PONENCIAS
ORALES

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

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

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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

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

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

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

T = Testigo, IF = Inicio de floración, MF = Madurez fisiológica, AP = Altura de planta.
*** C. V. = 15.02**
**** DMS$_{05}$ = 544**

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

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

*** C. V. = 13.03**
**** DMS$_{05}$ = 407**

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

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

CONCLUSIONES

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

LITERATURA CITADA

Castillo T. N. 2004. Tecnología de producción de canola en el Sur de Sonora. Desplegable para productores Nº 14. Campo Experimental Valle del Yaqui - CIRNO - INIFAP.

Medina O. S., González A. A. y González E. D. 2003. Guía para producir canola bajo riego en el Centro y Sur de Jalisco. Folleto para productores Nº 1. Campo Experimental Altos de Jalisco - CIRPAC - INIFAP.

Ortegón M. A. S. 2003. Guía para la producción de canola en el norte de Tamaulipas. Folleto para productores Nº 14 Campo Experimental Río Bravo - CIRNE-INIFAP.

Cortéz M. E. 2004. Enemigos naturales para el control biológico de insectos plaga en canola. Folleto Técnico Nº 22. Campo Experimental Valle del Fuerte – CIRNO – INIFAP.

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

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

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

OBJETIVOS

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

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, en la Granja Orgánica "Efraín Hernández Xolocotzin", la cual se encuentra ubicada a 19^0 29' 00" de latitud norte y 98^0 53' 00" de longitud oeste, a una altura de 2250 m.s.n.m. Labores del cultivo**.** Se estableció un cultivo de maíz en condiciones de temporal en el mes de mayo de 2007, en el sistema convencional se utilizó la fórmula de fertilización de 200-100-80; usando como fuente de nitrógeno sulfato de amonio (21% N), como fuente de fósforo super fosfato simple (18% P_2O_5) y sulfato de potasio (50% k_2O) como fuente de potasio. Se aplicó 50 por ciento de nitrógeno y todo el fòsforo y potasio a la siembra. El otro 50 por ciento de nirógeno se aplico al final del desarrollo vegetativo. En el sistema orgánico no se realizó fertilización mineral, sólo la adición de residuos de cosecha del cultivo de maiz del ciclo anterior. Cuando el maíz tenía aproximadamente 15 cm de altura se instalaron las parcelas de escurrimiento en ambos sistemas, con bordos recubiertos de plástico y en una de las esquinas más bajas, de acuerdo a la pendiente, se colocó un tubo de PVC que comunica la parcela a una tina de acero galvanizado para captar el agua de escurrimiento. El área de las parcelas fue de 25 m^2 y sólo se colocó una en cada sistema. Durante el ciclo de cultivo de maíz en el sistema orgánico y convencional se realizaron muestreos del agua de lluvia y escurrimiento para determinar la concentraciónes de NH_4^+ y NO_3^-. Se realizó un muestreo al azar del suelo a las profundidades de 0, 15, 30, 60, 90 y 120 cm al final del ciclo de cultivo para obtener las concentraciónes de las mismas fracciones en el suelo de los sistemas orgánico y convencional. La determinación de NH_4^+ y NO_3^- se realizó con el método As-13-1998 de la Norma Oficial Mexicana, (SEMARNAP-Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos, 1998) que se basa en la extracción del amonio intercambiable por equilibrio de la muestra de suelo con KCl 2N y su determinación por destilación mediante arrastre de vapor en presencia de MgO. La adición de la aleación de Devarda permite incluir la determinación de nitratos. Se realizó un análisis de varianza y la Prueba de medias Tukey ($\propto$=0.05) a los datos derivados del muestreo del suelo al final de ciclo de cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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

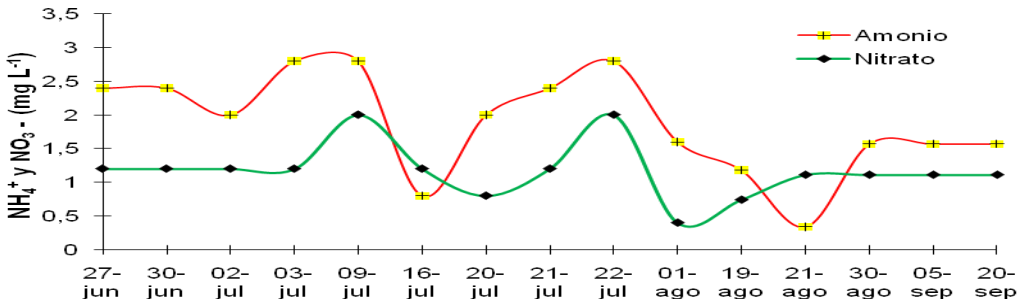


Figura.1.Concentración de amonio y nitrato en agua de lluvia.

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

Amonio y Nitrato (NH_4^+ y NO_3^-) en el agua de escurrimiento

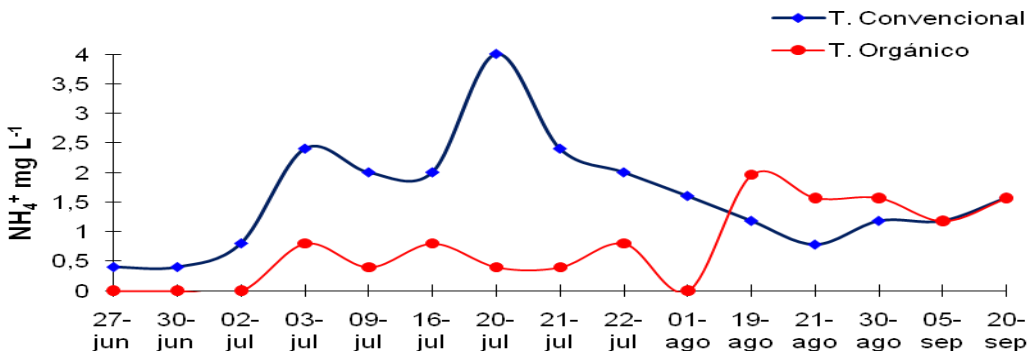


Figura.2. Concentración de amonio en agua de escurrimiento colectada en tinas.

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

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

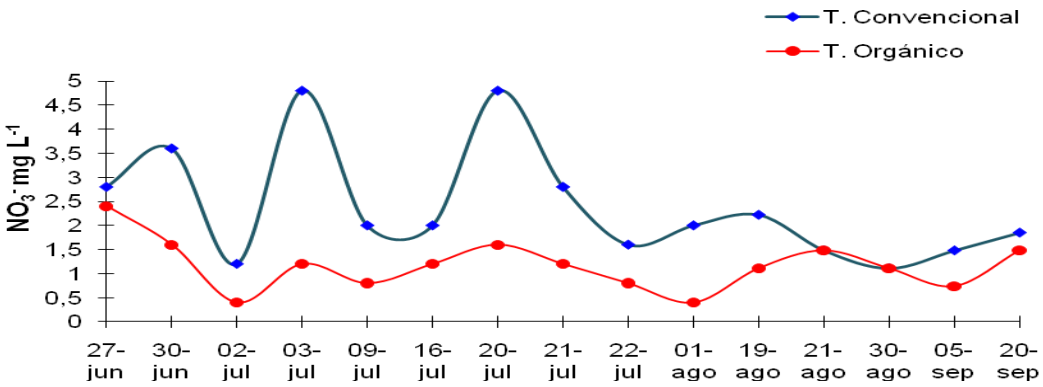


Figura.3. Concentración de Nitrato en agua de Escurrimiento.

El comportamiento del nitrato en el agua de escurrimiento (Figura 3) fue muy parecido a lo ocurrido en el amonio (Figura 2), aunque a un intervalo de concentración más amplio (0.4 a 4.8 mg L^{-1}). Las concentraciones en la tina convencional superaron a las encontradas en la tina orgánica, a excepción de los días 21 y 30 de agosto donde se igualaron los resultados, para posteriormente regresar a su estado inicial. Evidenciando que las salidas de N son mayores en el sistema convencional. Para explicar el por qué los días 19, 21 y 30 de agosto mostraron un cambio en su comportamiento en la concentración de amonio y nitrato, se deben considerar varios factores como son el tiempo de formación de compuestos nitrogenados y la intensidad de las precipitaciones así como los escurrimientos registrados. En las Figuras 2 y 3, se nota que hay una variación más alta en el contenido de amonio, ya que en comparación con los nitratos, éste es el compuesto en el suelo de más rápida formación, también la microfauna del suelo y la alta humedad en estas fechas pudo reducir la velocidad de oxidación del amonio acumulándose más en el tratamiento orgánico. A pesar de las similitudes en el comportamiento entre las concentraciones de amonio y nitrato en el agua de escurrimiento, se nota que en los dos tratamientos (orgánico y convencional) se obtuvo una mayor salida de nitratos en el agua de escurrimiento. Esto se explica, tomando como base que la carga de las arcillas en el suelo es negativa, mientras que el amonio posee cargas positivas y el nitrato negativas. Si cargas diferentes se atraen y cargas iguales se repelen, se tiene que el NO_3^- es más móvil en el suelo y más fácilmente arrastrado por el escurrimiento superficial que el NH_4^+.

