura de artrópodos aéreos y en estratos herbáceos, con el uso de trampas pegajosas amarillas y redes entomológicas. Con el primer método se llevaron a cabo tres evaluaciones durante el ciclo del algodonero, en las etapas fenológicas de floración, fructificación y la apertura de capullos, utilizando una trampa amarilla por punto de muestreo con exposición de 24 horas. Para la captura con red de golpeo, se realizó efectuando 100 golpes de red por material (25 golpes de red por punto de muestreo) por fecha de evaluación, utilizando la técnica desarrollada por Noyes (1982). Este tipo de muestreo se enfocó principalmente al monitoreo de adultos de los artrópodos plaga; los muestreos fueron pospuestos una semana cuando el predio se encontraba regado.

Identificación del material biológico. Los ejemplares colectados en los diferentes métodos de muestreos fueron conservados y debidamente etiquetados para su posterior identificación y cuantificación. Las muestras colectadas fueron identificadas taxonómicamente con ayuda del estereoscopio (AmScope) utilizando claves taxonómicas (Borror y White, 1998; Triplehorn y Johnson, 2005) y cuantificadas mediante el uso del mismo instrumento y un contador de colonias (CScientific CVP-CM3); para su conservación, las muestras fueron almacenadas en un refrigerador a 4°C; todo lo anterior, se llevó a cabo en el laboratorio de Botánica del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Registro de variables climatológicas. Se obtuvieron del registro de las variables climatológicas de la estación del SIMARBC ubicada en el Ejido Nuevo León (Cuadro 2).

Cuadro 2. Condiciones Climatológicas presentadas durante el desarrollo del experimento de los materiales en estudio ciclo agrícola PV-2019.

Variable	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temperatura media (°C)	25.0	29.1	33.4	32.9
Unidades Calor Algodón	19.0	24.0	29.1	29.3
Humedad rel. Media (%)	39.7	45.0	49.2	59.8

FUENTE: Secretaría de Fomento Agropecuario, SIMARBC. (<http://www.simarbc.gob.mx>)

Análisis de datos. El análisis de los datos se realizó en base a distribución numérica de los individuos y sometiendo los datos a análisis estadístico utilizando el programa SAS Versión 9.0 y con base en ello, comparar el impacto de cada tecnología en la dinámica poblacional de la plaga. Los resultados obtenidos fueron comparados con una prueba de T, para determinar las posibles diferencias estadísticas. Adicionalmente, a las variables climatológicas se les correlacionó mediante la prueba de Pearson con los resultados de la distribución numérica. Se realizó transformación de datos donde fue necesario.

Resultados y Discusión

Los muestreos con red entomológica se realizaron semanalmente del 19 de mayo al 04 de agosto de 2018, fechas correspondientes a el inicio de floración y apertura de capullos, no se encontró diferencia significativa entre los valores registrados para ambas tecnologías (Cuadro 3). Se registró una débil correlación entre la temperatura y la dinámica poblacional de la mosca blanca ($R = -0.0542$, $R^2 = 0.0029$), sin embargo, la correlación fue levemente mayor con la humedad relativa ($R = -0.168$, $R^2 = 0.0282$). Los resultados mostraron que las mayores poblaciones de mosca blanca se establecen en los meses de junio y julio, posiblemente debido a que las condiciones ambientales fueron más favorables para el desarrollo de esta plaga; estos resultados coinciden con lo reportado por USDA-SARH (1992), donde se reporta que las infestaciones con mosca blanca se elevan en los meses de junio, julio y agosto.

Cuadro 3. Medias poblacionales de mosca blanca colectadas mediante red de golpeo durante el estudio ciclo agrícola PV-2019.

Fecha	$\bar{x}$	P
19 de mayo	2.75	0.38
26 de mayo	2.50	0.40
02 de junio	2.25	0.20
09 de junio	7.25	0.35
16 de junio	3.12	0.90
23 de junio	3.25	0.95
30 de junio	4.12	0.38
07 de julio	3.50	0.33
14 de julio	3.87	0.38
21 de julio	3.50	0.10
28 de julio	1.25	0.53
04 de agosto	2.12	0.45

Conclusiones

No existe diferencia entre la preferencia de la mosca blanca por alguna variedad. De acuerdo a lo encontrado en este estudio, se puede concluir que la condición ambiental de mayor importancia para el desarrollo de esta plaga es la humedad relativa.

Literatura Citada

Borror, D. J. and White, R. E. (1998). A field guide to insects: America north of Mexico 19. Houghton Mifflin Harcourt. 860:371-420.

INIFAP-CIRNO. (2010). Guía para producir algodón en el Valle de Mexicali, B.C. y San Luis Río Colorado, Son. Mexicali, B.C.

Noyes, J. S. (1982). Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea). Journal of Natural History, 16: 315-334.

Silva, C. C. A. (2005). Algodón genéticamente modificado. AGRO-BIO. Primera edición. ISBN 958-33-8396-1. 49 p.

Triplehorn, C. A and Johnson, N. F. (2005). Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7th. edition. Thomson Brooks/ Cole, Belmont, California. 864 p.

USDA-SARH. (1992). Acta de Reunión del comité internacional de trabajo de plagas del algodón. México.

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE INSECTICIDAS SELECTIVOS CONTRA MINADOR DE LA HOJA *Liriomyza sativae* EN GARBANZO EN BAJA CALIFORNIA SUR

Edgardo Cortez Mondaca¹, Claudia Maria Melgoza Villagómez², Erasmo Gutierrez Pérez²,
Rosalio Zavala Arce²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)- Campo Experimental Valle del Fuerte. Km 1619 carretera Internacional México-Nogales. Juan José Ríos, Sinaloa 81110.

²INIFAP–C.E. Todos Santos. Agricultura s/n. La Paz, B. C. S. C.P. 23070.

cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Resumen

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar insecticidas selectivos efectivos para el control del minador de la hoja *L. sativae* en garbanzo, en Baja California Sur. Se evaluaron siete insecticidas con diferentes modos de acción en condiciones de campo, sobre larvas de minador de la hoja en plantas de garbanzo infestadas. Las lecturas de mortalidad realizadas a los 2, 5 y 12 d, después de la aplicación de los tratamientos, arrojaron porcentajes de mortalidad bajos, con excepción del insecticida Coragen que a los 12 d después de la aplicación mostró una efectividad biológica del 97.5%.

Palabras claves: Control químico, Insecticidas alternativos, Residualidad.

Abstrac

This work was carried out with the objective of determining effective selective insecticides for the control of the leaf miner *L. sativae* in chickpea, in Baja California Sur. Seven insecticides with different modes of action were evaluated in field conditions, on leaf miner larvae in infested chickpea plants. Mortality readings taken at 2, 5 and 12 d, after the application of insecticide treatments, showed low mortality rates, with the exception of the Coragen insecticide that at 12 d after application showed a biological effectiveness of 97.5%.

Key Words: Chemical control, Alternative insecticides, Residuality.

Introducción

El minador de la hoja *Liriomyza sativae* Blanchard ha cobrado importancia como plaga económica en garbanzo, desde hace más de una década, de tal forma que en los últimos años ya no es raro que los productores realicen aplicaciones de insecticidas para su control. La larva

hace galerías en las hojas, ocasionando defoliaciones severas cuando sus poblaciones son altas; si esto ocurre cuando el grano está en formación, el rendimiento y la calidad decrecen, debido a que no se desarrollan normalmente y quedan vanos (Rodríguez *et al.*, 2017). Las larvas de minador de la hoja son parasitadas por diferentes especies de microhimenópteros, que regularmente mantienen sus poblaciones bajo control, pero las aplicaciones de insecticidas convencionales de amplio espectro eliminan a los parasitoides; después las poblaciones del minador de la hoja se recuperan en cuestión de días o semanas y las de los microhimenópteros muchas veces ya no lo logran (Cortez y Valenzuela, 2013). De acuerdo a lo anterior se realizó el presente trabajo para determinar insecticidas selectivos efectivos para el control del minador de la hoja en garbanzo, en el estado de Baja California Sur.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el sub-ciclo agrícola otoño-invierno 2018/2019, en una parcela de garbanzo variedad Blanoro, establecida en la segunda quincena del mes de diciembre de 2018, en el sitio Experimental Valle de Santo Domingo. El manejo agronómico del cultivo fue homogéneo, de acuerdo con la guía para producir garbanzo en B.C.S. (CETODS, 2017). Los tratamientos evaluados fueron: 1. Abamectina (Agrimec®), 0.5 L/ha. 2. Cyromazina (Trigard®), 150 g/ha. 3. Spinetoram (Palgus®), 0.4 L/ha. 4. Clorpirifos (Lorsban®, testigo comercial), 1.0 L/ha. 5. Clorrantraniliprole (Coragen®), 0.3 L/ha. 6. Clorrantraniliprole+ Tiametoxam (Durivo), 1.0 L/ha. 7. Tierras de diatomeas (Diatasin®) 2.0 Kg/ha. 8. Agua (testigo), 300 L/ha, misma cantidad con la que se asperjaron los insecticidas en el resto de los tratamientos utilizando una mochila de motor Echo® Shp 800 con dos pistolas aspersoras. Antes de depositar cada insecticida en el agua del tanque de la aspersora, se acondicionó adicionándole 1 ml/L de coadyuvante acidificante (Surfacid®), para prevenir la hidrólisis alcalina. Después se adicionó el insecticida y la mezcla se homogenizó agitando la solución, y luego se agregó el resto de agua. La aplicación se realizó temprano por la mañana, evitando asperjar con vientos fuertes ($\leq$ o $>$ 10 Km/h), al observar la presencia generalizada de folíolos con larvas de minador de la hoja, el miércoles 10 de abril de 2019. Después, a las 2, 5 y 12 d después de la aplicación de los tratamientos, se realizaron inspecciones para determinar la presencia y número de larvas vivas, y el número de larvas muertas, en 10 folíolos de cada repetición por tratamiento; y al final se calculó el porcentaje de larvas vivas y muertas. El muestreo se realizó mediante observación directa, definiendo con base a la tonalidad del cuerpo de la larva si se encontraba viva (color amarillento) o muerta (color necrótico) (Rodríguez *et al.*, 2017). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental constó

de 5 surcos de 8.0 m de largo, los tres surcos del centro menos 1.0 m en cada extremo fue la parcela útil, es decir, 14.4 m² (con surcos a 0.80 cm de separación). Al final los datos de porcentaje de mortalidad se sometieron a un ANVA de acuerdo al diseño experimental utilizado y las medias se separaron por DMS ($\alpha=0.01$).

Resultados y Discusión

En la separación de medias de las tres lecturas de mortalidad realizadas sobre larvas de minador de la hoja muertas (Cuadro 1), el tratamiento 5, el Clorantraniliprole mostró el mayor porcentaje de mortalidad de larvas en cada lectura (40, 70 y 97.5%); en la lectura de mortalidad de 2 d después de la aplicación de los tratamientos (DAT) sólo mostró diferencia significativa respecto el tratamiento testigo agua ($P < 0.01$); 5 d DAT mostró diferencia significativa respecto a siete de los tratamientos ($P < 0.01$), sólo del tratamiento 6, Clorantraniliprole+Tiametoxam no se diferenció significativamente. El resto de los tratamientos insecticidas, incluyendo el 6 antes mencionado, se diferenciaron significativamente del Testigo agua. En la lectura de mortalidad de 12 d DAT, el Clorantraniliprole se diferenció significativamente del resto de los tratamientos ($P < 0.01$); y el resto de los tratamientos insecticidas fueron diferentes significativamente respecto al testigo agua ($P < 0.01$). Llama la atención que la mayoría de los tratamientos insecticidas mostraron una mortalidad de baja a mediocre, incluso el tratamiento más sobresaliente, ya que el porcentaje más elevado de mortalidad (97.5%) ocurrió hasta después de los 5 d DAT y se registró 12 d DAT, pero por otro lado se observó una residualidad adecuada, al menos 12 d.

En la figura 1 se muestran los resultados de la efectividad biológica en cada lectura de mortalidad (2, 5 y 12 d DAT) y la acumulada, de esta manera se puede observar como el tratamiento 5. Clorantraniliprole en los tres muestreo rebaso el 200% de mortalidad, mientras en contraste el Testigo agua apenas mostró mortalidad; el segundo tratamiento con mayor porcentaje de mortalidad fue el 6, la mezcla de Clorantraniliprole+Tiametoxam, se desconoce porque la mezcla formulada, comercializada como Durivo tuvo menor efecto que uno de sus ingredientes por separado, esto podría suponer en parte un efecto de incompatibilidad en el control de *L. sativae* en garbanzo, sin embargo, para su liberación comercial debió pasar por diferentes evaluaciones en las que se confirmó su efectividad contra minador de la hoja (aunque en otros cultivos), en este caso específico es necesario realizar más observaciones. Los tratamientos 2. Cyromazina y 3. Spinetoram mostraron un porcentaje de mortalidad muy similar, después siguió el tratamiento 1. Abamectina y el 7. Tierra de diatomeas con mortalidad

acumulada también muy similar, mientras que el insecticida testigo comercial 4. Clorpirifos obtuvo la menor mortalidad entre los tratamientos insecticidas (Figura 1).

Cuadro 1. Separación de medias por DMS ($\alpha=0.01$) de mortalidad de minador de la hoja, 2, 5 y 12 d después de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	2 d	5 d	12 d
5. Cloranthraniliprole	40.00a	70.00a	97.50a
2. Cyromazina	35.00a	37.50 b	45.00 b
6. Cloranthraniliprole+Tiametoxam	35.00a	47.5ab	50.00 b
1. Abamectina	25.00a	40.00 b	45.00 b
3. Spinetoram	25.00a	42.50 b	50.00 b
7. Tierra de Diatomeas	25.00a	35.00 b	50.00 b
4. Clorpirifos	20.00ab	32.50 b	42.50 b
8. Testigo	00,25 b	00.25 c	00.50 c

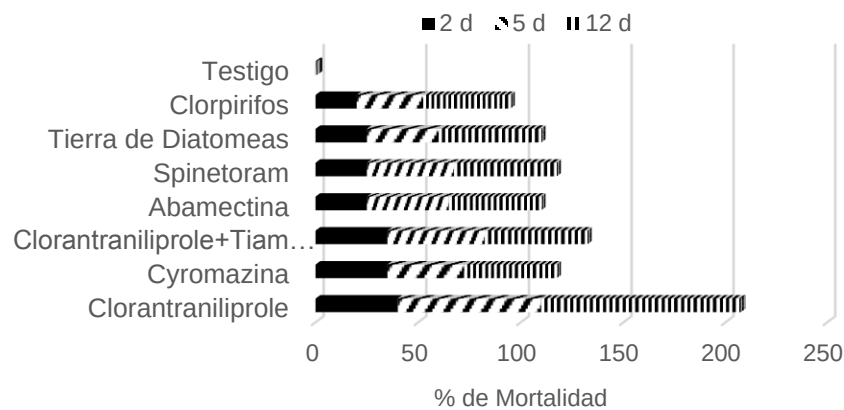


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de minador de la hoja por fecha de lectura de muestreo y acumulada.

La mayoría de los insecticidas evaluados, excepto el Clorpirifos son selectivos o relativamente selectivos respecto a que tienen un efecto reducido sobre organismos no blanco (Isman, 1999) o de origen natural; el tratamiento 2. Cyromazina afecta el crecimiento y desarrollo de los insectos (IRAC, 2018); la Abamectina es un insecticida microbial de origen natural con efecto nervioso-muscular (IRAC, 2018); relativamente parecido al Spinetoram, un receptor nicotínico de la acetilcolina, derivado de la fermentación de una bacteria (*Saccharopolyspora spinosa* Mertz & Yao) muy seguro para entomófagos (Williams, Valle y Vin, 2003); las Tierras de diatomeas es un insecticida de tipo ecológico (orgánico), de un material que resulta de la fosilización de las algas unicelulares recubiertas con una cama de sílice, que tiene uso como insecticida y fertilizante (Agroterra, 2006); el Cloranthraniliprole es un insecticida que pertenece a la familia de las diamidas antranílicas, agonista de los receptores selectivos de rianodina (RyRs)

(IRAC, 2018), con nuevo modo de acción y reducido efecto nocivo hacia los artrópodos benéficos y las abejas; por último el Clorpirifos es un insecticida fosforado de amplio espectro con efecto por contacto e ingestión, con más de 50 años en el mercado (ATSDR, 1997; Morales y Rodríguez, 2004).

Por otra parte, es importante mencionar que el costo de la dosis por hectárea de cada insecticida evaluado es de mucha importancia para el productor agrícola, en este sentido cabe mencionar que el insecticida Clorantianiliprole, el único efectivo, fue también el más costoso de los evaluados, el precio de la dosis por hectárea fue de \$682.50. Cabe mencionar que en un trabajo conducido a la par que el presente, esté mismo insecticida obtuvo prácticamente el 100% de mortalidad de gusano de la cápsula *Heliothis virescens* (F.) y fue también el tratamiento más efectivo (datos no incluidos), por lo que su empleo puede ser de utilidad para combatir ambas especies plaga a la vez, significando esto un ahorro en insecticida y la aplicación.

Conclusiones

El insecticida Clorantianiliprole mostró la mayor efectividad biológica, hasta 97.5% de mortalidad, sobre el minador de la hoja en garbanzo, en el Valle de Santo domingo, B.C. S.

Agradecimientos

Para la realización de este trabajo se recibió apoyo económico del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Baja California Sur a través del proyecto BCS-2018-02-0188466.

Literatura Citada

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). (1997). *Reseña Toxicológica del Clorpirifos*. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

Agroterra.com. (2006). *La tierra de Diatomea*. <http://www.agroterra.com/profesionales/articulos.asp?Idarticulo=509>. Consultado el 12 de agosto de 2008.

CETODS. (2017). Agenda Técnica Agrícola Baja California Sur; Garbanzo. CETODS-INIFAP. México, pp 40-44.

Cortez-Mondaca, E., F. A. Valenzuela-Escoboza. 2013. Enemigos Naturales del Minador de la Hoja *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae): Retos y Perspectivas para su Control Biológico. *Southwestern Entomologist*, 38: 643-660.

Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). (2018). IRAC Mode of Action Classification Scheme. Issued, December 2018; Version 9.1. www.irac-online.pdf.

Isman, M. B. (1999). Neem and Related Natural Products. In: Hall, F. R. and J. J. Menn. Biopesticides Use and Delivery. Humana Press Inc. Totowa, NJ. pp 139 – 153.

Morales, C.A., y N. Rodríguez (2004). El Clorpirifos: posible disruptor endocrino en bovinos de leche. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 17: 255-266.

Rodríguez, C.F.G., R. H. Saucedo, A., V. Valenzuela, H., E. Cortez, M., J. Macias, C. (2017). Tecnología para producir garbanzo en Sinaloa. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-CEVAF. Folleto Técnico No. 43. Juan José Ríos, Sinaloa. 41 p.

Williams, T., J. Valle, and E. Vin. (2003). Is the Naturally Derived Insecticide Spinosad® Compatible with Insect Natural Enemies? Biocontrol Science and Technology, 13: 459-475.

COMPARACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ADN, EN LA IDENTIFICACIÓN DE BIOTIPOS DE *Spodoptera frugiperda*

Jesús Alicia Chávez-Medina¹, Gabriela Lizbeth Flores-Zamora¹, Cristino Baruch García-Negroe², Sandra Pérez-Álvarez³, José Luis Martínez-Carrillo⁴

¹CIIDIR-IPN, Unidad Sinaloa, Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Guasave, Sinaloa, México CP 81101.

²COBAES, Plantel 13 Lic. Eustaquio Buelna Pérez, El Tajito S/N, Guasave. ³ITSL, carretera Sinaloa de Leyva, Sinaloa, Mexico. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua, Km 2.5, carretera Delicias-Rosales, campus Delicias, CD. Delicias, Chihuahua CP 33000.

⁴ITSON, 5 de Febrero No. 818 Sur, Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México CP 85000.

alchavez@hotmail.com

Resumen

En el presente trabajo se evaluaron tres métodos de extracción de ADN a partir de larvas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) basados en CTAB, H. Guanidina y Buffer STE; las cantidades promedio obtenidas fueron 1157, 1564 y 611 ng/μL respectivamente. El ADN obtenido con el método con el Buffer STE presentó mayor contaminación con proteínas ($A_{260}/A_{280} = 1.37$) que con los métodos con H. Guanidina y Buffer CTAB (2.12 y 1.8). Con el método CTAB, aunque no fue el de mayor concentración, si presentó menor degradación que el obtenido con los métodos H. Guanidina y STE, por lo que el método CTAB es el mejor método de extracción con alta concentración y calidad de ADN de *S. frugiperda*. Los resultados mostraron que con el método CTAB y Buffer de lisis, se obtuvo el 100% en la amplificación del fragmento de 569pb del gen COI del insecto, en comparación con el método de H. Guanidina. En este estudio se logró identificar la presencia del biotipo maíz mediante los diferentes métodos de extracción de insectos de *S. frugiperda* colectados en Sinaloa.

Palabras clave: Extracción de ADN, calidad, CTAB, H. Guanidina, STE.

Abstract

The present work evaluated three methods of ADN extraction from *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae based on CTAB, H. Guanidine and STE Buffer; the average amounts obtained were 1157, 1564 and 611 ng/μL respectively. The ADN obtained with the method using Buffer STE showed greater contamination with proteins ($A_{260} / A_{280} = 1.37$) than with the methods with H. Guanidine and Buffer CTAB (2.12 and 1.8). The ADN obtained with the CTAB method, although was not the one with the highest concentration, did show less

degradation than that obtained with the H. Guanidine and STE methods, so the CTAB method is the best extraction method with high concentration and quality of *S. frugiperda* ADN. The results showed that with the CTAB and Lysis Buffer method, 100% was obtained in the amplification of the 569pb fragment of the COI gene of the insect, compared to the H. Guanidine method. In this study was possible to identify the presence of the corn biotype through the different methods of extraction of *S. frugiperda* insects collected in Sinaloa.

Palabras clave: *Spodoptera frugiperda*, RFLP-PCR, Biotipos.

Introducción

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) es una de las principales plagas agrícolas en gran parte del hemisferio occidental. En Brasil, Estados Unidos y México, genera un aumento en los costos de producción especialmente en los cultivos de maíz, arroz y algodón (Nagoshi *et al.*, 2007, Busato *et al.*, 2004). Siendo una de las principales plagas del maíz y secundaria en sorgo, algodón, pastos y diversas hortalizas. Se han identificado dos biotipos de este insecto plaga que son indistinguibles morfológicamente, pero son reconocidos como posibles nuevas especies (Dres y Mallet, 2002) o razas, de plantas hospederas de maíz y arroz, puesto que se encuentran con mayor frecuencia en ellos. Sin embargo, el biotipo de maíz, también se ha encontrado asociado a cultivos de sorgo y algodón, mientras que el biotipo de arroz a cultivos de arroz y pastizales (Pashley *et al.*, 2004). Una gran cantidad de herramientas moleculares basadas en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), han tomado gran importancia en investigaciones con insectos, siendo la extracción de ADN un paso vital e incluso limitante en algunos casos para estudios taxonómicos, genética poblacional y evolutivos (Lagisz *et al.*, 2010). Por estas razones el presente trabajo tiene como objetivo evaluar diferentes metodologías de extracción de ADN para la identificación molecular de biotipos de *S. frugiperda*.

Materiales y Métodos

Durante el ciclo agrícola 2015-2017, se colectaron larvas del tercer al quinto instar de *S. frugiperda* en los principales campos de maíz de Guasave, Sinaloa. De la parte posterior de las larvas se realizó la extracción de ADN, utilizando los métodos siguientes: Buffer CTAB, H. Guanidina, STE. Se utilizaron 30 insectos para cada metodología., se realizó PCR para amplificar los genes *citocromo oxidasa I – COI* con los primers JM76F/JM77R. Para evaluar la calidad de los productos de los diferentes métodos de extracción, los mismos fueron analizados por RFLP-PCR con la enzima *Msp I* de los genes *COI* mitocondrial de *Spodoptera frugiperda*. El

perfil electroforético se comparó con los patrones ya existentes en la literatura (Vélez-Arango *et al.*, 2008)

Resultados y Discusión

En total se analizaron 150 individuos de *S. frugiperda* de los cuales el 100% de las muestras se logró extraer el DNA de los insectos con los tres métodos. El tiempo promedio de extracción para el protocolo CTAB fue alrededor de 2 horas, el método STE 35 y 20 minutos para buffer de lisis, mientras que el método que se obtuvo mayor concentración de ADN fue el CTAB, además de ser el método de menor costo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de las diferentes metodologías en tiempo de procesamiento, concentración, pureza y costo requerido para la extracción de ADN de *S. frugiperda*.

Método de extracción	Tiempo (Horas)	Concentración ng μL^{-1}	Pureza 260/280	Costo Pesos
CTAB	2:00	1158.4	1.85	20
H. Guanidina	1:05	404	2.13	40
STE	0:35	610	1.37	19

Existen diferentes reportes que indican que la metodología del CTAB es de las más eficientes para el aislamiento de ADN en tejido vegetal (Lefort y Doyglas, 1999, González, *et al.* 2004). Sin embargo, para el caso de insectos existen modificaciones en el método debido a la estructura de cada especie, donde los resultados de este trabajo indican que con la metodología del CTAB se obtuvo una concentración de ADN y pureza de *S. frugiperda* elevada con respecto a extracciones de ADN de chapulines (*Boopedon nublium*) donde obtuvieron concentraciones de 286ng/ μL y una pureza baja de 1.46 en su relación A_{260}/A_{280} (Torres *et al.*, 2013). Sin embargo, los valores obtenidos en este estudio sobrepasan con los reportados por Barragan-Valencia *et al.* (2009), quienes analizaron diferentes especies del género *Diabrotica spp.*, obteniendo cantidades de 827 y 926ng/ μL de ADN, y pureza similar a nuestro estudio de 1.9 A_{260}/A_{280} . Los resultados obtenidos con el buffer STE y H. guanidina demuestran gran cantidad de ADN, sin embargo, la pureza de las muestras es baja. Mediante la metodología de extracción de CTAB, se logró amplificar el fragmento de 569pb del gen mitocondrial COI de *Spodoptera frugiperda* en el 100% de las muestras. En el método de extracción H. Guanidina, se logró amplificar el 81 y 84 % para el buffer STE (Figura 1). Para la identificación de biotipos *S. frugiperda*, se obtuvieron resultados positivos con respecto a la digestión en todos los casos, siendo el mismo patrón característico del biotipo maíz para todas las muestras, al observar los fragmentos correspondientes de 497 y 72pb Vélez-Arango *et al.*, 2008. No se encontró la presencia del

biotipo arroz, por lo tanto, se puede confirmar la presencia del biotipo maíz en Sinaloa en cultivos de dicha especie (Figura 2).

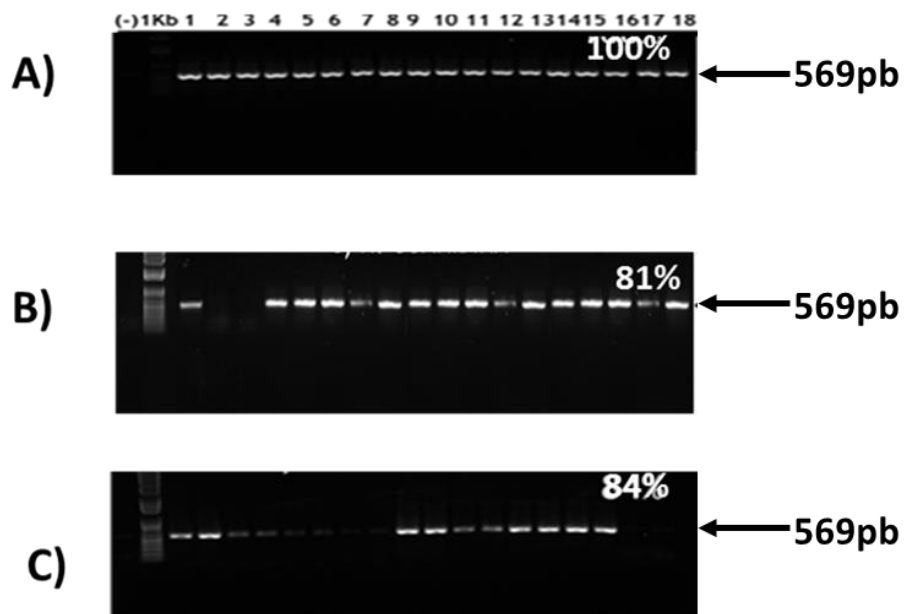


Figura 1. PCR del gen mitocondrial *COI* de *Spodoptera frugiperda* con los primers JM76-JM77. A) CTAB; B) H. Guanidina C) Buffer STE.

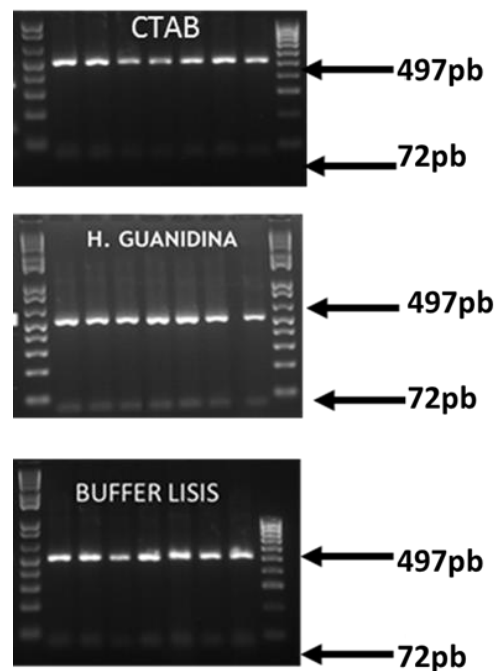


Figura 2. RFLP-PCR del gen mitocondrial *COI* con la enzima *Msp* I, utilizando ADNs obtenidos con las diferentes metodologías de extracción de *S. frugiperda*.

Conclusiones

Los métodos de extracción evaluados permiten obtener cantidades suficientes de ADN para estudios posteriores, debido a que el 100% de las muestras reflejó presencia del ácido nucleico. Los resultados mostraron que con el método CTAB, se obtuvo mejor calidad y cantidad de muestras amplificadas de ADN (100%), en comparación con los métodos de H. guanidina y lisis, donde se obtuvo el 81 y 84% de amplificación. No se observaron diferencias en las metodologías de extracción al momento de realizar la identificación de biotipos mediante RFLP-PCR en las muestras digeridas. Se logró identificar el biotipo de maíz en los insectos colectados en campos de maíz en Sinaloa.

Agradecimientos

Al instituto Politécnico Nacional por el apoyo del proyecto (IPN-Unidad Sinaloa) Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON-Obregón Sonora).

Literatura Citada

Acevedo B.F.E., Navarro E., Constantino C. L. M., Gil, P. Z., Benavides M. P. 2007. Método rápido y económico para la extracción de ADN genómico en la broca de café y su uso en PCR. *Cenicafé* 58(2):134-141.

Barragán-Valencia, G., N. Almaraz-Abarca, R. Álvarez-Zagoya, E. A. Delgado-Alvarado, J. F. Pérez-Domínguez. (2009). DNA Isolation from *Diabrotica virgifera zea* Krysan and Smith y *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae) by a CTAB simplified procedure. *Southwestern Entomologist* 34: 289-294.

Drés, M. y J. Mallet. (2002). Host races in plant-feeding insects and their importance sympatric speciation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of Science*. 357: 471 - 492.

González, R.A., M. D. Arias, S. Valencia, y K. Oyama (2004). Morphological and RAPD análisis of hybridization between *Quercus affinis* and *Q. Laurina* (Fagaceae), two mexican red oaks. *American Journal of Botany*. 91 (3): 401 - 409.

Lagisz, M., G. Port, K. Wolff (2010). A cost-effective, simple and high-throughput method for DNA extraction from insects. *Insect Science* 17: 465-470.

Lefort, F. y G. C. Douglas. (1999). An efficient micro-method of DNA isolation from leaves of four hardwood tree species *Acer*, *Fraxinus*, *Prunus* and *Quercus*. *Annals of Forest Science*. 56: 3, 549-263; CAB Abstracts.

Levy, H. C., A. Garcia-Muruniak, and J. E. Muruniak. 2002. Strain identification of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) insects and cell line: PCR-RFLP of cytochrome oxidase C subunit I gene. *Fla. Entomol.* 85: 186-190.

Lu Y. J., M. J. Adang, D. J. Isenhour and G. D. Kochert. (1992). RFLP analysis of genetic variation in North American population of the fall armyworm moth *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Molecular Ecology* 1: 199-208.

Pashley, D. P., Mcmichael, M., and Silvain. J. F. 2004. Multilocus genetic analysis of host use, introgression and speciation in host strains of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of Entomological Society of America* 97: 34-1044.

Vélez-Arango, A. M., R. E. Arango I., D. Villanueva M., E. Aguilera G., and C. I. Saldamando B. 2008. Identificación de biotipos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) mediante marcadores mitocondriales y nucleares. *Rev. Col. Entomol.* 34: 145-150.

DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bemisia Tabaci* ASOCIADA A ALGODÓN Bt (*Gossypium hirsutum* L.) EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.

Ariana Isabel Torres-Bojórquez; Pedro Felix-Galvez; Ramsés L.A. Jimenez-Torres;
Marco Alan Llanos-Zamudio; Rosaura Rodríguez-Hernandez, Julio Cesar Castañeda-
Ramírez

Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

julio.castaneda18@uabc.edu.mx

Resumen

Los cultivos genéticamente modificados (GM) fueron creados con el objetivo de mejorar sus características agronómicas tales como la resistencia a insectos o la tolerancia a herbicidas, como por ejemplo el algodón Bt. En este caso, los principales beneficios son percibidos por el agricultor a través de la simplificación en el manejo, aumento indirecto del rendimiento y disminución de los costos de producción. Sin embargo, el algodón Bt provee protección contra insectos lepidópteros mientras que otros grupos de insectos de importancia como la mosca blanca requieren de aplicaciones de insecticidas, por lo que es necesario conocer la dinámica poblacional de la plaga con la finalidad de establecer estrategias de manejo preventivo y correctivo. En el presente estudio se capturaron adultos de mosca blanca con redes entomológicas y trampas pegajosas amarillas; se evaluó su dinámica poblacional en referencia a dos genotipos de algodón Bt y se relacionó con las condiciones climáticas presentes. Se encontró que las mayores poblaciones infestaron durante los meses de junio y julio sin haber preferencia por algún genotipo en especial; por otro lado, el estudio mostró que la abundancia de la población es influida moderadamente por las condiciones de humedad relativa.

Palabras clave: Algodón, mosca blanca, cultivos transgénicos.

Abstract

Genetically modified crops (GM) were created to improve their agronomic features such as resistance to certain insects and herbicide tolerance, such as Bt Cotton. In this case its benefits are perceived by the producer through the management ease, yield improvement and decrease of production costs. However, while Bt cotton provides protection against Lepidoptera insects other important pest groups such whitefly require insecticide application, because of this, it is necessary to know the dynamic population of this pest to establish strategies of preventive and

corrective management. In this study, whitefly adults were captured with sweep nets and yellow sticky traps; its population dynamics was evaluated in reference with two Bt cotton genotypes and was correlationated with wheatear conditions. It was found that the higher population infested during the months of June and July without preference for any particular genotype; the study shown that the population abundance was moderately influenced by the relative humidity condition.

Palabras clave: Cotton crop, whitefly, transgenic crops.