Amonio y nitrato (NH_4^+ y NO_3^-) en el suelo

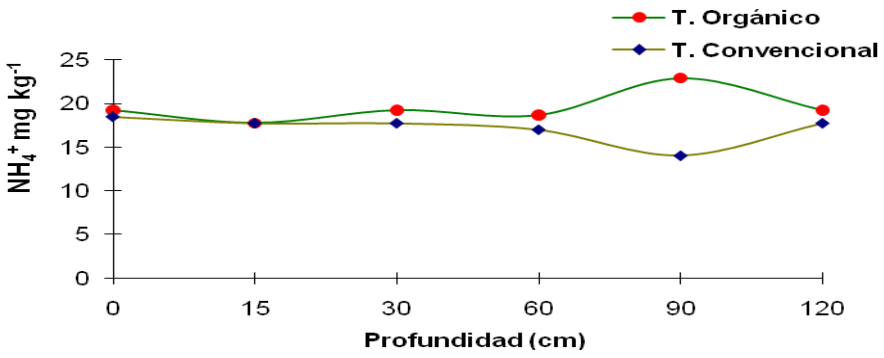


Figura.4.Contenido de amonio en el suelo al finalizar el ciclo de cultivo.

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

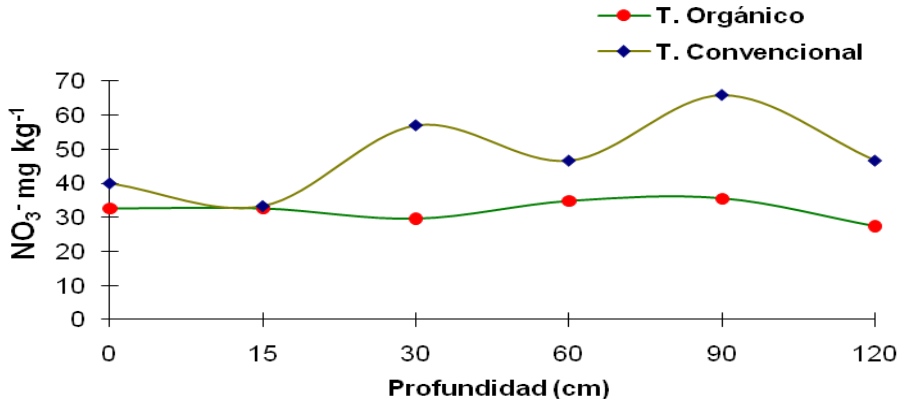


Figura.5.Contenido de nitratos en el suelo al finalizar el ciclo de cultivo.

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

Análisis estadístico del contenido de amonio y nitrato en el suelo

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

LITERATURA CITADA

Castellanos J. Z; Aguilar, S.A., Uvalle, J.X. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2°a Edición. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola. Colección Incapa. México. p. 67-70.

Fassbender, H. W, 1994. Química de Suelos con énfasis en América Latina. Segunda edición, San José, C . R. : IICA. p 201 – 227.

Ramos, C. El uso de aguas residuales en riegos localizados y en cultivos hidropónicos. Instituto Valenciano de investigaciones Agrarias. Apdo. Oficial, 46113 Moncada.

Ruiz, F. 1991. Agricultura biointensiva en el minifundio mexicano. Una alternativa para la producción de alimentos y el manejo ecológico del suelo. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo, México.

SEMARNAP. Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos. Universidad Autonoma Chapingo. Departamento de Suelos 1998. Norma Oficial Mexicana de Procediemientos de Análisis de suelos y Certificación de Laboratorios. 140 p.

Tan, K. H. 1996. Soil sampling, Preparation and Analysis. Marcel Dekker, Inc. USA. p 135-140. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos. 1998. Norma oficial Mexicana de Procedimientos de Análisis de Suelos y Certificación de Laboratorios. p 54-59.

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

Sotero Aguilar-Medel[1], Rómulo García-Velasco[1], Justino Gerardo González-Díaz[1] y Jaime Mejía-Carranza[1]. [1]Centro Universitario Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México. Km 1.5 Carretera Tenacingo-Villa Guerrero. 52400 Tenancingo, Edo. de México. soteromex@hotmail.com.

Palabras clave: Araña roja, Acaricida y Resistencia.

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

OBJETIVOS

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

MATERIALES Y MÈTODOS

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

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

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

Bioensayos. En condiciones de laboratorio, se realizaron bioensayos de la línea base. En estos bioensayos, se usaron ácaros adultos de la generación F1, y las ocho-diez concentraciones usadas fueron determinadas previamente en bioensayos de la ventana biológica, a fin de encontrar las dosis que causan mortalidades entre el 1 y el 100%. Los bioensayos consistieron de cuatro repeticiones que se realizaron en días diferentes.
El procedimiento del bioensayo usado fue el de la inmersión de círculos de hoja de fríjol. Los círculos fueron de 3.8 cm de diámetro, los cuales se sumergieron en la concentración respectiva del acaricida durante 20 segundos. Posteriormente, fueron secados a la intemperie durante 20 minutos. Estos círculos contaminados se colocaron en cajas petri de plástico de 4 cm de diámetro. En cada caja se colocaron 20 ácaros adultos. La mortalidad de los ácaros fueron evaluados a las 48 horas con ayuda de un estereoscopio. Se consideraron ácaros muertos todos aquellos que no mostraron movimientos.

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LITERATURA CITADA

Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.

Bolland, H. R., J. Gutierrez, and C. H. W. Flechtmann. 1998. World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Koninklijke Brill NV, Leiden. The Netherlands.

Cranham, J. E., and W. Helle. 1985. Pesticide resistance in Tetranychidae, *in* W. Helle and M. W. Sabelis (eds.), Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier, Amsterdam. pp. 405-421.

Dittrich, V. 1975. Acaricide resistance in mites. Z. Angew. Entomol. 78: 28-45.

Duzgunes, Z. and S. Cobanoglu. 1983. The life history and tables *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acarina: Tetranychidae) under the various temperatures and humidities. Plant Protection Bulletin. 23 (4) 171-187.

Field, R. P. and M. A. Hoy. 1986. Evaluation of genetically improved strains of *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina: Phytoseiidae) for integrated control of spider mites on roses in greenhouse. Hilgardia 54: 1-31.

Gorman, K., F. Hewitt, I. Denholm and G. J. Devine. 2001. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. Pest Mang Sci. 58:123-130.

Helle, W. y J. P. W. Overmeer. 1985. Toxicological test methods. In: Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 1A (W. Helle and M. W. Sabelis, eds) Elsevier Science Publishing Company. Inc. U.S.A. p. 391-395.

Herron G. A. and J. Rophail. 1998. Tebufenpyrad (Pyranica ®) resistance detected in two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) from apples in Western Australia. Experiment & Applied Acarology. 22: 633-641.

Hoyt, S. C., P. H. Westigard and B. A. Croft. 1985. Cyhexatin resistance in Oregon populations of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina:Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 78: 656-659.

Keena. M. A. and J. Granett.1987. Cyhexatin and propargite resistance in populations of spider mites (Acari: tetranychidae) from California almonds. J. Econ. Entomol. 80: 560-564.

Reséndiz. G. B. 1998. Resistencia a acaricidas de una población de *Tetranychus urticae* Koch procedente de Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de Doctorado. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 42 p.

Robertson, J. L., and H. K. Preisler. 1992. Pesticide bioassays with arthropods. CRC, Boca Raton, FL. 127 p.

Sawicki, R. M. and I. Denholm. 1987. Management of resistance to pesticides in cotton pest. Tropical Pest Management. 33 (4): 262-272.

Van de Vrie M, J. A. McMurtry and C. B. Huffaker. 1972. Ecology of Tetranychid mites and their natural enemies: a review III. Biology, ecology and pest status and host plant relations of Tetranychids. Hilgardia 41: 343-432.

Van de Vrie, M. 1985. Greenhouse ornamentals, *in* Helle & M. Sabelis (Eds.), Spider mites. Their biology, natural enemies and control, vol. 1B. Elsevier, Amsterdam. pp. 273-283.

EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (H_2O_2) Y ÁCIDO ASCÓRBICO (AA) EN PLANTAS DE CRISANTEMO VARIEDAD POLARIS CON SÍNTOMAS DE VIRUS (TSWV) EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

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

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

RESUMEN

Los virus ocasionan grandes pérdidas en los cultivos de importancia económica. Los sistemas oxidativo y antioxidativo implicados en las respuestas planta-patógeno puede llevar a la muerte o a la inducción de tolerancia a factores de estrés biótico y abiótico. En plantas de crisantemo con síntomas al virus TSWV se evaluó el efecto de aplicaciones de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y ácido ascórbico (AA) en condiciones de invernadero. El tratamiento de AA 1200 ppm incremento significativamente la longitud, peso seco y número de botones y tallos, con respecto a los testigos que solo fueron asperjados con agua. El tratamiento de H_2O_2 1 mM incremento significativamente la actividad enzimática de las peroxidasas. En los tratamientos de AA la clorofila total, clorofila *a* y *b* así como xantofilas y carotenos incrementaron significativamente con respecto a los testigos, lo que está relacionado a una disminución de clorosis e inducción de antioxidantes no enzimáticos que protegen a la célula contra el estrés oxidativo generado posiblemente por la infección del virus.

ABSTRACT

Virus can produce significant lost in economical important crops. The oxidative and antioxidant systems involved in the plant-pathogen responses can lead to death or to the induction of tolerance to biotic and abiotic stress. The effect of application of hydrogen peroxide (H_2O_2) and ascorbic acid (AA) on chrysanthemum TSWV virus infected plants under glasshouse conditions was evaluated. The 1200 ppm of AA treatment significantly enhanced length, dry weight and the number of blooms and stems, respecting the controls sprayed with water. The H_2O_2 1mM treatment significantly enhanced the peroxidase activity. In the AA treatments, total chlorophyll, chlorophyll *a* and *b*, xantophylls and carotenoids significantly enhanced respecting the controls, these responses are related with reduction of chlorosis and the protection of the cell against oxidative stress, possibly due by the virus infection inducing no-enzymatic antioxidants.

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

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

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

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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

Tabla 1. Evaluación del tratamiento por aspersión de AA y H_2O_2 sobre plantas de crisantemo cultivadas en condiciones de invernadero por 120 días. Los resultados son el promedio de 20 plantas por tratamiento. * Diferencia significativa (t Student, P < 0.05).
con respecto a los controles.

Tratamientos	Peso seco (g)	Longitud (cm)	No de botones x planta	No de tallos x planta
T c/síntomas	7.5±0.56	45.8±1.52	5.6±0.47	2.1±0.19
T s/síntomas	6.3±0.52	49.8±1.82	7.2±0.58	2.4±0.16;
AA 600 ppm	7.7±0.66	52.2±2.67*	7±0.4	2.2±0.20
AA 1200 ppm	**8.3±0.58***	**51.9±3.21***	**7.8±0.52***	**2.9±0.06***
H_20_2 1 mM	7.5±0.59	47.1±2.76	7.5±0.46	2.7±0.18*
H_20_2 10 mM	7.9±0.50	52.8±3.17*	7.5±0.38	2.5±0.17

Efectos del H_2O_2 y AA en plantas de crisantemo con síntomas a TSWV sobre la actividad peroxidasa y pigmentos fotosintéticos.
El tratamiento de 1 mM de H_2O_2 incremento significativamente el contenido de la actividad de las peroxidasas (Fig 1), este hecho es importante si consideramos que el H_2O_2 es el sustrato de las peroxidasas para la formación de lignina que está asociada a la tolerancia (Mehlhorn *et al*., 1996), se ha reportado que el contenido de las peroxidasas está asociado a la inhibición de la replicación de virus en hojas de frijol tratadas con hormonas (Clarke *et al*., 2002). Algunos trabajos han reportado que las peroxidasas están directamente relacionadas a la interacción planta virus y al grado de infección (Riedle-Bauer, 2000). En recientes años se ha estudiado los efectos de los virus asociados al sistema oxidativo y antioxidativo (Chia y He, 1999; Hernández *et al*., 2001, 2004, 2006); por la importancia que tiene en la señalización para la inducción de tolerancia a factores de estrés (Neill *et al*., 2002; Scandalios, 2005). Sin embargo, aun no es del todo claro como funciona el sistema antioxidante ante los virus y como responden ante la infección (Riedle-Bauer, 2000; Clarke *et al*., 2002). Además de que existen pocos estudios encaminados a inducir tolerancia a estrés biótico por la aplicación de moléculas que participan en la inducción del sistema antioxidante.

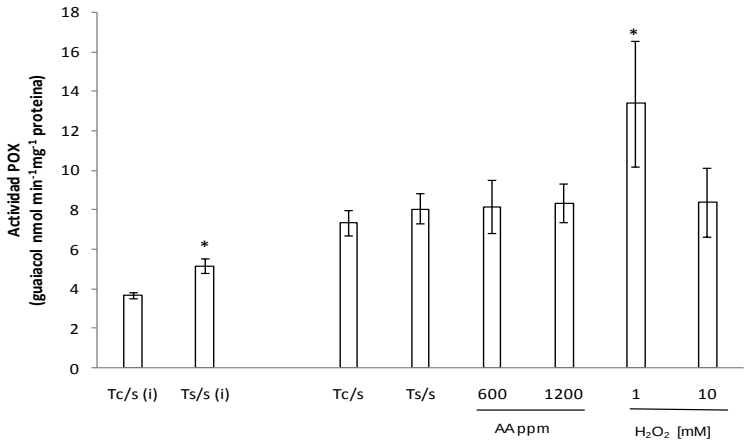


Figura 1. Actividad enzimática de las peroxidasas de plantas de crisantemo con síntomas al virus TSWV asperjadas con H_2O_2 o AA. (i) plantas de 15 días de crecimiento en maceta antes del inicio de las aspersiones de H_2O_2 y AA. Los resultados son el promedio de dos experimentos y de tres muestras por tratamiento. (*) Diferencia estadística (t Student, p < 0.05).

Por otro lado se ha demostrado que uno de los efectos de la infección por virus en plantas es la clorosis y el daño a la capacidad fotosintética (Chia y He, 1999; Song *et al*., 2009), por lo que en este trabajo se estudiaron los pigmentos fotosintéticos asociados además al sistema antioxidante no enzimático.
De manera general los tratamientos con AA incrementaron significativamente la clorofila total (Fig. 2 A), clorofila *a* (Fig. 2 B) y *b* (Fig. 2 C), y xantofilas y carotenos (Fig. 2 D) con respecto a los testigos. Chia y he, (1999), encontraron que en orquídeas infectadas con virus la capacidad antioxidante se ve afectada