Introducción

Los cultivos genéticamente modificados (GM) fueron creados con el objetivo de mejorar sus características agronómicas tales como la resistencia a insectos o la tolerancia a herbicidas, por ejemplo, el algodón Bt. El algodón Bt presenta la bacteria del suelo (*Bacillus thuringiensis*) como fuente de toxina insecticida, esta cepa presenta diferentes efectos en su actividad hacia insectos plagas (Silva, 2005). Por otro lado, las plagas representan un factor limitante para la producción de fibra de algodón en la región algodонера de Mexicali y se caracterizan por causar daños directos a botones florales, cuadros y bellotas (INIFAP, 2010), situación que obliga al agricultor a un manejo constante de su densidad poblacional. En este sentido, el uso de algodón Bt, reduce el uso de insecticidas para el control de plagas de lepidópteros. En este caso, los principales beneficios son percibidos por el agricultor a través de la simplificación en el manejo, aumento indirecto del rendimiento y disminución de los costos de producción. Sin embargo, estos cultivos sólo ofrecen protección contra insectos del dicho orden, mientras que quedan desprotegidos de otras plagas de importantes como la mosquita blanca, por lo que es necesario diseñar planes de manejo preventivo y correctivo; por lo que es necesario conocer la dinámica poblacional de las poblaciones de insectos plaga en orden de establecer planes de manejo, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar la dinámica poblacional de mosca blanca asociada al algodón durante el ciclo agrícola 2019 en agroecosistemas de algodón transgénico con protección contra insectos lepidópteros y de manejo convencional, y establecer si existen diferencias en su preferencia alimenticia y correlación con las condiciones ambientales de temperatura y humedad.

Materiales y Métodos

Sitio de estudio. El ensayo se estableció en un lote comercial en el ejido Sonora, Mexicali, B.C. con coordenadas geográficas 32.238478 N, -115.216873 O, en suelo arcillo-arenoso. El sitio de estudio se estableció a una distancia de 100 m entre las siembras de algodón biotecnológico y

posibles poblaciones de algodón silvestre. Asimismo, el predio de algodón Bt se ubicó a una distancia mayor de 1 km de cualquier área natural protegida (ANP). El cultivo fue sembrado el 19 de marzo de 2019, y regado para su germinación el 24 de marzo de 2019.

Toma de datos. Se colectaron moscas blancas en lotes comerciales de algodón. El material vegetal evaluado fue: FM 2322 como material convencional y FM 1830 GLT como algodón Bt, ambos genotipos comparten características similares en el desarrollo del cultivo y son de maduración intermedia (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de las variedades de algodón evaluadas.

Característica	FM 1830 GLT	FM 2322 GL
Maduración	Intermedia	Intermedia
Porte/Crecimiento	Mediano	Medio/Moderado
Pubescencia en hoja	Lisa	Semi-Lisa
Micronaire	4.4	4.0
Longitud de fibra	1.15 cm	1.17 cm
Uniformidad	84	82.2
Resistencia	30 g/Tex	32.0 g/Tex
Tolerancia a <i>Verticillium</i>	Buena	Excelente

Fuente: BASF United States. Variety overview. Disponible en: <https://agriculture.basf.com/us/en/Crop-Protection/FiberMax.html>

Muestreo. Se realizó la captura de artrópodos aéreos y en estratos herbáceos, con el uso de trampas pegajosas amarillas y redes entomológicas. Con el primer método se llevaron a cabo tres evaluaciones durante el ciclo del algodón, en las etapas fenológicas de floración, fructificación y la apertura de capullos, utilizando una trampa amarilla por punto de muestreo con exposición de 24 horas. Para la captura con red de golpeo, se realizó efectuando 100 golpes de red por material (25 golpes de red por punto de muestreo) por fecha de evaluación, utilizando la técnica desarrollada por Noyes (1982). Este tipo de muestreo se enfocó principalmente al monitoreo de adultos de los artrópodos plaga; los muestreos fueron pospuestos una semana cuando el predio se encontraba regado.

Identificación del material biológico. Los ejemplares colectados en los diferentes métodos de muestreos fueron conservados y debidamente etiquetados para su posterior identificación y cuantificación. Las muestras colectadas fueron identificadas taxonómicamente con ayuda del estereoscopio (AmScope) utilizando claves taxonómicas (Borror y White, 1998; Triplehorn y Johnson, 2005) y cuantificadas mediante el uso del mismo instrumento y un contador de colonias (CScientific CVP-CM3); para su conservación, las muestras fueron almacenadas en un refrigerador a 4°C; todo lo anterior, se llevó a cabo en el laboratorio de Botánica del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Registro de variables climatológicas. Se obtuvieron del registro de las variables climatológicas de la estación del SIMARBC ubicada en el Ejido Nuevo León (Cuadro 2).

Cuadro 2. Condiciones Climatológicas presentadas durante el desarrollo del experimento de los materiales en estudio

Variable	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temperatura media (°C)	25.0	29.1	33.4	32.9
Unidades Calor Algodón	19.0	24.0	29.1	29.3
Humedad rel. Media (%)	39.7	45.0	49.2	59.8

FUENTE: Secretaría de Fomento Agropecuario, SIMARBC. (<http://www.simarbc.gob.mx>)

Análisis de datos. El análisis de los datos se realizó en base a distribución numérica de los individuos y sometiendo los datos a análisis estadístico utilizando el programa SAS Versión 9.0 y con base en ello, comparar el impacto de cada tecnología en la dinámica poblacional de la plaga. Los resultados obtenidos fueron comparados con una prueba de T, para determinar las posibles diferencias estadísticas. Adicionalmente, a las variables climatológicas se les correlacionó mediante la prueba de Pearson con los resultados de la distribución numérica.

Resultados y Discusión

Los muestreos con red entomológica se realizaron semanalmente del 26 de mayo al 04 de agosto de 2018, fechas correspondientes a el inicio de floración y apertura de capullos, no se encontró diferencia significativa entre los valores registrados para ambas tecnologías, a excepción de un solo muestreo con fecha de 07 de julio, donde se encontró mayor cantidad de mosca blanca en la variedad FM 2322 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Medias poblacionales de mosca blanca colectadas mediante red de golpeo durante el estudio

Fecha de muestreo	$\bar{x}$	P
26 de mayo	0.75	0.66
11 de junio	3.25	0.32
16 de junio	3.12	0.11
30 de junio	4.37	0.26
07 de julio	4.25	0.00**
14 de julio	5.78	0.26
28 de julio	4.25	0.48
04 de agosto	2.37	0.48

**Altamente significativo

Se registró una débil correlación entre la temperatura y la dinámica poblacional de la mosca blanca ($R = 0.488$, $R^2 = 0.2381$), sin embargo, la correlación fue levemente mayor con la

humedad relativa ($R = 0.6898$, $R^2 = 0.4758$). Por otro lado, se revisó la dinámica poblacional de mosca blanca mediante el uso de trampas pegajosas amarillas, en las etapas fenológicas de inicio de floración, inicio de formación de bellotas y apertura de capullos. No se encontró diferencia significativa en esta variable entre las tecnologías (Cuadro 4), sin embargo, se observó mayor presencia de esta plaga en los muestreos realizados en fructificación. Por otro lado, la dinámica poblacional de la mosca blanca se relacionó débilmente con la temperatura al igual que con la humedad relativa ($R = -0.4236$, $R^2 = 0.1794$; $R = -0.2607$, $R^2 = 0.068$, respectivamente). Los resultados mostraron que las mayores poblaciones de mosca blanca se establecen en los meses de junio y julio, posiblemente debido a que las condiciones ambientales fueron más favorables para el desarrollo de esta plaga; estos resultados coinciden con lo reportado por USDA-SARH (1992 y 1995), donde se reporta que las infestaciones con mosca blanca se elevan en los meses de junio, julio y agosto.

Cuadro 4. Medias poblacionales de mosca blanca colectadas con trampas pegajosas amarillas al inicio de floración, fructificación y apertura de capullos

Fecha de muestreo	$\bar{x}$	P
26 de mayo	9.25	0.33
16 de junio	14.12	0.79
04 de agosto	7.37	0.11

Conclusiones

No existe diferencia entre la preferencia de la mosca blanca por alguna variedad, sólo en uno de los muestreos se observó una diferencia estadística donde la mayor población se presentó en la variedad FM 1830, probablemente debido que la variedad convencional presenta mayor pubescencia y la GM con protección a lepidópteros. De acuerdo a lo encontrado en este estudio, se puede concluir que la condición ambiental de mayor importancia para el desarrollo de esta plaga es la humedad relativa.

Literatura Citada

Borror, D. J. and White, R. E. (1998). A field guide to insects: America north of Mexico 19. Houghton Mifflin Harcourt. 860:371-420.

INIFAP-CIRNO. (2010). Guía para producir algodón en el Valle de Mexicali, B.C. y San Luis Río Colorado, Son. Mexicali, B.C.

Noyes, J. S. (1982). Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Journal of Natural History*, 16: 315-334.

Silva, C. C. A. (2005). Algodón genéticamente modificado. AGRO-BIO. Primera edición. ISBN 958-33-8396-1. 49 p.

Triplehorn, C. A and Johnson, N. F. (2005). Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7th. edition. Thomson Brooks/ Cole, Belmont, California. 864 p.

USDA-SARH. (1992). Acta de Reunión del comité internacional de trabajo de plagas del algodón. México.

USDA-SARH. (1995). Acta de Reunión del comité internacional de trabajo de plagas del algodón. México.

PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE LINEAS AVANZADAS DE TRIGO DURO EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Alvarado Padilla Jorge Iván¹, Chávez Villalba Gabriela¹, Borbón Gracia Alberto¹, Villaseñor Mir Héctor Eduardo¹, Huerta Espino Julio¹, García León Elizabeth¹, Vargas Ruvalcaba Yara Nohemí y Rodríguez Espinoza Abelardo

Investigadores del INIFAP¹

Resumen

En el Valle de Mexicali se inició la selección de líneas para generar variedades en 1992, con el objetivo de seguir impulsando la selección de líneas sobresalientes en rendimiento de grano y calidad industrial. En este estudio se establecieron 15 líneas avanzadas F7 y cinco variedades, estas fueron establecidas bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, las variables de rendimiento de grano y proteína en grano fueron consideradas en esta investigación, a las cuales se le realizó un análisis de varianza y una prueba de medias Tukey 5%. Los resultados muestran diferencias estadísticas entre genotipos, para rendimiento de grano y calidad, sobresaliendo la línea experimental 2. En conclusión, existen líneas avanzadas que pueden ser liberadas como variedades y mejorar la calidad industrial de las variedades ya existentes en el mercado.

Palabras Claves: Variedad, Rendimiento y Calidad.

Abstract

In the Mexicali Valley, the selection of lines to generate varieties began in 1992, and with the objective of continuing to promote the selection of outstanding lines in grain yield and industrial quality. In this study, 15 advanced F7 lines and five varieties were established, these were established under a randomized block design with three repetitions, the grain and grain protein yield variables were considered in this investigation, to which an analysis of variance and a test of Tukey means 5% were performed. The results show statistical differences between treatments, for grain yield and quality, the experimental line 2 standing out. In conclusion, there are advanced lines that can be released as varieties and improve the industrial quality of varieties already existing in the market.

Keywords: Variety, yield and Quality.

Introducción

Los ensayos uniformes de rendimiento de trigo en México se implementaron como una estrategia de evaluación y selección de líneas para generar variedades desde hace más de 40 años (Villaseñor *et al.*, 2013), en el Valle de Mexicali se inició la selección de líneas para generar variedades en 1992, dando como origen a Borlaug M95 cuatro años después de iniciar el proceso de selección (Martínez, 1997). El Campo Experimental Valle de Mexicali, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), uniendo esfuerzos con el Centro de Mejoramiento Genético de Maíz y Trigo (CIMMYT) generan un gran número de líneas uniformes derivadas de F6 o F7 (Villaseñor, *et al.* 2013).

En los últimos años ha sido posibles identificar genotipos con rendimiento y calidad, no solo por INIFAP, sino también por empresas privadas. CIRNO C2008, es la variedad más sembrada en la región y fue liberada hace 10 años para su siembra en Baja California y Norte de Sonora (Figueroa, *et. al.*, 2010), Martínez C2016 es la última variedad que se han liberado para el Valle de Mexicali, B. C. (Alvarado, *et. al.*, 2018). El objetivo del presente trabajo fue identificar genotipos de trigo duro sobresalientes en rendimiento y calidad industrial.

Materiales y Métodos

El experimento se estableció el 22 de diciembre de 2018 en la estación experimental Chapultepec; el método de siembra fue en surcos a doble hilera con 75 cm de separación entre surco y 30 cm entre hileras, el largo de la parcela experimental fue de 3 m dando una superficie por parcela de 4.5 m². El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones y 20 genotipos, de los cuales cinco son variedades y 15 líneas avanzas F7 (Cuadro1), como principal variable a evaluar se consideró el rendimiento de grano, el cual fue analizado estadísticamente usando el paquete estadístico SAS 7.5 y la prueba de medias Tukey al 5%, también se analizó la proteína en grano.

Resultados y Discusión

Se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos para rendimiento de grano (Cuadro 1) y con respecto a proteína se puede observar que, al incrementar la calidad del grano, el rendimiento disminuye, sin embargo, la línea experimental 2 es estadísticamente igual en rendimiento de grano a los testigos Baroyeca Oro C2013, CIRNO C2008 y Martínez C2016, pero mejora la calidad industrial al obtener un promedio de 12.72% de proteína en grano ajustado al 12% de humedad (Figura 1).

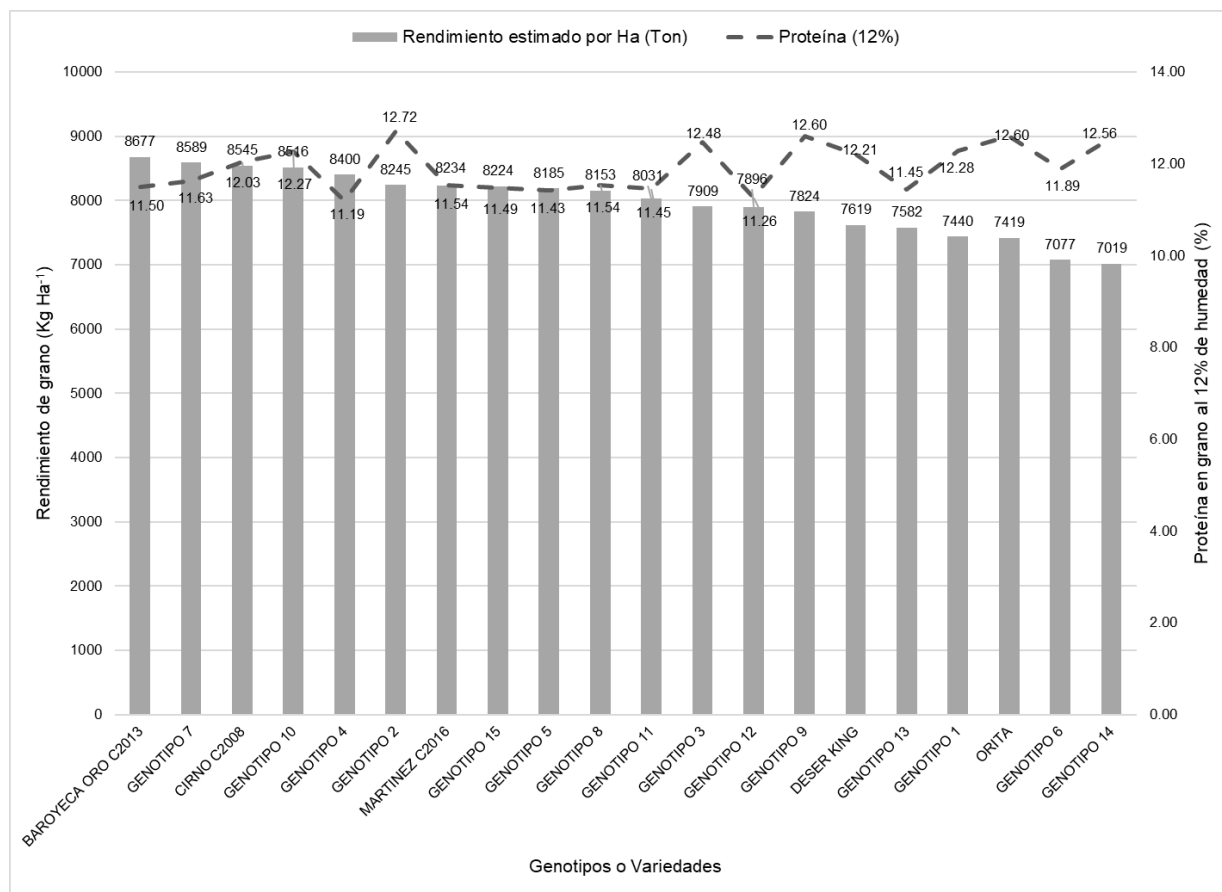


Figura 1. Promedio de rendimiento de grano y contenido de proteína en grano para 20 genotipos de trigo

Cuadro 1. Análisis estadístico del rendimiento de grano entre genotipos.

Genotipo	Variedad o Genotipo	Rendimiento estimado (kg Ha ⁻¹)					
Variedad	BAROYECA ORO C2013	8677	A				
GENOTIPO 7	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/1A.1D 5+1- 06/3*MOJO/RCOL/4/ARMENTI//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/11/PLATA_10/6 /MQUE/4/USDA573//QFNAA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/RAF97/9/MALMUK_1/SERRAT	8589	A				
Variedad	CIRNO C2008	8545	A B				
GENOTIPO 10	CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR 84/4/AJAJA_2/5/KJOVE_1/7/AJAJA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_1 3/8/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/12/WID2209/7/AINZEN_1/3/SN TURK M83-84 503/LOTUS_4//MUSK_4/6/CMH82A.1062/3/GERARDO VZ 394//SBA81/PL	8516	A B				
GENOTIPO 4	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/WID2209/7/AINZEN_1/3/SN TURK M83-84 503/LOTUS_4//MUSK_4/6/CMH82A.1062/3/GERARDO VZ 394//SBA81/PLC/4/AZ_1/CREX/5/HUI/CIT71/CW11/LABUD/NIGRIS_3//GAN/3/A JAI	8400	A B C				
GENOTIPO 2	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFOOT/7/BELLAROI/4/BCRIS/BICUM/LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21	8245	A B C D				
Variedad	MARTINEZ C2016	8234	A B C D				
GENOTIPO 15	STRONGFIELD/13/BOOMER_33/ZAR/3/BRAK_2/AJAJA_2//SOLGA_8/10/PLATA _10/6/MQUE/4/USDA573//QFNAA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFOOT/11/ARTICO/AJAJA_3//HUALITA/3/FULVOU S_1/MFOWL_13/4/TECA96/TILO_1/12/SO	8224	A B C D				
GENOTIPO 5	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/LABUD/NIGRIS_3//GAN/3/AJAJA_13/Y AZ/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFNAA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFO	8185	A B C D E				
GENOTIPO 8	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFOOT/13/BOOMER_33/ZAR/3/BRAK_2/AJAJA_2/ /SOLGA_8/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFNAA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/	8153	A B C D E				
GENOTIPO 11	TOPDY_18/FOCHA_1/ALTAR 84/3/AJAJA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/SOMAT_3/GREEN 22/5/NRKS_3/3/AJAJA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/12/WID22 209/7/AINZEN_1/3/SN TURK M83-84 503/LOTUS_4//MUSK_4/6/CMH82A.1062/3/GERARDO VZ 394//SBA81/PL 503/LOTUS_4//MUSK_4/6/CMH82A.1062/3/GERARDO VZ 394//SBA81/PL	8031	A B C D E F				
GENOTIPO 3	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/WID2209/7/AINZEN_1/3/SN TURK M83-84 503/LOTUS_4//MUSK_4/6/CMH82A.1062/3/GERARDO VZ 394//SBA81/PLC/4/AZ_1/CREX/5/HUI/CIT71/CW11/LABUD/NIGRIS_3//GAN/3/A JAI	7909		B C D E F			
GENOTIPO 12	GUAYACAN INIA/POMA_2//SNITAN/4/D86135/ACO89//PORRON_4/3/SNITAN/12/1A.1D 5+1- 06/3*MOJO/RCOL/4/ARMENTI//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/11/PLATA_10/6 /MQUE/4/USDA573//QFNAA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/RAF97/9/MALMUK_1/SERRATOR_1/10/ARMENTI// SRN_3/NIG	7896		C D E F			
GENOTIPO 9	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFOOT/11/MÅALI/6/MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/ 4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2/ILBOR/PATKA_7/YAZI_1/10/SE LIM/9/ALTAR 84/860137//YAZI_1/4/LIS_8/FILLO_6/3/FUUT//HORA/JOR	7824			D E F		
Variedad	DESER KING	7619				E F G	
GENOTIPO 13	CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR 84/4/AJAJA_2/5/KJOVE_1/7/AJAJA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_1 3/8/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/12/1A.1D 5+1- 06/3*MOJO/RCOL/4/ARMENTI//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/11/PLATA_10/6 /MQUE/4/USDA573//QFN	7582				E F G	
GENOTIPO 1	SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACAN INIA/11/BOOMER_33/ZAR/3/BRAK_2/AJAJA_2//SOLGA_8/10/PLATA_10/6/MQU E/4/USDA573//QFNAA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3/3/SORA /2*PLATA_12//S	7440				F G	
Variedad	ORITA	7419				F G	
GENOTIPO 6	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHENALTAR 84/3/HUI/POC/BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/1A.1D 5+1- 06/3*MOJO/RCOL/4/ARMENTI//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/11/PLATA_10/6 /MQUE/4/USDA573//QFNAA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/RAF97/9/MALMUK_1/SERRAT	7077					G
GENOTIPO 14	CAPAROI/11/MÅALI/6/MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CRE X/ALLA/5/OLUS*2/ILBOR/PATKA_7/YAZI_1/10/SE/IM/9/ALTAR 84/860137//YAZI_1/4/LIS_8/FILLO_6/3/FUUT//HORA/JOR/8/GEDZ/FGO//GTA/3/ SRN_1/4/TOTUS/5/ENTE/MEXI_2//HUI/4/YAV_1/3/LD357E/2*TC60//JO	7019					G

Nota: Rendimiento con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

Conclusiones

Existen líneas avanzadas como la 10 y la 2 que pueden ser liberadas como variedades y mejorar la calidad industrial de las variedades ya existentes en el mercado.

Literatura Citada

Alvarado Padilla J. I., Chávez-Villalba G., Ammar K., Villaseñor Mir H. E., Camacho Casas M. A., Huerta Espino J., Figueroa López P., Vargas Ruvalcaba Y. N. y Alvarado Padilla E. S. 2018. MARTÍNEZ C2016, NUEVA VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO PARA MEXICALI, BAJA CALIFORNIA Y SAN LUIS RÍO COLORADO, SONORA. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 41 (2): 217 – 218 p.

Figueroa L. P., Félix F. J. L., Fuentes D. G., Valenzuela H. V., Chávez V. G. y Mendoza L. J. A. 2010. CIRNO C2008, nueva variedad de trigo cristalino con alto rendimiento potencial para el estado de sonora. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 1 (5): 745-749 p.

Martínez Barrera Adalberto. 1997. BORLAUG M95 Nueva Variedad de Trigo Harinero para Baja California y Norte de Sonora. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Valle de Mexicali. Folleto Técnico Num. 9. ISSN 1 405 597 X. 11p.

Villaseñor M. H. E., Rodríguez G. M. F., Hortelano S. R. R., Martínez C. E., Huerta E. J., Zamudio C. A., Leyva M. S. G., Singh R.P. y Solís M. E. 2013. Estrategia en la Selección de Líneas Experimentales de Trigo para la Formación de los Ensayos Nacionales. VIII Congreso Nacional de Investigación Agrícola. Realizado del 10 al 13 de septiembre en la Ciudad de Veracruz. 155p.

Villaseñor M. H. E., Rodríguez G. M. F., Hortelano S. R. R., Martínez C. E., Huerta E. J., Zamudio C. A., Leyva M. S. G., Singh R.P., Pena B. J. y Solís M. E. 2013. Dinámica en la Evaluación de Líneas Avanzadas para Generar Variedades de Trigo para Siembras de Riego en México. VIII Congreso Nacional de Investigación Agrícola. Realizado del 10 al 13 de septiembre en la Ciudad de Veracruz. 147p.

VALIDACIÓN DE VARIEDADES DE CÁRTAMO (*Carthamus tinctorius* L.) DE TIPO OLEICO EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C. CICLO 2017- 2018

Ávila Casillas Eva¹, Camarillo Pulido Mario¹, Gómez Mercado Rene¹, Lope Montoya Coronado², Borbón Gracia Alberto², Xóchilt M. Ochoa Espinoza² Aguilera Molina Nestor²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali. avila.eva@inifap.gob.mx. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de cuatro variedades de cártamo de tipo oleico de manera comercial. El estudio se estableció durante el ciclo agrícola 2017- 2018 en el lote #56 de la Col. Chapultepec del Valle de Mexicali, B. C. Las parcelas se establecieron en 48 surcos de 150 m de longitud y 0.92 m de ancho a doble hilera (6,624 m²), con una densidad de siembra de 10 Kg ha⁻¹. Se consideró como parcela útil 2.30 m² con cuatro repeticiones por variedad, con un diseño completamente al azar y se analizó con el programa estadístico R utilizando un nivel de significancia del 5%. Los cultivares evaluados fueron: Semay ol, Chey-ol, S-518 y S-334. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de grano, peso hectolitrico y calidad de aceite. En la variable de rendimiento la variedad con valor más alto se obtuvo de S-518 con un promedio de 3805 kg ha⁻¹, seguido de CHEY-OL con 3786 kg ha⁻¹. Palabras clave: Variedad, Rendimiento, Calidad.

Abstract

The objective of this work is to evaluate the behavior of four varieties of oleic safflower in a commercial way. The study was established during the cycle 2017-2018 agricultural lot #56 of Col. Chapultepec in Mexicali Valley, B. C. The plots were established on 48 grooves with 150m long to 0.92m with at double row (6,624 m²), and a planting density of 10 kg/ha. 2.30 m² were considered a useful plot with four repetitions per variety in a completely random design; The R statistical program was used to analyze data, using a 5% level of significance. The cultivars evaluated were: Semay ol, Chey-ol, S-518 and S-334. The variables evaluated were grain yield hectolitic weight and oil quality. The highest value variety was obtained from S-518 with an average of 3805 kg ha⁻¹, followed by CHEY-OL with 3786 kg ha⁻¹.

Keywords: Varieties, Yield, Quality

Introducción

El cártamo es un cultivo oleaginoso, que es sembrado principalmente por su aceite comestible de alta calidad y por su semilla para la alimentación de aves. También se cultiva por sus flores que se utilizan como colorantes, para la fabricación de tintes en, la industria textil, forraje para ganado, vegetales, té de hierbas y con fines medicinales. A pesar de los múltiples usos, ha continuado como un cultivo menor (Emongor, 2010). En ese sentido, es fundamental que la comunidad científica lleve a cabo investigaciones sobre este cultivo y lo popularice como un cultivo con potencial. En el año 2018, a nivel nacional se tiene un registro de superficie sembrada de 26,544 hectáreas de las cuales se cosecharon únicamente 11,590 ha con un rendimiento medio de 2.1 t. ha⁻¹ y una producción de 24, 955 toneladas (SIAP 2018). En el Valle de Mexicali, B. C. el cultivo de cártamo es de las pocas alternativas que se tienen durante el ciclo otoño/invierno para sustituir siembras de trigo. El cártamo es ampliamente conocido por los productores locales, se cuentan con registros de siembra de hasta 29,000 hectáreas en 1969 (Avila, *et al* 2013), posteriormente la superficie dedicada a esta oleaginosa se ha reducido, de tal forma que para 2015 se cosecharon sólo 603 hectáreas y para 2017-2018 se programaron a nivel valle de Mexicali la siembra de 897 hectáreas con cártamo. Aún con este escenario, las empresas aceiteras y acopiadores locales, concuerdan en señalar la necesidad de evaluar nuevos materiales que le den rentabilidad y satisfacción a la demanda de los mercados de aceites. En este sentido el campo experimental Valle de Mexicali, con apoyo del programa de mejoramiento genético de cártamo de INIFAP a través del proyecto “Formación y validación de tecnología para el cultivo de cártamo, en el Valle de Mexicali, B. C.”, se estableció la acción denominada: parcelas de validación de variedades y líneas de cártamo; por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar el rendimiento de cuatro variedades de cártamo para el Valle de Mexicali.

Materiales y Métodos

Establecimiento y Manejo del cultivo

Durante el ciclo agrícola 2017-2018, se estableció una parcela de validación, en el lote #56 de la Col. Chapultepec del Valle de Mexicali, B. C. Dentro de la parcela se evaluaron cuatro variedades oleicas (SEMAY-OL, CHEY-OL, S-518 Y S-334). Cada tratamiento fue de 48 surcos de 150m de longitud separados a 0.92 m sembrados a doble hilera (6,624 m²), con una densidad de siembra de 10 Kg ha⁻¹ bajo un diseño completamente al azar. Se consideró como parcela útil 2.30 m² con cuatro repeticiones por variedad.

La preparación del terreno consistió en las siguientes actividades: rastreo, nivelación, fertilización, surcado y bordeado. Posteriormente los días 27 y 28 de diciembre del 2017 se establecieron las variedades oleicas. La siembra fue realizada en “seco”, y posteriormente se dio el riego de germinación. Se aplicaron tres riegos de auxilio a los 47, 84 y 109 días después del riego de germinación. En lo que se refiere a la fertilización, se utilizó la fórmula: 152-46-00, en 3 aplicaciones, se realizaron 2 cultivos mecánicos y se aplicó el herbicida select (Clethodim) para el control de maleza de hoja angosta. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de grano, peso hectolítrico y calidad de aceite.

Estimación de rendimiento, peso hectolítrico y calidad de aceite:

La estimación del rendimiento se realizó de manera directa y por muestreo. La cosecha fue de tipo manual y mecánica, la manual fue muestreando la parcela útil considerando una superficie de 2.30m² con cuatro repeticiones. Posteriormente cada muestra se trillo mecánicamente para obtener el grano por parcela útil, el cual se pesó para obtener su rendimiento en kilogramos por hectárea. Se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey para la comparación de medias, usando el paquete estadístico R utilizando un nivel de significancia del 5%. La cosecha mecánica se realizó los días 10 y 11 de julio con una trilladora convencional para la cosecha de granos. Para la obtención del rendimiento directo, en el mismo sitio, inmediatamente después de la cosecha se realizó el pesado de la producción de cada una de las cuatro variedades. El rendimiento por muestreo se obtuvo del peso total de grano entre el área cosechada. El peso hectolítrico se calculó con base al peso del grano contenido en un litro (kg/hl). La calidad de aceite se obtuvo directamente del grano expresado en por ciento. 500 g de grano fueron enviados al laboratorio para su estudio.

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se presentan los datos agronómicos, floración, altura de planta, peso hectolitrico y rendimiento de grano obtenido por muestreo y la comparación de medias de las variedades evaluadas, donde se puede observar que el rendimiento no presento diferencia significativa ($p=0.49$), los rendimientos de grano se expresaron arriba de las tres toneladas por hectárea, lo que representa rendimientos superiores a 2.2 t ha⁻¹ que representa la media de producción de cártamo en el Valle de Mexicali, B. C. El SIAP en el 2018 reportó para el estado de Baja California un rendimiento promedio de 2.10 kg ha⁻¹. Respecto al peso hectolítrico se observó diferencia estadística significativa entre ($p=0.05$). Las variedades S-334, Chey y Semay presentaron el mejor peso hectolítrico comparado con S-518.

Cuadro 1. Validación de cuatro variedades de Cártamo en el Valle de Mexicali, B. C. Ciclo 2017-2018

Variedad	Días a Floración (dds)	Altura de Planta (cm)	Rendimiento kg ha⁻¹	Peso Hectolítrico kg hL⁻¹
SEMAY-OL	126	109	3380 a	524.7 ab
CHEY-OL	128	102	3786 a	530.3 ab
S-518	132	107	3805 a	520.5 b
S-334	128	102	3590 a	543.4 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.
DMS Rend. = 430.8 kg ha⁻¹. DMS Hect.= 20.84 kg hL⁻¹.

En el cuadro 2, se observan los resultados de la estimación del rendimiento directo. Los rendimientos de grano por variedad fueron: 3,472 kg ha⁻¹ con SEMAY OL, 3,624 kg ha⁻¹ con CHEY OL, 3,689 kg ha⁻¹ para S 518 y 3,047 kg ha⁻¹ con la variedad de S 334. Estos rendimientos fueron similares a los obtenidos mediante la estimación de muestreo.

Cuadro 2. Rendimiento de grano de cuatro variedades oleicas de Cártamo en el Valle de Mexicali, B. C. Ciclo 2017-2018

Variedad	Rendimiento kg ha⁻¹	Contenido de Aceite %
SEMAY-OL	3.472	36
CHEY-OL	3.624	40
S-518	3.689	40
S-334	3.047	38



Figura 1.- Cosecha de cártamo



Figura 2.- Pesado de grano

Conclusiones

Con base a los resultados de rendimiento obtenidos de las variedades de cártamo establecidas en la presente validación, se concluye que todas son favorables para la región del Valle de Mexicali, B. C., con potencial de producción y una calidad de aceite apta por la industria aceitera.

Literatura Citada

Ávila Casillas E., Alvarado Padilla J., Camarillo Pulido M., Ochoa Espinoza X., Montoya Coronado L. 2013. Producción de Cártamo en los Valles de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son. Folleto para productores Núm. 61. Pag. 15.

Emongor, Vallantino. (2010). Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the Underutilized and Neglected Crop: A Review. Asian Journal of Plant Sciences. 9. 10.3923/ajps.2010.299.306.

SIAP. 2018. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), Sonora, México. <http://www.siap.gob.mx>.

EVALUACIÓN DE LÍNEAS Y VARIEDADES DE TRIGO HARINERO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN EL SUR DE SONORA

Borbón Gracia Alberto¹, Fuentes Dávila Guillermo¹, Chávez Villalba Gabriela¹, Díaz
Cenicero Huizar Leonardo¹ y Alvarado Padilla Jorge Iván².

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E.
Borlaug¹, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental
Valle de Mexicali². borbon.alberto@inifap.gob.mx

Resumen

Una evaluación de líneas y variedades de trigo harinero fue llevada a cabo en el Campo Experimental Norman E. Borlaug durante el ciclo O-I 2018-2019, se evaluaron 22 líneas avanzadas y tres variedades testigo en cuatro fechas de siembra (15 y 30 de noviembre y 15 y 31 de diciembre de 2018). Se utilizó un diseño factorial de bloques al azar con tres repeticiones, el tamaño de parcela fue de dos surcos separados a 80 cm por cinco metros de longitud (8 m²). De acuerdo con el análisis de varianza se determinaron diferencias altamente significativas entre fechas de siembra y entre genotipos evaluados, la mejor fecha de siembra fue el 15 de diciembre con un rendimiento medio de 8,508 kg/ha, mientras que ocho genotipos presentaron rendimientos superiores al mejor testigo comercial BORLAUG 100, los rendimientos van de 7,578 kg/ha que se obtuvieron con BORLAUG 100 hasta 8,134 kg/ha que se obtuvieron con la mejor línea experimental en promedio de las cuatro fechas de siembra.

Palabras claves. Rendimiento, calidad, roya.

Abstract

An evaluation of lines and varieties of bread wheat was done in the Norman E. Borlaug Experimental Field during the cycle O-I 2018-2019, 22 advanced lines and three varieties were evaluated on four planting dates (15 and 30 November and 15 and 31 December 2018). A random block factorial design was used with three repetitions, the plot size was two grooves separated to 80 cm by five meters in length (8 m²). According to the variance analysis, highly significant differences between planting dates and between evaluated genotypes were determined, the best planting date was December 15 with an yield of 8,508 kg/ha, while eight genotypes showed yields higher than the best commercial variety BORLAUG 100, yields ranged from 7,578 kg/ha obtained with BORLAUG 100 to 8,134 kg/ha that were obtained with the best experimental line on average of the four planting dates.