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

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

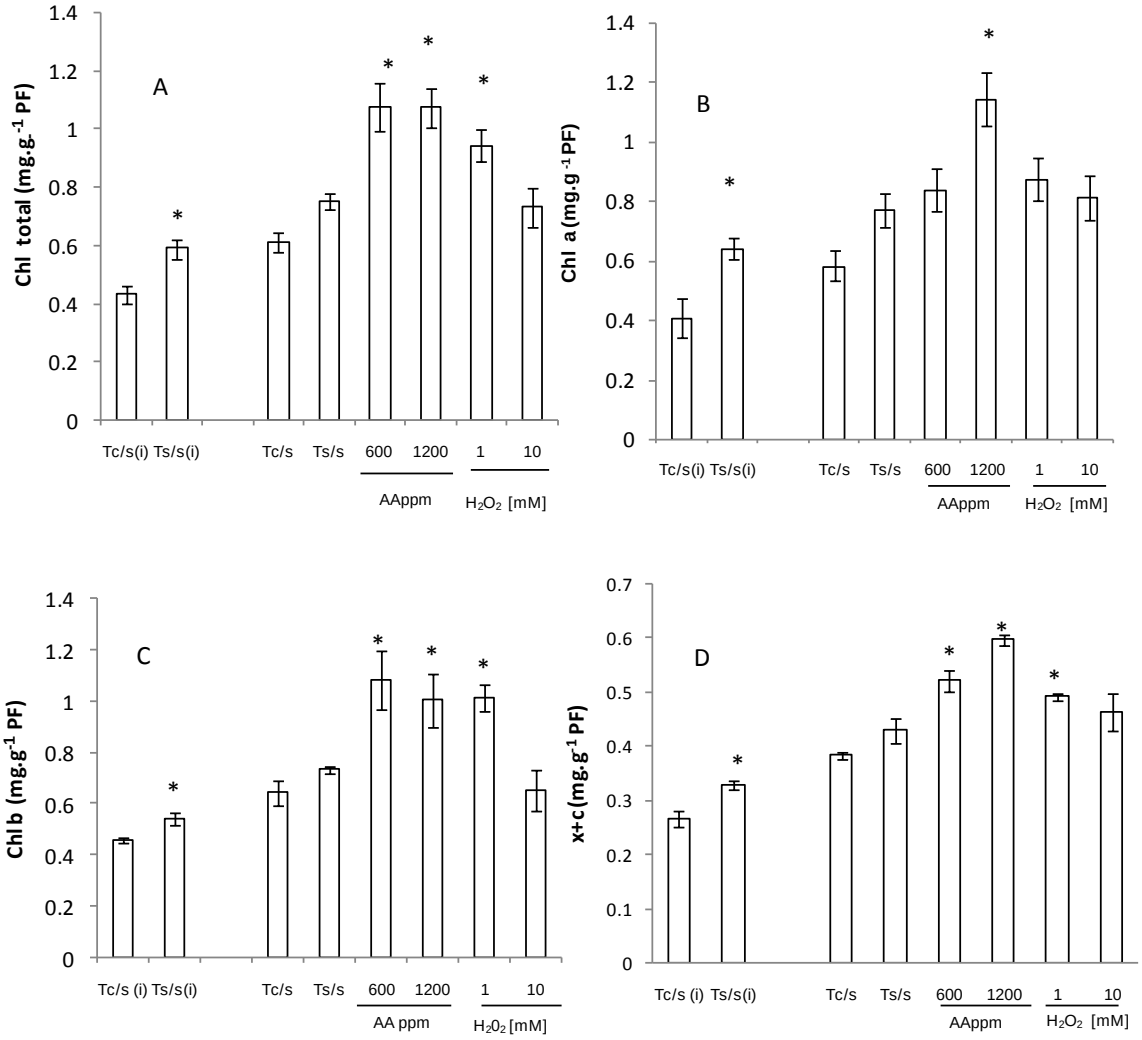


Fig. 2 Clorofila total (Fig. A), clorofila *a* (Fig. B) y *b* (Fig. C), y xantofilas y carotenos (Fig. D), de plantas de crisantemo asperjadas con H_2O_2 y AA en condiciones de invernadero. (i) plantas de 15 días de crecimiento en maceta antes del inicio de las aspersiones de H_2O_2 y AA. Los resultados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

LITERATURA CITADA

Anderson MD, Prasad TK and Stewart CR. **1995**. Changes in isozyme profiles of catalase, peroxidase, and glutathione reductase during acclimation to chilling in mesocotyls of maize seedlings. *Plant Physiolgy*. 109:1247-1257.

Albouy J and Devergne J-C. **2000**. Enfermedades producidas por virus de las plantas ornamentals. Ed. Mundi-prensa. España. p. 480.

Aquino HO. **2005**. Distribución de virus y efecto del ácido acetil salicílico y compuestos orgánicos en la severidad de virosis y roya blanca en tres variedades de crisantemo *Dendranthema morifolium* (Ramat) Tzvelev. Tesis. Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 81 p.

Bradford MM**. 1976.** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein–dye binding. *Analytical Biochemistry.* 72:248-254.

Cárdenas-Alonso, MR. 1994. Las enfermedades causadas por virus en ornamentales en México y alternativas de solución. Revista Chapingo 1:124-130.

Chia TF and He J. **1999**. Photosynthetic capacity in Oncidium (Orchidaceae) plants after virus eradication. *Environmental and Experimental botany* 42:12-16.

Clarke SF, Guy PL, Burritt DJ y Jamenson PE. **2002**. Changes in the activities of antioxidant enzymes in response to virus infection and hormone ttreatment. *Physiol Plant* 114:157-164.

Foyer CH, Lelandais M and Kunert KJ. **1994**. Photooxidative stress in plants. *Physiol Plant*. 92:616-717.

Hernandez JA, Días-Vivancos P, Rubio M, Olmos E, Ros-Barcelo A and Martínez-Gómez P. **2006** Long-term plum pox virus infection produces an oxidative stress in a susceptible apricot, *Prunun armeniaca*, cultivar but not in a resistant cultivar. *Physiol Plant*. 126:140-152.

Hernández JA, Rubio M, Olmos E, Ros-Barcelo A and Martínez-Gómez P. **2004**. Oxidative stress induced by long-term plum pox virus infection in peach (*Prunus persica*). *Physiol Plant*. 122:486-495.

Hernández JA, Talavera JM, Martínez-Gómez P, Dicenta F and Sevilla F. **2001**. Response of antioxidate enzimes to plum pox virus in two apricot cultivars. *Physiol Plant*. 111:313-321.

Li Z and Burritt DJ. **2003**. The influence of Cocksfoot monttle virus on antioxidant metabolism in the leaves of *Dactylis glomerata* L. Physiological and Molecular Plant Patology. 62:285-295.

Lichtenthaler HK, Wellburn AR. **1983**. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions 11: 591-592.

Mehdy MC, Sharma YK, Sathasivan K and Bays NW. **1996**. The role activated oxygen species in plant disease resistance. *Physiolgia Plantarum*. 98:365-374.

Mehlhorn H, Lelandais M, Korth HG and Foyer CH. **1996**. Ascorbate is the natural substrate for plant peroxidases. *FEBS Letters*. 378:203-206.

Neill SJ, Desikan R and Hancock J. **2002**. Hydrogen peroxide signalling. *Current Opinion in Plant Biology*. 5(5):388-395.

Riedle-Bauer M. 2000. Role of oxygen Species and antioxidant enzymes in systemic virus infections of plants. *J. Phytopathology*. 148:297-302.

Romero-Romero T and López-Delgado H. **2009**. Ameliorative effects of hydrogen peroxide, ascorbate and dehydroascorbate in *Solanum tuberosum* infected by phytoplasma. *Am. J. Pot. Res*. 86: 218-226.

Scandalios JG. **2005**. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. *Brazilian J. Med Biol Res*. 38:995-1014.

Song X-S, Wang Y-J. Mao W-H, Shi K, Zhou Y-H, Nogués S and Yu J-Q. **2009**. Effects of cucumber mosaic virus infection on electron transport and antioxidants system in chloroplasts and mitochondria of cucumber and tomato leaves. *Physiol Plant*. 135:246-257.

Srivastava MK and Dwivedi UN. **1998**. Salicylic acid modulates glutathione metabolism in pea seedlings. *Journal of Plant physiology*. 153(3-4):409-414.

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

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

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

OBJETIVO

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

MATERIALES Y MÉTODOS

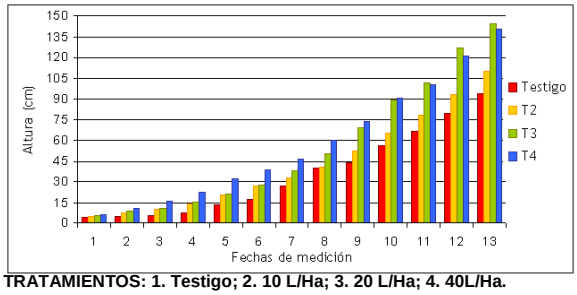
El bioensayo se realizó en el invernadero experimental de la Unidad Nainari del Instituto Tecnológico de Sonora, bajo un diseño experimental simple, completamente al azar, el cual constó de 4 tratamientos y 10 repeticiones, con lo cual se tuvieron un total de 40 unidades experimentales, manejándose riegos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

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

Los tratamientos se aplicaron a razón de; T1: Testigo (sin aplicación de biopreparado), T2:10 Lts/Ha, T3: 20Lts/Ha y T4: 40 Lts/Ha; se aplicaron al suelo al momento de la siembra y a los 15 y 30 días después de la misma.
Las evaluaciones se realizaron con los siguientes indicadores:
Altura de la planta; se midió con cinta métrica desde la base del tallo hasta la punta de crecimiento cada 5 días, registrándose los resultados en Cm.
Longitud de raíz; se extrajo completamente la raíz y se midió con cinta métrica su longitud desde la unión al tallo, hasta el punto de mayor longitud. Expresándose los resultados en Cm.
Peso seco de raíz; se seleccionó la raíz y se colocó en bolsas de papel previamente identificadas para secarlas en estufa a 60 °C por 48 horas, hasta peso constante; se registro el peso seco en Gr.
Peso seco aéreo; se tomó toda la parte aérea de cada planta (hojas y tallos), se guardaron en bolsas de papel etiquetadas, posteriormente se introdujeron por 48 horas en un horno a 70ºC hasta peso constante. Se registró el peso en Gr.
Análisis fisicoquímico; se tomó una muestra de 50 g del suelo contenido en cada maceta y se obtuvieron 3 muestras compuestas de cada tratamiento para efectuar análisis físico químico de suelo (salinidad y fertilidad).Realizados por Laboratorio de suelos y nutrición vegetal de INIFAP Cd. Obregòn.
Conteo de hongos y bacterias en suelo rizosférico; se colectó el suelo adherido a las raíces de cada planta y se obtuvieron 3 muestras compuestas de cada tratamiento para practicar análisis microbiológico con la técnica de epifluorescencia para cuantificar biomasa de hongos y bacterias totales y activos. (Realizados por Laboratorio Innovak Global).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

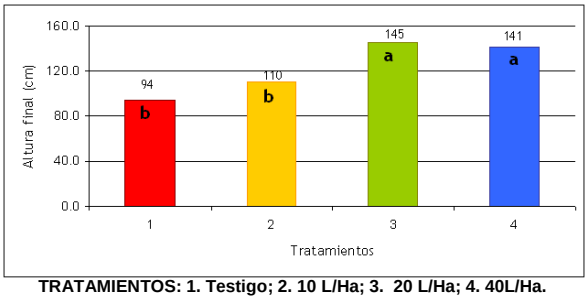
Altura de la planta. El crecimiento a través de las 13 fechas de medición de plantas de pepino se presenta en la figura 1, donde se observa que desde el inicio el experimento, los tratamientos con BMB fueron superiores al testigo a lo largo de este.



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

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

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

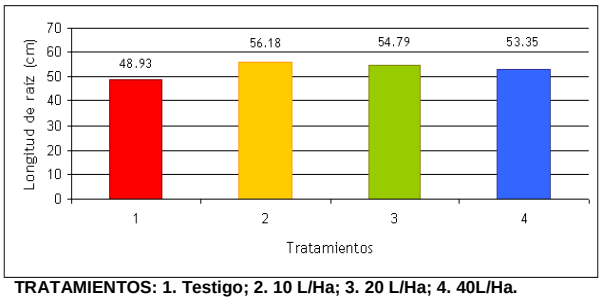


TRATAMIENTOS: 1. Testigo; 2. 10 L/Ha; 3. 20 L/Ha; 4. 40L/Ha.

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

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

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

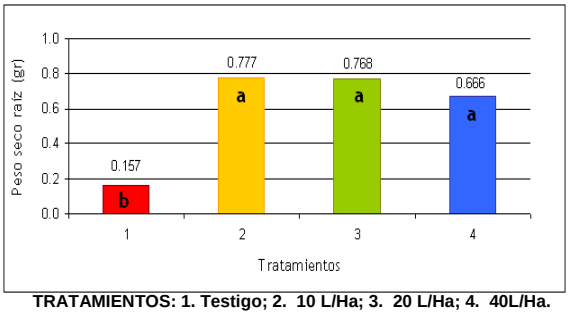


TRATAMIENTOS: 1. Testigo; 2. 10 L/Ha; 3. 20 L/Ha; 4. 40L/Ha.

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

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

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



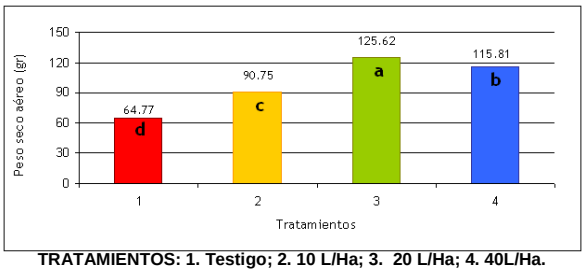
TRATAMIENTOS: 1. Testigo; 2. 10 L/Ha; 3. 20 L/Ha; 4. 40L/Ha.

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

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

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

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



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

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

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

Análisis fisicoquímico.

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

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

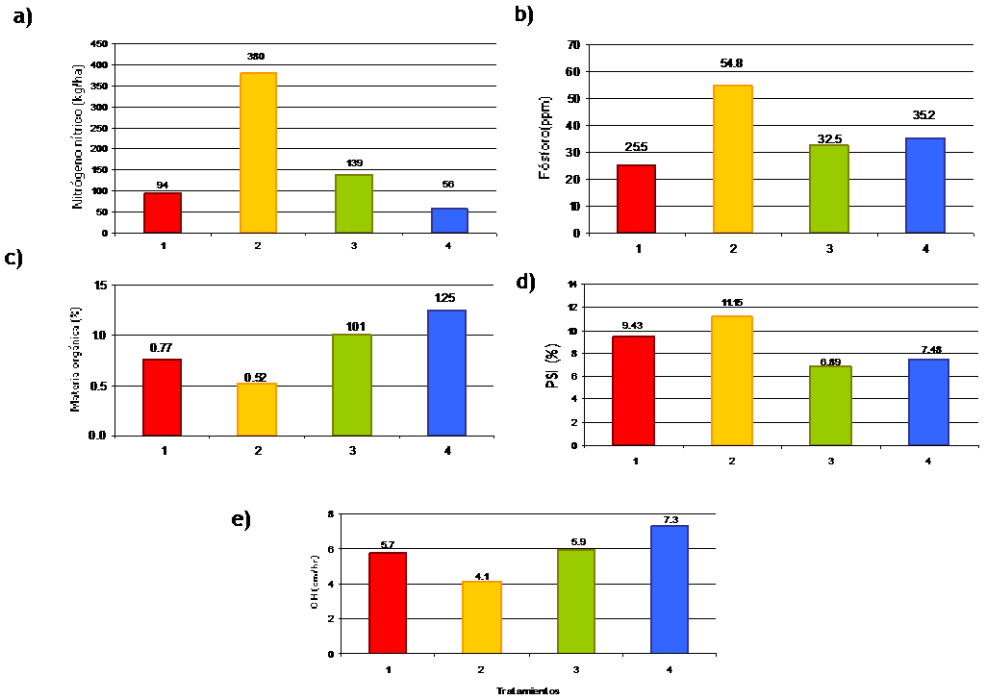


Fig. 6. Análisis fisicoquímico de suelos tratados con un preparado microbiano.

CONCLUSIÓN

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

LITERATURA CITADA

Cuesta I., A. Ferrer y E. Rengifo. 2008. Importancia de la inoculación dual de bacterias y *glomus mosseae* sobre crecimiento y micorrización de plántulas de *swietenia macrophyllax mahagoni*. (http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1064/cuf0112s.pdf) fecha de consulta: Julio de 2009

Maier, Raina M. 2000. Environmental Microbiology. Academics Press. California, E.U.A. pp. 425

Meyer J.R. y R.G. Linderman. 1986. Response of subterranean clover to dual inoculation with vesicular arbuscular fungi and a plant growth-promoting bacterium, *Pseudomonas putida,* Soil Biology and Biochemistry 18: 185-190.

Oliveira E., E. Sieverding y T.S. Toro. 1987. Interaction between three species of VAM fungi and one isolate of *Pseudomonas putida* on casava. In: Sylvia D.M., Hung L.T. and Graham J.MH. (eds) Mycorrhizae in the Next Decade, Practical Applications and Research Piorities, 216. Proceedings of the 7th NACOM, IFAS, University of Florida, Gainesville.

Ortiz Villanueva B. y Ortiz Solorio C. Alberto. 1980. Edafología. 3ª. Edición. Imprenta Universitaria-UACh. Chapingo, México. Pp. 22, 134.

Ronald M. 2002. Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. Ed. Person. Albania.

Ryu, C-M., Reddy, M. S., Zhang, S., Murphy, J. F. and Kloepper, J. W. 2002. Plant growth promotion of tomato by a biological preparation (LS213) and evaluation for protection against Cucumber mosaic virus. Department of Entomology & Plant Pathology, Auburn University, Auburn, AL 36849-5409, USA.

Terry, E., A. Leyva y Anni Hernández. 2005. Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Revista Colombiana de Biotecnología 2(4): 5-54.

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

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

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: OEIDRUS-SAGARPA.

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

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

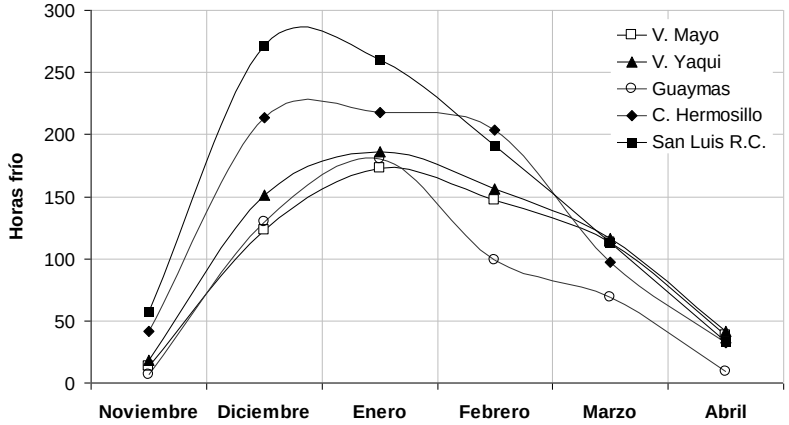


Figura 1. Expresión mensual de las horas frío por distrito de riego (período de siembra a madurez fisiológica del trigo; promedio de los ciclos cosechados en 2004 a 2009).