Keywords. Yield, quality, rust.

Introducción

La producción mundial de trigo para el año 2016 se ubicó en segundo lugar después del maíz (FAOSTAT 2018). En México, el cultivo de trigo (*Triticum durum* Desf. y *Triticum aestivum* L.) alcanza un valor aproximado de 12 mil mdp, cifra que le coloca como el 10º cultivo más importante, al contribuir con el 2.9% del valor de la producción agrícola. Entre 2015 y 2018 la superficie promedio nacional dedicada al cereal alcanzó 605 mil hectáreas cosechadas, con un volumen de producción de 3.35 millones de toneladas anuales (SIAP 2019). Este cultivo es la principal alternativa de producción agrícola en el sur de Sonora, México durante el ciclo otoño-invierno, con aproximadamente 250,000 hectáreas sembradas y rendimientos superiores a las seis toneladas por hectárea (SIAP 2018). Más del 98% de la superficie sembrada se realiza con semilla certificada de variedades generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), variedades agronómicamente adaptadas a las condiciones agroecológicas para las que fueron desarrolladas y que cuentan con la aceptación tanto de los productores, industriales y de los consumidores, además de la tecnología de producción generada también por el INIFAP, derivado de las políticas gubernamentales, en los últimos ciclos agrícolas ha ido en aumento la superficie sembrada con variedades de trigo harinero, de ahí que el objetivo del presente trabajo, fue validar líneas avanzadas que presenten características deseables para ser liberadas como nuevas variedades de trigo harinero para el sur de Sonora, México.

Materiales y Métodos

La evaluación se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2018-2019 en los terrenos del Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora. Se evaluaron 22 líneas avanzadas provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) comparadas con tres variedades comerciales, de los cuales se analizaron 15 genotipos de los más sobresalientes, los cuales se presentan en el Cuadro 1. Los materiales se evaluaron en cuatro fechas de siembra (15 y 30 de noviembre, 15 y 30 de diciembre de 2018); en todas las fechas, la siembra se realizó en seco y posteriormente se aplicó el riego de nacencia.

Cuadro 1. Genotipos de trigo harinero evaluados en el Campo Experimental Norman E. Borlaug ciclo O-I 2018-2019.

Genotipo
1) ROELFS F2007
2) ONAVAS F2009
3) PBW343//CAR422/ANA/3/ELVIRA
5) BORLAUG 100
7) KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLING/3/FRNCLN*2/TECUE #1
8) BORL14*2/MUNAL #1
9) BORL14*2//MUNAL #1/FRANCOLIN #1
10) BORL14*2/3/KBIRD//WBLL1*2/KURUKU
11) BORL14*2/3/WBLL1*2/TUKURU//CROSBILL #1
12) STLN/MUNAL #1//2*BORL14
13) BORL14*2//KFA/2*KACHU
14) KACHU*2/3/ND643//2*PRL/2*PASTOR/4/KACHU//KIRITATI/2*TRCH
15) BORL14*2/5/ATTILA/3*BCN*2//BAV92/3/KIRITATI/WBLL1/4/DANPHE
18) KATERE/BORL14//MANKU
21) ND643/2*TRCH//BECARD/3/BECARD/4/SUP152*2/TECUE #1

La parcela experimental fue de dos surcos separados a 80 cm por cinco metros de longitud (8 m²) sembrados a doble hilera, con una densidad de siembra de 100 kg/ha de semilla. Se fertilizó con la fórmula 241-52-00, aplicándose 103-52-00 en presiembra y 138-00-00 antes del primer riego de auxilio. En las cuatro fechas de siembra se aplicaron cuatro riegos de auxilio como lo recomiendan Figueroa *et al.* (2011). Se realizó una aplicación de herbicidas para el control de maleza de hoja ancha. Para el control de enfermedades no se realizaron aplicaciones preventivas ni curativas, ya que las líneas evaluadas presentan resistencia a las principales enfermedades como son la roya de la hoja y roya amarilla o lineal. Se utilizó un diseño factorial de bloques al azar con tres repeticiones. Para obtener el rendimiento de grano, se cosechó el total de la parcela con una trilladora experimental. Las variables que se midieron fueron: días a floración, días a madurez fisiológica, peso hectolítrico, proteína en grano y rendimiento de grano, el cual se analizó estadísticamente.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 2 se puede observar que existió diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre fechas de siembra, siendo la fecha del 15 de diciembre la que presentó el mejor rendimiento de grano, las fechas del 15 y 30 de noviembre presentan rendimientos estadísticamente similares entre sí, mientras que el menor rendimiento de grano se presentó en la fecha del 30 de diciembre.

Cuadro 2.- Rendimiento de grano de cuatro fechas de siembra evaluadas en el Campo Experimental Norman E. Borlaug ciclo O-I 2018-2019.

Fecha de Siembra	Kg/ha ⁻¹
15 de noviembre	6,827 c
30 de noviembre	7,451 b
15 de diciembre	8,508 a
30 de diciembre	7,757 b

Nivel de significancia = 0.05

C.V. = 4.33%

DMS = 399.6 kg/ha

En el Cuadro 3 se presentan los rendimientos obtenidos en kilogramos por hectárea de los materiales evaluados, estos rendimientos son el promedio obtenido de las cuatro fechas de siembra, donde se puede observar que las líneas identificadas con el número 7 y 12 son estadísticamente superiores ($p \leq 0.05$) al mejor testigo comercial, las cuales presentan rendimientos superiores a las 8 t/ha.

Cuadro 3. Rendimiento de grano, proteína, PH y aspectos agronómicos de 12 líneas avanzadas y tres variedades, evaluadas en cuatro fechas de siembra en el Campo Experimental Norman E. Borlaug ciclo O-I 2018-2019.

Genotipo	IF	MF	Peso Hectolítrico	Proteína	Kg/ha ⁻¹
7) KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLING/3/F	80	129	840	12.44	8,134 a
12) STLN/MUNAL #1//2*BORL14	79	130	817	11.94	8,043 ab
11) BORL14*2/3/WBLL1*2/TUKURU//CROSBILL	78	128	842	11.83	7,809 abc
15) BORL14*2/5/ATTILA/3*BCN*2//BAV92/3/KIRI	76	127	850	11.73	7,800 abc
10) BORL14*2/3/KBIRD//WBLL1*2/KURUKU	74	127	838	11.82	7,701 abcd
3) PBW343//CAR422/ANA/3/ELVIRA	77	131	823	11.74	7,701abcd
18) KATERE/BORL14//MANKU	79	126	833	12.25	7,662 bcd
9) BORL14*2//MUNAL #1/FRANCOLIN #1	84	131	832	12.31	7,644 bcd
5) BORLAUG 100	77	126	841	12.66	7,578 bcd
14) KACHU*2/3/ND643//2*PRL/2*PASTOR/4/KACH	76	127	841	13.57	7,539 cd
21) ND643/2*TRCH//BECARD/3/BECARD/4/SUP15	83	129	813	12.07	7,513 cd
8) BORL14*2/MUNAL #1	81	131	839	12.00	7,491 cd
2) ONAVAS F2009	77	128	824	12.30	7,343 cd
13) BORL14*2//KFA/2*KACHU	77	126	835	11.87	7,312 d
1) ROELFS F2007	79	127	824	12.34	7,267 d

Nivel de significancia = 0.05

C.V. = 4.33%

DMS = 465.82 kg/ha

La variedad de trigo harinero con mayor demanda por los productores del sur de Sonora es BORLAUG 100, la cual sigue presentando alto rendimiento de grano y tolerancia a royas, pero es necesario obtener nuevas líneas prometedoras para diversificar el mosaico de variedades a utilizar por los productores del sur de Sonora.

Conclusiones

De las cuatro fechas de siembra evaluadas, sobresalió la del 15 de diciembre, con los genotipos KACHU/BECARD/WBLL1*2/BRAMBLING/3/FRNCLN*2/TECUE #1 y STLN/MUNAL #1//2*BORL14, líneas que superan el rendimiento de grano del mejor testigo comercial, además de presentar resistencia al complejo de royas, lo cual las convierte en materiales prometedores para ser liberadas como nuevas variedades de trigo harinero para el sur de Sonora, México.

Literatura Citada

FAOSTAT 2018. Producción mundial de cereales 2016. www.fao.org/statistics/es.

Figuerola L. P., G. Fuentes D., J. M. Cortés J., L. M. Tamayo E., P. Félix V., J. E. Ortiz E., I. Armenta C., V. Valenzuela H. G. Chávez V. y J.L. Félix F. 2011. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Folleto para productores N° 39. Cd. Obregón, Sonora, México.

SIAP. 2018. 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>.

SIAP. 2019. 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>.

EVALUACIÓN DE UN ENSAYO DE RENDIMIENTO DE TRIGO HARINERO CON CARACTERÍSTICAS DE ADAPTABILIDAD AL ESTRÉS ABIÓTICO EN EL VALLE DEL YAQUI

Chávez Villalba Gabriela¹, Solis Moya Ernesto², Alvarado Padilla Jorge Ivan³, Piñera Chávez Francisco Javier⁴, Días Ceniceros Huizar Leonardo¹, Buitimea Valenzuela Maritza Janeth¹

Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP¹, INIFAP-Bajío², INIFAP-Mexicali³, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo-México⁴. chavez.gabriela@inifap.gob.mx

Resumen

Se estudió la variabilidad en rendimiento de grano (RG), biomasa (BM), peso de mil granos (PMG) y proteína en grano (PG) del octavo ensayo de trigo harinero con características de adaptabilidad al estrés abiótico (8vo SATYN) conformado por 31 líneas experimentales más dos variedades comerciales. Con un diseño experimental Alfa látice 3x11 con dos repeticiones. La siembra se estableció en fecha tardía para estudiar el comportamiento agronómico bajo condiciones de calor en el Campo experimental Norman E. Borlaug (CENEB) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestal Agrícola y Pecuaria (INIFAP). El análisis de varianza muestra diferencias significativas para las variables RG, PMG y PG. Borlaug 100, la variedad testigo más sembrada en el noroeste de México, fue superada en RG por 27 genotipos. Los genotipos 18 y 20 presentaron el mayor RG con 4.54 y 4.41 t ha⁻¹, respectivamente. Los valores de proteína oscilaron entre 11.6 y 15.2%. De los 16 genotipos que superaron el 13.0% de proteína en grano, se encuentran los genotipos 18 y 20. Estas líneas fueron seleccionadas por su alto rendimiento y por presentar proteína arriba del 13% bajo condiciones de estrés por calor.

Palabras clave: Genotipos, Rendimiento y Adaptación

Abstract

The variability in grain yield (RG), biomass (BM), thousand grain weight (PMG) and grain protein (PG) was studied of the eighth stress adaptative trait yield nursery (8th SATYN) conformed by 31 experimental lines plus two commercial varieties. With an experimental design 3x11 Alpha Lattice with two repetitions. Sowing was established at late date to study agronomic behavior under heat stress conditions at the Norman E. Borlaug Experimental Field (CENEB) of the National Institute of Forestry Agricultural and Livestock Research (INIFAP). The analysis of

variance shows significant differences for the variables RG, PMG and PG. Borlaug 100 the check variety most seeded in northwestern Mexico was surpassed in RG by 27 genotypes. Genotypes 18 and 20 had the highest GR with 4.54 and 4.41 t ha⁻¹, respectively. Protein values ranged between 11.6 and 15.2%. Of the 16 genotypes that exceeded 13.0% of protein in grain, genotypes 18 and 20 are found. These lines were selected for their high yield and for presenting protein above 13% under conditions of heat stress.

Key words: Genotypes, Yield and Adaptation.

Introducción

Los efectos del cambio climático han generado condiciones adversas en los cultivos agrícolas a nivel mundial, el estrés por altas temperaturas es el de mayor impacto en la productividad de los cultivos. Se considera que el trigo será el cultivo más afectado, por la estrecha relación entre el rendimiento y con la cantidad de horas frío que requiere este cereal (Argente *et al*, 2017). En la actualidad, los métodos filogenéticos y el manejo agronómico generan incrementos anuales de productividad del trigo de 1.2%, pero para garantizar la seguridad alimentaria de las generaciones futuras, la productividad debería incrementar 2.4% al año. Es por esto que se creó un Consorcio en pro del Potencial de Rendimiento de Trigo (WYC), donde incluyen nuevas tecnologías, como las plataformas de fenotipado avanzado para obtener tolerancia a calor y a sequía, identificando caracteres que aumentan considerablemente el potencial genético del trigo (Reynolds *et. al.*, 2015). Estos caracteres pueden ser el índice de cosecha, biomasa, número de macollos efectivos por planta, granos por espiga y peso de 1000 granos (Alvarado *et al* 2017). El objetivo de este estudio es identificar genotipos de trigo harinero del ensayo 8vo SATYN con alto potencial de rendimiento en condiciones de calor en el valle del Yaqui, Sonora.

Materiales y Métodos

Durante el 2019 se evaluó el 8vo SATYN conformado por en 31 líneas con tolerancia al estrés que ocasiona el calor más dos variedades testigo (Cuadro 1). Se evaluaron en un diseño alfa látice 3x11 con dos repeticiones, bajo condiciones de riego normal durante el periodo Otoño-invierno 2018-2019 en el CENEB, Ciudad Obregón, Sonora. La unidad experimental consistió de dos surcos con una longitud de 5 m, a 0.8 m de separación y con una densidad de 70 kg ha⁻¹. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de grano (RG), biomasa (BM), peso de mil granos (PMG) y proteína en grano (PG) al 12.5% de humedad. Para el análisis de varianza se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9.3 y la comparación de medias se usó la prueba Tukey (p < 0.05).

Cuadro 1. Genotipos evaluados en el 8vo Ensayo de rendimiento bajo estrés adaptativa.

CRUZA	#
CIANO M2018	1
SOKOLL/WBLL1/5/W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1	2
SOKOLL/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1	3
SOKOLL/WBLL1/4/2*PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1	4
CIT71/CPT//AE.SQUARROSA (629)/4/2*PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1	5
CIT71/CPT//AE.SQUARROSA (629)/4/2*PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1(8)	6
IWA8611532/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/BABAX/LR42//BABAX/3/ER20 00	7
IWA8611532/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/BABAX/LR42//BABAX/3/ER20 00	8
W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/IWA8612414/6/BABAX/LR42//BABA X/3/.	9
W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/OAX92.2.5/6/BABAX/LR42//BABAX/ 3/E.	10
BAV92/SERI	11
PBL94.14.30/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/BABAX/LR42//BABAX/3/ER20 00	12
PBL94.14.30/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/BABAX/LR42//BABAX/3/ER20 00	13
MEX94.15.34/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/BABAX/LR42//BABAX/3/ER20 00	14
SOKOLL/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2* BAU	15
SOKOLL/5W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/6/SOKOLL/3/PASTOR//H XL75	16
SOKOLL/5W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/6/SOKOLL/3/PASTOR//H XL75	17
ALTAR84/AE.SQUARROSA	18
(895)/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/BABAX/LR42//	
MEX94.27.1.20/3/SOKOLL//ATTILA/3*BCN/4/PUB94.15.1.12/WBLL1	19
SHAG_22/AE.SQUARROSA (721)//WHEAR/KRONSTAD	20
F2004/7/SHA7/VEE#5/5/VEE#8//	
CROC_1/AE.SQUARROSA (517)//KACHU/3/BAJ #1	21
68.111/RGB-	22
U//WARD/3/AE.SQUARROSA(452)/4/2*OASIS/SKAUZ//4*BCN/5/NAVJ07/6/ W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1	23
SOKOLL/WBLL1	24
SCOOP_1/AE.SQUARROSA (634)//KACHU/3/BAJ #1	25
SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU/4/PARUS/PASTOR	26
PUB94.15.1.12/WBLL1	27
BAJ #1	28
BORLAUG100 F2014	29
SOKOLL	30
FRANCOLIN #1	31
SOKOLL/WBLL1	32
JNRB.5/PIFED/5/BJY/COC//PRL/BOW/3/SARA/THB//VEE/4/PIFED	33

Resultados y discusión

Análisis estadístico. En el Cuadro 2 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza, detectándose diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$) entre genotipos para todas las variables evaluadas.

Cuadro 2. Análisis de varianza para rendimiento de grano (RG), peso de mil granos (PMG), biomasa (BM) y proteína en grano (PG) del 8vo SATYN.

FV	G.L	RG	PMG	BM	PG
REP	1	0.22	0.14	0.06	0.18
SUB(REP)	2	0.11	0.20	1.37	0.20*
GENOTIPO	32	0.75**	32.1**	2.28	1.80**
ERROR	30	0.31	3.12	1.91	0.05
TOTAL	65				
CV		18.0	4.2	25.0	1.7

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; RG= Rendimiento en kilogramos por ha⁻¹; PMG= Peso de mil granos; BM=Biomasa en t ha⁻¹; PROT=Proteína en %

En el cuadro 3 se observa que los genotipos 18 y 20 superan a todos los materiales evaluados para las variables RG, con 4.53 y 4.40 t ha⁻¹, y BM, con 7.45 y 7.20 t ha⁻¹, respectivamente. El menor RG lo presentó el genotipo 33 con 2.12 t ha⁻¹. Estos resultados sugieren que en condiciones de calor o en siembras tardías en el valle del Yaqui, la fotosíntesis jugó un papel muy importante en el llenado del grano al mantener una alta tasa de crecimiento del cultivo y acumulación de materia seca en genotipos que superaron los rendimientos de Borlaug 100, variedad más sembrada por su potencial de rendimiento en el noroeste de México. El PMG es un rasgo importante desde el punto de vista industrial, porque se relaciona con la extracción de harina, el valor más alto lo obtuvo la línea 7 con 53.2 g y el más bajo fue registrado por la línea 28 con 34.1 g. Mientras que Borlaug 100 y CIANO M2018 registraron un PMG de 38.7 y 43.7 g, ocupando el lugar 26 y 11 respectivamente. El contenido de PG osciló entre 11.6 y 15.2 % para las líneas 3 y 7 respectivamente. Con 14.2 % CIANO M2018, ocupó el lugar 3 y Borlaug 100 con 13.4% el 9no.

Cuadro3. Comparación de medias para rendimiento de grano (RG), peso de mil granos (PMG), biomasa (BM) y proteína en grano (PG) del 8vo SATYN.

Cruza	REND (t ha⁻¹)	PMG (g)	BM (t ha⁻¹)	PG (%)
18	4.54a	43.33bcdefg	7.2a	13.16efghijk
20	4.41a	38.87defghi	7.45a	13.11efghijkl
30	4.0ab	43.12bcdefg	6.29a	11.96mn
19	3.95ab	40.61cdefghi	6.15a	11.66n
16	3.82ab	42.92cdefg	6.98a	12.7ghijklm
4	3.67ab	37.1ghi	6.62a	11.91mn
6	3.66ab	40.75cdefghi	6.91a	11.71n
24	3.59ab	40.66cdefghi	7.08a	12.02lmn
17	3.43ab	43.67bcdefg	6.01a	12.26jklmn
2	3.42ab	45.49bcde	5.69a	13.39defgh
23	3.4ab	45.46bcde	4.8a	12.7fghijkl
11	3.16ab	42.05cdefgh	5.46a	12.29ijklmn
27	3.13ab	36.45ghi	6.34a	11.91mn
3	3.1ab	40.1cdefghi	5.52a	11.64n
15	3.04ab	47.19abc	5.76a	14.2bcd
12	2.98ab	41.42cdefghi	4.23a	12.46hijklmn
8	2.97ab	46.4abc	5.17a	13.82bcde
13	2.93ab	44.79bcdef	4.8a	12.74fghijkl
21	2.83ab	36.38ghi	4.74a	13.71bcdef
7	2.8ab	53.22a	5.92a	15.25a
26	2.77ab	42.74cdefg	6.29a	14.64ab
28	2.74ab	34.09i	5.46a	12.17klmn
25	2.73ab	42.94cdefg	5.18a	13.35defgh
15	2.72ab	46.41abc	5.12a	13.91bcde
31	2.63ab	35.18hi	5.27a	13.14efghij
22	2.62ab	40.07cdefghi	3.94a	13.22efghi
9	2.59ab	46.19abcd	4.09a	13.46cdefg
29	2.56ab	38.68efghi	4.44a	13.44cdefg
32	2.41b	37.96fghi	4.52a	11.94mn
1	2.34b	43.57bcdefg	4.14a	14.47ab
10	2.23b	50.39ab	6.78a	14.38abc
14	2.22b	45.5bcde	4.45a	13.2efghij
33	2.12b	38.56efghi	3.24a	12.85fghijkl
DMS	2.02	7.39	5.8	0.95

DMS = Diferencia mínima significativa; Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p < 0.05$).

Conclusiones

En el 8vo ensayo de rendimiento bajo estrés por calor se identificaron a las líneas **18** (ALTAR84/AE.SQUARROSA(895)/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/BABAX/LR42//BABAX/3/ER2000) y **20** (SHAG_22/AE.SQUARROSA(721)/WHEAR/KRONSTADF2004/7/SHA7/VEE#5/5/VEE#8//JUP/BJY/3/F3.71/TRM/4/2*WEAVER/6/SKAUZ/PARUS//PARUS) como

genotipos sobresalientes por superar el rendimiento de Borlaug 100 y por mostrar alto contenido de proteína en grano con 13.16 y 13.11% respectivamente.

Literatura Citada

Alvarado P., J. I, E. Solís M., G. Molero, M. A. Camacho C. y A. Espinoza R. 2017. Evaluación del 1er ensayo de características de adaptación a estrés (1er. ST. SATYN) en trigo bajo condiciones del Valle de Mexicali, B.C. 724-732 p.

Argente M., L., J. Garatuza P., M. M. Armendáriz O., E. A. Yépez G., J. T Arredondo M. y j. González A. 2017. Estrés térmico en cultivo del trigo. Implicaciones fisiológicas, bioquímicas y agronómicas. Cultivos Tropicales 38(1): 57-67.

Reynolds, M. P., M. Tattaris, C.M. Cossani, Ellis, M., K. Yamaguchi-Shinozaki and C. Saint-Pierre. 2015. Exploring genetic resources to increase adaptation of 732 wheat to climate change. *In*: Advances in Wheat Genetics: From Genome to Field. Springer. Eds. Ogihara, Y., Takumi, S., and Handa, H. Japan.

DIVERSIDAD MORFOLÓGICA DE SEMILLAS DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) CONSERVADAS EN EL CNRG-INIFAP

Contreras-Toledo, Aremi Rebeca^{1*}, Pichardo González, Juan Manuel¹, Cruz Cárdenas, Carlos Iván¹, Guzmán Rodríguez, Luis Felipe¹, Bautista Ramírez, Edgardo²

¹Centro Nacional de Recursos Genéticos - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Boulevard de la Biodiversidad No. 400. Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

C.P. 47600. [*contreras.aremi@inifap.gob.mx](mailto:contreras.aremi@inifap.gob.mx). ²Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Boulevard de la Biodiversidad No. 2470, Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600.

Resumen

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una importante fuente de alimentación y uno de los cultivos de mayor importancia socio-económica para México. Sin embargo, existe una limitada disponibilidad de datos de caracterización en los bancos de germoplasma que permita el desarrollo de estrategias de conservación y utilización sustentable de los recursos genéticos. El objetivo de esta investigación fue evaluar la diversidad morfológica de las semillas de frijol común que se encuentran resguardadas en el Centro Nacional de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Se evaluaron 20 accesiones de frijol común en las cuales se midieron 13 variables en cuatro repeticiones de 25 semillas por accesión y se realizó un análisis de componentes principales y un análisis de conglomerados. Los tres primeros componentes reúnen el 84.7% de la variabilidad total existente. La proyección en los dos primeros componentes principales permite identificar agrupamientos entre las accesiones. Los resultados sugieren una amplia variabilidad morfológica en las semillas. Esta información permitirá potenciar su conservación y uso en programas de mejoramiento.

Palabras clave: caracterización morfológica, conservación, diversidad

Abstract

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a significant source of food and is one of the most socio-economically important crops of Mexico. However, there is limited availability of characterization data in gene banks for the development of conservation strategies and sustainable utilization of the genetic resources. The objective of this research was to evaluate the morphological diversity of common bean seeds conserved at the National Genetic

Resources Center of the National Institute of Crops, Forestry and Livestock Research. Twenty accessions of common bean were evaluated on which 12 variables were measured in four replicas of 25 seeds each. A principal component analysis and a cluster analysis were performed. The first three principal components explain 84.7% of the variation. The projection of the accessions in the first two principal components allowed the identification of clusters among the accessions. These results suggest a wide morphological variation in seeds, enhancing their conservation and use in breeding programs.

Key words: morphological characterization, conservation, diversity

Introducción

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una importante fuente de proteína (FAO, 2019) y uno de los principales cultivos en México (SIAP, 2019). Sin embargo, los efectos del cambio climático, degradación del suelo, sobrepoblación, la pérdida del hábitat debido al cambio de uso del suelo, contaminación, sobre-explotación de los recursos naturales, entre otros factores, contribuyen a la erosión genética y pérdida de la agrobiodiversidad y reducción de la productividad de los cultivos (Challenger et al. 2009). El desarrollo de variedades tolerantes a estrés biótico y abiótico es una de las principales innovaciones para la adaptación al cambio climático en la agricultura (Dinesh, Campbell, Bonilla-Findji y Richards, 2017). La evaluación sistemática de las accesiones es una de las etapas críticas durante la identificación de germoplasma adecuado para los programas de mejoramiento y para un manejo efectivo de la diversidad en los bancos de semillas (Challinor et al., 2016). No obstante, existe una limitada disponibilidad de datos de caracterización en los bancos de germoplasma (Molina y Córdova, 2006; FAO, 2010), por lo que el objetivo del presente trabajo fue analizar la diversidad morfológica de las semillas de frijol común que se encuentran resguardadas en el Centro Nacional de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Materiales y Método

Se evaluaron 20 accesiones de frijol común sembradas durante el ciclo verano-otoño del 2018, de las cuales 7 fueron de hábito I, 4 de hábito II, 3 de hábito III y 6 de hábito IV. Se registraron 12 variables en un total de 100 semillas de cada accesión (cuatro repeticiones de 25 semillas), relacionadas al tamaño, forma y color: área (A), perímetro (PE), circularidad (CI), longitud (LO), ancho (AN), espesor (ES), relación de forma (AR), color dominante (CD), color secundario (CS), número de colores (NC), distribución de color secundario (DC), patrón de color secundario (PC).

Las mediciones se tomaron sobre imágenes digitalizadas utilizando el software ImageJ v.1.52a (Ferreira y Rasband, 2018). A partir de la matriz estandarizada de datos de las variables se realizó un análisis de componentes principales (ACP) y un análisis de conglomerados. Los análisis se llevaron a cabo en NTSYSpc v.2.1 (Rohlf, 2008).

Resultados y Discusión

El ACP muestra que los tres primeros componentes reúnen el 84.7% de la variabilidad total existente en las accesiones. El primer componente principal (CP1) acumula el 49.7% de dicha variabilidad, mientras que el segundo (CP2) y tercer componente (CP3) recolectan el 20.6%, 14.3%, respectivamente. Las variables que más contribuyeron al CP1 fueron A, PE, CI, LO y CS. Asimismo, las variables que más contribuyeron en el CP2 fueron el CD y PC, mientras que el AN y CD fueron las variables que más influyeron al CP3. La proyección de las accesiones en los dos primeros componentes (Figura 1) permite apreciar la formación un grupo en el cuadrante II integrado por dos accesiones (1 y 9) de semillas de color azufrado con valores de área y circularidad similares. Por otro lado, se ubicaron dos accesiones (13 y 18) separadas en el cuadrante IV caracterizadas por presentar un color secundario con diferente patrón de distribución. Un segundo grupo ubicado entre los cuadrantes I, II, III y IV concentra al resto de las accesiones.

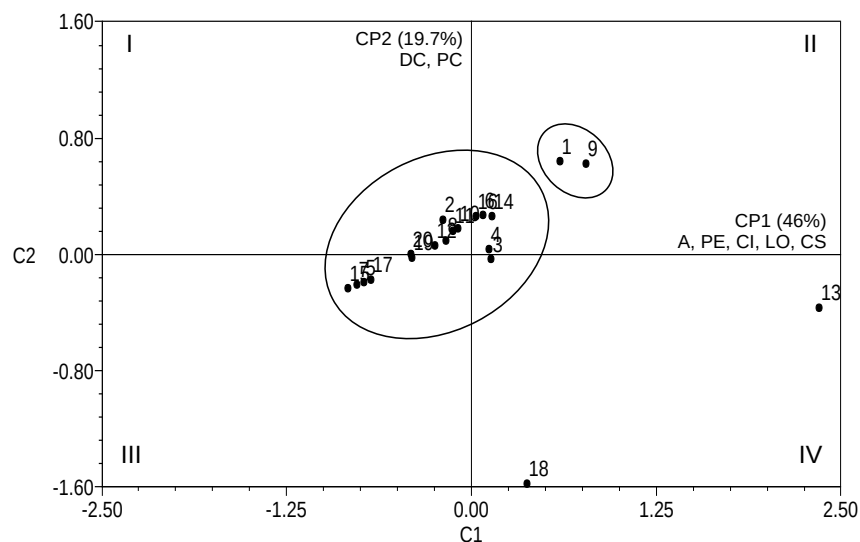


Figura 1. Proyección de las 20 accesiones de *Phaseolus vulgaris* L. en los Componentes Principales 1 y 2 (CP1 y CP2) con base en características morfológicas de semilla. Se indican las variables de mayor influencia en cada componente.

Agrupamientos similares fueron identificados en el análisis de conglomerados (Figura 2), sugiriendo una congruencia en las asociaciones entre las accesiones y una amplia variabilidad en las accesiones evaluadas. Resultados similares fueron reportados por Lépiz Ildelfonso et al. (2010) quienes observaron altas diferencias morfológicas en frijoles domesticados, en relación a otros tipos. Asimismo, Vargas-Vázquez et al. (2008) reportaron una variabilidad genética significativa en frijol común, estimada con base en datos de pasaporte, características de la planta, semilla, rendimiento y reacción a enfermedades.

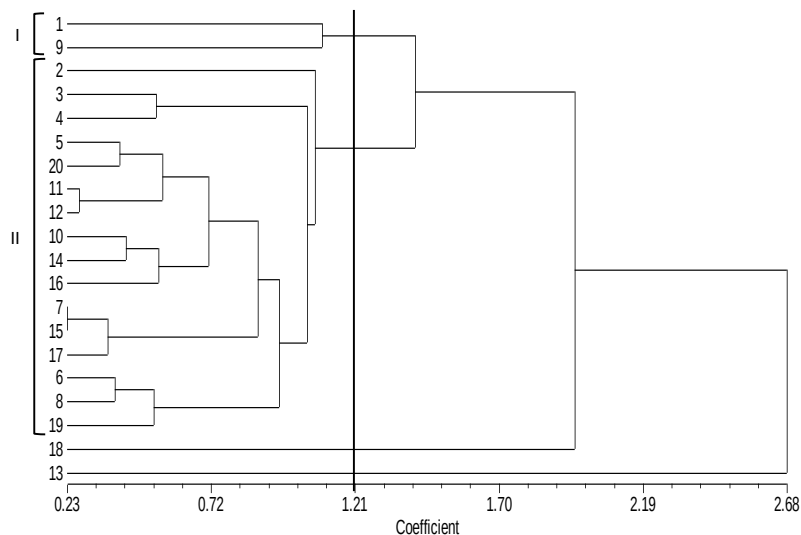


Figura 2. Agrupamiento de las 20 accesiones de *Phaseolus vulgaris* L. analizadas con base en características morfológicas de semilla.

Conclusiones

Los resultados anteriores permitieron establecer diferencias en variables de tamaño, forma y color entre las accesiones, identificando una amplia diversidad morfológica de las semillas. La información generada sobre la diversidad de las accesiones de frijol resguardadas el CNRG-INIFAP permitirá potenciar su conservación y uso en programas de mejoramiento.

Literatura Citada

Challenger, A., Dirzo, R., López Acosta, J.C., Mendoza, E., Lira-Noriega E. y Cruz, I. (2009). Factores de cambio y estado de la biodiversidad. Pp. 37-73. En: *Capital natural de México Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. R. Dirzo, R. González y I.J. Marcha (comps.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. México.

Challinor, A.J., Koehler, A.-K., Ramirez-Villegas, J., Whitfield, S. y Das, B. (2016). Current warming will reduce yields unless maize breeding and seed systems adapt immediately. *Nature Climate Change*, 6, 954-958. DOI: 10.1038/nclimate3061.

Dinesh, D., Campbell, B., Bonilla-Findji, O. y Richards, M. (eds.) (2017). *10 best bet innovations for adaptation in agriculture: A supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines*. CCAFS Working Paper no. 215. Wageningen, The Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Recuperado de www.ccafs.cgiar.org.

FAO (2010). *The Second Report on the State of the World's plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization. FAO of the United Nations Rome.

FAO (2019). FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/>.

Ferreira, T. y Rasband, W. (2018). *ImageJ 1.52b*. National Institutes of Health. Recuperado de <https://imagej.nih.gov/ij/docs/index.html>.

Lépiz Ildelfonso, R., López Alcocer, J.J., Sánchez González, J.J., Santacruz-Ruvalcaba, F., Nuño Romero, R. y Rodríguez Guzmán, E. (2010). Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(1), 21-28. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802010000100005.

Molina, J.C. y Córdova, L. (eds.) (2006). *Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México.

Rohlf, F.J. (2008). NTSYSpc: Numerical Taxonomy System, ver. 2.1. Exeter Publishing, Ltd.: Setauket, NY.

SIAP (2019). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

Vargas-Vázquez, M.L.P., Muruaga-Martínez, J.S. Pérez-Herrera, P., Gill-Langarica, H.R., Esquivel-Esquivel, G., Martínez-Damián, M.A., Rosales-Serna, R., y Mayek-Pérez, N. (2008). Caracterización morfoagronómica de la colección núcleo de la forma cultivada de frijol común del INIFAP. *Agrociencia*, 42, 787-797. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000700005.

EFFECTO DE DOS FUENTES DE FOSFATO MONOAMÓNICO SOBRE EL RENDIMIENTO DE TRIGO DURO EN EL VALLE DEL YAQUI

Cortés Jiménez Juan Manuel¹, Ortiz Ávalos Alma Angélica¹, Félix Fuentes José Luis¹, Zazueta Encinas Gerardo¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12. Cd. Obregón, Sonora. C.P. 85000. Correo: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

Resumen

La evaluación se realizó en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, en el ciclo 2018-2019 en un suelo arcilloso con una disponibilidad de 11.5 ppm de fósforo Bray. Se comparó la aplicación al voleo antes de la siembra de 104 unidades de P_2O_5 en forma de MAP estándar 11-52-0 y MAP técnico 12-61-0 de NPK. Se sembró el 13 de diciembre con 105 kg ha⁻¹ de semilla de la variedad Baroyeca Oro C2013 de trigo duro, la cual se estableció en dos hileras separadas a 30 cm. Las fuentes de fósforo se aplicaron en seis surcos de 100 metros de longitud. Se aplicaron cuatro riegos de auxilio y tres aplicaciones de herbicida para el control de correhuela. El lote experimental se fertilizó con 600 kg ha⁻¹ de urea. Se evaluó la producción de biomasa y el rendimiento de grano. Se tomaron cuatro muestras de 4.0 m² por tratamiento. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. No se encontraron diferencias significativas en la producción de biomasa y el rendimiento de grano entre las dos fuentes de MAP evaluadas. El rendimiento de grano obtenido con el MAP estándar fue de 6.400 t ha⁻¹ y 6.843 t ha⁻¹ con el MAP técnico. La diferencia fue de 0.443 t ha⁻¹, cantidad que fue insuficiente para pagar el incremento en costo asociado con el uso de MAP técnico en trigo. Se concluyó que el MAP estándar tiene una mayor relación beneficio/costo en este cultivo.