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

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

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

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

-Relación de las horas frío con el rendimiento

El estudio permite medir la relación del rendimiento con las horas frío, en un perfil climatológico ubicado geográficamente entre los paralelos 26º48'00" a 32º12'00" de Latitud Norte, y los 109º42'00" a 114º59'30" de Longitud Oeste.

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

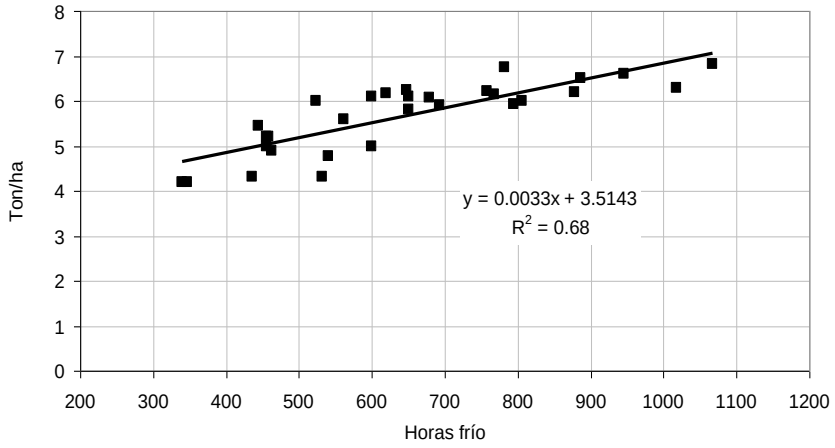


Figura 2. Expresión del rendimiento comercial con base en las horas frío, en los distritos de riego: Valles del Mayo, Yaqui y Guaymas, costa de Hermosillo y San Luis R.C., durante los ciclos agrícolas 2004-05 a 2008-09.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

HC= Horas calor; HF= Horas frío.

Cuadro 5. Horas térmicas acumuladas por etapa fenológica.

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

HC= Horas calor; HF= Horas frío.

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

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

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

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

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

-Distribución espacial de las horas frío

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

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

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

CONCLUSIONES

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

LITERATURA CITADA

Arnold, C.Y. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. Proceeding of the American Society of Horticultural Science 74:430-445.

Confalone, A.E. y Navarro. D.M. 1999. Comparación de modelos de tiempo térmico para maíz. Comparison of corn thermal time models. Revista Brasileira de Agrometeorología, Santa María 7(2):207-211

Félix, V.P., Ortíz, E.J.E., Fuentes, D.G., Quintana, Q.J.G. y Grajeda, G.J. 2009. Horas frío en relación al rendimiento de trigo. Áreas de producción del estado de sonora. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico No. 63. p.40. ISBN 978-607-425-159-3

Pascale, A.J. y Damario, E.A. 2004. Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Ed. Fac. Agronomía. UBA, Buenos Aires, Argentina.

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

Manuel Darío Salas-Araiza[1], Robert W. Jones[2], Alejandro Peña-Velasco[1], Oscar Alejandro Martínez-Jaime[1], Eduardo Salazar Solís[1] y Carolina Balandrán Becerra[1]. [1]Departamento de Agronomía. División Ciencias de la Vida. Universidad de Guanajuato. salasm@dulcinea.ugto.mx; [2]Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

El trabajo se llevó a cabo en una huerta de guayaba (*P. guajava*) y de ficus (*F. benjamina*) de 10 años de edad, ambos sitios separados por una distancia aproximada de 1,000 m. Se hicieron muestreos semanales de pulgones (formas aladas y ápteras) y depredadores (adultos de Coccinellidae y larvas de Chrysopidae) a partir del 23 de marzo hasta el 22 de junio del 2007, mediante una sombrilla entomológica de 1 m^2 dando 10 golpes por árbol, en 10 árboles de cada especie; el material recolectado de cada árbol

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies de *Greenidea* en guayaba y ficus.

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

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

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

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

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

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

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

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

Enemigos naturales de *Greenidea*. Chrysopidae.

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

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

Coccinellidae.

Las especies de coccinélidos determinadas fueron: *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, *Harmonia axyridis* Pallas, *Zoglobra* spp, *Coccinella* spp, *Olla v-nigrum* (Mulsant), *Cycloneda sanguinea* L., *Stethorus* spp, *Hyperaspis quadrioculata* (Motschulsky) y *Scymnus* spp. En ficus el género *Scymnus* fue el más abundante con 167 individuos del total de muestreos, comparado con l26 capturados en guayaba. Es posible que la abundancia de depredadores en ficus, sea ocasionado por lo denso del follaje, que actúa como refugio de diversos artrópodos, tal como se señaló para crisopas.

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

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

LITERATURA CITADA

Damián-Nava A., V. A. González-Hernández, P. Sánchez-García, C. B. Peña-Valdivia, M. Livera-Muñoz y T. Brito-Guadarrama. 2004. Crecimiento y fenología del guayabo (*Psidium guajava* L.) cv. “Media China” en Iguala, Guerrero. Rev. Fitotec. Mex. 27(4): 349-358.

Desneux N., R. J. O´Neil y H. J. S. Yoo. 2006. Supresión of population growth of the soyan aphid, *Aphis glycines* Matsumura, by predators: The identification of a key predators and the effects of prey dispersion, predators abundance, and temperature. Environ. Entomol. 35(5): 1342-1349.

Halbert, S. E. 2004. The genus *Greenidea* (Rhynchota: Aphididae) in the United States. Florida Entomologist 87 (2): 159-163.

Holland J. M., H. Oaten, S. Southway y S. Moreby. 2008. The effectiveness of field margin enhancement for cereal aphid control by different natural enemy guilds. Biological Control. 47: 71-76.

MacCornack B. P., D. W. Ragsdale y R. C. Venette. 2004. Demography of soybean aphid (Homoptera: Aphididae) at summer temperatures. J. Econ. Entomol. 97(3): 854-861.

Noemberg-Lazzari S. M., R. C. Zonta-De Carvalho, J. T. Cardoso y D. C. Calado. 2006. First record of *Greenidea psidii* van der Goot and comparison with *Greenidea ficicola* Takahashi (Hemiptera: Aphididae) in Brazil. ZOOTAXA 1235: 63-68.

O´Donnell Ch. A. y M. P Parrella. 2005. Host suitability of selected *Ficus* species for *Thrips palmi* (Thysanoptera: Tripidae). Florida Entomologist 88(1): 97-98.

Peña-Martínez R., N. Villegas-Jiménez, L. Reyes-Barrón, G. Padilla-Badillo y S. Halbert. 2003. Dos nuevas plagas potenciales en México (Homoptera: Aphididae: Grenideinae). Entomología Mexicana. 3:411-415.

Pérez-Hidalgo N., W. Villalobos-Muller y P. Mier-Durante. 2009. Greenidea psidii (Hemiptera: Aphididae: Greenideinae) new invasive aphid in Costa Rica. Florida Entomologist. 92(2):396-398.

Powell G., C. R. Tosh y J. Hardie. 2006. Host selection by aphids; Behavioral, evolutionary, and applied perspectives. Annu. Rev. Entomol. 51: 309-330.

Ramírez-Delgado M., J. I. López- Arroyo, U. Nava-Canberos, A. González-Hernández y R. Mercado-Hernández. 2006. Diversidad y fluctuación poblacional de especies de Chrysopidae en frutales del norte de México. Entomología mexicana. 5 (1): 480-485.

Reyes-Barrón L. 2005. Morfología y fluctuación poblacional del pulgón café del ficus *Greenidea ficicola* Takahashi (Hemiptera:Aphididae) en la ciudad de México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN. México D.F. 89 pp.

SAS.1995. User´s guide for linear models. Institute Inc. Cary, North Carolina.

SIAP s/f. Volumen de Producción de Guayaba. www.siap.sagarpa.gob.mx/modelos/Cadenas/guayaba/estnac.pdf

Sloggett J. J., I. Zeilstra y J. J. Obrycki. 2008. Patch residence by aphidophagous ladybird beetles: Do specialists stay longer?. Biological Control. 47: 199-206.

Thomson L. J. y A. A. Hoffman. 2009. Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. Biological Control. 49: 259-269.

Trejo-Loyo A. G. R. Peña-Martínez y N. Villegas-Jiménez. 2004. Afidofauna (Hemiptera: Aphididae (Cuernavaca, Morelos, México. Folia Entomol. Méx. 43(2): 191-202.