Palabras clave: fertilización fosfatada, map técnico

Abstract

The evaluation was carried out in the Norman E. Borlaug Experimental Field, in the 2018-2019 cycle in a clay soil with an availability of 11.5 ppm of Bray phosphorus. The broadcasting application before sowing date, of 104 P_2O_5 units in the form of standard MAP 11-52-0 and technical MAP 12-61-0 of NPK was compared. It was sown on December 13 with 105 kg ha⁻¹ of seed of the Baroyeca Oro C2013 variety of durum wheat, which was established in two rows 30 cm separated. Phosphorus sources were applied in six rows of 100 meters long. Four irrigations

were applied. Three herbicide applications were applied to *Convolvulus arvensis* L. control. The experimental plots were fertilized with 600 kg ha⁻¹ urea. Biomass production and grain yield were evaluated. Four samples of 4.0 m² were taken per treatment. A randomized block design with four repetitions was used. No significant differences were found in biomass production and grain yield between the two MAP sources evaluated. The grain yield obtained with the standard MAP was 6.400 t ha⁻¹ and 6.843 t ha⁻¹ with the technical MAP. The difference was 0.443 t ha⁻¹, an amount that was insufficient to pay for the increase in cost associated with the use of technical MAP in wheat. It was concluded that the standard MAP has a higher benefit / cost ratio in this crop.

Key words: Phosphate fertilization, technical map

Introducción

En el estado de Sonora, se cosecharon durante el ciclo otoño-invierno 2018-2019, 260,326 hectáreas de trigo, se generó una producción de 1,795,238 toneladas y se obtuvo un rendimiento de 6.896 t ha⁻¹. En el distrito de Cajeme que comprende los municipios de Benito Juárez, BÁCUM, Cajeme, Etchojoa, Guaymas, Navojoa y San Ignacio Río Muerto, se cosecharon 151,267 hectáreas con una producción de 1,061,256 toneladas y un rendimiento de 7.016 t ha⁻¹. El rendimiento correspondiente a cada municipio fue de 7.689, 6.983, 7.083, 7.120, 6.082, 6.557 y 6.829 t ha⁻¹ respectivamente (SIAP, 2019). Clima, suelo y manejo agronómico, se conjugan para obtener altos rendimientos en la región, sin embargo, en tierra rentada, la relación beneficio/costo no es favorable sin la aplicación de subsidios. La fertilización representa el principal costo de producción en este cultivo. En el Valle del Yaqui, se aplica fósforo prácticamente en todos los tipos de suelo y en toda la variedad de cultivos que se siembran en la región. A través del tiempo, se han evaluado todas las fuentes de fósforo que se comercializan en la zona y los resultados no han permitido recomendar una fuente diferente al fosfato mono amónico o MAP, que tiene una concentración 11-52-0 de NPK (Cortés, Fuentes, Ortiz, Tamayo *et al.*, 2011; Cortés, 2015; Cortés, Ortiz y Beltrán, 2016; Cortés, Ortiz, Madrid y Rivera, 2017). La comparación del MAP estándar con el MAP técnico que contiene 12-61-0 de NPK, nunca se ha realizado en trigo en la región. El MAP técnico cuesta 31,000 pesos la tonelada, y el MAP estándar \$10,560, precios al 30 de agosto de 2019. La dosis financiable es de 100 kg ha⁻¹, sin embargo, el productor no hace análisis de suelo y aplica 150 kg ha⁻¹, lo que representa un costo de \$1,584 por hectárea para el MAP estándar y \$4,650 si utilizara MAP técnico, para una diferencia de \$3,066 por hectárea, que representan 650 kg de grano si el precio del trigo cristalino se estima en \$4,750 por tonelada. El objetivo de esta evaluación, fue

comparar el efecto de dos fuentes de fosfato mono amónico sobre el rendimiento y el beneficio/costo en trigo cristalino en el Valle del Yaqui, Sonora.

Materiales y Métodos

La evaluación se realizó en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) del INIFAP, durante el ciclo otoño-invierno 2018-2019 en un suelo de textura arcillosa, con una disponibilidad de 11.5 ppm de fósforo Bray. El CENEB se encuentra a 27°22'06.41" N y 109°55'18.69" W. Se preparó el suelo con tres rastreos, nivelación y se surcó a 80 cm de separación. Enseguida se aplicó en banda 200 kg ha⁻¹ de urea. Posteriormente, se aplicaron al voleo 104 unidades de P₂O₅ en forma de MAP estándar 11-52-0 y MAP técnico 12-61-0 de NPK y se dio un paso de cultivadora para incorporarlos superficialmente. Se aplicó el riego de presiembra y al dar punto de humedad el terreno, se aplicó un desecante para el control de correhuela y tres días después se escarificó con triple barra. Se sembró el 13 de diciembre con 105 kg ha⁻¹ de semilla de la variedad Baroyeca Oro C2013 de trigo duro, la cual se estableció en dos hileras de plantas separadas a 30 cm. Las fuentes de fósforo se aplicaron en seis surcos de 100 metros de longitud (Figura 1).



Figura 1. De izquierda a derecha; aplicación de desecante, escarificación y siembra de trigo.

Se aplicaron 4 riegos de auxilio. A los 32 días después de la siembra (dds) se aplicó herbicida para el control de correhuela e insecticida para control de pulgón. A los 36 dds, se cultivó y se aplicaron en banda 200 kg ha⁻¹ de urea, dos días después se regó. A los 65 dds, se aplicó nuevamente herbicida para el control de correhuela y a los 69 dds se cultivó y se aplicaron en banda 200 kg ha⁻¹ de urea, al día siguiente se aplicó el segundo riego de auxilio.

Se destaca que el suelo donde se realizó esta evaluación, fue nivelado hace 6 años y tuvo un corte de 50 cm, con lo cual toda la capa arable fue removida hacia la parte baja del terreno. Derivado de lo anterior, el suelo quedó con muy baja disponibilidad de fósforo y es tiempo que

aún no se recuperan los niveles de este elemento. Un problema adicional, es la alta infestación de maleza que existe, lo cual representa una fuente de competencia por agua y nutrientes para el cultivo. Por otra parte, la alta infestación de maleza es una condición representativa de la mayoría de los terrenos en el Valle del Yaqui (Figura 2).



Figura 2. Infestación de maleza perenne desde emergencia del cultivo hasta antes de la cosecha.

Para la evaluación del rendimiento de grano, se cortaron con hoz cuatro muestras de 4.0 m² por tratamiento. Se determinó biomasa total y peso de grano. Las muestras se desgranaron en trilladora estacionaria. La información se analizó en un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones.

Resultados y Discusión

No se encontraron diferencias significativas en la producción de biomasa y el rendimiento de grano entre las dos fuentes de MAP evaluadas (Cuadro 1 y 2).

Cuadro 1. Análisis de varianza para la determinación de la biomasa del cultivo

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Probabilidad
Repeticiones	3	3.03	1.010	3.61	0.1597
Tratamientos	1	0.10	0.099	0.35	0.5937
Error	3	0.84			
Total	7	3.97			

C.V: 3.48%

El rendimiento de grano obtenido con el MAP estándar fue de 6.400 t ha⁻¹ y 6.843 t ha⁻¹ con el MAP técnico. La diferencia fue de 0.443 t ha⁻¹, cantidad inferior a las 0.65 t ha⁻¹ de incremento en producción que se requieren para pagar el incremento en costo asociado con el uso de MAP técnico. Por lo anterior, se considera que el MAP estándar tiene un mayor beneficio/costo.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la determinación del rendimiento de grano

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Probabilidad
Repeticiones	3	1.34	0.447	1.98	0.2948
Tratamientos	1	0.39	0.392	1.73	0.2795
Error	3	0.68	0.226		
Total	7	2.41			

C.V: 7.18%

Dada la diferencia en costos entre las fuentes de fósforo evaluadas, se esperaba que la rentabilidad fuera favorable para el MAP estándar que es el más utilizado por los productores de la región. Sin, embargo, los rendimientos obtenidos en este experimento, son menores a la media de rendimiento reportada en el municipio de Cajeme, lo cual se atribuye a que se requiere una mayor dosis de fósforo. Además, la investigación se condujo en interacción con la infestación de correhuela, cuyo impacto está siendo analizado a través de las extracciones unitarias de nutrimentos que realizó esta maleza.

Conclusiones

El MAP técnico incrementó el rendimiento de grano, pero no de manera significativa. El incremento en rendimiento no fue suficiente para pagar el aumento en el costo del fertilizante. El MAP estándar es la fuente más rentable de fósforo en el cultivo de trigo en el Valle del Yaqui.

Literatura citada

Cortés, J., J.M., Ortiz, A.A.A., Madrid, C.M. y Rivera, G.M. 2017. Efecto residual de fuentes y dosis de fósforo, en el rendimiento de trigo en el valle del Yaqui, Sonora. Memoria de la XXIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México. pp 98-102.

Cortés, J., J.M., Ortiz, A.A.A. y Beltrán, S. 2016. Respuesta del trigo a la fuente y dosis de fósforo en un suelo arcilloso del Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. León, Guanajuato, México. pp 622-626.

Cortés, J., J.M. 2015. Fertilizantes químicos convencionales y de liberación lenta o controlada. *In*: Hernández-Tejeda, T. (Ed). Buenas prácticas para el uso de fertilizantes en México. Libro Técnico Núm. 9. CENID-COMEF, INIFAP. México, D. F. pp. 99-112.

Cortés, J., J.M., Fuentes, D.G., Ortiz, E.J.E., Tamayo, E.L.M., Cortez, M.E, Ortiz, A.A.A., Félix, V.P. y Armenta, C.I. 2011. Agronomía del trigo en el sur de Sonora. Libro Técnico No. 6. CENEB-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. 238 pp.

SIAP. 2019. SISTEMA DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA. SADER. MÉXICO

LÍNEAS CANDIDATAS PARA EL SUR DE SONORA DEL ENSAYO NACIONAL DE TRIGOS HARINEROS DE RIEGO

Díaz Ceniceros Huizar Leonardo¹, Borbón Gracia Alberto¹, Chavez Villalba Gabriela¹,
Villaseñor Mir Héctor Eduardo², Hortelano Santa Rosa René² y Fuentes Dávila
Guillermo¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug. km. 12. Cajeme, Obregón, Sonora, México. (diaz.huizar@inifap.gob.mx). ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km. 13.5, Carretera Los Reyes-Texcoco. Coatlinchán, Texcoco, Edo. de México

Resumen

Los mejoradores de trigo (*Triticum aestivum* L.) contemplan estrategias que son la base para la generación e identificación de líneas sobresalientes, el programa de mejoramiento genético del INIFAP a través de los Ensayos Nacionales de Trigos Harinero de Riego (ENTRI's) se enfoca en conocer el efecto fenotípico de cada cultivar a través del comportamiento en múltiples ambientes. El objetivo de la presente investigación es presentar las líneas avanzadas de trigos harineros con alto rendimiento como candidatas a nuevas variedades para el sur de Sonora. El ensayo se integró por 39 líneas experimentales y 11 variedades testigos. Se evaluaron en un diseño experimental Alfa Látese con dos repeticiones, bajo riego restringido y normal. La unidad experimental consistió de dos surcos de 3.0 m de longitud, con distancia entre surcos de 0.8 m y a una densidad de 100 kg ha⁻¹. Para riego normal (RN) se identifican las líneas 27, 21, 15 y 13, y para riego limitado (RL) las líneas 23, 21 y 13 que superan en rendimiento a Borlaug 100 de 11 a 156 kg ha⁻¹ y de 31 a 219 kg ha⁻¹, respectivamente. La línea 24 presenta el mayor contenido proteico, mientras que las líneas élite 21 y 13 presentan bajo contenido de proteína (11.6 %). El porcentaje de proteína en el grano se puede aumentar con un manejo agronómico apropiado y de esta forma mejorar la productividad en el sur de Sonora.

Palabras Claves: *Triticum aestivum* L., rendimiento, riego restringido.

Abstract

Wheat (*Triticum aestivum* L.) breeders contemplate strategies that are the basis for the generation and identification of outstanding lines, the INIFAP's genetic improvement program through national bread wheat trials (ENTRI's) under irrigation focuses on knowing the genotypic

effect of each cultivar through the behavior in multiple environments. The objective was to present the bread wheat advanced lines with high yield as candidates for new varieties for southern Sonora. The trial was integrated by 39 experimental lines and 11 control varieties. They were evaluated in an experimental Alfa Lattice design with two repetitions, under restricted and normal irrigation. The experimental unit consisted of two furrows of 3.0 m in length, with distance between furrows of 0.8 m and at a density of 100 kg ha⁻¹. For normal irrigation (RN) lines 27, 21, 15 and 13 are identified, and for limited irrigation (RL) lines 23, 21 and 13 that outperform Borlaug 100 from 11 to 156 kg ha⁻¹ and 31 to 219 kg ha⁻¹, respectively. Line 24 has the highest protein content, while elite lines 21 and 13 have low protein content (11.6 %). The percentage of protein in the grain can be increased with proper agronomic management and thus improve productivity in southern Sonora.

Keywords: *Triticum aestivum* L., grain yield, limited irrigation.

Introducción

Los cereales son la fuente de energía dietética más importante y continuarán siendo la principal fuente de alimentos para la humanidad (Serna-Saldívar, 2010). El trigo (*Triticum* spp.) es el segundo cereal con mayor producción a nivel mundial solo por debajo del maíz, pero superior al arroz y la cebada. En el 2017 alcanzó una producción mundial de 771 millones de toneladas con un promedio de 3.5 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2019). En México, el estado de Sonora durante el ciclo 2017-2018 sembró una superficie de 223,373 ha y alcanzó una productividad de 6.5 t ha⁻¹, ambas cifras lo convierten en la principal zona productor del país. En esta región la siembra de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) se incrementó durante los últimos 3 años (2016 al 2018), pasó de una superficie de 30,958 a 41,965 ha (SIAP, 2019); con base en lo anterior y en las políticas del gobierno entrante (para combatir el desabasto nacional de trigo harinero) se espera que la superficie continúe en aumento. Por lo anterior, es importante contar con genotipos con alto potencial de rendimiento, resistencia a royas que constantemente amenazan la producción (Huerta *et al.*, 2014) y que se adopten rápidamente por los productores. Las líneas identificadas como posibles candidatas pertenecen al Ensayo Nacional de Trigos Harineros de Riego del programa de mejoramiento del INIFAP que año con año se siembra a lo largo del territorio nacional (Villaseñor, 2015). El objetivo de este trabajo fue presentar las líneas avanzadas de trigos harineros con alto rendimiento, resistencia a royas y con alto porcentaje de proteína candidatas a nuevas variedades para el sur de Sonora.

Materiales y Métodos

El Dieciseisavo Ensayo Nacional de Trigos Harineros para riego (16voENTRI-Hari) durante el ciclo agrícola O-I/2018-19 se estableció en terrenos del Campo Experimental Norman E. Borlaug. El ensayo se integró 39 líneas experimentales y 11 variedades testigos (50 genotipos en total). Se evaluaron en un diseño experimental Alfa Látice con dos repeticiones, bajo riego restringido y normal, es decir, dos y cuatro riegos de auxilio. La unidad experimental consistió en dos surcos de 3.0 m de longitud, con distancia entre surcos de 0.8 m y una densidad de 100 kg ha⁻¹. El manejo agronómico de este trabajo se realizó bajo las recomendaciones de la guía para producir trigo en el sur de Sonora por Figueroa *et al.* (2011). En la evaluación se tomaron en cuenta el rendimiento de grano, contenido de proteína, respuesta a las enfermedades y características agronómicas. La cosecha se realizó mecánicamente usando una cosechadora experimental (WINTERSTEIGER) con la que se cosechó la totalidad de la unidad experimental. Se realizó un análisis de varianza combinado, con el paquete estadístico SAS 9.4 (2013), en el cual los factores de variación fueron el tipo de riego y genotipos. Se realizó comparación de medias con la prueba Tukey con una confiabilidad de 0.05.

Resultados y Discusión

El rendimiento de grano es uno de los caracteres más afectados por la falta de agua, tal efecto se debe contemplar al momento de seleccionar nuevos genotipos como posibles variedades como respuesta al tipo de riego. Las mermas en rendimiento cuando el riego se restringe en un 50 % fue de 1 150 kg ha⁻¹ (Figura 1).

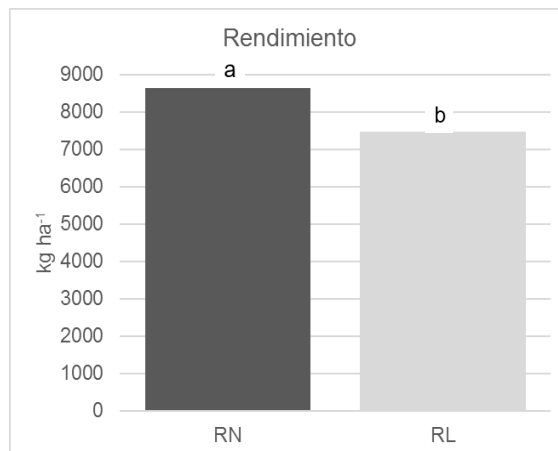


Figura 1. Comportamiento del rendimiento de grano bajo condiciones de riego normal (RN) y riego restringido (RL) del 16voENTRI-Haris en CENEB, O-I/2018-19.

Se lograron identificar 13 líneas sobresalientes del 16voENTRI-Hari (Cuadro 1), donde se observan 4 líneas elite con rendimiento general superior al mejor testigo BORLAUG 100 y 8 líneas superiores al segundo mejor testigo TACUPETO F2001. En detalle para riego normal (RN) se presentan las líneas 27, 21, 15 y 13, mientras para riego restringido (RL) 23, 21 y 13, en ambos casos con promedios superiores a BORLAUG 100. La importancia del efecto genotípico de los materiales evaluados como respuesta a la escasez de agua se refleja en la línea 15, para RN tiene excelente rendimiento, pero en RL se coloca en el último lugar con una diferencia de 401 kg ha⁻¹ con el mejor testigo y entre número de riegos de auxilio de 1, 630 kg ha⁻¹.

Cuadro 1. Media de rendimiento de grano general (MG) en riego normal (RN) y riego restringido (RL), y porcentaje de proteína (Ppt) de las mejores líneas del 16voENTRI-Hari en el CENEB, O-I/2018-19.

Var	LINEA/VARIEDAD	MG	≠	RN*	≠	RL*	≠	Ppt*
21	KSW/SAUAL//SAUAL/3/2*BORL14	8344	136	8896	99	7792	172	11.6
23	WBLL1*2/BRAMBLING//..../2*BORL14	8266	57	8693	-104	7839	219	12.3
27	KACHU/BECARD//..../TECUE #1	8245	37	8953	156	7537	-83	12.2
13	WHEAR/KUKUNA/3/..../9/KACHU	8229	21	8807	11	7651	31	11.6
7	BORLAUG 100 F2014 [■]	8208	0	8797	0	7620	0	12.3
15	KSW/SAUAL//SAUAL/3/REEDLING #1	8034	-174	8849	52	7219	-401	12.2
24	WBLL1*2/BRAMBLING//..../3/2*BORL14	8016	-193	8552	-245	7479	-141	12.5
38	KACHU/BECARD//..../KACHU/KIRITATI	8000	-208	8719	-78	7281	-339	12.2
22	SUP152/BAJ#1/4/..../5/SUP152/BAJ #1	7997	-211	8594	-203	7401	-219	11.6
30	BORL14*2/3/KBIRD//WBLL1*2/KURUKU	7971	-237	8344	-453	7599	-21	11.9
49	BORL14*2/NAVJ07	7945	-263	8438	-359	7453	-167	12.2
17	NELOKI//SOKOLL/EXCALIBUR	7919	-289	8615	-182	7224	-396	11.8
25	ATTILA/3*BCN//.../BECARD/QUAIU #1	7878	-331	8495	-302	7261	-359	12.1
1	TACUPETO F2001 [■]	7872	-336	8276	-521	7469	-151	11.8
41	BORL14*2//MUNAL #1/FRANCOLIN #1	7823	-385	8349	-448	7297	-323	12.3
Tukey (p < 0.05)		DMS	676					0.47
		CV	3.2					0.96

■ = Mejores testigos; ≠ = diferencia en kilogramos con respecto al mejor testigo; * = porcentaje obtenido de muestras de riego normal; DMS = Diferencia mínima significativa; CV = coeficiente de variación.

Las líneas elite 21, 23, 27 y 13 muestran una respuesta semejante, pero con un efecto menor sobre el rendimiento por la escasez de agua. El potencial de rendimiento es la principal característica para seleccionar en programas de mejoramiento genético, sin dejar fuera

resistencia a enfermedades y la calidad del grano. Una característica importante de la calidad en trigo es el contenido proteico del grano; la línea 24 presenta el mayor contenido proteico (12.5 %), seguida por 23 y 27 con porcentajes de proteína del 12.3 y 12.2, respectivamente; las 21 y 13 presentan menor contenido de proteína (11.6 %) (Cuadro 1), que mediante manejo agronómico a base de nitrógeno se puede mejorar.

Conclusiones

En el programa de mejoramiento genético del Campo Experimental Norman E. Borlaug se seleccionaron 13 líneas del dieciseisavo ensayo de rendimiento de trigo harinero para riego con buen rendimiento de grano, características agronómicas favorables y resistencia a enfermedades. Dentro de la selección se contemplan cuatro líneas (21, 23, 27 y 13) que superan el rendimiento general de BORLAUG 100. Además, se presentan ocho líneas con 12.2 a 12.3 % de proteína similar al porcentaje de BORLAUG 100 (12.3 %). A pesar de que las líneas 21 y 13 presentaron menor contenido proteico (11.6 %), éste se puede aumentar si se aplica un apropiado manejo agronómico y mejorar la productividad en el sur de Sonora. Es importante indicar que la línea No. 13 ya tiene cinco años de prueba en los ENTRIS-Harineros (88 evaluaciones), y será propuesta como nueva variedad por el programa nacional de trigo del INIFAP.

Literatura Citada

FAOSTAT (2019) *FAO Statistical Database*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consulted: July 2019. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/E>.

Figuerola L. P., G. Fuentes D., J. M. Cortés J., L. M. Tamayo E., P. Félix V., J. E. Ortiz E., I. Armenta C., V. Valenzuela H., G. Chávez V. & J.L. Félix F. (2011) *Guía para producir trigo en el sur de Sonora*. Cd. Obregón, Sonora, México. INIFAP-CIRNO-CENEB. Folleto para productores N° 39.

Huerta, E. J., M. F. Rodríguez G., H. E. Villaseñor M., R. P. Singh, E. Martínez C., R. Hortelano S. & E. Espitia R. (2014) *Descripción de las royas del trigo*. Coatlinchán, Texcoco, México. INIFAP-CIRCE-CAVAMEX, Folleto Técnico No. 64. pp.1-32.

SAS (2013) *SAS® 9.4 Statements: Reference*. Cary, NC: SAS Institute Inc

Serna-Saldívar, S. O. (2010) *Cereal Grains Properties, Processing, and Nutritional Attributes*. CRC Press. Boca Raton, FL.

SIAP (2019) *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.

Villaseñor M. H. E. (2015) *Sistema de mejoramiento de trigo en México*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11, pp. 2183-2189.

EFFECTO DE LA PODA DE REJUVENECIMIENTO SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y PRODUCTIVIDAD DEL OLIVO (*Olea europaea* L.) EN LA REGIÓN DE CABORCA, SONORA

Grijalva-Contreras Raúl Leonel¹, Macías-Duarte Rubén¹, López-Carvajal Arturo¹, Robles-Contreras Fabián¹, Valenzuela-Ruiz Manuel de Jesús¹ y López-Córdova Juan Pedro²

¹Investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sitio Experimental Caborca, Sonora. grijalva.raul@inifap.gob.mx. ² Universidad de Sonora. Departamento de Agricultura y Ganadería.

Resumen

Se realizó un experimento para evaluar el efecto de la intensidad de poda de rejuvenecimiento sobre el crecimiento vegetativo y rendimiento en olivo para la producción de aceituna de mesa. El experimento se realizó durante el año del 2014 en la región de Caborca, Sonora en el Campo “San José” donde se evaluaron cinco intensidades de poda (25%, 33%, 50%, poda testigo y árboles sin podar). Los tratamientos se realizaron entre el 10 y 12 de febrero. Se utilizaron árboles de 15 años con distanciamiento de 8x8 m (156 árboles ha⁻¹) con riego por gravedad y del cultivar Manzanilla. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Los principales resultados obtenidos indicaron que los tratamientos de intensidad de poda del 50% y la del 33% fueron los de mayor cantidad de madera podada con 426.0 y 235.5 kg árbol⁻¹, respectivamente. El rendimiento de aceituna fue muy bajo y no presentó diferencia estadística entre los tratamientos y varió de 0.8 a 2.3 t ha⁻¹. La baja en el rendimiento obedece a la alternancia de producción ya que el año pasado se tuvo una producción de 18.0 t ha⁻¹.

Palabras claves: Aceituna, rendimiento, calidad, alternancia

Abstract

An experiment was carried out to evaluate the effect of rejuvenation intensity on vegetative growth and olive yield for table olive production. The experiment was conducted during 2014 year in the “San José” field where five pruning intensities were evaluated (25%, 33%, 50%, pruning farmer and without pruning). The treatments were done at February 10 to 12. Fifteen years old trees with a distance of 8x8 m (156 trees ha⁻¹) were used with surface irrigation and

Manzanilla cultivar. The experimental design used was completely randomized with four replicates. The main results obtained indicated that the pruning intensity treatment at 50% and 33% were those with the higher amount of wood pruned with 426.0 and 235.5 kg tree⁻¹, respectively. The olive yield was very low and showed no statistical difference among treatments and ranged from 0.8 to 2.3 t ha⁻¹. The low yield is due to the alternate production since last year there was a yield of 18.0 t ha⁻¹.

Key Words: Olive fruit, yield, fruit quality, alternate production

Introducción

En México, la superficie plantada de olivo para el 2014 fue de 8,560 ha de las cuales se cosecharon 3,623 ha. La producción nacional en ese año fue muy baja debido a problemas climáticos y solo se produjeron 9,994 toneladas con un valor de la producción de 73.8 millones de pesos. Los principales estados con olivos son Baja California, Sonora y Tamaulipas con una superficie de 4,606, 1,589 y 2,100 ha, respectivamente (SIAP, 2014). Por otro lado, se estima que alrededor del 60% de la producción de olivo se destina para la producción de aceite. El cultivo del olivo ofrece algunas ventajas como son: su alta eficiencia en el uso del agua, tolerancia a la salinidad del suelo y agua sin detrimento en su productividad, y sus productos la aceituna y el aceite son fuertemente demandados por el mercado internacional (Grijalva, López, Navarro y Fimbres, 2010).

El olivo produce, principalmente, en brotes de un año de edad y buena parte de la producción se ubica en los 60-90 cm de periferia de los árboles (García, Fernández, Pastor y Humanes, 2001). Conforme los árboles envejecen su capacidad para producir brotes productivos disminuye y por ello deben rejuvenecerse para recobrar su productividad. En general, estos árboles llegan a ser tan grandes que tienden a sombrear los brotes o áreas inferiores de los mismos y con ello la producción queda confinada en la parte superior, dificultándose la cosecha. Para lograr la renovación de los árboles es conveniente podar ramas gruesas y dejarlas a una altura de 1.8-2.4 m; de preferencia realizar el corte a una rama lateral, así como eliminar cualquier rama que congestione el árbol, dejando de 3-5 ramas en la estructura principal del árbol.

Una vez que se ha llevado a cabo la poda de rejuvenecimiento es normal que, posteriormente, aparezcan una gran cantidad de ramas y brotes a lo largo de las ramas gruesas y en los cortes. Por ello, es necesario llevar a cabo un cuidadoso espaciamiento y raleo de dichos brotes con el fin de formar de nuevo la estructura secundaria del árbol. Posterior a este raleo de brotes o futuras ramas, la poda debe reducirse al mínimo con el fin de que el árbol restablezca su

productividad; en caso contrario, la producción de dichos árboles se verá retrasada más tiempo. En este mismo sentido, es necesario llevar a cabo una reducción de la fertilización nitrogenada a fin de evitar la promoción de un crecimiento vegetativo excesivo; una vez que los árboles restablezcan su capacidad productiva se puede llevar a cabo la aplicación de nitrógeno de manera normal (García *et al.*, 2001; Pastor y Humanes, 1998; Sibbett, 2005).

En poda de producción el productor se limita únicamente en eliminar ramas secas, sombreadas, ramas que pegan en la superficie del suelo y chupones que se desarrollan en la parte basal del tronco. En algunas huertas adultas existe el problema de sombreado provocado por el excesivo crecimiento vegetativo, el cual repercute en la diferenciación floral y baja en el rendimiento. Bajo este esquema el objetivo del presente trabajo fue evaluar cinco intensidades de poda de rejuvenecimiento en olivo cultivar Manzanilla.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó durante el año del 2014 en la región de Caborca, Sonora en el Campo San José localizado a 30° 55' 50" de latitud norte y 111° 56' 55" de longitud oeste. Se evaluaron cinco intensidades de poda (25%, 33%, 50%, poda testigo y árboles sin podar). El criterio de poda fue la eliminación de troncos principales a una altura de 1.0 m. Los tratamientos se realizaron entre el 10 y 12 de febrero. Se utilizaron árboles de 15 años con distanciamiento de 8x8 m (156 árboles ha⁻¹) con riego por gravedad y del cultivar Manzanilla. Esta localidad se encuentra en la parte más fría de la región (Los Chirriones) y el más alejado de la costa, localizado a una altura de 531 msnm. Las prácticas de manejo realizadas durante el año fueron la aplicación de fertilizante el 15 de enero, con la fórmula 60N-19P-26K-2Mg. Durante la floración se realizaron tres aplicaciones artificiales de polen del cultivar Sevillano usando una dosis total de 135 g ha⁻¹. La cosecha de aceituna se realizó del 15 al 18 de agosto en forma manual.

Las variables que se evaluaron fueron peso de la poda (kg), número y peso de brotes (kg), rendimiento (t ha⁻¹). El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones tomando un árbol como unidad experimental. Para la separación de medias se utilizó la prueba de D.M.S. ($p < 0.05$). Los análisis de varianza y las pruebas de medias se obtuvieron con el paquete estadístico UANL (Olivares, 2016).

Resultados y Discusión

El peso de la poda presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El tratamiento de intensidad de poda del 50% y la del 33% fueron los de mayor cantidad de madera podada con 426.0 y 235.5 kg árbol⁻¹, respectivamente y sin diferencia estadística entre ellos. Los tratamientos testigo y poda al 25% tuvieron 67.0 y 179 kg de poda sin diferencia estadística entre ellos al igual que el tratamiento con un nivel de poda del 33%. (Cuadro 1). Estos valores son mayores a los descritos por Grijalva *et al.*, 2010 y es debido a la diferencia en edades de la plantación.

Cuadro 1. Peso de la poda en la evaluación de intensidades de poda en olivo en el Campo San José de los Chirriones.

Intensidades de poda	Peso de la poda (kg árbol ⁻¹)
Sin poda	0 c ^z
Poda Testigo	67.0 bc
25%	179.0 bc
33%	235.5 ab
50%	426.0 a
C.V. (%)	40.8
DMS	205.9

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

El número de brotes presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero sin afectar estadísticamente el peso del brote. Estas variables fueron evaluadas a los 166 días después de la poda.

Cuadro 2. Número y peso de brotes en la evaluación de intensidades de poda en olivo en el Campo San José de los Chirriones.

Intensidades de poda	Número de brotes	Peso de brotes (kg)
Sin poda	0 b ^z	0
Poda Testigo	12.5 b	0.020
25%	162.5 ab	0.275
33%	143.5 ab	0.450
50%	349.5 a	2.000
C.V. (%)	56.6	115.8
DMS	210.0	

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

En el experimento la mayor cantidad de brotes se presentaron en los tratamientos de intensidad de poda del 50% y 33% con 426.0 y 235.5 brotes árbol⁻¹, respectivamente y sin diferencia

estadística entre ellos. En los tratamientos testigo y 25% de poda, el número de brotes fue de 67.0 y 179.0 siendo iguales estadísticamente entre ellos, mientras que el peso de brotes varió de 0.020 a 2.000 kg árbol⁻¹ sin diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadro 2). La emisión de brotes en el tronco coincide con lo reportado por García *et al.*, 2001; Pastor y Humanes, 1998; Sibbett, 2005).

El rendimiento de aceituna presentó diferencia estadística entre los tratamientos. El tratamiento con mayor intensidad de poda fue el que obtuvo el menor rendimiento (0.8 t ha⁻¹), siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. En el resto de los tratamientos la producción varió de 1.9 a 2.2 t ha⁻¹ (Cuadro 3). Durante este ciclo, el rendimiento de aceituna fue muy bajo, debido a condiciones de clima y al problema de alternancia, ya que el ciclo anterior el rendimiento de aceituna obtenido fue de 18.0 t ha⁻¹.

Cuadro 3. Peso de la poda en la evaluación de intensidades de poda en olivo en el Campo San José de los Chirriones.

Intensidades de poda	Rendimiento de aceituna (t ha ⁻¹)
Sin poda	2.2 a ^z
Poda Testigo	2.3 a
25%	1.9 a
33%	1.9 a
50%	0.8 b
C.V. (%)	15.6
DMS	0.6

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

Conclusiones

Una poda del 25% de intensidad proporciona buena penetración de luz sin tener mucha presencia de brotes durante el año y en años productivos no reducen el rendimiento. Esta poda puede manejarse anualmente y al cabo de cuatro años tener un árbol completamente rejuvenecido.

Literatura Citada

García, O.A., A. Fernández, M. Pastor, y J. Humanes. 2001. Poda. In: D. Barranco, R. Fernández y L. Rallo (eds), El cultivo del olivo. Coedición Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. 4a. edición. Madrid, España. pp. 335-370.

Grijalva, C.R.L., López C.A., Navarro A.J.A.C. and Fimbres F.A. 2010. El cultivo del olivo bajo condiciones desérticas del Noroeste de Sonora. Folleto Técnico No. 41. SAGARPA-INIFAP-CECH-CECAB. 100 p.

Olivares, S.E. (2016). Paquete de Diseños Experimentales. FAUANL. Versión 1.7. Facultad de Agronomía. UANL. Marín Nuevo León, México

Pastor, M.M., y J. Humanes, G. 1998. Poda del olivo, moderna olivicultura. Editorial Agricultura Española. 3ª. Edición. Madrid, España.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). <http://www.siap.gob.mx>. Consultada en enero del 2016.

Sibbett, G.S. 2005. Pruning mature bearing olive trees. In: G.S. Sibbett and L. Ferguson (Eds), Olive Production Manual. University of California, Agriculture and Natural Resources. 2nd edition. Publication 3353. Oakland, California. pp. 55-60.

EVALUACIÓN DE MAÍZ FORRAJERO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.

Grimaldo Juárez Onécimo¹, Jazmín Aguirre Saldaña², Gutiérrez Luna Isabel², Ceceña Durán Carlos¹, González Mendoza Daniel¹

¹Profesores investigadores de ICA-UABC. onecimo.grimaldo@uabc.edu.mx. ²Alumnas del programa de Ingeniero Agrónomo del ICA-UABC.