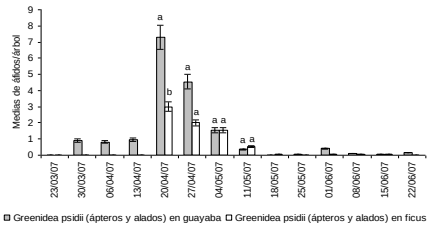


Fig. 1. *G. psidii* ápteros y alados en guayaba y ficus. Irapuato, Gto. Méx. 2007. Mann-Whitney (20/04/07, w = 119.0, p = 0.0122).

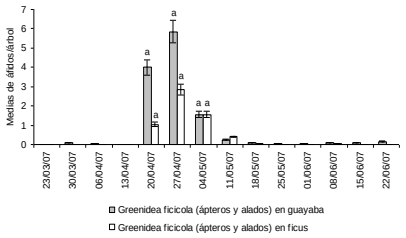


Fig. 2. *G. ficicola* (ápteros alados) en guayaba y ficus. Irapuato, Gto, Méx. 2007.

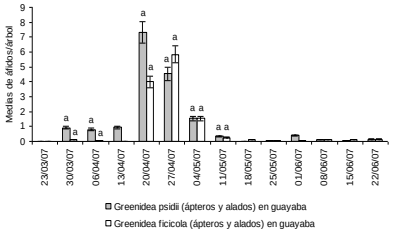


Fig. 3. Apteros y alados de *G. psidii* y *G. ficicola* en guayaba. Irapuato, Gto, Méx. 2007.

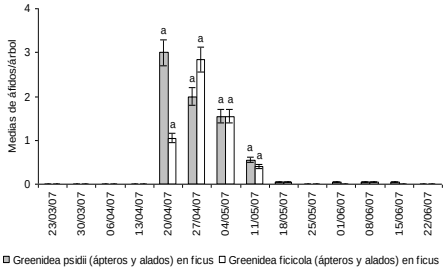


Fig. 4. Apteros y alados de *G. psidii* y *ficicola* en ficus. Irapuato, Gto. Méx. 2007.

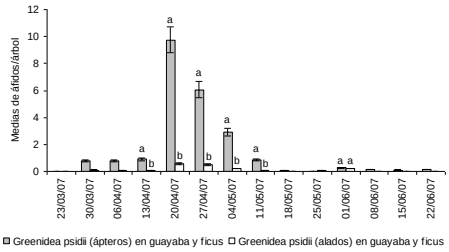


Fig. 5. Comparación de ápteros y aladas de *G. psidii* en guayaba y ficus. Irapuato, Gto Méx. 2007. Las medias con literal diferente indica medianas estadísticamente diferentes. Mann-Whitney. (13/04/07, w=138.5, p = 0.0179; 20/04/07, w=100.5, p = 0.0020; 27/04/07, w=35.0, p = 0.0000; 04/05/07, w= 88.0,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

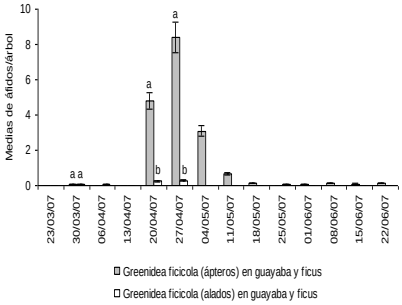


Fig. 6. Comparación de ápteros y alados de *G. ficicola* en guayaba y ficus . Irapuato, Gto, Méx. 2007. Mann-Whitney (20/04/07, w=127.5, p = 0.0162; 27/04/07, w=17, p = 0.0140).

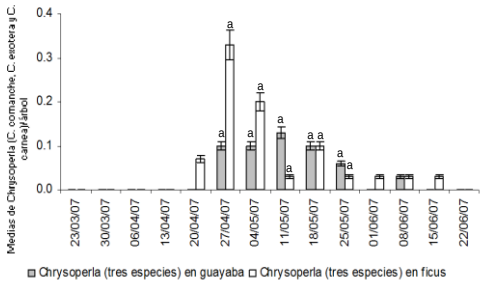


Fig. 7. Dinámica poblacional del total de las tres especies de *Chrysoperla* en guayaba y ficus. Irapuato, Gto, Méx. 2007.

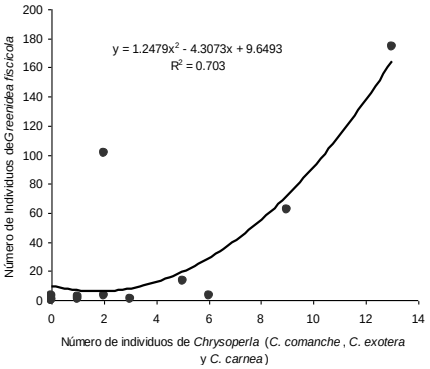


Fig. 8. Correlación y modelo de regresión simple entre *G. ficicola* y *Chrysoperla*. Irapuato, Gto. Méx. 2007.

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

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

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

Yield and N foliar content in 10 Valencia orange orchards were evaluated from 2006 to 2009. Annual N requirements were determined using Morgan and Hanlon procedures (2006). Average yield for the three years was 26.7 ton·ha^{-1}, N requirements were 103.5 kg N·ha^{-1} and 3.94 kg N·ton^{-1}of fruit. In 2007, 2008 and 2009 average yields were 20.4, 26.3 and 33. 3 ton·ha^{-1}, their respective annual N requirement were 88.4, 101.7 and 120.4 kg N·ha^{-1}, equivalent to 4.33, 3.94 and 3.61 kg N·ton^{-1}of fruit. Leaf analysis showed 65% of the samples were at Low level and 35% were Normal. Regression and correlation were highly significant, yield increased after the minimum level of 2.27% N. Orchards with Optimum level (2.35 to 2.60% N) yielded from 108.9 to 155.5 kg·tree^{-1}. An overview on citrus N nutrition and guidelines for N fertilizer practices in Valencia orange orchards are presented. It is suggested to conduct experiments under controlled conditions to calibrate these results.

INTRODUCCIÓN

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

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

caso de sistema presurizados puede ir de 40 a 60%, en gravedad 35% y aplicaciones foliares de 50 hasta 80 a 90% dependiendo de la efectividad de la aplicación. (Morgan y Hanlon, 2006). La extracción de $N \cdot ton^{-1}$ de fruta de naranja reportada en diferentes partes del mundo ha variado de 1.1 a 1.8 kg: 1.1(Morgan y Hanlon 2006), 1.48 (Paramavisam *et al.* 2000 en: Obreza y Morgan 2008), 1.77 (Koo 2009), 1.8 (Hardy y Huett 2005), 1.6 (Falivene 2005).
Tambien se ha reportado la extracción total de N considerando el follaje, fruta, lixiviación y fijación en un rango de 3.7 a 4 kg de $N \cdot ton^{-1}$ de fruta: 3.9 (Hardy y Huett 2005), 3.68 (Malavolta *et al*.2009), 4.03 (Sauls 2002), 4.0 (Núñez Moreno 1999), 2.95 (Falivene 2005).
En una huerta en producción, se estima que el N en la biomasa de 312 árboles$\cdot ha^{-1}$ es de 240.3 kg., si la fruta extrae 1.111 kg de $N \cdot ton^{-1}$, entonces, en una huerta con producción de 30 ton$\cdot ha^{-1}$ la fruta representa el 13.8% del $N \cdot ha^{-1}$ y con 40 ton$\cdot ha^{-1}$ el 18.5% (Morgan y Hanlon 2006).

OBJETIVOS

Estimar la demanda anual de N en huertas en producción de naranja Valencia.
Relacionar el rendimiento anual por huerta con el contenido de N foliar.
Determinar la oportunidad de mejora de la producción.
Sugerir mejores prácticas en la fertilización nitrogenada de las huertas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 10 huertas en producción de naranja Valencia, en las temporadas 2007, 2008 y 2009 se evaluó el rendimiento (peso, frutos y peso promedio de fruto$\cdot$árbol^{-1}) en 10 árboles seleccionados al azar en un área de 0.6 ha. por huerta. Su edad actual fluctúa de 8 a 17 años, plantados a 8 x 4 m. y el patrón utilizado en la mayoría de ellas es el Citrange Carrizo.
Se realizó el análisis foliar siguiendo la metodología de California, que consiste en tomar la tercer hoja de puntas de rama sin fruto del crecimiento de primavera en el período de mediados de agosto a mediados de septiembre, se hizo una mezcla compuesta de 100 a 120 hojas provenientes de los 10 árboles marcados y se interpretó con los estándares de California (Embleton, Coggins y Whitney 1996, Embleton, Jones y Labanauskas 1973). Las pruebas estadísticas ($P < 0.05$ y 0.01) se efectuaron mediante análisis de regresión y correlación con el paquete estadístico MSTAT-C (2009) para los tres años del rendimiento en kg$\cdot$árbol^{-1} y el N foliar expresado en porcentaje de materia seca. Se utilizó el programa EXCEL para graficar la ecuacion de regresión con su coeficiente de determinación.
La demanda anual de Nitrógeno se calculó utilizando los rendimientos anuales por huerta de los últimos tres años con el procedimiento de Morgan y Hanlon (2006) que considera la siguiente expresión:

Demanda anual de N = (N extraído por la fruta + N para aumento de biomasa)/ Efic. Uso N.