Resumen

Se evaluaron cinco híbridos de maíz forrajero con el objetivo de seleccionar genotipos con mayor adaptabilidad y producción de forraje para la región del valle de Mexicali, B.C. La investigación se realizó un en diseño de bloques al azar con tres repeticiones en el campo agrícola experimental del ICA-UABC en el periodo primavera-verano de 2019. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, peso verde de planta, peso de tallo y hojas. Los resultados mostraron que los cinco híbridos son adaptables a la región, sin embargo, los genotipos de los híbridos 4 y 5, fueron los de mayor acumulación de peso en la planta.

Palabras clave: forraje, maíz, híbrido.

Abstract

Five forage maize hybrids were evaluates with the objective of selecting genotypes with greater adaptability and forage production for the Mexicali valley, B. C. The investigation was carried out in a randomized block design with three replications at the experimental agricultural field of the ICA-UABC in the spring-summer periodo of 2019. The evaluated variables were plant height, green plant weight, stem and leaves weight. The results showed that the five hybrids are adaptable to the region, however, the genotypes of hybrids 4 and 5 were the ones with the greatest weight plant accumulation.

Keywords: forage, maize, hybrid.

Introducción

El maíz es una planta originaria de México y su consumo como alimento humano y ganadero data desde la época prehispánica. El uso como forraje se destaca por sus excelentes características de palatabilidad, alto contenido azucares, proteína (13.92%) y fibra (66.98% fibra detergente neutro), el cual puede ser complemento de dietas balanceadas en las diversas especies de ganado (Elizondo y Boschini, 2002). La superficie destinada al cultivo de maíz forrajero en el periodo otoño invierno 2018 fue de 2481 hectáreas a nivel nacional (SIAP, 2018),

de la cuales 150 hectáreas se establecieron en Baja California. La demanda de forraje en Baja California está localizada en los municipios de Tijuana y Mexicali principalmente, donde existen empresas ganaderas productoras de leche y carne. La especie forrajera más cultivada en ambas regiones es alfalfa, la cual se cultivó en una superficie de 26,490 hectáreas en 2014 (SAGARPA, 2013). El cultivo de maíz como forraje en la actualidad no representa una fuente importante, pues en el año 2018, la Delegación Estatal de la SAGARPA de Baja California, reportó una superficie de 16 hectáreas de maíz para grano, considerándose una especie con potencial productivo, dadas las condiciones ambientales de la región del valle de Mexicali en particular.

Por lo anterior, en la presente investigación se realizó la evaluación de cinco híbridos de maíz forrajero, con el propósito de identificar materiales con mayor adaptación y potencial productivo para la región del valle de Mexicali.

Materiales y Métodos

Se establecieron cinco híbridos de maíz forrajero: 218 (1), 343 (2), 226 (3), 187 (4) y 345 (5) de la empresa TX GENNETIKOS en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones en el ciclo primavera-verano del 2019, en el campo agrícola experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC. La parcela experimental consistió en 25 surcos de 10 metros de longitud, la densidad de plantas por metro lineal fue de 6. La fertilización empleada fue 240-66-00. El control de malezas se realizó de forma manual y el control de plagas en específico para pulga negra se utilizó Diazinon 25% CE a una dosis de 1.5 L/ha en el primer mes desarrollo del cultivo. En el surco central de cada híbrido se cosecharon plantas en competencia completa en una longitud de 3 m por surco. La cosecha se realizó cuando la fase del grano estaba en lechoso mazoso. La altura de corte de las plantas fue a 10 cm. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, peso de planta, de tallo y hojas. El análisis de la información se realizó mediante análisis de varianza y comparación de medias con el paquete estadístico SAS (Versión 5, 1985).

Resultados y Discusión

La altura de la planta en los cinco híbridos fue superior a los dos metros, sobresaliendo el híbrido 3 con 2.8 m, mientras que el resto de los materiales estadísticamente fueron similares sin alcanzar los 2.5 m. Estas diferencias en la altura de las plantas se atribuyen a diferencias genéticas entre los materiales. Núñez, Faz, Tovar, Zavala (2001), en estudios similares en forrajes de maíz, señalan que la altura de la planta oscila de 2.2 a 2.5 metros. La asociación de

la altura de la planta con el rendimiento de materia verde, según Gaytán, Martínez y Mayek (2009), existe una relación directa, mientras que a menor altura de planta el rendimiento también disminuye.

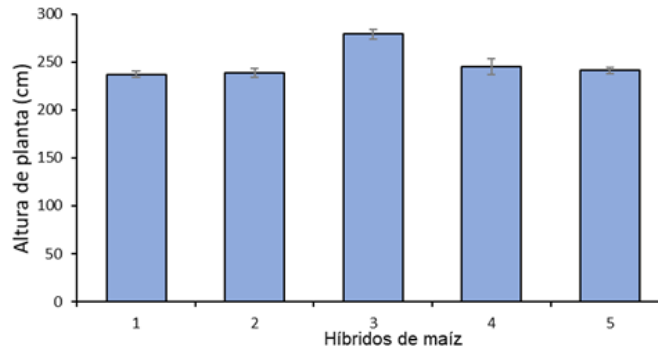


Figura 1. Altura de planta de cinco híbridos de maíz forrajero.

La acumulación de biomasa por planta de los híbridos mostrado en la Figura 2, se aprecia la superioridad del híbrido 5, el cual acumulo 1.4 kg de peso verde. En segundo lugar, el híbrido 4 registro un peso acumulado de 1.2 kg. Los híbridos 2 y 3 fueron estadísticamente iguales e inferiores que los anteriores con 1.1 kg. El híbrido 1 fue que el registro menor cantidad de materia verde. Estos resultados no se ajustaron a la relación altura de planta y rendimiento establecida por Gaytán, Martínez y Mayek, (2009), ya que se esperaba que el híbrido 3 fuera el de mayor rendimiento. También el híbrido 1 que estadísticamente fue similar al híbrido 2 en altura de planta, registró el menor peso de todos los híbridos evaluados con 932 g/pta. La explicación a estos resultados podría estar relacionada con diferencias en la acumulación de peso en el tallo y hojas.

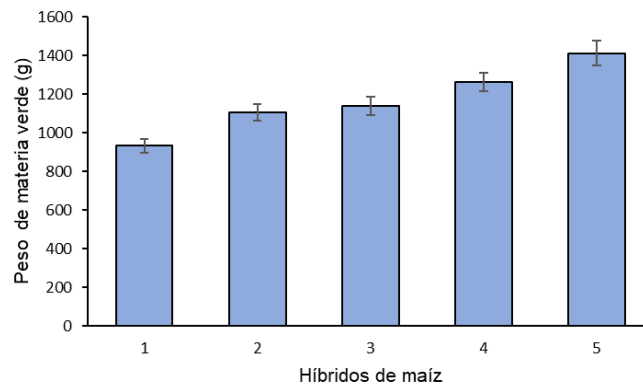


Figura 2. Peso verde por planta en cinco híbridos de maíz forrajero.

El peso del tallo estadísticamente fue superior en el híbrido 5 con un registro de 1200 g. El híbrido 4 fue el que ocupó el segundo lugar con 1056 g, los demás materiales fueron estadísticamente inferiores, siendo el híbrido 1 con el menor peso registrado que fue de 759 g. Los híbridos 2 y 3 fueron estadísticamente iguales con un peso promedio de 915 g. La tendencia en los pesos de los tallos en los cinco híbridos, se puede decir que fue similar a la encontrada en el peso total de la planta, estableciéndose de esta forma, que el peso del tallo está asociado positivamente con el peso total de la planta y no la altura de la planta.

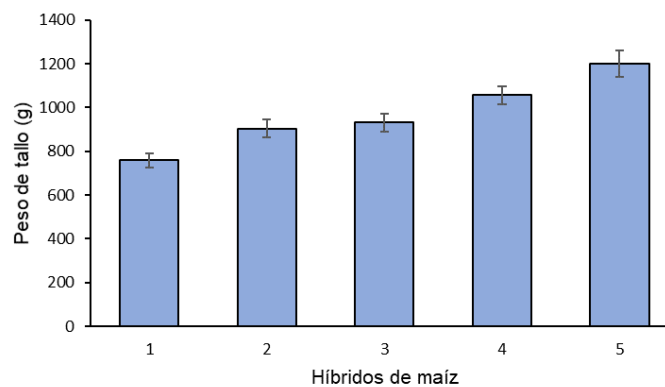


Figura 3. Peso de tallo por planta en cinco híbridos de maíz forrajero.

El desarrollo de las hojas expresado en el peso registrado en la figura 4, se muestra que es una variable similar en la mayoría de los híbridos evaluados, pues los híbridos 2, 3, 4 y 5 fueron estadísticamente similares con un peso promedio de 202 a 210 g, mientras que el híbrido 1, fue el de menor registro con 173g. Esta uniformidad en el peso de las hojas de los híbridos reafirma la relación directa del peso del tallo con la acumulación del material verde de la planta.

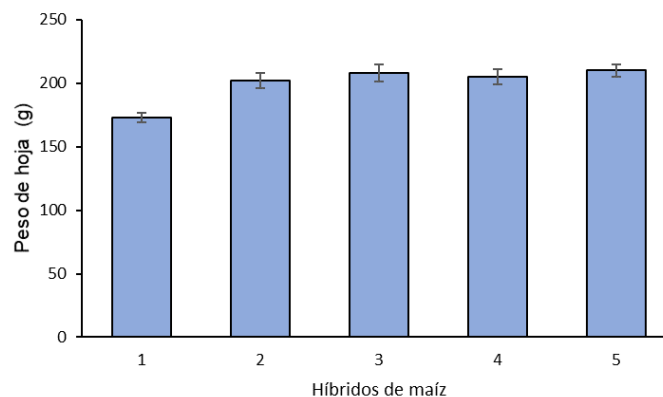


Figura 4. Peso de hoja por planta en cinco híbridos de maíz forrajero.

Conclusiones

Los cinco híbridos evaluados se adaptaron a las condiciones del valle de Mexicali, identificándose al híbrido 4 (187) y 5 (345) con mayor potencial de rendimiento de material verde.

Literatura Citada

Elizondo J. y Boschini C. (2002), Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Revista Agronomía Mesoamericana 13(1): 13-17.

Gaytán-Bautista R., Martínez-Gómez I. y Mayek-Pérez N. (2009). Rendimiento de grano y forraje en híbridos de maíz y su generación avanzada F2. Agricultura Técnica en México Vol. 35 Núm.3 p. 295-304.

Núñez H. G., Faz C. R., Tovar G., Zavala G. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. Revista Técnica Pecuaria en México, vol. 39, num. 2. Pp. 77-88.

SAGARPA 2013. Cedula de cultivos agrícolas en el año agrícola 2013-2014 en el Distrito de desarrollo Rural 002. Mexicali, B.C.

SAS. 1985. Statistical analysis system, SAS User s Guide; Statistics (Version 5 Ed.) SAS institute Inc. Cary, NC. 373 p.

SIAP, Servicio de Información y Estadística agroalimentaria y pesquera (2018). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA PRODUCIR TRIGO CON ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNA EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Ortiz Avalos Alma Angélica¹, Cortés Jiménez Juan Manuel¹, Félix Fuentes José Luis¹, Zazueta Encinas Gerardo¹

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias ¹Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 155, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81224. Correo: ortiz.alma@inifap.gob.mx

Resumen

El estudio tuvo como objetivo demostrar la factibilidad de producir trigo con alto contenido de proteína y alto rendimiento en el Valle del Yaqui, Sonora. Se realizó un análisis de suelo previo al establecimiento del cultivo, el cual no reportó problemas de salinidad, sodicidad, ni compactación. El valor de materia orgánica se reportó como bajo, por su pH el predio se clasificó como medianamente alcalino en un suelo con textura franco-arcilloso. El cultivo se estableció en la primera quincena de diciembre de 2018. El terreno se fertilizó con 165 unidades de nitrógeno en forma de amoníaco inyectados al momento de zanjeo. El resto del nitrógeno se fraccionó entre el primer, segundo y tercer riego de auxilio, en los cuales se aplicó 75, 65 y 40 unidades de amoníaco respectivamente. No se aplicó fósforo. Se llevó a cabo un análisis foliar a los 45 días después de la siembra, el cual reportó un valor de fósforo total de 0.337% en planta completa y 10,450 ppm de nitratos en la base del tallo. Con una fertilización total de 345 unidades de nitrógeno en forma de amoníaco, se logró obtener un valor de 12.09% de proteína y un rendimiento de grano del 9.91 t ha⁻¹ ambos al 12% de humedad. Se concluyó que es factible la producción de trigo con alto contenido de proteína y alto rendimiento en el Valle del Yaqui, Sonora.

Palabras clave: Fertilización fraccionada, nitrógeno, rendimiento

Abstract

The study aimed to demonstrate the feasibility of producing wheat with high protein content and high yield in the Yaqui Valley, Sonora. A soil analysis was carried out prior to the establishment of the crop, which reported no problems of salinity, sodicity, or compaction. The value of organic matter was reported as low, because of its pH the property was classified as moderately alkaline in a soil with loamy clay texture. The crop was established in the first half of December 2018. The land was fertilized with 165 units of nitrogen in the form of ammonia injected at the time of

trenching. The rest of the nitrogen was divided between the first, second and third aid irrigation, in which 75, 65 and 40 ammonia units were applied respectively. No phosphorus was applied. A foliar analysis was carried out at 45 days after sowing, which reported a total phosphorus value of 0.337% in the whole plant and 10,450 ppm of nitrates at the base of the stem. With a total fertilization of 345 units of nitrogen in the form of ammonia, it was possible to obtain a value of 12.09% protein and a grain yield of 9.91 t ha⁻¹ both at 12% humidity. It was concluded that wheat production with high protein content and high yield is feasible in the Yaqui Valley, Sonora.

Key words: Fractional fertilization, nitrogen, yield

Introducción

La política de calidad institucional del INIFAP se basa en: generar, adaptar y transferir conocimientos y productos científico-tecnológicos a través de la investigación, con la finalidad de contribuir al desarrollo sustentable de las cadenas productivas forestales, agrícolas y pecuarias, con el compromiso de satisfacer los requerimientos y expectativas de los clientes, socios, usuarios y beneficiarios, promoviendo la cultura de calidad, con un enfoque basado en procesos y la mejora continua, que permita incrementar la eficiencia y eficacia del quehacer sustantivo del instituto para maximizar la calidad de los bienes y servicios (INIFAP, 2019). Año con año en el INIFAP se generan, validan, transfieren y adoptan un gran número de tecnologías; en el CENEB-INIFAP cada ciclo agrícola se realizan acciones de transferencia de tecnología en lotes de agricultores cooperantes, con el fin de transferir resultados de investigación obtenidos en parcelas dentro del campo experimental. La transferencia de tecnología para la obtención de trigo con alto contenido de proteína en el Valle del Yaqui, Sonora, son acciones que se han desarrollado desde hace algunas décadas, como son; dosis, fuente, época y el método de aplicación del fertilizante, los cuales juegan un papel de suma importancia en el manejo eficiente de estos insumos, para definir la dosis total por aplicar, se debe tomar en cuenta además del nitrógeno disponible en el suelo, el requerimiento interno del cultivo, para lograr los estándares de calidad que demanda la industria, y el sobreprecio correspondiente que se pueda obtener (Cortés, Uvalle y Limón, 1994).

La primera propuesta para obtener trigo de calidad, sin incrementar costos y sin sacrificar producción, consiste en mantener la dosis de nitrógeno que tradicionalmente se aplica en la fertilización, es decir, que en lugar de aplicar el 60-80% de la dosis total en presiembra, dicha cantidad se aplique entre inicio de encañe y espigamiento. Los resultados de validación, han confirmado que a medida que se incrementa la dosis de nitrógeno entre estas dos etapas, el porcentaje de proteína en el grano tiende a incrementarse significativamente (Cortés, Uvalle y

Ortiz, 1999). En otro estudio, al aplicar 0, 125 y 250 kg ha⁻¹ de nitrógeno en encañe, se logró un rendimiento de 3.05, 5.48 y 6.29 t ha⁻¹, con un respectivo contenido de proteína de 8.37, 11.34 y 12.41% (Cortés, 2008). En el ciclo 2018/2019 la fertilización con 245 unidades de nitrógeno en presiembra y 70, 50 y 40 unidades en el primer, segundo y tercer riego de auxilio reportaron una proteína de 12.9% y un rendimiento de grano de 8.10 t ha⁻¹ ambos a una humedad del 12% (Ortiz, Cortés y Zazueta 2018). El estudio tuvo como objetivo demostrar la factibilidad de producir trigo con alto contenido de proteína y alto rendimiento en el Valle del Yaqui, Sonora.

Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en un lote perteneciente a la localidad de Benito Juárez, Sonora, el cual es una parcela de seguimiento del proyecto “Transferencia de tecnología para la obtención de trigo con alto contenido de proteína. Valle del Yaqui, Sonora”, cuya fuente financiera es el PIEAES. A.C. En el ciclo O-I 2016/2017 y 2017/2018, en esta parcela se obtuvo trigo con alto contenido de proteína. En octubre de 2018, se recolectó una muestra de suelo compuesta por 5 sub-muestras a 0-30 cm de profundidad, la cual fue analizada en el Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del CENEB-INIFAP para el análisis físico-químico de la misma. El cultivo de trigo se estableció dentro de la primera semana del mes de diciembre de 2018, se sembró la variedad de trigo CIRNO C2008 en tres hileras. El manejo del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones de INIFAP para la región. Se llevó a cabo un riego de pre-siembra y tres riegos de auxilio. A los 45 días después de la siembra se realizó un análisis foliar, la muestra fue trasladada al mismo laboratorio que la muestra de suelo. Se lavó, y se procedió a secar en estufa a una temperatura de 65°C hasta peso constante; en planta completa se determinó fósforo total y en la base del tallo el contenido de nitrógeno en forma de nitratos. Los datos de rendimiento y proteína se tomaron del promedio de las boletas entregadas por el centro de acopio al productor. La muestra recolectada de cada camión en el centro de acopio es de aproximadamente 2 kg.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se observan las variables físico-químicas determinadas en la muestra de suelo a 0-30 cm de profundidad. Por sus valores de conductividad eléctrica (CE), por ciento de sodio intercambiable (PSI) y conductividad hidráulica (C.H.), no se encontró problemas de salinidad, sodicidad ni compactación, estos resultados por clasificación, resultaron iguales a los del ciclo anterior (Ortiz, Cortés y Zazueta, 2018). Por el contenido de arena, limo y arcillo el suelo fue clasificado como franco-arcilloso. El nivel de materia orgánica se clasificó como bajo, por su pH

se clasificó como medianamente alcalino, todo bajo la clasificación de la NOM-021-RECNAT-2000, Norma Oficial Mexicana, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreo y análisis (DOF, 2002).

Cuadro 1. Variables físico-químicas determinadas en muestra de suelo a 0-30 cm de profundidad. Valle del Yaqui, Sonora. Ciclo 2018/2019.

Variable	Valor
Nitrógeno nítrico kg ha ⁻¹	124
Fósforo asimilable ppm	27.2
Materia Orgánica %	1.53
Carbonatos de calcio %	4.78
Conductividad hidráulica cm hr ⁻¹	11.29
pH CaCl ₂	7.76
CE. dS m ⁻¹	2.31
RAS	3.95
PSI %	4.37
Arena	40.6
Limo	24.2
Arcilla	35.2
Clasificación	Franco-Arcilloso

Respecto a nitrógeno y fósforo, la fertilización aplicada fue de 200 kg de amoníaco inyectados al momento de zanjear y no se aplicó fósforo. El resto del nitrógeno se fraccionó entre el primer, segundo y tercer riego de auxilio, en los cuales se aplicó 75, 65 y 40 unidades de amoniaco respectivamente, ya que la aplicación fraccionada de nitrógeno hasta la etapa de espigamiento, es muy importante para incrementar la proteína y evitar problemas de panza blanca en el grano (Cortés *et al.*, 2011). Además, para fines de calidad, el nitrógeno absorbido después del espigamiento promueve un incremento en el nivel de proteína del grano, mientras que la absorción del nitrógeno en las etapas tempranas de crecimiento impacta principalmente en la producción (Kent, 1983). En la localidad existe una empresa que otorga premio al trigo con alta proteína (Cuadro 2).

Cuadro 2. Premio por proteína en dólares proporcionado por una empresa de la localidad. Ciclo O-I, 2016/2017.

Rango de proteína	Premio el dólares
11.50 - 11.69	7.0
11.70 - 11.89	10.0
11.90 - 12.09	13.0
12.10 - 12.99	16.0
13.00 - 13.49	19.0
13.50 - 13.99	25.0
14.00 en Adelante	30.0

El análisis foliar realizado a los 45 días después de la siembra se encontró un contenido de fósforo en planta completa de trigo de 0.337%, y 10,450 ppm de nitratos en la base del tallo. Con una fertilización total de 345 unidades de nitrógeno en forma de amoníaco fraccionado en siembra, y tres riegos de auxilio, el valor de proteína obtenido en esta parcela fue de 12.09% con un rendimiento de 9.91 t ha⁻¹ ambos al 12% de humedad. Según Ottman y Doerge (1994), la disponibilidad de nitrógeno es el factor simple que más impacta sobre el contenido de proteína del grano. El nitrógeno absorbido después del espigamiento incrementa la proteína del grano, mientras que el nitrógeno absorbido en las etapas tempranas de crecimiento impacta principalmente en la producción (Kent, 1983).

Conclusiones

Se concluye que es factible la producción de trigo con alto contenido de proteína y alto rendimiento en el Valle del Yaqui, Sonora.

Literatura Citada

Cortés, J. J. M., Fuentes, D.G., Ortiz, E. J. E., Tamayo; E. L. M., Cortez, M. E., Ortiz, A. A. A., Félix, V. P., y Armenta, C. I. (2011). Agronomía del trigo en el sur de Sonora. *Libro Técnico No. 6*. CIRNO-CENEB-INIFAP. Noviembre de 2011. Cd. Obregón, Sonora. 238 p.

Cortés, J. J. M. 2008. Uso del Nitrógeno para incrementar la calidad y reducir el problema de panza blanca en trigo. *Publicación Especial No. 15*. CIRNO- INIFAP-CEVY. Abril del 2008. Cd. Obregón, Sonora, México. p 15-16.

Cortés, J. J. M., Uvalle, B. J. X. y Limón, J. F. (1994). Dosis, época, fuente y método de fertilización nitrogenada en maíz Ciano H-431 en un suelo de barrial compactado bajo un sistema de labranza convencional. Informe técnico. CEVY-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora.

Cortés, J. J. M., Uvalle, B. J. X. y Ortiz, M. J. I. (1999). Avances en tecnología de fertilización para producir trigo con alta proteína. *Memoria Día del Agricultor. Publicación Especial No. 6*. Centro de

Investigación Regional del Noroeste-INIFAP. Campo Experimental Valle del Yaqui. Abril 1999. Cd. Obregón, Sonora, México. p 14-17.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2002). Norma oficial mexicana, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. NOM-021-RECNAT-2000. 67 p.

INIFAP. (2019). Política de calidad Institucional del INIFAP. Recuperado de <https://www.gob.mx/inifap/que-hacemos>

Kent, N. L. (1983). Technology of cereals. Third ed. Pergamon Press. Oxford, England.

Ortiz, A. A. A., Cortés, J. J. M. y Zazueta, E. G. (2018). Validación del manejo de fertilizantes para la obtención de trigo con alto contenido de proteína en el Valle del Yaqui, Sonora. Trabajo presentado en el *XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*. Mexicali, B.C.

Ottman, M. J. y Doerge, T. A. (1994). Durum quality is related to water and nitrogen management. In: Forage and grain. A College of Agriculture Report. Cooperative Extension Agricultural Experiment Station. The University of Arizona, Tucson. U.S. Department of Agriculture.

RESPUESTA DE LA ALFALFA A LA FERTILIZACION NITROFOSFOTRICA EN EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 139, CABORCA

Robles Contreras Fabian¹, Contreras Dessens Pedro Rogelio², Grijalva Contreras Raul Leonel¹, Valenzuela Ruiz Manuel de Jesus¹, Macías Duarte Rubén¹ y López Carvajal Arturo¹.

INIFAP, Campo Experimental Costa de Hermosillo, Sitio Experimental Caborca¹,
robles.fabian@inifap.gob.mx. Técnico Extensionista del GEIT DDR 139-Caborca asignados al municipio de Saric, Sonora²

Resumen

El cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L..) es de mucha importancia para los productores ganaderos en el Distrito de desarrollo Rural 139 Caborca, en el noroeste de México, ya que es su principal fuente de alimento para la engorda de ganado y la producción de leche. Aunque en general se le da un buen manejo agronómico a la alfalfa, se considera algo deficiente en cuanto a la fertilización nitro-fosfórica en los siguientes años al establecimiento del cultivo. Por lo que se realizó esta investigación para determinar el efecto de la aplicación de fertilización nitro-fosfórica en el rendimiento y calidad de la alfalfa de tres años de establecida. Para ello, se realizó una aplicación de 100 kg h⁻¹ de sulfato de amonio (21.5% N) y 4 L ha⁻¹ de Terra-fol (8% N - 35% P - 5% K) y se comparó contra el manejo del agricultor cooperante, sin aplicación de fertilizantes. Se midieron variables fenológicas, de rendimiento y de calidad. Los resultados indican que la fertilización no afectó la altura de planta, el número de entrenudos, el número de ramificaciones y el contenido de proteína en las ramas, pero la fertilización si afectó estadísticamente el peso de las ramas, el peso de las hojas, la relación hoja/rama, el rendimiento y el contenido de proteína en la hoja.

Palabras claves: Forraje, Rendimiento, Calidad

Abstract

Alfalfa cultivation is very important for livestock producers in the Rural Development District 139 Caborca in northwest Mexico, since it is its main source of food for Beef and milk production. Although in general, a good agronomic handling is given to alfalfa, it is somewhat deficient in terms of nitro-phosphoric fertilization in the following years to the crop establishment. So this research was conducted to determine the effect of the application of nitro-phosphoric fertilization in the yield and quality of alfalfa three years old. For this, an application of 100 kg ha⁻¹ of

ammonium sulfate (21.5% N) and 4 Lha of Terra-Fol (8% N - 35% P - 5% K) and it was compared against the management of cooperating farmer, without fertilizer application. Phenological, yield and quality variables were measured. The results indicate that, the fertilization did not affect the plant height, the internodes number, the branches number, or the branches protein content, but fertilization does statistically affect the branches weight, the leaves weight, the leaf/branch ratio, the yield and the leaf protein content.

Keywords: forage, yield, quality

Introducción

En el Distrito de Desarrollo Rural 139 Caborca, las principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería. La alfalfa como cultivo es de gran importancia, ya que es la principal fuente de alimento para los engordadores de ganado y los productores de leche de esta región. De acuerdo a datos consultados de SIAP (2019) la región de Caborca, presenta un alto potencial de rendimiento, ya que actualmente se cuenta con 2540 has establecidas, con un rendimiento de 67.89 t ha^{-1} , lo que representa un volumen de 172,435 ton de alfalfa, acorde a lo que se reporta (Santamaria, Nuñez, Medina y Ruiz, 2000) este potencial se ubica en los máximos que se pueden esperar. La alfalfa, se caracteriza por presentar reposo invernal, lo que le permite mantenerse en estado latente durante el periodo de bajas temperaturas, previa acumulación de reservas de carbohidratos en la raíz y en la corona, las cuales utiliza para rebrotar en primavera una vez que cesan las esas condiciones de temperatura Soto (2000). El mismo autor indica que la variedad Cuf 101, es de las que presentan grado de latencia de 9, por lo que se clasifica como sin latencia, y significa que es menos afectada su brotación por las condiciones de bajas temperaturas, comparativamente con otras variedades. Diversos estudios sobre la demanda nutrimental de la alfalfa, tanto de carácter Internacional como nacional, indican que por cada tonelada de materia seca el cultivo extrae aproximadamente 38 kg de nitrógeno, 3.0 kg de fósforo y 41 kg de potasio. Información muy parecida reporta Montesano (2008) en Argentina. Estudios realizados por investigadores del INIFAP en el Campo Experimental La Laguna indican que los suelos de esa región y de todo el norte de México, tienen un contenido disponible de medio a bajo en fósforo y muy alto en potasio (Cueto y Quiroga., 2000). También se sabe que el fósforo es un elemento que tiende a ser fijado en formas no asimilables para la planta, a causa del exceso de carbonato de calcio presente en los suelos. Como todas las leguminosas, la alfalfa es un cultivo de alta demanda de fósforo, que lo utiliza en el proceso de “rebrote” entre corte y corte (Lara y Jurado, 2014). Aunque en general en el DDR 139 se realiza un buen manejo agronómico del cultivo de alfalfa, en el caso de

productores de bajos recursos, es muy común que confiados en la inoculación de la semilla con bacterias del género *rhizobium*, y la aplicación de pre siembra de fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo, ya no se vuelva a aplicar ningún otro fertilizante. Por ello el objetivo de esta investigación fue la de determinar el efecto de la aplicación de fertilización nitro-fosfórica en el rendimiento y calidad de la alfalfa a 3 años de establecida.

Materiales y Métodos

Esta investigación se llevó a cabo en otoño de 2017, en el campo de un productor cooperante del ejido Cerro Prieto, del Municipio de Saric, Sonora, en una alfalfa ya establecida de 5 años de edad, de la variedad Cuf-101, en la cual se evaluó el efecto de la aplicación de fertilizante a base de fósforo y de nitrógeno sobre el rendimiento, y la calidad del forraje de alfalfa, los tratamientos evaluados fueron 2, A) El testigo, sin ninguna aplicación, como lleva su cultivo el productor y B) la aplicación de 21.5 unidades de nitrógeno por hectarea a base de Sulfato de Amonio y 4 Lha⁻¹ de Terra-Fol, el cual contiene 8% de nitrógeno y 35% de Fosforo. Ambos fertilizantes fueron aplicados en el agua de riego (previamente se disolvió en agua el sulfato de amonio) el 15 de octubre de 2017. El muestreo para evaluar las variables se realizó el 16 de noviembre de 2017. Las variables evaluadas fueron: fenológicas (altura de planta, número de entrenudos, número de ramificaciones), de rendimiento (rendimiento en fresco, el peso seco de tallos y el de hojas) y de calidad (contenido de proteína). La altura se midió con flexómetro, midiendo la altura del brote más alto y la altura promedio de todos los brotes en una planta, el número de entrenudos se contabilizo en 10 brotes por repetición, las ramificaciones se contabilizaron en los mismos 10 brotes, contabilizando todos aquellos brotes con un tamaño de al menos 1 pulgada, para el rendimiento se cosecho con el método del metro cuadrado, con un área de 0.25 m², pesando en fresco inmediatamente después de cortado. El análisis estadístico de estas variables se realizó mediante el método de muestreo completamente al azar, con ocho repeticiones. Toda vez que fueron pesadas las muestras de rendimiento, se reagruparon en tres submuestras, las cuales se pusieron a secar al ambiente, y ya secas se separaron para pesar por separado hojas y tallos y obtener la relación hoja tallo; para el análisis de estos datos se utilizó el método completamente al azar con tres repeticiones. Para la determinación de proteína, se tomaron dos muestras de tallos y dos muestras de hoja y se enviaron a un laboratorio comercial. El análisis estadístico de estas variables fue con el método completamente al azar con dos repeticiones.

Resultados y Discusión

Variables fenológicas: La altura de la planta, el número de entrenudos y el número de ramificaciones no mostraron diferencia significativa entre los dos tratamientos, observándose solo tendencia a favor de tratamiento fertilizado con la fórmula nitrógeno fosfórica Cuadro 1.

Cuadro 1. Variables fenológicas evaluadas en alfalfa como respuesta a la fertilización nitrógeno-fosfórica en el DDR 139, Caborca.

Variable evaluada	Tratamiento	
	Testigo	Fertilizado
Altura de planta brote principal (cm)	71.25	72.37
Altura promedio de planta (cm)	63.2	64.3
Entrenudos (numero)	10.9	11.5
Ramificaciones (numero)	3.1	4.2

Variables de rendimiento: El rendimiento en fresco del tratamiento fertilizado, resultó significativamente mayor, con un rendimiento de 16.8 t/ha¹, superando con 4.4 t/ha¹ al testigo (Figura 1), asimismo, de acuerdo a los datos del Cuadro 2, el peso seco de los tallos, el peso seco de las hojas y la relación hoja tallo, resultaron estadísticamente superior al testigo.



Figura 1. Rendimiento en fresco en un corte de la alfalfa como respuesta a la fertilización nitrógeno-fosfórica en el DDR 139, Caborca.

Variables de calidad: El contenido de proteína determinado en los tallos no mostró diferencias estadísticas entre ambos tratamientos, pero en el análisis de las hojas sí resultó significativamente superior en el tratamiento con fórmula nitrógeno-fosfórica, alcanzando hasta 27.1% de proteína en la hoja (Figura 2).

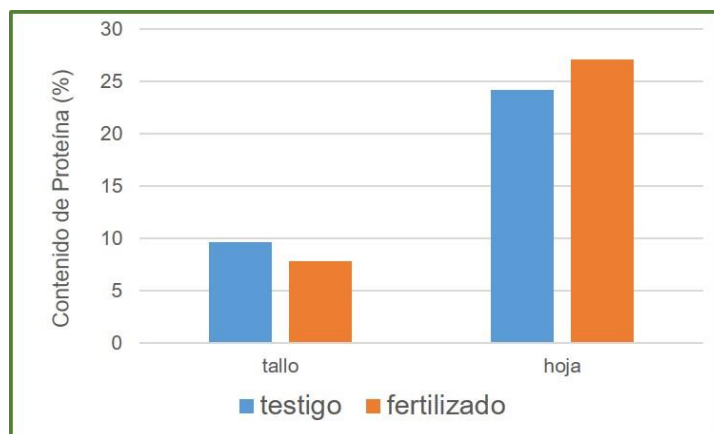


Figura 1. Contenido de proteína en tallos y en hojas de alfalfa como respuesta a la fertilización nitro-fosfórica en el DDR 139, Caborca

La alfalfa, está considerada un forraje de alto contenido de proteína tanto en sus hojas como en sus tallos, siendo algo más alto su contenido en las hojas (INIFAP, 2000), en los resultados de este estudio el contenido de proteína en la hoja fue muy similar, pero en los tallos fue muy inferior lo que se reporta.

Conclusiones

La fertilización nitro-fosfórica afectó significativamente el peso de las ramas, el peso de las hojas, el rendimiento y el contenido de proteína en las hojas.

Literatura Citada

Cueto W. J. A. y Quiroga G. H. M. 2000. Fertilización de la alfalfa En: Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. SAGAR-INIFAP, Libro Técnico No. 2 pp:1-5, Coahuila, México.
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES AGRICOLAS Y PECUARIAS. 2000. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Chihuahua, México.

Lara Macías, C.R, Jurado Guerra, P. (2014) Paquete tecnológico para producir alfalfa en el estado de chihuahua. Folleto Técnico Núm. 52. INIFAP. Chihuahua, chihuahua, México.

Montesano, A. (2008). Fertilización de pasturas de alfalfa con fosforo. INTA, Estación experimental Marcos Juárez. Recopilación,

Santamaría C. J. Núñez H. G., Medina G.F. y Ruiz C. J. A. 2000. Potencial Productivo de la alfalfa en México. En: Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. SAGAR-INIFAP, Libro Técnico No. 2 pp:13-18, Coahuila, México.

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA.2019. Avances de siembras y cosechas, resumen por cultivo DDR Caborca. (http://infosiap.siap.gob.mx:9090/agricola_siap_gobmx/resumen) (consultado en Junio de 2019)

Soto O. P (2000). Reposo Invernal en variedades de alfalfa. INIA- Revista Tierra Adentro 33 (26-27)

COMPORTAMIENTO DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ EN FECHAS DE SIEMBRA CON MENOR RIESGO DE DAÑO POR HELADAS

Valenzuela Borbón Jesús Rafael¹ y Montoya Coronado Lope².

¹Sitio Experimental Valle del Mayo; ²Campo Experimental Norman E. Borlaug,
valenzuela.rafael@inifap.gob.mx

Resumen

El cultivo de maíz en el sur de Sonora, se establece principalmente en los meses de octubre y noviembre, en donde se obtienen los mayores rendimientos, pero también se tienen los mayores riesgos de daños por heladas. El sistema de producción actual, requiere de cambios o ajustes que contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático y adaptarlas a las necesidades actuales. El objetivo del trabajo fue identificar la mejor época de siembra con menor riesgo de daño por heladas y seleccionar los mejores híbridos. Los trabajos se establecieron en terrenos del Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP, durante el ciclo O-I 2018-19, se evaluaron tres fechas de siembra. 7 de diciembre, 21 de diciembre y 7 de enero, en cada fecha se evaluaron seis híbridos comerciales de maíz: P- 3140, P-3289, DK- 4050, DK- 4055, Hipopótamo y Armadillo. se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con 5 repeticiones. En fechas de siembra, el mayor rendimiento de grano se registró el 7 de diciembre con una producción de 15,832 kg ha⁻¹, seguido del 21 de diciembre y 7 de enero con rendimientos promedio de 13,523 y 11,360 kg ha⁻¹, respectivamente. El híbrido DK 4050, registro el mayor rendimiento de grano (17,403 kg ha⁻¹), en la fecha del 7 de diciembre y fue diferente estadísticamente al resto, en esta fecha los híbridos expresaron el mayor potencial de rendimiento. En la fecha del 21 de diciembre, los genotipos DK 4050 y P 3140 produjeron 15,460 y 14,660 kg ha⁻¹, respectivamente, mientras que, en la fecha del 7 de enero, el rendimiento disminuyó, sin embargo, la tendencia de los híbridos fue la misma sobresaliendo: P 3140, hipopótamo, DK 4050 y DK 4055 con rendimientos de 11,987, 11,985, 11,903 y 11,090 kg ha⁻¹, respectivamente.

Palabras clave: fechas, híbridos, rendimiento,

Abstract

In the southern of Sonora, México, the corn is planted during October and November where is getting the highest yields, but also is present the higher risks of damage by frost. The current production systems, requires changes that can mitigate the effects of climate change. The

objective of the study was to identify the best planting date with less risk of damage by Frost and select the best hybrids. The evaluation was established in The Norman E. Borlaug Experimental Station during the 2018-19 Autumn – Winter Cycle. The commercial maize hybrids: P - 3140, P-3289, DK-4050, DK - 4055, Hipopótamo and Armadillo were evaluated in three planting dates: December 7, December 21 and January 7. The experimental design was randomized blocks with 5 replicates. The highest grain yield was recorded on December 7 with production of 15,832 kg ha⁻¹, followed by December 21 and January 7 with yields of 13,523 and 11,360 kg ha⁻¹, respectively. DK 4050 hybrid, register the highest grain yield (17,403 kg ha⁻¹), on the date of December 7 and it was statistically different to the rest, in this planting date hybrids expressed the greatest potential for yield. On December 21, DK-4050 and P 3140 genotypes produced 15,460 and 14,660 kg ha⁻¹, respectively, while, on the date of January 7, the yield decreased, however, the trend of the hybrids was the same, yielding P 3140 , Hipopótamo, DK-4050 and DK-4055 with 11,987, 11,985, 11,903 and 11,090 kg yields ha⁻¹, respectively.

Key words: dates, hybrids, yield

Introducción

El cultivo de maíz en el sur de Sonora, participa activamente en la economía regional, ocupa el segundo lugar en importancia por la superficie de siembra y forma parte relevante en el padrón de cultivos. Durante el ciclo O-I 2018-19, se sembraron 52,583 hectáreas con un rendimiento promedio de 12,300 kg ha⁻¹. Se establece principalmente en los meses de octubre y noviembre, en donde se obtienen los mayores rendimientos de grano, pero también se tienen los mayores riesgos de daños por heladas, como ocurrió en el presente ciclo a finales de diciembre, donde el cultivo fue afectado por bajas temperaturas con daños que van de ligeros a pérdida total en una superficie aproximada de 4,000 hectáreas. (SADER, (2019), escapando las siembras realizadas en el mes de diciembre y enero. El sistema de producción actual, requiere de cambios o ajustes que contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático y adaptarlas a las necesidades actuales para asegurar la integridad y rentabilidad del cultivo (Montoya y Valenzuela, 2017). Existen posibles ventanas para obtener buenos rendimientos con menor riesgo de afectación al cultivo y tener mayor certidumbre en la producción, por lo cual se propuso el presente trabajo que tiene por objetivo: Identificar la mejor época de siembra de maíz que permita la obtención de buenos rendimientos de grano con menor riesgo de daño por heladas y seleccionar los mejores híbridos para estas fechas.

Materiales y Métodos

Los trabajos se establecieron en terrenos del Sitio Experimental Valle del Mayo (27 ° 00' N y 109° 30' O, 39 msnm) y Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui (27 ° 22' 14'' N y 109 ° 55' 41'' O, 37 msnm). El estudio exploratorio se inició en el ciclo Otoño-invierno 2017-18, se evaluaron seis fechas de siembra en los meses de noviembre, diciembre y enero. En el ciclo O-I 2018-19, se ajustaron a tres, las fechas de siembra de acuerdo a los objetivos del trabajo: 7 de diciembre 2018, 21 de diciembre 2018 y 7 de enero 2019, en cada fecha se evaluaron seis híbridos comerciales de maíz: P- 3140, P-3289, DK-4050, DK- 4055, Hipopótamo y Armadillo, la siembra se realizó en suelo seco en forma manual con una densidad de 9.0 semillas por metro lineal. La parcela experimental fue de cuatro surcos a 80 cm por 6.0 m de longitud, se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con 5 repeticiones. Para el control de maleza se realizaron dos cultivos mecánicos y dos deshierbes. En total se aplicaron 5 riegos, el de presiembra y cuatro de auxilio, con una lámina de 8.0 Mm³. La fertilización total fue de 350 unidades de nitrógeno en forma de urea y 52 unidades de fósforo, en forma de fosfato Monoamónico (MAP). El fósforo se aplicó el 100% y el nitrógeno se fraccionó 50% en presiembra y 50% antes del primer riego de auxilio. Durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo se presentaron ataques de gusano cogollero, siendo controlado con una aplicación de insecticida (Palgus 100 ml ha⁻¹). Antes del cierre del cultivo, para el control de gusano cogollero se aplicó insecticida granulado en forma manual Permetrina (Pounce=10 kg ha⁻¹). Para el resto de las actividades, al cultivo se le dio el manejo agronómico adecuado para la región, de acuerdo al paquete tecnológico recomendado por el INIFAP, (2017).

Para estimar el rendimiento de grano se cosecharon las mazorcas de los dos surcos centrales de 5 m, para posteriormente desgranarse, pesar el grano y medir el porcentaje de humedad, con ello se determinó el rendimiento por hectárea. La información obtenida se analizó estadísticamente. (Olivares, 2015) y las medias fueron separadas por DMS ($P \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para rendimiento entre fechas de siembra, híbridos e interacción. (Olivares, 2015).

En el Cuadro 1, se presenta el rendimiento de grano por fecha de siembra y su significancia estadística, se aprecia que el mayor rendimiento de grano se registró el 7 de diciembre con una producción de 15,832 kg ha⁻¹, seguido del 21 de diciembre y 7 de enero con rendimientos promedio de 13,523 y 11,360 kg ha⁻¹, respectivamente, con un promedio general de 13,572 kg

ha⁻¹. Así mismo, los componentes del rendimiento como peso de 1000 granos, peso hectolitro y número de granos por mazorca, fueron lo que explicaron mayormente el potencial de rendimiento, con un resultado mayor en las primeras fechas de siembra, disminuyendo en forma lineal con fechas tardías.

Cuadro 1. Rendimiento de maíz y variables medidas por fechas de siembra. ciclo O-I 2018-19 SEMAY-CENEB

Fecha de siembra	Rendimiento kg ha ⁻¹	Significancia estadística (+)	Peso 1000 granos (g)	Peso hectol. (kg/hl)	No. Granos/mazorca
07-dic-18	15,832	a	380	76.9	529
21-dic-18	13,523	b	320	75.2	500
07-ene-19	11,360	c	266	74.4	478

DMS entre fechas ($p < 0.05$) = 1,115 kg ha⁻¹

(+) Medias con la misma letra en el sentido de las columnas son iguales ($p < 0.05$).

En este período de siembra (7 diciembre-7 enero), representa una opción viable para productores de la región sur de Sonora y áreas afines que quieran establecer su cultivo de maíz con buena producción y menor riesgo de daño por heladas, de hecho, en este ciclo OI-2018-19, las siembras realizadas en estas fechas, escaparon a los daños por heladas que se presentaron a finales del mes de diciembre, en donde las fechas tempranas de octubre y noviembre, presentaron daños al cultivo con efectos que van de ligeros hasta pérdida total. (D.R. Rio Yaqui, 2019). En estas siembras tardías se conjugan varios aspectos, la duración de la etapa de emergencia se alarga de 10 a 12 días y el desarrollo vegetativo inicial del cultivo es muy lento con baja cobertura y menor exposición de área foliar que pudiera dañarse, si llegara a presentarse bajas temperaturas, así mismo si existiera daños ligeros, el cultivo los desecha rápidamente debido a que el punto de crecimiento se encuentra por debajo de la superficie del suelo. En el período comprendido entre el 15 de diciembre y el 31 de enero, se han presentado históricamente, alrededor del 80% de los días con temperaturas iguales o menores a 2 °C. Ortega *et al.*, (2003).

Durante el presente ciclo, de acuerdo al registro de la estación climatológica SEMAY, se presentaron bajas temperaturas (heladas), los días 30 y 31 de diciembre (Remas, (2018), las cuales afectaron el cultivo de maíz con daños que van de ligeros a pérdida total, en una superficie estimada de 4, 000 hectáreas. (D.R. Rio Yaqui, (2019).

De acuerdo con Ortega *et al.* (2003), Las fechas de siembra más favorables para producir maíz en el sur de Sonora, se ubican del 10 de septiembre al 31 de octubre, lo cual coincide con lo

expuesto por Montoya y Valenzuela, (2018) y (Félix, Ortiz, Fuentes, Quintana y Grageda, 2009), de que la producción está sujeta a las variaciones del clima que se presentan y que modifica en gran medida el potencial de rendimiento de la planta.

En el Cuadro 2, se presentan los rendimientos y significancia estadística de los híbridos evaluados por fechas de siembra. El mayor rendimiento de grano ($17,403 \text{ kg ha}^{-1}$), se registró en la fecha del 7 de diciembre con el material DK 4050 y fue diferente estadísticamente al resto, en esta fecha los híbridos expresaron el mayor potencial de rendimiento.

Cuadro 2. Comparación de medias de rendimiento de híbridos de maíz a través de fechas de siembra .
O-I 2018-19 SEMAY-CENEB

Híbrido	7 dic 18 kg ha^{-1} (+)	Híbrido	21 dic 18 kg ha^{-1} (+)	Híbrido	7 ene 19 kg ha^{-1} (+)
DK 4050	17,403 a	DK 4050	15,460 a	P 3140	11,987 a
DK 4055	16,207 b	P 3140	14,660 a	Hipopótamo	11,985 a
P 3140	16,146 b	DK 4055	14,320 b	DK 4050	11,903 a
Armadillo	15,701 b	Hipopótamo	12,820 c	DK 4055	11,090 ab
Hipopótamo	15,332 bc	Armadillo	12,380 cd	Armadillo	10,763 b
P 3289	14,206 c	P 3289	11,500 d	P 3289	10,434 b

DMS entre híbridos ($p < 0.05$)= 986 kg ha^{-1}

(+) Medias con la misma letra en el sentido de las columnas son iguales ($p < 0.05$).

En la fecha del 21 de diciembre, los genotipos DK 4050 y P 3140 obtuvieron los mayores rendimientos con $15,460$ y $14,660 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, mientras que, en la fecha del 7 de enero, las producciones disminuyeron considerablemente, sin embargo, la tendencia de los híbridos fue la misma sobresaliendo: P 3140, hipopótamo, DK 4050 y DK 4055 con rendimientos de $11,987$, $11,985$, $11,903$ y $11,090 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente.

Conclusiones

El período de siembra comprendido del 07 de diciembre al 07 de enero, registró altos rendimientos de grano, sin daño por heladas.

Los híbridos de maíz DK 4050, P 3140, Hipopótamo y DK 4055, fueron los sobresalientes.

Es necesario y prioritario continuar con estas evaluaciones de fechas de siembra para corroborar resultados

Literatura citada

Distrito de Riego del Rio Yaqui. S. de R.L. de IP. y C.V. Gerencia de Operación. 2019. Estadística de daños por heladas en maíz ciclo O-I 2018-19. Cd. Obregón, Sonora. Febrero 2019.

SADER, (2019). Distrito de Desarrollo Rural 148, Cajeme. Cierre de siembra ciclo Otoño Invierno 2018-19. Jefatura de Distrito. Cd. Obregón Sonora.

Félix V., P., J.E. Ortiz E., G. Fuentes D., J.G. Quintana Q. y J. Grageda G., 2009. Horas frío en relación al rendimiento de trigo. Folleto Técnico No 63. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Norman E. Borlaug. Cd. Obregón, Sonora. p 40.

INIFAP, (2007). Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia de la región fuerte-mayo. SEMAY-CENEB-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. p. 63.

Montoya C., L. y J.R. Valenzuela B. 2018. Informe Técnico: Evaluación de ocho híbridos de maíz en el valle del yaqui, Sonora. Ciclo O-I 2016-17. En archivo del CENEB-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. p. 8.

Olivares S. E. 2015. Programa de Análisis Estadístico. Versión 1.6. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.

Ortega C., A. O. Cota A., M.J. Guerrero H., J.M. Cortés J., J.E. Ortiz E., L.M. Tamayo E., J.J. Pacheco C., R. Álvarez Z. y P. Félix V. 2003. El cultivo de maíz, una alternativa para el ciclo otoño-invierno en el sur de Sonora. Folleto para productores No 35 INIFAP-CIRNO- Campo Experimental Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, p. 48.

Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas de Sonora. (www.siafeson.com/remas). CESAVE, SIAFESON, 2018-2019. Consultado el 30 de julio 2019.

Valenzuela B., J.R. y L. Montoya C. 2017. Informe Técnico del Proyecto: Monitoreo de rendimiento de maíz en fechas de siembra tardías en el sur de Sonora. Ciclo P-V 2017. En archivo del CENEB-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. p. 10.

SIEMBRA DE TRIGO (*Triticum durum* L.) EN SUELO HÚMEDO

Cárdenas Salazar Víctor Alberto, Ceceña-Durán Carlos, Escobosa-García María Isabel, Ruiz Alvarado, Cristina, Avilés-Marín Silvia Mónica, Núñez-Ramírez Fidel, Soto-Ortiz Roberto

Instituto de Ciencias Agrícolas¹, Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California.

México. victorcardenas@uabc.edu.mx

Resumen

El proyecto se realizó en el lote 97 del Ejido Nuevo León, se estableció el cultivo de trigo variedad Cirno C 2008, en el ciclo agrícola 2018-2019. Los tratamientos fueron: siembra a tierra venida (tratamiento 1), siembra en húmedo y sobre riego (tratamiento 2) y siembra en seco (tratamiento 3). El diseño fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. La fecha de siembra fue el 20 de diciembre de 2018; la fecha de cosecha fue el 30 de mayo de 2019. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de grano en kg/ha y peso hectolítrico. En lo relativo a la variable rendimiento el mejor tratamiento fue el de siembra en seco con un promedio de 5102 kg, seguido del tratamiento de siembra a tierra venida que obtuvo un promedio de 4052 kg y finalmente el tratamiento de siembra en húmedo con sobre riego produjo un promedio de 3821 kg. Los resultados estadísticos se muestran indicaron que si hubo diferencias entre los tratamientos. Para la variable peso hectolítrico el análisis estadístico indicó que los tratamientos son estadísticamente iguales.

Palabras clave: Control, malezas, rendimiento.

Abstract

The project was carried out in lot 97 of Ejido Nuevo León, the wheat crop variety Cirno C 2008 was established, in the 2018-2019 agricultural cycle. Treatments were: planting at land coming (treatment 1), planting wet and over irrigation (treatment 2) and dry planting (treatment 3). The design was in random blocks with four repetitions. The planting date was December 20, 2018; the harvest date was May 30, 2019. The variables evaluated were: grain yield in kg/ha and hectolytric weight. In terms of the variable yield the best treatment was dry planting with an average of 5102 kg, followed by the planting treatment on come ground that obtained an average of 4052 kg and finally the wet planting treatment with over irrigation produced a pro 3821 kg. Statistical results indicated that if there were differences between treatments. For the

hectolytric weight variable the statistical analysis indicated that the treatments are statistically equal.

Key words: Control, weeds, performance.

Introducción

La justificación del presente trabajo se basa en que en el Valle de Mexicali el cultivo más importante por la superficie sembrada es el trigo y ha llegado a sembrarse en algunos años más de 90,000 hectáreas, y en algunos predios se ha sembrado en forma consecutiva por más de 10 años, esta práctica de monocultivo hace que la maleza de invierno se incremente cada año. Por lo tanto, se tienen problemas de malezas en al menos el 80% de la superficie de siembra de trigo y esta maleza compite con el cultivo por humedad, nutrientes y luz solar, lo que hace necesario la aplicación de herbicidas los cuales tienen un alto costo y con el paso de los años generan resistencia a los compuestos químicos. Una forma de romper esta resistencia es la siembra a tierra venida (siembra en suelo húmedo) ya que se mata la primera generación de la maleza que sale en el riego inicial y el trigo germina sin competencia los primeros 30 días del ciclo. Con base en lo mencionado anteriormente se determinó realizar el presente trabajo con los siguientes objetivos: Obtener el rendimiento en kg/ha para cada tratamiento y realizar el análisis estadístico de cada variable y con base en los resultados obtenidos realizar una recomendación a los productores de cuál es el mejor tratamiento.

Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación se realizó en el lote 97 del Ejido Nuevo León en el ciclo agrícola 2017-2018, estableciendo la variedad de trigo CIRNO C2008.

El diseño experimental fue en bloques al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones.

Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1 siembra en tierra venida (húmedo) con drilla.

Tratamiento 2 siembra en húmedo con drilla y sobrieriego.

Tratamiento 3 siembra en seco con drilla.

Las variables a evaluar fueron:

Días a emergencia

Número de plantas por metro cuadrado

Rendimiento por hectárea

Se dio un riego muerto y se dejó secar por aproximadamente 30 días hasta que se pudo pasar con el tractor, se realizó la siembra con drilla (tratamiento 1).

Para el tratamiento 2 se dio un paso de disca (control mecánico) y posteriormente se realizó la siembra con drilla en húmedo y se aplicó un sobrieriego.

Para el tratamiento 3 se sembró en seco y el riego se dio el mismo día que se realizó la siembra en húmedo de los tratamientos anteriores.

La fecha de siembra fue el 20 de diciembre 2018.

La densidad de siembra fue de 170 kg/ha.

El manejo agronómico fue el tradicional para todos los tratamientos. La aplicación de herbicidas únicamente se realizó en el tratamiento 3.

Manejo agronómico

El manejo agronómico fue el recomendado por el INIFAP. Antes de la siembra se realizó un análisis físico y químico del suelo y se determinó que la textura del suelo es Arcillosa. La Conductividad eléctrica era de 6.5 dS/m. Por lo tanto, el suelo es recomendado para el desarrollo óptimo del cultivo.

Fertilización

Se fertilizó en presiembra 200 kg/ha de Urea y 100 kg/ha de Fosfato Mono amónico.

En el primer riego de auxilio se aplicó 200 kg/ha de Urea al voleo.

En el segundo riego de auxilio se aplicó 100 kg/ha de Amoniaco anhidro.

Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual en un área de 1 m² por cada repetición, la determinación de número de plantas por m² se realizó directamente en campo. La determinación de rendimiento en kg/ha se realizó de la siguiente manera: Se recolectó en campo las espigas de un área de 1 m² y se colocaron en un costal con el número de tratamiento correspondiente, posteriormente se realizó la trilla con una trilladora estacionaria, el grano recolectado de cada tratamiento se pesó en el laboratorio y al resultado obtenido se le multiplicó por 10000 para reportarlo en kg/ha. Con los resultados obtenidos se hizo un análisis estadístico para cada variable.

Resultados y Discusión

Días a emergencia

Para esta variable se obtuvo una marcada diferencia entre la siembra en seco comparativamente con las siembras en húmedo, ya que la emergencia se presentó en 10 días para el tratamiento 3 y el resto de los tratamientos necesitó 18 días para la emergencia de las plántulas.

Variable Número de plantas por metro cuadrado

Con los datos obtenidos se procedió a realizar el Análisis de Varianza encontrándose diferencia entre los tratamientos por lo que se realizó una prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$) los resultados se muestran en el cuadro 1. Se contaron las plantas nacidas de semilla sin tomar en cuenta los hijuelos o macollos.

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias para la variable número de plantas por m².

Tratamiento	Plantas por m ²	Clasificación estadística
Tratamiento 3	158	a
Tratamiento 2	73	b
Tratamiento 1	72	b

Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Tukey ($\alpha = 0.05$).

Variable Rendimiento

Con respecto a esta variable con los datos obtenidos se realizó un análisis estadístico y se encontró que también existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se procedió a realizar una prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$) dando como resultado que el tratamiento que más rendimiento obtuvo fue el tratamiento 3 con 6187 kg/ha, seguido del tratamiento 1 con 4208 kg/ha y finalmente el tratamiento 2 con 4081 kg/ha (cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias para la variable rendimiento en kg/ha.

Tratamiento	Kg/ha	Clasificación estadística
Tratamiento 3 (Siembra en seco)	5102	a
Tratamiento 1 (Siembra a tierra venida)	4052	b
Tratamiento 2 (Siembra en húmedo+ riego)	3821	b

Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Tukey ($\alpha = 0.05$).

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizó el experimento se puede concluir que el mejor tratamiento fue el de siembra en seco (Tratamiento 3), ya que

emergió en menor tiempo que las siembras en suelo húmedo, obtuvo mayor número de plantas por metro cuadrado y mayor rendimiento.

El grado de control de malezas con siembra en tierra venida fue excelente, sin embargo, el control con agroquímicos también fue adecuado y al final obtuvo significativamente el mayor rendimiento.

Literatura Citada

Aguilar, S. A. 1988. Métodos de Análisis de suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia de Suelo A. C. Departamento de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Ortiz, B. 1986. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo/Departamento de suelo. México.

Personal del Laboratorio de salinidad de los E.U.A. 1962. México 1985. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos.

Soil and Plant Analysis Council Inc. 1999. Soil analysis handbook of reference methods. CRC Press.

Aguilera, C. M. y R. Martínez E. (1980) Relaciones agua suelo planta atmósfera. Departamento de Enseñanza Investigación y Servicio en Irrigación. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 2ª Edición.

ENSAYO DE ADAPTACIÓN, CARACTERIZACIÓN, Y RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE MAÍZ BLANCO EN PUEBLO YAQUI, SONORA

Muñoz Valenzuela Sergio¹, Monteiro Alfonso², Bátiz Murillo Carlos³, Karam Conant David¹, Ortiz Enríquez José Eliseo⁴, Félix Valencia Pedro⁴

Karam Conant S.A. de C.V. Miguel Alemán 598 Sur. Ciudad Obregón, Sonora¹. Novasem Innovaciones, S.A. de C.V. Carr. Barra de Navidad km 40, Jalisco². BMinsumos, S de R.L. de C.V. Riva Palacio 420 Norte, Culiacán, Sinaloa³. Inifap. Campo Experimental Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora⁴.

canola_nal@hotmail.com

Resumen

En el Block 1107 del Valle del Yaqui, Sonora, México, durante el ciclo Otoño-Invierno 2017-2018, se estableció un ensayo de adaptación, caracterización, y rendimiento de 20 genotipos de maíz blanco *Zea mays* L. *var. indentata*, La siembra se realizó en condiciones de riego, el 6 de Diciembre de 2017, bajo un diseño estadístico de bloques completos al azar, tres repeticiones, y parcelas experimentales de dos surcos a 80 cm de separación y 5 metros de largo. Se midieron las principales variables agronómicas, como población, vigor, floración, madurez fisiológica, altura de frutos y de plantas, entre otros. El análisis de varianza (Fisher) para rendimiento de grano, detectó diferencias altamente significativas** entre tratamientos, y no detectó diferencias entre repeticiones^{ns}, con un Coeficiente de Variación de 5.16%. La prueba Tukey_{.05}, detectó 5 materiales como los de mayor rendimiento, el cual varió de 12992 a 14550 kilogramos de grano por hectárea.

Palabras clave: maíz blanco, variación, genotipo

Abstract

In Block 1107 Yaqui Valley, Sonora, Mexico, during 2017-2018 agricultural cycle, twenty corn varieties yield trial was established. Sowing was done in December 6, 2017 on clay soil, and gravity irrigation system. Randomized complete blocks experimental design with three replications was applied, and an experimental plots 80 centimeters wide and 5 meters long was used. Main agronomic variables, like plant population, vegetative vigor, bloom, physiological maturity, lodging, plants height, among others were measured. Yield grain variable it was analyzed statistically, and highly significant differences** among varieties were detected, and not detected differences between replications. Variation Coefficient was 5.16%. It is concluded,

according Tukey⁰⁵ statistical test, best varieties were five, with performance from 12992 to 14550 kilograms per hectare.

Introducción

El maíz es el cereal de mayor importancia para el pueblo de México, en virtud de ser el de mayor producción, al que se destinan más hectáreas de cultivo, y por ser el de mayor consumo *per cápita* (Vargas, *et al*, 2004); por lo tanto, se considera un cultivo básico de la alimentación del país, en sus diferentes clasificaciones y biotipos, ya que se tiene en México y Mesoamérica una variabilidad extensa, desde harinosos, dulces, reventadores, tabloncillos, cónicos, y de colores variados (Wellhausen, *et al*, 1951). Por otra parte, el maíz blanco dentado *Zea mays indentata*, es el que más se siembra bajo riego en México, dado sus propiedades alimenticias y organolépticas. Se calcula que en México, un 95% de la población, consume maíz del tipo dentado (Robles, 1978); sin embargo, aun cuando es esa la realidad, los programas de mejoramiento públicos y privados, y la industria harinera nacional, deberían voltear a la incorporación y uso de tipos de maíz de comprobada calidad alimenticia y mejorar con ello el balance nutricional de la población consumidora, a base de la incorporación de la carga genética que proporcionan los maíces opacos y harinosos de notable capacidad de adaptación (Hernández, 1972). Por lo general, las variedades híbridas de endospermo blanco, se cultivan en las zonas de riego, donde se exhiben los mejores rendimientos, no obstante haber regiones de muy buenos temporales para la producción de maíz, en la modalidad de variedades criollas, de polinización libre, variedades sintéticas, o variedades híbridas, las que son de mayor uso actual, las cuales son formadas, liberadas y evaluadas en diferentes tipos de pruebas y desarrollos, siendo muy común el establecimiento de lotes de parcelas de validación en terrenos de agricultores cooperantes, desarrollos que tienen validez tecnológica (Muñoz y Salazar, 2012), sin embargo, los ensayos de rendimiento, significan la aplicación estricta del método científico, en todos y cada uno de sus pasos y componentes, por lo tanto, El OBJETIVO central de éste trabajo experimental, fue evaluar 20 genotipos de maíz blanco, bajo las condiciones medioambientales del Block 1107 del Valle del Yaqui, Sonora.

Materiales y Métodos

El trabajo experimental se llevó a cabo en el Block 1107, comisaría de Pueblo Yaqui, Valle del Yaqui, Sonora, México, durante el ciclo agrícola 2017-2018. El ensayo consistió en la evaluación agronómica de 20 genotipos de maíz, 17 variedades híbridas y 3 variedades de polinización libre, todas de endospermo blanco para nixtamalización y otros usos. Se sembró en

forma mecánica el día 6 de noviembre de 2017 en suelo de barrial profundo, bajo condiciones de riego de gravedad tecnificado. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones, y la unidad experimental estuvo constituida por dos surcos separados a 80 centímetros por 5 metros de longitud. Se fertilizó en forma convencional de la misma manera que el productor aplica los fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio como elementos mayores, y fierro, zinc, y manganeso como elementos menores. Las plagas y enfermedades fueron controladas a tiempo, siguiendo las recomendaciones de la guía técnica del cultivo de maíz, proporcionada por el Campo Experimental Norman E. Borlaug dependiente del Inifap. Se midieron las principales variables agronómicas desde el vigor germinativo, floración, madurez fisiológica, altura de frutos, altura de plantas y otras variables. El análisis de varianza estadístico, fue practicado a la variable rendimiento de grano por el método paramétrico de Fisher.

Resultados y Discusión

El análisis de varianza estadístico practicado para la variable rendimiento de grano, detectó diferencias altamente significativas** entre tratamientos, y no detectó diferencias entre repeticiones^{ns}, con un Coeficiente de Variación de 5.16% (Cuadro 1), lo que confiere amplia confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 1. Principales caracteres del análisis de varianza (Fisher) para la variable rendimiento de grano del ensayo de maíces blancos comerciales. Block 1107 Valle del Yaqui Sonora. Ciclo Otoño-Invierno 2017-2018.

FACTOR DE VARIACION	DE G.L.	SUMA DE CUADRADOS	DE CUADRADO MEDIO	F Calc	F tabulada .05 .01	
TRATAMIENTOS	19	516827292.000	27201436.000	84.775**	1.85	2.39
BLOQUES	2	58770.833	29385.417	0.092 ^{ns}	3.23	5.18
ERROR	38	12192896.000	320865.680			
TOTAL	59	529078958.000				

Coeficiente de Variación = 5.16%, Diferencia Mínima Tukey = 1757.35, Diferencias altamente significativas (**), Diferencias no significativas (^{ns})

Para la diferenciación de los datos de rendimiento promedio, se aplicó la prueba estadística de Tukey_{.05}, la cual detectó 6 grupos de diferenciación (Cuadro 3), cuyos rendimientos fluctuaron desde 14550 kilogramos por hectárea correspondiente al híbrido “Garañón”, hasta 4992 kg/ha de la variedad criolla “Blando de Sonora”. Blando de Sonora, es una variedad criolla que se siembra en la región serrana de Sonora, y las variedades de polinización libre San Juan OB y San Juan OR, exhibieron aceptables rendimientos de 6083 y 5775 kg/ha respectivamente,

rendimientos bajos, considerando el potencial de rendimiento de los mejores híbridos de éste ensayo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Principales caracteres de calidad física, rendimiento, y prueba de Tukey del ensayo de rendimiento de maíces blancos comerciales. Block 1107 Valle del Yaqui, Sonora. Ciclo Otoño-Invierno 2017-2018.

No. de Ord/Var	Material Genético	Mazorca Longitud (cm)	Mazorca número hileras	Grano efectivo (%)	Peso específico (kg/hL)	Rend de grano (kg/ha)	Prueba Tukey .05	
01	11	Garañón	17	16	83.1	82.2	14550	A
02	13	Arabe	17	16	83.4	80.9	13342	AB
03	12	Percherón	19	16	83.5	76.6	13117	ABC
04	06	NB-N1R05	19	14	84.4	80.4	13050	ABC
05	08	NB-PC203	19	14	85.3	77.9	12992	ABC
06	04	NB-N1R01	18	14	85.7	78.6	12767	BC
07	07	NB-10	18	14	85.2	79.3	12717	BC
08	16	CF-276-TC-7	19	16	83.4	77.5	12692	BC
09	10	NB-NA35	18	16	82.0	82.3	12617	BCD
10	14	Verano XR	18	16	82.5	81.2	12075	BCD
11	17	CF-277-TC-7	20	14	84.2	80.7	12067	BCD
12	09	NB-PC203	20	14	84.4	78.0	11817	BCDE
13	19	PX-7101-Y	19	14	88.2	82.0	11692	BCDE
14	05	NB-N1R03	17	16	84.5	80.0	11367	CDE
15	18	PX-7130-Y	18	14	80.6	73.6	11925	DE
16	03	H-431	14	14	79.8	82.0	10150	E
17	01	San Juan OB	13	14	76.4	80.0	6083	F
18	02	San Juan OR	15	12	77.9	73.0	5775	F
19	15	NB-9617	14	14	83.8	82.0	5000	F
20	20	Blando/son	14	10	83.9	70.2	4992	F

*Valores unidos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Por otra parte, el grupo de mayor rendimiento detectado por la prueba Tukey_{.05}, estuvo constituido por cinco híbridos estadísticamente iguales; NB-PC 203, NB-N1R03, Percherón, Árabe, y Garañón, con rendimientos de 12992, 13060, 13117. 13342, y 14550 kilogramos de grano por hectárea, respectivamente. Durante el desarrollo del ensayo, se midieron las principales variables agronómicas como el vigor vegetativo, floración, madurez fisiológica y altura de plantas (Cuadro 3). Es notable el bajo vigor de las variedades de polinización libre, a diferencia del alto vigor observable en las variedades híbridas, como es de esperarse, debido a la presencia de la heterosis en muchos de los aspectos agronómicos, sobre todo en los rendimientos unitarios. Los pesos específicos fueron variables, desde 82.3 kg/hL en el híbrido NB-NA35, hasta 70.2 en el criollo “blando de Sonora”.

Cuadro 3. Principales características agronómicas de los genotipos componentes del ensayo de rendimiento de maíces blancos comerciales. Block 1107 Valle del Yaqui, Sonora. Ciclo Otoño-Invierno 2017-2018.

No. Var	Material genético	Población (%)	Calificación (1-10)*	Días a Floración	Mad Fis	Altura (cm)	
						Frutos	Planta
01	San Juan OB	100	1	102	135	100	175
02	San Juan OR	95	1	102*	138	100	190
03	H-431	100	5	108	140	110	180
04	NB-N1R01	95	10	107	145	95	190
05	NB-N1R03	100	10	105	147	100	200
06	NB-N1R05	100	10	106	140	100	190
07	NB-10	100	10	106	148	90	190
08	NB-PC203	100	10	107*	150	100	200
09	NB-PC2303	100	9	108	150	100	210
10	NB-NA35	100	9	107	142	130	210
11	Garañón	100	7	109	150	100	190
12	Percherón	100	9	107	145	110	200
13	Árabe	100	8	106	145	110	190
14	Verano XR	100	9	106*	140	130	200
15	NB-9617	30	--	--	--	120	220
16	CF-276-TC-7	100	9	107	148	120	200
17	CF-277-TC-7	95	9	106	148	110	200
18	PX-7130-Y	100	9	105*	145	100	180
19	PX-7101-Y	85	8	106	145	120	210
20	Blando/son	70	2	98	135	110	170

* 1: El más bajo vigor; 10: El más alto vigor

Conclusiones

Los mejores rendimientos obtenidos en este ensayo, variaron de 12992 a 14550 kg/ha, siendo los mejores materiales, NB-PC 203, NB-N1R05, Percherón, Árabe, y Garañón.

Literatura Citada

- Hernández X.E. 1972. Memoria del simposio sobre el desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México. SAG.
- Robles, S.R. 1978. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. Monterrey, N.L. México.
- Muñoz, V.S. y A. Salazar Z. 2012. Parcelas de validación de híbridos comerciales de maíz blanco en el Valle del Yaqui, Sonora. Integradora de Procesos Agrícolas S.A. de C.V. Cd Obregón, Son.
- Vargas, V.N.D., M.L. Aldana M., y M.I. Silveira G. 2004. Aspectos de la calidad física del maíz almacenado en el estado de Sonora. Biotecnia. Vol VI No.2. Mayo-Agosto 2004. Hermosillo, Son.
- Wellhausen, E.J., L.M. Roberts, E. Hernandez X., y P.C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico No.5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. 237 pp.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN CUATRO NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO EN FECHA DE SIEMBRA TARDÍA

Padilla Valenzuela Isidoro¹, Ortega-Murrieta Pedro F.², Fierros-Leyva Gustavo A.², Valenzuela-Herrera Víctor⁴, Acosta-Gallegos Jorge A.³, Ortiz-Enríquez J. Eliseo¹

¹Campo Experimental Norman E. Borlaug, padilla.isidoro@inifap.gob.mx, ²Campo Experimental Costa de Hermosillo, ³Campo Experimental Bajío, ⁴Campo Experimental Valle de Culiacán,

Resumen

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 los patógenos van evolucionando para vencer la resistencia, y es necesario contar con otras nuevas para mantener una buena producción. El propósito de este estudio fue determinar el comportamiento agronómico de cuatro nuevas variedades de garbanzo blanco en fecha de siembra tardía en el Valle del Mayo, Sonora. Durante 2018-2019 se evaluaron cuatro nuevas variedades Blancoson, Mazocahui, Sinalomex 2018 y Combo 743 y los testigos comerciales Blanco Sinaloa 92 y Blanoro, en fecha tardía y en dos tipos de suelo, en el Valle del Mayo, Sonora. De acuerdo con los resultados en fechas tardías, el garbanzo responde mejor en suelos tipo migajón-arenoso. La mejor respuesta en ambos tipos de suelo se observó en la variedad Blanoro.

Palabras clave: Calidad, clima, tipo de suelo

Abstract

The development new chickpea varieties with resistance to root and foliar diseases, through genetic improvement, must be a continuous process since the pathogens are evolving in order to break the resistance, and it is necessary to have new ones to maintain the productivity of the crop. The aim of this study was to determine the agronomic response of four new varieties of white chickpea in delayed planting date and two soil types at Mayo Valley, Sonora. During 2018-2019, four new varieties were evaluated: Blancoson, Mazocahui, Sinalomex 2018 and Combo 743, and Blanco Sinaloa 92 and Blanoro were included as commercial checks. According to the results at late dates, chickpea responds better in sandy-loam type soils. The best response in both types of soil was observed in the Blanoro variety.

Key words: Grain quality, wheather, soil type

Introducción

El desarrollo 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 porque los patógenos se vuelven más virulentos para superar la resistencia, y es necesario contar con nuevas para mantener una buena producción (Morales *et al.*, 2004). Para mantener la productividad, es necesario generar nuevas variedades que permitan al garbanzo mexicano estabilidad de rendimiento y competir con calidad y precios competitivos en el ámbito internacional y que se beneficie al productor de garbanzo con un menor costo de producción (Manjarrez *et al.*, 2007). Así, 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 (Zazueta, 2008). El propósito de este estudio fue determinar el comportamiento agronómico de cuatro nuevas variedades de garbanzo blanco en fecha de siembra tardía, en dos tipos de suelo en el Valle del Mayo, Sonora.

Materiales y Métodos

La evaluación se realizó durante el ciclo 2018-2019 en terrenos del Campo Experimental Valle del Mayo (SEMAY) en suelo de barrial (> 50% de arcilla) y la localidad de Navolato en suelo migajón-limoso (aluvión), municipios de Navojoa y Etchojoa, Sonora, respectivamente. Se evaluaron cuatro nuevas variedades: Blancoson, Mazocahui, Sinalomex 2018 y Combo 743 y los testigos comerciales Blanco Sinaloa 92 y Blanoro. La siembra se realizó con máquina de precisión depositando 18 semillas/m, los días 12 de enero de 2019, en el SEMAY y 14 de enero de 2019 en Navolato. Se fertilizó con la dosis 120-50-00 fraccionado previo a la siembra y antes del primer riego de auxilio. Para la distribución de los tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo en franjas. La parcela experimental fue de ocho surcos de 100 m de longitud a 0.80 m de separación, la parcela útil fueron dos surcos centrales de 5 m de longitud (8 m²) en cuatro repeticiones. Se registraron las variables climáticas temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa máxima y mínimas diarias y precipitación de las estaciones Semay y Chucárit ubicadas a una distancia aproximada de 30 m y 1 km de los lotes, respectivamente. En madurez se colectaron plantas de dos surcos en un tramo de 5 m, para estimar rendimiento de origen, rendimiento de exportación (el cual se estimó al pasar una muestra de 1 kg por una malla con orificios de 9 mm de diámetro) calibre de origen y calibre de exportación los cuales fueron analizados estadísticamente (Olivares, 2015) y las medias fueron separadas por DMS (0.05).

Resultados y Discusión

Rendimiento de grano

Hubo diferencias significativas en localidades, variedades y su interacción. Tanto para rendimiento de origen y rendimiento neto, los mejores resultados se observaron, como era de esperarse en el suelo de aluvión. En promedio de variedades el mayor rendimiento de origen se registró con Blanoro (2.344 t ha⁻¹) y el más bajo se observó en Mazocahui (1.517 t ha⁻¹). La interacción Localidad por Variedad detectó como mejor a Blanoro con 2.769 t ha⁻¹ y le siguieron Sinalomex 2018, Mazocahui y Blanco Sinaloa 92, en ese orden con 2.169, 2.137 y 2.095 t ha⁻¹, respectivamente. En rendimiento neto, en promedio de variedades también destacó Blanoro con 1.982 t ha⁻¹, el más bajo fue con Mazocahui la cual rindió 1.085 t ha⁻¹. En el análisis de la interacción Localidad por Variedad sobresalió Blanoro con 2.504 t ha⁻¹, y le siguieron Sinalomex, Blanco Sinaloa 92, y Blancoson con 1.983, 1.874, y 1.838 t ha⁻¹. Lo anterior contrasta Ortega *et al.* (2019) quienes para Mazocahui y Blancoson registraron 3.2 y 2.7 t ha⁻¹, en riego por goteo. La variedad Blanoro produce de 3.4 a 4.1 t ha⁻¹ (Ortega *et al.* 2016) y además es resistente a *Fusarium oxysporum* y *F. Solani* (Ortega *et al.* 2016). Al respecto Auckland y van der Maesen (1980) afirman que el garbanzo crece bien en una amplia gama de suelos de buen drenaje con pH entre 6.5 a 8.0 y que las lluvias promueven la presencia de enfermedades, reduce la eficiencia en la fertilización y el pegado de vainas. Las temperaturas promedio para la época de floración fueron de 10 a 14°C, las mínimas y de 25 a 31 °C. Al final del ciclo, las temperaturas fluctuaron de 14 a 35 °C. Además, el tipo de suelo de aluvión, favoreció la exploración de las raíces, para la absorción de agua y nutrientes durante todo el ciclo.

Cuadro 1. Rendimiento de origen (t ha⁻¹) de cuatro nuevas variedades de garbanzo en dos localidades del Valle del Mayo, Sonora.

Variedad	Localidad		Media DMS _(0.05) =0.131
	SEMAY	NAVOLATO	
1. Blancoson	1.229d†	2.137b	1.683b††
2. Mazocahui	1.095e	1.940c	1.517c
3. Sinalomex 2018	1.717b	2.169b	1.943b
4. Combo 743	1.699b	1.841c	1.770b
5. Blanoro	1.919a	2.769a	2.344a
6. Blanco Sinaloa 92	1.562c	2.095b	1.829b
DMS _(0.05) = 0.214	1.537b††	2.158a	

DMS_(0.05) interacción Localidad X Variedad= 0.131; CV=4.8%

†Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son diferentes (p<0.01).

††Medias con igual letra en el sentido de las hileras no son diferentes (p<0.01).

Cuadro 2. Rendimiento neto ($t\ ha^{-1}$) de cuatro nuevas variedades de garbanzo en dos localidades del Valle del Mayo, Sonora.

Variedad	Localidad		Media $DMS_{(0.05)}=0.131$
	SEMAY	NAVOLATO	
1. Blancoson	0.639c†	1.838c	1.238d†
2. Mazocahui	0.539c	1.632d	1.085e
3. Sinalomex 2018	1.257b	1.983b	1.620b
4. Combo 743	1.331ab	1.623d	1.477c
5. Blanoro	1.461a	2.504a	1.982a
6. Blanco Sinaloa 92	1.314b	1.874bc	1.594b
$DMS_{(0.05)}= 0.226$	1.090b††	1.909a	

$DMS_{(0.05)}$ interacción Localidad X Variedad= 0.131; CV= 6%

†Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son diferentes ($p<0.01$).

††Medias con igual letra en el sentido de las hileras no son diferentes ($p<0.01$)

Calibre del grano

El análisis de los datos de calibre de grano detectó diferencias significativas para localidades, variedades y su interacción (Cuadro 3). En general se observó que la mejor respuesta varietal para tamaño de grano se presentó en suelo de aluvión. En promedio de variedades Blanco Sinaloa 92 mostró el calibre más grande con 46 granos/30g y siguieron Blanoro y Combo 743 con 47 granos/30, respectivamente. Sin embargo, el análisis de la interacción Localidad por Variedad mostró a Blanoro y Sinalomex 2018 con el mejor calibre (43 granos/30g)

Cuadro 3. Calibre de exportación (granos/30g) de cuatro nuevas variedades de garbanzo en dos localidades del Valle del Mayo, Sonora.

Variedad	Localidad		Media $DMS_{(0.05)}=2.259$
	SEMAY	NAVOLATO	
1. Blancoson	56a†	49b	53a†
2. Mazocahui	58a	51a	55a
3. Sinalomex 2018	54b	43c	49b
4. Combo 743	49c	45c	47b
5. Blanoro	52b	43c	47b
6. Blanco Sinaloa 92	48c	44c	46c
$DMS_{(0.05)}= 2.574$	53b††	46a	

$DMS_{(0.05)}$ interacción Localidad X Variedad= 2.259; CV= 3.2%

†Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son diferentes ($p<0.01$).

††Medias con igual letra en el sentido de las hileras no son diferentes ($p<0.01$)

Los más bajos rendimientos observados en SEMAY (barrial), en comparación con Navolato (migajón-limoso) se debieron a una mayor disponibilidad de agua, en este último. Lo anterior

coincide con lo señalado por Auckland y van der Maesen (1980) quienes mencionan 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.

Conclusiones

En fechas tardías, el garbanzo responde mejor en suelos de migajón-arenoso en el sur de Sonora. El mayor rendimiento en ambos tipos de suelo se observó con la variedad Blanoro.

El suelo de tipo aluvión, favoreció la exploración de las raíces, para la absorción de agua y nutrientes durante todo el ciclo.

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.

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

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., 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.

Olivares S. E. 2015. Programa de Análisis Estadístico. Versión 1.6. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.

Ortega M., P.F., Fierros L., G.A., Padilla V., I., Valenzuela H., V., Acosta G., Gutiérrez P., E. J.A. Velarde F., Rodríguez C., F.G. 2016. Blanoro, nueva variedad de garbanzo blanco de grano extra grande para exportación. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol 7(1):209-216.

Ortega M., P.F., Fierros L., G.A., Padilla V., I., Acosta G., J.A. Velarde F., S., Valenzuela H., V., Guerrero A. B.Z., Gutiérrez P., E., Saucedo A., R.H., López G., J.A. 2019. Productividad de dos variedades de garbanzo en cuatro láminas de riego en sistema de riego por goteo. Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología Vol. 2:105-109.

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 MULTIAMBIENTAL DE CRUZAS AVANZADAS DE MAÍZ EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Peinado Fuentes Luis Alberto¹; Cubedo, Ruíz Edgar Adalberto²; Guzmán, López Jesus Asunción³; Preciado, Ortiz Ricardo Ernesto⁴

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). ¹ Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF), ² Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB). ³ Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU), ⁴ Campo Experimental del Bajío (CEBAJ). peinado.luis@inifap.gob.mx

Resumen

El modelo de regresión de sitios (SREG) se utiliza para el análisis de los datos provenientes de ensayos comparativos de rendimiento multiambientales, en especial cuando el ambiente (E) es la fuente de variación más importante en relación con la contribución del genotipo (G) y la interacción genotipo-ambiente (GE). Este modelo, que incluye en el término bilineal $G+GE$, proporciona un análisis gráfico del comportamiento (rendimiento y estabilidad) de los genotipos denominado biplot GGE. Este gráfico permite identificar el genotipo de mayor potencial en cada ambiente y agrupar genotipos y ambientes con patrones similares de respuesta. Con el objeto de evaluar la variabilidad en el rendimiento de grano de maíz y determinar los patrones de respuesta entre cruzas avanzadas y ambientes, se utilizaron los datos de producción provenientes de 19 cruzas avanzadas de maíz blanco y amarillos y 3 testigos comerciales evaluados en 3 localidades del noroeste de México. El análisis de la varianza y la prueba de Gollob mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P<0,01$) entre las cruzas avanzadas, localidades y en la interacción genotipo-ambiente. El examen del biplot permitió identificar tres materiales de rendimientos superiores, una cruzada avanzada de maíz blanco denominada RIN-18 y 2 testigos comerciales.

Palabras clave: biplot GGE, SREG, *Zea mays*.

Abstract

The site regression model (SREG) is used for the analysis of data from multi-environmental performance comparative tests, especially when the environment (E) is the most important source of variation in relation to the contribution of the genotype (G) and the genotype-environment interaction (GE). This model, which includes in the bilinear term $G + GE$, provides a graphical analysis of the behavior (performance and stability) of genotypes called the GGE biplot. This graph allows identifying the genotype with the greatest potential in each environment

and grouping genotypes and environments with similar response patterns. In order to evaluate the variability in corn grain yield and determine the response patterns between advanced crosses and environments, production data from 19 advanced white and yellow corn crosses and 3 trade witnesses evaluated in 3 locations were used from the northwest of Mexico. The analysis of the variance and the G-obiols tests showed statistically significant differences ($P < 0.01$) between advanced crosses, locations and in the genotype-environment interaction. The biplot exam allowed the identification of three higher yield materials, an advanced white corn cross, called RIN-18 and 2 commercial witnesses.

Keywords: biplot GGE, SREG, *Zea mays*.

Introducción

Los ensayos comparativos de rendimiento (ECR) multiambientales permiten identificar los genotipos de mejor rendimiento y los más estables, es decir, aquellos que mantienen su alto potencial productivo a través de un amplio rango de condiciones ambientales. La comparación y recomendación de los híbridos se dificulta cuando el comportamiento relativo entre los genotipos difiere de una condición ambiental a otra. La interacción genotipo-ambiente se origina como consecuencia de este comportamiento diferencial de los genotipos en los distintos ambientes. Así resulta particularmente importante cuantificar e interpretar la magnitud de este componente para un carácter complejo como el rendimiento. Aunque el rendimiento es el resultado de los efectos del genotipo (G), del ambiente (E) y de la interacción genotipo-ambiente (GE), solamente el efecto principal de G y la interacción GE son de relevancia en la evaluación de los genotipos (Lozano *et al.*, 2015). A diferencia del ANOVA y de la comparación de medias que sólo permiten seleccionar aquellos genotipos que superan un determinado nivel de rendimiento, el modelo de regresión de sitios (SREG) (Crossa y Cornelius, 2000; Crossa *et al.*, 1990), que se recomienda cuando los efectos ambientales son la fuente de variación más importante, tiene otras ventajas adicionales. En efecto, el modelo SREG, que incluye G+GE en el término bilineal, proporciona un análisis gráfico de fácil interpretación del comportamiento de los genotipos más el efecto de la interacción genotipo-ambiente, denominado biplot GGE (Lozano *et al.*, 2015). Así como, mediante métodos tradicionales es posible identificar los genotipos de mayor producción en cada ambiente, con el biplot, además, es posible caracterizar aquellos genotipos que exhiben mayor estabilidad (Crossa *et al.*, 1990). Por lo tanto, frente a una muestra genéticamente heterogénea formada por distintas cruza avanzadas, que son sometida a diferentes condiciones ambientales, se espera encontrar diferencias en la producción y en la estabilidad de sus integrantes (Soto *et al.*, 2019). Los

objetivos de este estudio consistieron en evaluar el comportamiento de 19 cruzas avanzadas y 3 testigos comerciales en 3 localidades, Cd. Obregón, Sonora, Guasave y Culiacán, Sinaloa, para determinar el mayor rendimiento de grano mediante su de respuesta entre genotipo y ambiente.

Materiales Y Métodos

El trabajo fue realizado en el INIFAP, en los campos experimentales CENEB, CEVAF y CEVACU. En el ciclo otoño–invierno de 2018-2019, se evaluaron 19 cruzas avanzadas de maíz blanco y amarillo con 3 testigos comerciales. Cada parcela experimental fue de 10 m de largo y 0.8 m de ancho a doble surco, con 7-8 platas por metro, el manejo agronómico se llevó con base a la Guía técnica de producción de maíz para cada campo del INIFAP. Al final del ciclo del cultivo se estimó el rendimiento de cada cruz con una humedad en el grano del 14%. El análisis se basó en el gráfico producido a partir del biplot simétrico obtenido del programa desarrollado por Burgueño y colaboradores (2001). Para explorar la variabilidad G+GE en el rendimiento de grano, se utilizó el modelo lineal-bilineal SREG dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \sum_{k=1}^N \lambda_k \xi_{ik} \eta_{jk} + \epsilon_{ij}$$

Donde; Y_{ij} , rendimiento, genotipo (i), ambiente (j); μ , promedio; β_j , efecto aditivo del ambiente; λ_k , autovalor; ξ_{ik} y η_{jk} son, coeficientes de genotipos y ambientes, para $N=1,2,..$; y ϵ_{ij} , es el término de error aleatorio, el cual se asume con NID (0, s^2/r). El biplot GGE fue construido a partir de las primeras dos componentes principales (CP1 y CP2) simétricamente escaladas derivadas del análisis de CP de los datos centrados por ambiente.

Resultados y Discusión

Las cruzas avanzadas al igual que los ambientes y la interacción genotipo ambiente presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P<0,01$) mostradas en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Análisis de variancia y significación por la prueba de Gollob para los componentes principales en el modelo GGE biplot, de 19 cruzas avanzadas y 3 testigos comerciales.

Fuente de Variación	SS	DF	MS	F	PROBf
ENV	26.31322	2	13.15661	11.9192	0.00001*
GEN	481.75199	21	22.94057	20.78295	0.00001*
ENV *	93.44228	42	2.22482	2.01557	0.00074*
GEN					
PC1	484.91961	22	22.0418	20.251	0.0001*
PC2	62.19526	20	3.10976	2.85711	0.0001*
PC3	28.0794	18	1.55997	1.43323	0.1194
Residuales	218.55569	198	1.10382		

Los dos primeros componentes de SREG explican 84.31 % de la variación para el Factor 1 y 10.81 % para el Factor 2, los cuales se representan en el “biplot” de la Figura 1 que exhibe los patrones de respuesta de 22 genotipos de maíz evaluados en 3 localidades. Crossa y colaboradores (1990) mencionan que los genotipos y ambientes con coordenadas grandes en la dirección del Factor 1, consideradas en valor absoluto, contribuyen en mayor medida a la interacción $G \times A$, mientras los genotipos y ambientes con valores cercanos a cero para la dirección del Factor 1 tienen poca participación sobre este efecto.

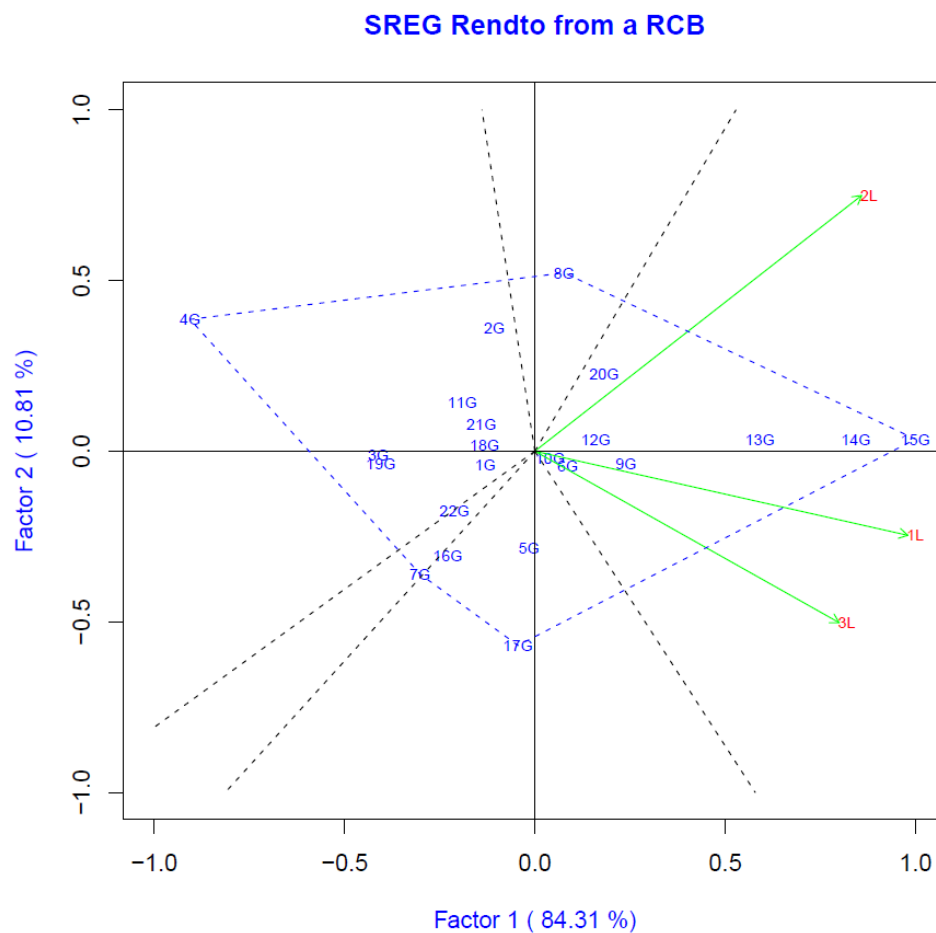


Figura 1. Muestra la evaluación por rendimiento de grano tnha^{-1} de 19 cruzas avanzadas de maíz blanco y amarillo con 3 testigos comerciales (G), en 3 localidades (L), representados en el Plano de Genotipo y Genotipo x Ambiente (GGE biplot).

Ambientes (L): 1L, CENEB; 2L, CEVAF; 3L, CEVACU. Genotipos (G): 1G, PBN27XPBN84; 2G, PBN8XPBN47; 3G, PBN47XPBB178; 4G, PBN33XPBB64; 5G, PBN32XPBN9; 6G, PBN32XPBN29; 7G, PBN11XPBN84; 8G, CML311XPBN8; 9G, PBN13XPBN85; 10G, PBN81XPBN19; 11G, PBN47XPBN64; 12G, SYN904W; 13G, CARIBU; 14G, RIN-18; 15G,

ARMADILLO; 16G, PAN142XCML486; 17G, PAN144XCML451; 18G, CML451XPAN142; 19G, PAN139XCML486; 20G, CML451XCML481XPAN139; 21G, CML451XCML486XPAN139; 22G, CML451XCML486XPAN142.

Para una efectiva utilización de los recursos vegetales en programas de mejora genética existe la necesidad de evaluar y describir sus variaciones fenotípicas al ser cultivados en diferentes ambientes. El problema se complica porque numerosos caracteres se heredan cuantitativamente y son muy influenciados por el ambiente, por lo que resulta necesario conseguir información sobre la Interacción Genotipo Ambiente (IGE), es decir, las diferencias genéticas entre variedades o poblaciones y sus respuestas en diversos ambientes. La cruz más sobresaliente fue para RIN-18, y aunque fue superada por el testigo comercial Armadillo, tiene una competitividad significativa en todos los ambientes, superando a dos testigos comerciales (CARIBU y SYN904W).

Conclusiones

El rendimiento de grano de maíz fue significativamente afectado por el efecto del genotipo, del ambiente y, en menor grado, por la de la interacción genotipo-ambiente. Dos ambientes presentaron características similares 1L y 2L. Los resultados obtenidos con este método muestran que, desde la perspectiva de un mejorador, es importante tener en cuenta la combinación de ciertos subconjuntos de ambientes en un grupo más amplio (mega-ambientes), ya que esto permite representar mejor a las poblaciones objetivo.

Literatura Citada

Lozano-Ramírez, Á., Santacruz-Varela, A., San-Vicente-García, F., Crossa, J., Burgueño, J., & Molina-Galán, J. D. (2015). Modelación de la interacción genotipo X ambiente en rendimiento de híbridos de maíz blanco en ambientes múltiples. *Revista fitotecnica mexicana*, 38(4), 337-347.

Burgueño, J., Crossa, J., Cornelius, P. L., & Yang, R. C. (2008). Using factor analytic models for joining environments and genotypes without crossover genotype $\times$ environment interaction. *Crop Science*, 48(4), 1291-1305.

Crossa, J., & Cornelius, P. L. (2000). Modelos lineales-bilineales para el análisis de ensayos de genotipos en ambientes múltiples. *Symposium Interacción Genotipo x Ambiente*; Irapuato, Guanajuato (México); 15-20 Oct 2000 (No. CIS-2730. CIMMYT.).

Soto, C. S. T., Arce, V. V., & León, L. A. N. (2019). Estabilidad de rendimiento y adaptabilidad de híbridos de maíz tolerantes a suelos ácidos en base a las características del análisis GGE biplot. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11(1).

Crossa, J., Gauch, H. G., & Zobel, R. W. (1990). Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Science*, 30(3), 493-500.

RENDIMIENTO Y CALIDAD EN LÍNEAS Y VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO EN EL NORTE DE SINALOA

Sauceda Acosta Raúl H., Rodríguez Cota Franklin G. Cortez Mondaca Edgardo, Padilla

Valenzuela Isidoro, Velarde Félix Sixto

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas Pecuarias, Campo Experimental Valle del
Fuerte, Juan José Ríos, Sinaloa. saucedraul@inifap.gob.mx

Resumen

La producción de garbanzo blanco en Sinaloa se destina para exportación, en el norte del estado se concentra la mayor producción de esta leguminosa y la principal variedad que se siembra es BLANCO SINALOA 92, es necesario generar nuevas líneas con características agronómicas sobresalientes, por lo que el objetivo fue evaluar la productividad de 27 líneas y nueve variedades como testigo. El diseño experimental fue bloques completos al azar, con tres repeticiones, la parcela estuvo formada por cuatro surcos de cinco metros de largo con una separación de 80 cm y la parcela útil por los dos surcos centrales. La siembra se realizó el 28 de diciembre de 2018, con una densidad de 15 plantas por m². Se obtuvo el rendimiento (kg ha⁻¹), calibre y porcentaje de exportación. El rendimiento de las líneas CUGA 09-2038, CUGA 09-2043, C-09-2004 CEVACU y CUGA 09-2067 fue superior con respecto a las variedades BLANCO SINALOA 92, BLANCOSON, MAZOCAHUI y COMBO-74 ($P \leq 0.05$). El calibre de grano fue diferente sólo entre las líneas CUGA 09-3096 y HOGA 2005-10-5 (DMS=46.2, $P \leq 0.05$), sin diferencias en el porcentaje de exportación. El potencial de rendimiento de las líneas, el porcentaje de exportación y calibre de grano que éstas presentan, indican el avance del mejoramiento genético en incrementar el rendimiento y la calidad del grano de esta leguminosa. Palabras clave: Genotipos, calidad, exportación.

Abstract

The production of white chickpea in Sinaloa is intended for export, in the north of the state concentrates the largest production of this legume and the main variety is Blanco Sinaloa 92, it is necessary to generate new lines with outstanding agronomic characteristics, so the objective was to evaluate the productivity of 27 lines and nine varieties as control. The experimental design was complete blocks at random, with three *replications*, the plot was formed by four rows five meters long with a separation of 80 cm and the useful plot by the two central rows. The planting was carried out on December 28, 2018, with a density of 15 plants per m². Yield (kg ha⁻¹), calibre and percentage of exportation. The yield of the lines CUGA 09-2038, CUGA 09-2043, C-09-2004 CEVACU and CUGA 09-2067 was superior with respect to the varieties BLANCO SINALOA 92, BLANCOSON, MAZOCAHUI and COMBO-74 ($P \leq 0.05$). The grain calibre was different only between the lines CUGA 09-3096 and HOGA 2005-10-5 (DMS=46.2, $P \leq 0.05$), without differences in the percentage of exportation. The potential of yield of the lines, the percentage of exportation and grain calibre that they present, indicate the advance of the genetic improvement in increasing the yield and the quality of the grain of this legume. Keywords: Genotypes, quality, exportation.

¹), calibre and export percentage were obtained. The yield of CUGA 09-2038, CUGA 09-2043, C-09-2004 CEVACU and CUGA 09-2067 lines was superior with respect to BLANCO SINALOA 92, BLANCOSON, MAZOCAHUI and COMBO-74 varieties ($P \leq 0.05$). The grain size was different only between CUGA 09-3096 and HOGA 2005-10-5 lines (DMS=46.2, $P \leq 0.05$), without differences in the export percentage. The yield potential of the lines, the percentage of export and grain size they present, indicate the progress of genetic improvement in increasing the yield and grain quality of this legume.

Keywords: Genotypes, quality, exportation.

Introducción

El garbanzo mexicano es altamente reconocido en el mundo por su calidad, esto se debe al uso de variedades mexicanas mejoradas con características que demanda el mercado, BLANCO SINALOA 92 es un ejemplo de estas variedades mejoradas (Acosta *et al.*, 2013). El noroeste de México destaca en la siembra y producción de garbanzo blanco para exportación, Sinaloa es uno de los principales productores y exportadores de esta leguminosa. Su importancia económica depende de la demanda y cotización en el mercado internacional. El garbanzo mexicano se exporta a países como España, Turquía y Argelia, pero existen otros mercados potenciales en Irán y Nepal (SAGARPA, 2015), lo cual mejoraría su comercialización. La superficie de siembra durante el periodo de 2016 al 2019, en Sinaloa, fue en promedio de 65,246 hectáreas, tanto en riego como en temporal (SIAP, 2019).

En Sinaloa se depende del cultivar BLANCO SINALOA 92 para la siembra, tal situación implica un alto riesgo, ya que la aparición de nuevas razas de patógenos con mayor virulencia podría causar, a nivel regional, una epifitía y en consecuencia reducir el rendimiento y la calidad del grano (Ortega *et al.*, 2013). Lo anterior hace necesaria la generación y evaluación de nuevas líneas de esta leguminosa con características agronómicas sobresalientes, por lo que el objetivo fue evaluar de líneas y variedades de garbanzo blanco en el norte de Sinaloa.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el ciclo otoño-invierno 2018-2019, en el Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF, INIFAP), Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa, (25° 45' 45" N y 108° 48' 45" W) y 14 msnm. El experimento se estableció en un suelo arcilloso arenoso, profundo, sin problemas de salinidad y pH alrededor de 7.4, apto para el cultivo de garbanzo (Amanullah *et al.* 2013).

Los genotipos utilizados fueron 36, de los cuales nueve son variedades liberadas por el INIFAP, utilizadas como testigos: BLANCO SINALOA 92, COSTA 2004, JUMBO 2010, BLANORO,

SANTA PAULINA, BLANCOSON, MAZOCAHUI, COMBO-743 y SINALOMEX. Las líneas fueron: HOGA 2004-22-MS-16, HOGA 2005-10-5, HOGA 2005-12-21, HOGA 2004-20-6, CUGA 09-3168, CUGA 09-3096, CUGA 09-2038, CUGA 09-3125, CUGA 08-590, CUGA 09-2043, CUGA 09-3160, HOGA 2006-14-8, HOGA 2003-9MS-13, HOGA 2006-40-12, C-09-2004 CEVACU, C-09-2002 CEVACU, C-09-3124 CEVACU, C-08-751 CEVACU, C-09-2031 CEVACU, HOGA 2004-22-MS-6, HOGA 2007-2-14, HOGA 2005-12-16, HOGA 021, CUGA 08-5-2, CUGA 09-2067, HOGA 067 y CUGA 08-751.

El diseño experimental fue bloques completos al azar, con tres repeticiones, la parcela experimental constó de cuatro surcos, de cinco metros de largo, con 80 cm de separación (16 m²) y parcela útil conformada por dos surcos centrales (8 m²). La siembra se realizó en húmedo, el 28 de diciembre de 2018, con densidad de 15 plantas por m². El riego de auxilio a los 45 días después de la siembra. La fertilización fue en presiembra con la dosis por hectárea de 103-52-00 (N-P-K). El combate del gusano de la cápsula (*Helicoverpa virescens*) se realizó dos ocasiones. El control de malezas fue mediante escardas mecánicas y en forma manual.

La cosecha de la parcela útil fue manual a los 135 días después de la siembra. El porcentaje de exportación se obtuvo mediante la relación entre el rendimiento de campo y de exportación (grano cribado con una malla de orificios de 9 mm de diámetro). El calibre del grano se midió mediante el registro del número de granos contenidos en una muestra de 30 gramos de grano.

El análisis de los datos fue con InfoStat 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2018), se constató la normalidad (Shapiro Wilks) y la homogeneidad de varianzas (Bartlett). El análisis de varianza no paramétrico de Friedman y comparación múltiple de sumas de rangos (Conover, 1999) se efectuó para rendimiento de grano y el calibre de grano mediante un análisis de varianza y comparación múltiple de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

El calibre de grano presentó diferencias sólo entre las líneas CUGA 09-3096 y HOGA 2005-10-5 (DMS=46.2, $P \leq 0.05$), la primera mostró grano más grande, con un calibre medio de 42 granos en 30 g, mientras que la segunda tuvo una media de 50 granos, los valores medios del resto de genotipos se muestran en el cuadro 1. El rendimiento de las líneas CUGA 09-2038, CUGA 09-2043, C-09-2004 CEVACU y CUGA 09-2067 fue mayor con respecto a BLANCO SINALOA 92, BLANCOSON, MAZOCAHUI y COMBO-743, con diferencia mínima significativa entre suma de rangos de 43.53 ($P \leq 0.05$), mientras que el menor rendimiento medio lo presentó HOGA 2005-12-16 con 1391.67 kg ha⁻¹ (Cuadro 1).

Cuadro 1. Calibre, rendimiento y porcentaje de exportación de líneas y variedades de garbanzo blanco.
Campo Experimental Valle del Fuerte, Ciclo Otoño-invierno, 2018-2019.

Genotipos	Calibre	Rendimiento		Exportación (%)
		Suma de Rangos	Medio (kg ha ⁻¹)	
BLANCO SINALOA 92	49.0 AB	47.0 D-T	1990.0	89.0
COSTA 2004	45.3 AB	57.0 A-T	1996.7	95.5
JUMBO 2010	45.0 AB	69.0 A-T	2227.9	96.0
BLANORO	46.0 AB	36.0 J-T	1626.3	93.4
SANTA. PAULINA	47.3 AB	98.0 A	2996.3	88.7
BLANCOSON	47.3 AB	36.0 K-T	1603.3	93.0
MAZOCAHUI	45.7 AB	30.0 Q-T	1587.5	92.6
COMBO-743	43.7 AB	37.0 I-T	1635.0	86.7
SINALOMEX	47.7 AB	51.0 B-T	2131.3	94.5
HOGA 2004-22-MS-16	46.3 AB	30.0 C-T	1767.9	94.2
HOGA 2005-10-5	50.0 B	29.0 P-T	1612.5	91.5
HOGA 2005-12-21	44.7 AB	33.0 R-T	1641.3	94.8
HOGA 2004-20-6	43.0 AB	70.5 O-T	1573.8	94.4
CUGA 09-3168	46.3 AB	51.0 A-S	2276.3	93.8
CUGA 09-3096	42.0 A	74.0 A-O	2460.8	95.7
CUGA 09-2038	49.7 AB	91.5 A-C	2522.5	89.6
CUGA 09-3125	49.7 AB	87.0 A-F	2547.9	95.7
CUGA 08-590	48.0 AB	40.0 H-T	1744.6	94.8
CUGA 09-2043	47.3 AB	95.0 A	2685.4	92.4
CUGA 09-3160	47.3 AB	60.0 A-T	2017.5	93.3
HOGA 2006-14-8	48.3 AB	44.0 E-T	1802.9	94.4
HOGA 2003-9MS-13	46.7 AB	35.0 L-T	1621.7	94.4
HOGA 2006-40-12	45.0 AB	43.5 F-T	1669.6	91.2
C-09-2004 CEVACU	44.7 AB	96.0 A	3097.1	97.6
C-09-2002 CEVACU	44.0 AB	76.0 A-O	2365.0	95.9
C-09-3124 CEVACU	44.3 AB	55.0 A-T	1950.4	95.2
C-08-751 CEVACU	46.7 AB	79.5 A-K	2272.5	94.3
C-09-2031 CEVACU	45.3 AB	56.0 A-T	1933.3	93.3
HOGA 2004-22-MS-6	44.7 AB	41.0 G-T	1647.5	92.3
HOGA 2007-2-14	46.3 AB	35.0 MT	1578.3	94.0
HOGA 2005-12-16	46.3 AB	26.0 T	1391.7	94.2
HOGA 021	47.7 AB	27.0 S-T	1403.8	93.6
CUGA 08-5-2	44.7 AB	77.0 A-N	2255.4	95.2
CUGA 09-2067	48.7 AB	91.0 A-C	2574.6	93.4
HOGA 067	43.0 AB	34.0 N-T	1612.9	95.8
CUGA 08-751	44.3 AB	62.0 A-T	2053.3	92.8
Media	46.2	55.5	1996.5	93.5
DMS		43.5*	--	NS
C.V.	5.2	--	32.5	3.85

Medias con letra en común no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). DMS, Diferencia mínima significativa. C.V., Coeficiente de variación. *DMS entre suma de rangos.

El porcentaje de exportación no mostró diferencias entre los genotipos, cuyos valores medios se encuentran entre los indicados por Ortega y colaboradores (2013), quienes reportan desde 64.9 hasta 98.5 % en las variedades BLANORO y BLANCO SINALOA 92, en diez localidades de Sonora y Sinaloa. El porcentaje de exportación promedio de JUMBO 2010 fue de 96 % y coincide con el observado en dicha variedad por Valenzuela *et al.* (2014) quienes indican que

este cultivar presenta desde 96 hasta 98 % de grano de exportación y que es de grano más grande que BLANCO SINALOA 92. La dependencia de una sola variedad, como es el caso con BLANCO SINALOA 92, implica un alto riesgo de una epifitía a nivel regional y en consecuencia un bajo rendimiento y calidad (Ortega *et al.*, 2013) o bien el incremento de los costos de producción al implementar medidas de combate contra los patógenos foliares y del suelo. El rendimiento de diez líneas es superior (14.7 a 37.9 %) al rendimiento promedio nacional de 1923 kg ha⁻¹ indicado por Ortega *et al.* (2016). La diferencia porcentual entre el rendimiento de COSTA 2004 y BLANCO SINALOA 92 fue del 0.34 %, lo cual no coincide con lo obtenido por Gutierrez y Navejas (2009), quienes reportan diferencias desde 4 a 5 %, en cuatro ciclos de evaluación, asimismo no concuerda con la diferencia en rendimiento (10.68 %) entre JUMBO 2010 y BLANCO SINALOA 92 y la obtenida por Valenzuela y colaboradores (2014), quienes reportan que JUMBO 2010 presentó 2.7 % más de rendimiento en comparación a BLANCO SINALOA 92, en la zona de Culiacán, en cuatro ciclos de evaluación. De acuerdo con Fierros *et al.* (2017) la inconsistencia del rendimiento de un determinado genotipo se debe a las diferencias en severidad de enfermedades y a las condiciones ambientales, señalan que la fuerte interacción genotipo ambiente impide el rápido avance del mejoramiento genético.

Conclusiones

Las líneas CUGA 09-2038, CUGA 09-2043, C-09-2004 CEVACU y CUGA 09-2067 presentan potencial de rendimiento, en cuanto a la calidad relacionada con el calibre y porcentaje de exportación todas las líneas son semejantes a las variedades testigo, esto indica el avance del mejoramiento genético enfocado a incrementar el rendimiento y la calidad del grano.

Literatura Citada

- Acosta, G. J., Salinas, R. A., Ortega, P. F., Padilla, I., Fierros L. y Valenzuela H. V. (2013). Programa de investigación de garbanzo en el Inifap, México. Simposio Nacional de Garbanzo. Memoria técnica no 33, INIFAP Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sonora, México. 11-19 pp.
- Amanullah, J., Mohamad, B. and Amanullah (2013). Response of chickpea to nitrogen sources under salinity stress, *Journal of Plant Nutrition*, 36(9):1373-1382, DOI: 10.1080/01904167.2013.792837.
- Conover, W. J. (1999). *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F. M.G., Balzarini, L., Gonzalez, Tablada y Robledo C.W. (2018). *InfoStat* versión Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Fierros, L. G., Ortega, M. P., Acosta, J. A., Padilla I., Valenzuela, V., Jiménez, Y., López, J. A. (2017). Respuesta del rendimiento de genotipos de garbanzo blanco a la sequía terminal. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8, 1143-1154.

Gutierrez, P. E. y Navejas J. J. (2009). COSTA 2004, variedad de garbanzo recomendada para Baja California Sur. INIFAP, C.E. Todos Santos, Sitio Experimental Valle de Santo Domingo, México. 29 p.

Ortega, M. P., Manjarrez, S. P., Fierros, L. G., Salinas P. R., Padilla V. I., Gutiérrez, P. E., Castillo, T. N. (2013). BLANORO: Nueva Variedad de Garbanzo Blanco para Exportación. INIFAP, C.E. Costa de Hermosillo. Sonora, México. 22 p.

SAGARPA. (2015). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), Sonora, México. Recuperado de <http://www.siap.gob.mx>

SIAP. (2019). Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Avances de siembras y cosechas resumen por cultivo Sinaloa, México. Recuperado de <http://infosiap.siap.gob.mx>

Valenzuela, H. V., M. Ramírez, S. M., Acosta, G. J., Padilla, V. I., Ortega, M. P., Fierros, L. G. y Gutiérrez, P. E. (2014). JUMBO 2010: Nueva variedad de garbanzo blanco de exportación para el estado de Sinaloa. INIFAP, C.E. Valle de Culiacán. Sinaloa, México. 22 p.

TASA DE VARIACIÓN EN EL INGRESO NETO DE LOS PRODUCTORES DE SOYA CON EL USO DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS

Valenzuela Cornejo Erasmo¹, Vélez Izquierdo Alejandra¹, Rodríguez Cota Franklin Gerardo¹, Castillo Torres Nemecio¹, Cortez Mondaca Edgardo¹
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Forestales y Pecuarias¹,
valenzuela.erasmo@inifap.gob.mx

Resumen

Esta investigación se basa en el proyecto cuyo objetivo fue evaluar la tasa de variación en el ingreso neto de los productores de soya que usaron innovaciones tecnológicas generada por el INIFAP. La Tecnología de producción de soya generada por el INIFAP, en el noroeste de México, permitió reactivar la siembra de este cultivo estratégico, tanto para el productor como para el consumo en la alimentación humana, animal y reducir importaciones. La soya es una opción de cultivo en el ciclo de primavera-verano y dejó de sembrarse durante los últimos 20 años, debido entre otras causas a la aparición de la devastadora plaga de mosca blanca de hoja plateada (MBHP) *Bemisia argentifolii*. Para este trabajo la población objetivo fue los productores que sembraron soya en los estados de Sinaloa y Sonora, tomando una muestra con 90% de confiabilidad y 10% en el margen de error, se estimó una muestra de 61 cuestionarios a aplicar. En base a los resultados obtenidos de los productores que sembraron con la tecnología de producción INIFAP en el ciclo Primavera-verano 2017, obtuvieron un ingreso neto promedio de \$ 3,926 por ha. Asimismo, se desprende que hay una tasa de variación positiva \$2,565 a favor de la tecnología de producción del INIFAP, equivalente al 192% comparada con la tecnología testigo. Al complementar el indicador de tasa de variación con la derrama económica por la cantidad de 23,151 ha sembradas lo que se manifiesta en un impacto económico estimado en \$ 59,381,705 de pesos.

Palabras claves: Encuesta, productores de soya, noroeste de México

Abstract

This article is focused on the evaluation of rate of change in the net income of soybean producers and users of the production technology generated by the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). The soybean production technology generated by INIFAP in the north west of México, has been very important to return the soybean

as alternative crop not only for farmers but also for consumers, for human population, animal feed and import substitution. The soybean stopped growing for a period of 20 years in the northwest of Mexico, influenced for some factors, mainly because of the terrible pest silverleaf whitefly *Bemisia argentifolii*. In this project it was designed a survey with 10% margin of error, and the confidence level of 90% focused on soybean producers in the states of Sinaloa and Sonora. Estimated results indicate that farmer users of soybean production technology generated by INIFAP during the 2017 summer cycle they obtained an average net income of \$ 3,926 per ha. It also follows that there is a \$ 2,565 positive variation in favor of INIFAP production technology, equivalent to 192% compared to the traditional technology. Additionally, the estimated economic impact for the area of 23,151 ha during the 2017 summer cycle was \$59,381,705 pesos.

Introducción

Casi la totalidad de soya que se consume México es importada, ejemplo, en 2016 se sembraron 280,130 ha con una producción de 509,110 toneladas, que representó el 1% de las 4.83 millones de toneladas de consumo nacional (SAGARPA 2017). Hasta el año de 1994 cerca del 80% de producción de soya en México se producía en los estados de Sonora y Sinaloa, con una superficie promedio de 228,000 ha y un rendimiento medio de 1.8 ton/ha. Durante el periodo de 1994 a 1998 la superficie cultivada con soya decreció hasta desaparecer del patrón de cultivos de los estados antes citados, debido a la combinación de poca agua disponible para riego en el ciclo de verano, bajo precio en el mercado internacional y alta infestación de mosquita blanca de la hoja plateada. La generación por parte de INIFAP de variedades resistentes a moquita blanca y la estrategia de manejo tecnológico del cultivo, son factores que sumados con el los precios del mercado y disponibilidad de agua, permitieron la reactivación del cultivo de soya, llegando a sembrarse en Sonora hasta 52,257 ha en 2016 y en Sinaloa hasta 13,100 ha en 2017 y 2018 (Castillo-Torres et.al., 1998, SAGARPA-SIAP 2019). La tecnología de producción de soya del INIFAP consiste en generación de variedades con alto nivel de resistentes a mosca blanca de la hoja plateada (MBHP) *Bemisia argentifolii* y alto potencial de rendimiento como Suaqui 86, Nainari y Guayparime S-10, esta última también resistente a geminivirus, que transmite la MBHP. Asimismo, se determinó la fecha de siembra óptima como parte de una estrategia para enfrentar los problemas de altas poblaciones y daños al cultivo por la mosquita blanca (MB). La MB ocasiona daños, tanto directos (succión de savia con la consecuente pérdida de vigor de la planta, pérdida de flores y rendimiento) como indirectos

(virosis y fumagina) provocando pérdidas de rendimiento hasta del 100% en variedades susceptibles (Rodríguez-Cota, et.al., 2017).

Materiales y Métodos

Tomando en cuenta que la tecnología de estudio es tecnología de producción de soya, en este trabajo la población objetivo fue los productores que sembraron soya en los estados de Sinaloa y Sonora durante el ciclo de primavera-verano 2017. Por lo anterior se realizó una encuesta con productores de soya seleccionados al azar para cuantificar los productores adoptantes y los beneficios que han obtenido por el uso de esta tecnología donde el indicador de adopción fue uso de las variedades de INIFAP antes citadas. Para la encuesta debido a que la población N se desconocía, para determinar el tamaño de muestra n , se seleccionó el método de varianza máxima. La selección de productores fue al azar. Se estima sobre este tamaño de N la muestra (n), con la siguiente fórmula para poblaciones finitas. Cálculo del tamaño de muestra para una

población desconocida
$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{i^2}$$

n = tamaño de la muestra

Z = valor correspondiente a la distribución normal, $Z_{\alpha=0.10} = 1.6$, $Z_{\alpha=0.01} = 2.58$

p = prevalencia del parámetro a estimar.

q = complemento de la prevalencia del parámetro a estimar $q = 1 - p$

i = error dispuesto a asumir por la estimación

Sustituyendo tenemos que:

$$n = \frac{1.56^2(0.4807303)(0.5192697)}{0.10}$$
$$n = 60$$

Tomando un 90% de confiabilidad y usando valor de 1.56 que nos proporcionan las tablas de distribución probabilística estandarizada. Tenemos una muestra de 61 cuestionarios a aplicar con un 90% de confianza y un 10% de error; sin embargo, se logró un margen, ya que se aplicaron 64 cuestionarios.

Resultados y Discusión

El presente es un proceso de adopción de la tecnología de producción de soya muy relevante por lo cual se presentan algunas de las características de este proceso. La adopción con frecuencia se asocia la variable nivel de escolaridad y nivel de adopción. Se encontró un alto nivel de escolaridad, ya que un 27% de productores cuentan con estudios universitarios y 14% con estudios de preparatoria; mientras que hay un 25% con estudios de solo primaria, 34% con

estudios de secundaria. Los datos indican que no hubo diferencia en los diferentes niveles de escolaridad y la adopción de la tecnología objeto de estudio, ya que como se citó el 100% de los productores entrevistados adoptaron dicha tecnología.

En relación a edad de los productores que es otra variable asociada con los niveles de adopción de tecnología, se encontró que el promedio es de 59 años de edad por persona y con 30 años promedio de productor. Solo un 13% de los productores tienen menos de 50 años de edad y el 74% tienen entre 50 y 70 años. Asimismo, se encontró que un 14% de los productores tienen más de 70 años. Los estudios reportan que a mayor edad hay mayor resistencia a la adopción de tecnología; sin embargo, para este caso los datos indican que la edad no fue un factor limitante para la adopción de la tecnología objeto de estudio.

En cuanto a tamaño de superficie sembrada se encontró que la superficie promedio fue de 19 ha por productor. Destaca en los datos del cuadro 3 que un alto porcentaje o sea el 77% de los productores son pequeños productores, ya que sembraron menos de 20 ha. Estos datos indican que no hubo relación en los diferentes tamaños de parcela y la adopción de la tecnología objeto de estudio, ya que como se citó el 100% de los productores entrevistados adoptaron la tecnología de producción.

Ingreso neto. En la encuesta realizada en 2018 de la siembra en el ciclo primavera verano 2017, la tecnología de producción INIFAP alcanzó rendimiento promedio de 2.56 ton/ha con precio promedio de venta de \$6,681 por tonelada, de donde se obtuvo ingreso total de \$17,122 por hectárea. Asimismo, al restar los costos de producción promedio de \$13,196 se obtuvo un ingreso neto de \$ 3,926 por ha.

Para estimar el ingreso neto en la tecnología testigo, en este trabajo se tomó como base la diferencia en rendimiento de los datos obtenidos experimentalmente y reportado en las fichas tecnológicas publicadas por INIFAP, folletos y Artículo Científico donde la diferencia promedio en rendimiento fue de 15% de la tecnología INIFAP, superior sobre la tecnología testigo. De donde se estimó que los productores obtuvieron un rendimiento medio de 2.18 ton/ha, con precio promedio de venta de \$6,681 por tonelada de donde se obtuvo ingreso total de \$14,535 por hectárea y un ingreso neto de \$ 1,338 por ha.

Tasa de variación. En base a la información anterior se encontró que hay una tasa de variación positiva con una diferencia en el ingreso neto de \$2,565 a favor de la tecnología de producción del INIFAP, equivalente al 192% comparada con la tecnología testigo. En adición a lo anterior se estimó una derrama económica representada por la superficie de siembra en los estados de Sonora y Sinaloa en el ciclo Primavera-verano 2017 correspondiente a 23,151 ha, lo que se manifiesta en un impacto económico estimado en \$ 59,381,705 de pesos.

Conclusiones

En base a los datos de campo obtenidos de los productores que sembraron la tecnología de producción INIFAP en el ciclo Primavera-verano 2017, obtuvieron un ingreso neto promedio de \$ 3,926 por ha.

Asimismo, se desprende que hay una tasa de variación positiva \$2,565 a favor de la tecnología de producción del INIFAP, equivalente al 192% comparada con la tecnología testigo.

Al complementar el indicador de tasa de variación con la derrama económica por la cantidad de 23,151 ha sembradas lo que se manifiesta en un impacto económico estimado en \$ 59,381,705 de pesos.

Literatura Citada

Castillo-Torres N. y Rodríguez-Cota F.G. 2010. Naínari: variedad de soya tolerante a mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolli*), alternativa rentable para siembras de primavera - verano en el noroeste de México. Tecnología adoptada, INIFAP.

Castillo-Torres N., Montoya-Coronado L. y Muñoz-Valenzuela S. 1987. Suquí'86 y Batuc'86 nuevas variedades de soya. Folleto Técnico No. 9, INIFAP.

SAGARPA 2017. Planeación Agrícola nacional 2017-2030. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256431/B_sico-Oleaginosas-parte_una.pdf

Rodríguez-Cota, F.G, Manjarrez-Sandoval P., Cortez-Mondaca E., Saucedo-Acosta R.H., Valenzuela-Herrera V., González-González D., Garzón-Tiznado J.A. y Velarde-Félix S. 2017. Guayparime S-10, nueva variedad de soya resistente a mosca blanca y geminivirus para Sinaloa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol. 8 Núm. 1, 01 de enero a 14 de febrero de 2017, p 239-243.

Castillo-Torres N., Montoya-Coronado L., García-Bernal A., Navarro-Sandoval F.J, y Rodríguez-Cota F.G.1998. Héctor y Esperanza: variedades de soya para el Noroeste de México. Folleto Técnico Núm. 32. CEVY-INIFAP.

Rodríguez-Cota, F.G. y Manjarrez-Sandoval P. 2011. Guayparime S-10 nueva variedad de soya resistente a mosca blanca y geminivirus para el estado de Sinaloa. Ficha de Tecnología Generada INIFAP.

Rodríguez-Cota, F.G. 2012. Guayparime S-10 variedad de soya resistente a mosca blanca y geminivirus para el estado de Sinaloa. Ficha de Tecnología Validada INIFAP.

Rodríguez-Cota, F.G. 2012. Guayparime S-10 variedad de soya resistente a mosca blanca y geminivirus para el estado de Sinaloa. Ficha de Tecnología Validada INIFAP.

Aguilera-Molina N.A., Ochoa-Espinoza X.M., Rodríguez-Cota F.G., Montoya-Coronado L. 2013. Guayparime S-10 variedad de soya resistente a mosca blanca y geminivirus para el estado de Sinaloa. Ficha de Tecnología Transferida INIFAP.

SIAP 2014-2019. SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap

VINOS INTERNACIONALES SELECTOS EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO: TIERRA DEL VINO 2019

López-González, G.¹, Ruiz-Carvajal J. S.², Méndez-Hernández, S³., Velasco-Aulcy, L.⁴, Pérez-Núñez. V.A.⁵, Alonso-Villegas, R.⁵

¹Coordinadora de Área de Enología y Viticultura. Escuela de enología y Gastronomía. Universidad Autónoma de Baja California. gricelda.lopez@uabc.edu.mx . ²Investigador de Escuela de Enología y Gastronomía. Universidad Autónoma de Baja California. jruiz@uabc.edu.mx . ³Profesor-Investigador Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales. Universidad Autónoma de Baja California. smendez@uabc.edu.mx . ⁴Profesora-Investigadora. Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales. Universidad Autónoma de Baja California. lizaulcy@uabc.edu.mx . ⁵Profesores-Investigadores Escuela de Enología y Gastronomía. Universidad Autónoma de Baja California.

Resumen

Participaron 275 muestras en la edición 2019, galardonadas fueron setenta y nueve, de las cuales cinco obtuvieron medalla de plata, sesenta y nueve medallas de oro y cinco medallas Universidad Autónoma de Baja California (UABC), la equivalente a la Gran Oro, es decir fueron los de mayor puntuación según su clasificación. Del total de ganadores, 48 medallas para vinos mexicanos, 26 para Estados Unidos, dos Argentina, dos Brasil y una para España. A partir de este año, se premiaron con la medalla UABC a los mejores vinos por categoría y en esta ocasión la recibieron: por vino blanco, Chardonnay 2018 de Casa Madero, en Parras Coahuila, Vino Rosado, Tempranillo Rosé 2018 de South Coast Winery de Temécula California; por tinto, Zinfandel 2017, de Ferro Family Wines de Temécula California; por espumoso, Pinot Noir de Freixenet, en Querétaro y por dulce Moscatel/Rosa del Perú 2014 de Cavas Manchón de Guanajuato.

Palabras Clave: Vitivinicultura, Concurso del Vino, Variedades de Vid.

Abstract

275 samples participated in the 2019 edition, of these samples, seventy nine were awarded, five obtained a silver medal, sixty nine gold medal and five Autonomous University of Baja California (UABC) medals; the equivalent of the double Gold's, that is because got the highest score according to their classification. Of the total winners, 48 medals for Mexican wines, 26 for the United States, 2 for Argentina, 2 Brazil and one for Spain. From this year, the awarded with the UABC medals to the best wines by category was for the best in class white, chardonnay 2018

from Casa Madero in Parra's Coahuila State. The best in class Rosé was Tempranillo Rosé 2018 from Ferro Family wines of Temecula, California; by the best in class sparkling, Pinot Noir from Freixenet in Queretaro and by the best in class dessert wine, Moscatel/Rosa del Perú 2014 by Cavas Manchon of Guanajuato, México.

Key words: Vitiviniculture, Wine contest, wine varieties.

Introducción

Entre las señales de calidad de un vino en el mercado vitivinícola, uno de los factores, son los premios y/o medallas otorgados (Orth y Krska, 2002). Actualmente, han tomado una importancia a nivel internacional llevando la función de analizar la calidad de los vinos elaborados en cada cosecha de todas las regiones vitivinícolas. Los concursos mundiales de vinos, surgen como una necesidad y respuesta a la demanda y a la creciente importancia global del mercado del vino. Dichos concursos, revisan y evalúan vinos de muchas regiones del mundo para reconocer y diferenciar los vinos de calidad superior. La Organización Internacional de la Viña y el Vino, tiene definida una metodología donde describe gráfica y entendiblemente una degustación estándar, y se encuentra dividida en cuatro secciones: vista, olfato, gusto y armonía (OIV, 2018). Se entiende por calidad de un vino como el conjunto de propiedades y características que hacen que sea apto a satisfacer el gusto, este descriptor generalmente permite juzgar globalmente el vino a nivel del gusto (Di Giacomo, 2018). La calidad de un vino se evalúa por medio de un análisis químico y un organoléptico; el primero sirve para evaluar la calidad de la uva que procede del viñedo y a la composición química del vino y el segundo para evaluar la percepción sensorial que tendrá el futuro cliente. Sin embargo, no es método que impacte en los consumidores y se dejen llevar más bien por la publicidad. El 70% de los vinos en México se elaboran de 10 variedades de mayor consumo. En tintas destacan: Cabernet Sauvignon (20%), Merlot (8%), Syrah (5%), Nebbiolo (5%), Tempranillo (4%), Zinfandel (4%), Cabernet Franc (3%), y en variedades blancas: Chardonnay (8%), Chenin Blanc (5%), Sauvignon Blanc (4%). (CMV, 2018). El objetivo del presente es dar a conocer los resultados del concurso internacional de vinos que se realizó en Ensenada, Baja California, México.

Materiales y Métodos

El concurso de vino se desarrolló durante el mes de mayo del presente año, el XXVII Concurso Internacional Ensenada Tierra del Vino 2019 (CIETVO-UABC, 2019). Dicho concurso, emite una convocatoria con meses de antelación con las reglas específicas sobre las cuales se conduce el concurso para que las empresas vitivinícolas registren sus vinos de manera presencial o a

través de Internet. El cuerpo de jueces estuvo integrado por un juez principal y 21 jueces (catadores, enólogos, sommelier, distribuidores de vino) de seis países diferentes y seleccionados en función de los vinos a degustar. Dicho colegiado, se reunieron previamente para unificar el criterio de evaluación, estandarizar la metodología de análisis sensorial (términos y/o lenguaje a emplear, forma y secuencia de evaluación de descriptores, planilla de jura, escalas, referencias, etc.). Como requisito a cada muestra registrada, se le solicita un análisis de laboratorio con los siguientes parámetros: acidez total, azúcares reductoras, alcohol volumétrico, sulfitos totales, acidez volátil, y para vinos espumosos y de aguja presión en botella (atm). Los criterios del análisis sensorial global por medio de catas a ciegas que se toman en cuenta son tres: en vista se evaluó turbidez y sedimento, en nariz aromas, y en boca se determinó sabor. Posteriormente, se establecen las categorías y cantidad de muestra necesaria para participar en el concurso, se definen los puntajes de premiación de acuerdo al número de muestras participantes, siguiendo los lineamientos de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Cada etapa del concurso, garantiza la integridad de la muestra, los diferentes aspectos de confiabilidad (marca, puntajes, comentarios) y de un correcto manejo estadístico de los datos obtenidos. Cada etiqueta se codificó con números aleatorios de tres cifras. Las medallas que se otorgaron fueron de oro, plata y medallas UABC. Se utiliza un paquete de cómputo elaborado expreso para llevar los resultados de las evaluaciones de cada etapa y al final del mismo y generar los resultados de los vinos ganadores una vez terminada la última muestra evaluada. Se desarrolló en las instalaciones del Departamento de Información Académica (DIA) del Campus Ensenada. Se evaluaron diferentes tipos de vinos entre los cuales fueron: vino blanco, rosado, tinto, espumoso y dulce. Para esta investigación, se realizó un diagnóstico mediante las estadísticas, se analizaron las variables: tipo de vino, variedad, estado y país. La comisión técnica realiza un informe que se publicó (30 minutos después de haber sido evaluado el último vino en el concurso) en los principales diarios y redes sociales. Fueron 275 las etiquetas de vino registradas, entre las cuales se presentaron vinos blancos, rosados, tintos, dulces y espumosos.

Resultados y Discusión

Las variables analizadas fueron: tipo de vino, variedad, estado y país respectivamente. El informe emitido por la comisión técnica de jueces donde se registraron 275 etiquetas de vino blanco, rosado, tinto, dulce y espumoso. Se obtuvieron cinco medallas UABC (equivalente a Gran Medalla de Oro), 69 medallas de oro y cinco de plata. Al realizar el análisis de la distribución de medallas, en la categoría de vinos blancos, fueron 11 los vinos ganadores, los

tintos están representados por 59 etiquetas, en rosados cuatro, espumoso tres, dulces dos etiquetas respectivamente.

Tipo de vino

Del total de medallas obtenidas, sobresalió la categoría de vino tinto con el 74.68%, seguido de vino blanco 13.92%, vino rosado con 5.06%, espumosos 3.80% y vino dulce con 2.53% (Figura 1).

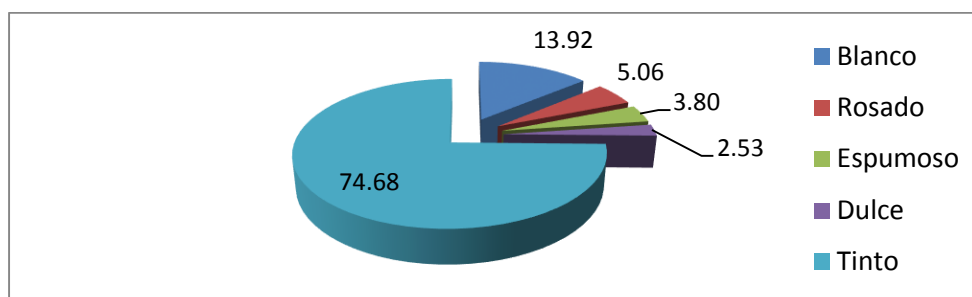


Figura 1. Resultados de la categoría tipo de vino. Expresado en porcentajes.

Categoría variedades

Entre las variedades tintas ganadoras, destaca Cabernet Sauvignon con 19%, seguido de mezcla de uvas Merlot-Zinfandel-Cabernet Sauvignon, seguidas de Merlot, Tempranillo y Cabernet Franc. Por su parte, los vinos blancos que obtuvieron el mayor porcentaje fueron Chardonnay, mezcla de Chenin Blanc-Chardonnay-Sauvignon Blanc (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación de porcentajes de los Vinos Ganadores por Tipo de uva. 2019.

Variedades de uvas tintas	(%)	Variedades de uvas blancas	(%)
Cabernet Sauvignon	19	Chardonnay	33
Merlot/Zinfandel/Cabernet Sauvignon	10.1	Chenin/ Chardonnay	8
Merlot/Zinfandel	8.9	Sauvignon Blanc	25
Merlot	7.6	Viognier	25
Tempranillo	7.6	Otros	8
Cabernet Franc	6.3		
Syrah	5.1		
Malbec	3.8		
Nebbiolo	2.5		
Otros	2.0		

Fuente: CIETVO. 2019.

Categoría país ganador

En la categoría de país ganador, destaca México con 49 medallas (62%), Estados Unidos 26 (32.9%), Brasil 2 (2.5%), Argentina 1 (1.2%) y España 1 (1.2%) medalla respectivamente. Esto

posiciona a México como un país que va evolucionando en el desarrollo y producción de vinos de calidad internacional (Figura 2).

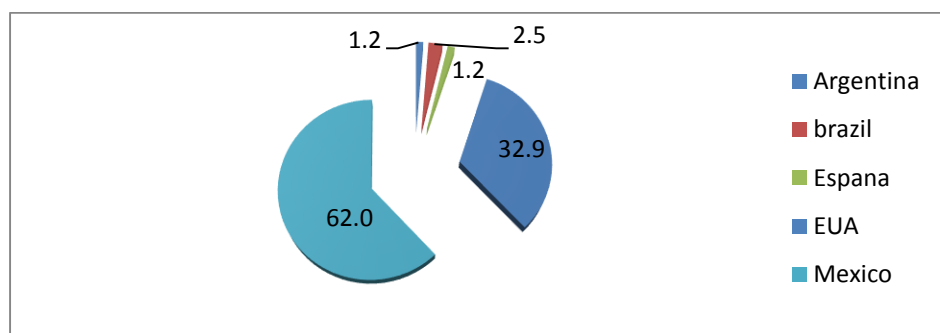


Figura 2. Relación de tipos de vinos ganadores en el Concurso Internacional Ensenada Tierra del Vino 2019

Medalla al mérito UABC

Este año, por primera vez se determinó otorgar la medalla al mérito UABC (equivalente a Gran Oro). Los vinos distinguidos con dicha presea se observan en el Cuadro 2. En la categoría de vino blanco destacó la variedad Chardonnay, 2018 de Coahuila. En rosado la variedad Tempranillo, 2018 de Temécula, California de Estados Unidos; en vino espumoso destacó la variedad Pinot Noir de Querétaro, México; en vino dulce la variedad Moscatel/Rosa del Perú de 2014 de Guanajuato, México y por último en vino tinto la variedad Zinfandel 2017 de Temécula, California.

Cuadro 2. Relación de tipo de vino, variedades, añada y casa vinícola ganadoras de medalla UABC. 2019.

Tipo de Vino	Variedad	Año	Origen
Blanco	Chardonnay	2018	Coahuila
Rosado	Tempranillo	2018	Temecula, California
Espumoso/Brut Rosé	Pinot Noir		Querétaro
Dulce/Mistela	Moscatel/Rosa del Perú	2014	Guanajuato
Tinto	Zinfandel	2017	Temecula, California

Fuente: CIETVO, 2019. EEG-UABC

Estados de México ganadores

Del total de las medallas otorgadas, y al describir en esta categoría los estados ganadores destaca Baja California con el 73.5%, seguido de Coahuila con 12.2%, Chihuahua con 6.1%, Guanajuato y Querétaro con 4.1% respectivamente (Figura 3). Como asevera el Consejo

Mexicano Vitivinícola (CMV, 2018), Baja California representa el 78% de la Industria total en México y es aquí donde se encuentran alrededor de 280 empresas dedicadas a este ramo.

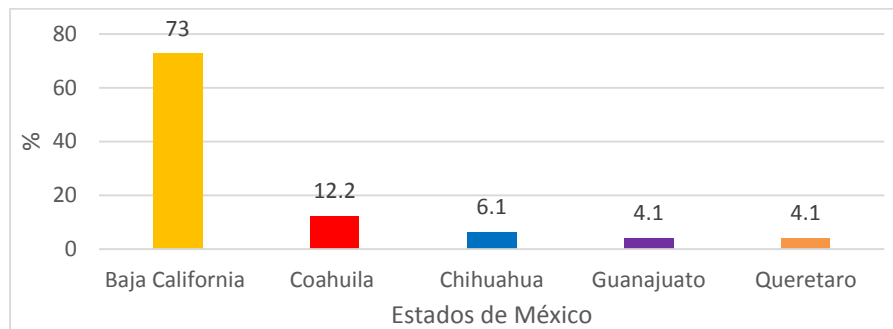


Figura 3. Porcentaje de Vinos ganadores en el CIETVO, 2019.

Conclusiones

Los resultados muestran diferencias significativas entre los vinos de las distintas bodegas; siendo los vinos de la variedad Cabernet Sauvignon en vinos tintos, seguidos de mezclas de Cabernet Sauvignon con otras variedades. Con respecto a los vinos blancos, sobresale Chardonnay. Destaca México como el país sobresaliente con la mayoría de las medallas ganadoras y especialmente Baja California, Coahuila, Chihuahua, Querétaro y Guanajuato.

Literatura Citada

- Amerine, M. and Winkler, A. (1944), "Composition and Quality of Musts and Wines of California Grapes". Hilgardia 15: 493-675.
- Baeza, T.P. (2017). Guía de Campo de Viticultura. Editorial Agrícola Española. Gobierno de España. Ministerio de Agricultura y Pesca, alimentación y Medio Ambiente. Secretaria General Técnica. Madrid, España.
- Consejo Vitivinícola de Aguascalientes, A.C. (2019). México y sus vinos. Agencia Promotora de Publicaciones, S.A. de C.V. Monterrey, Nuevo León, México.
- Hidalgo, 1999. Tratado de viticultura general Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Orth, U.R., y Krska, P. (2002). "Quality signals in wine marketing: the role of exhibition awards". International foods and Agribussines Management Review, Vol. 4, No. 4, pgs. 385-397. In Ruiz, V.A. y Azón, R.J. (
- Toretto J., Sotes-Ruiz V., Gómez-Miguel V.G., 2012. Clima, zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas Iberoamericanas. Ciencia y Tecnología para Desarrollo (CYTED). Madrid, España.
- Universidad Autónoma de Baja California. (2019). Concurso Internacional Ensenada Tierra del Vino. Escuela de Enología y Gastronomía. Campus Ensenada, México.