Donde:
N extraído por la fruta: 1.111 kg $N \cdot ton^{-1}$ de fruta.
N para aumento de biomasa (312 árboles$\cdot ha.^{-1}$ / ha): 14.1336 kg. de $N.ha.^{-1}$.
Eficiencia de Uso del Nitrógeno: 0.35 para riego gravedad, 0.5 para presurizados.

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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

Rendimiento.

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

Estimación de la demanda anual de Nitrógeno por hectárea.

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

Estimación de la demanda de N·ton^{-1} de fruta producida.

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

Cuadro 2. Cantidad de Nitrógeno utilizada por tonelada de fruta producida por año y promedio de tres años en naranja Valencia. Valle del Yaqui, Sonora. 20007-09.

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

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

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

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

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

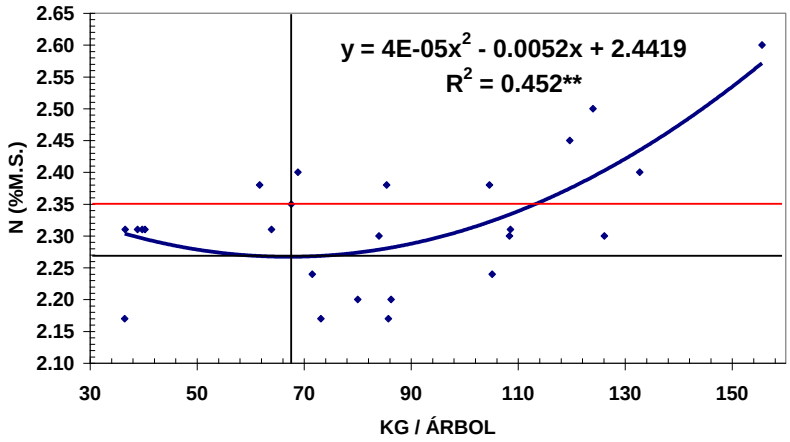


Fig. 1. Regresión y Correlación de Rendimiento y contenido foliar de N en naranja Valencia. Valle del Yaqui, Sonora. 2007-09.

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

Fertilización nitrogenada.

Los árboles pasan por un ciclo de fases de crecimiento anualmente (Ramírez Díaz 2007).
Investigaciones en España (Castel Sánchez y Ferrer Talón 2005) indican que la mas alta demanda del consumo anual de N se presenta en primavera con 56% (75% se obtiene de las reservas y 25% del suelo), en Verano es estima en 32% y en Otoño el 12%. La absorción de Nitrógeno en mg·kg^{-1} de M.S.día^{-1} a través del año es el siguiente: Enero: 18, Abril: 40, Junio: 100, Julio: 42, Septiembre: 30, Diciembre: 10.
En California se ha demostrado que la demanda de N es máxima de floración hasta junio. Los productores aplican generalmente de 1/10 a ¼ del requerimiento anual de N vía foliar en pre y post-floración con Urea LB. El N restante se aplica por el sistema de riego de marzo a julio o principio de agosto. (Kallsen 2009).

En Florida, se toma como base una aplicación de 157 kg·ha^{-1} para producir 20.2 ton·ha^{-1}, de ahí se aumentan 15.7 kg de N·año^{-1} por cada incremento de 10.1 ton·ha^{-1}. La máxima demanda es de fines de invierno a principios de verano. Se realizan 3 aplicaciones en partes iguales: a principio de febrero e inicio de floración, la segunda entre floración y fines de mayo, la última entre septiembre y mediados de octubre después de las lluvias por ser suelos arenosos (Obreza y Morgan, 2008).
En Texas, en árboles adultos aplican 168 kg N·ha^{-1}, o bien 4.03 kg N·ton^{-1} a producir el año siguiente, esta recomendación es muy similar a la demanda obtenida en este trabajo en el Valle del Yaqui. La mayoría de los productores aplican una sola vez al año 2 a 3 meses antes de la floración, algunos fraccionan dos tercios poco antes de la floración y el resto en mayo. En riego presurizado hacen por lo menos una aplicación mensual a través del año (Sauls 2002).
En España, huertas adultas con 400 árboles·ha^{-1}requieren de 240 a 320 kg·ha^{-1} (Legaz Paredes y Primo Millo 1988). En sistemas presurizados, aplican en marzo el 5% de la dosis anual, en abril el 10%, en mayo el 15%, en junio el 20%, en julio el 20%, en agosto el 15%, en septiembre el 10% y en octubre el 5%.(Castel Sánchez y Ferrer Talón 2005).
En la Costa de Hermosillo, con una eficiencia de aplicación del 50%, en una huerta de 20 ton.ha^{-1} se sugiere aplicar alrededor de 100 Kg N·ha^{-1}. Además, por cada tonelada adicional a las 20 se deben agregar 4 kg de N·ha^{-1} hasta llegar a una dosis máxima de 180 kg de N·ha^{-1} (Núñez Moreno 1999). Los resultados de nuestro trabajo confirman esta recomendación.
Fertilización foliar con Urea (LB) para aumentar rendimiento y tamaño de fruto.
Investigaciones por la Dra. Lovatt y su grupo evaluaron una sola aplicación de Urea LB en varios estados fenológicos del árbol en dosis de 0.16 lb de N·árbol^{-1} equivalente al 25-35% de la dosis anual de N con excelentes resultados (Lovatt 1999a, 1999b, Alí y Lovatt 1994).
Aplicaciones de Urea foliar en invierno para favorecer la siguiente floración.
De acuerdo con el 'Citrus Flowering Monitor' de la Universidad de Florida (Albrigo 2009), se deben aplicar de 28 a 31 kg.ha^{-1} de N como Urea LB cuando se hayan acumulado de 550 a 750 horas con temperatura menor a 20°C (Albrigo *et al.*, 2006). En el Valle del Yaqui esto ocurre de Nov.18 a Dic.10 en promedio de los últimos 5 años (Ramírez Díaz 2008b). En el análisis foliar de las huertas los tres últimos años, el 65% de las muestras están en niveles Bajo y Deficiente (Ramírez Díaz 2008a), en éstas, se sugiere considerar una aplicación de Urea LB en invierno para reforzar la floración y la caída inicial de fruto, ya que juntas en ese corto período utilizan 27.3% de los fotosintatos a consumirse en el año.(Bustan y Goldschmidt 1998).

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

Calcular la cantidad de N a aplicar con base en el rendimiento objetivo (esperado en huertas en desarrollo y promedio de 3 a 4 años en adultas).
Las fases de desarrollo indican que la dosis anual puede fraccionarse hasta en cuatro aplicaciones: 1) fines de noviembre a 10 de diciembre para apoyar la floración; 2) fines de enero a principios de febrero a indicios de inicio de brotación y floración; 3) a fines de abril al término de la caída de pétalos; 4) a mediados de mayo a primer quincena de junio.
En este análisis, el criterio del fraccionamiento es 60% de la dosis anual de noviembre a febrero, 30% en abril y 10% en mayo-junio.
La demanda anual de N en las huertas fluctuó de 70 a 150 kg·ha^{-1}.

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

APLICACIÓN	DOSIS DE KG. DE NITRÓGENO POR HECTÁREA																	
	70		80		90		100		110		120		130		140		150	
NOV-DIC (1)	20	30	20	30	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
FEBRERO (2)	20	30	28	18	30	20	30	30	30	30	30	30	65	65	70	70	80	80
ABRIL (3)	20	10	32	32	40	40	40	40	30	30	30	30	35	35	40	40	40	40
MAY-JUN (4)	10	0	0	0	0	0	0	0	20	20	30	30	0	0	0	0	0	0

Fraccionamiento de la dosis: 60% de nov.a feb., 30% en abril y 10% en mayo-junio.
(1)Aplicación foliar de Urea LB a huertas con nivel Bajo de N foliar en todas las dosis.
(2)Aplicación foliar de 20 a 30 kg. de N·ha^{-1} con Urea LB en huertas con Bajo nivel de N foliar hasta dosis de 120 kg. de N·ha^{-1}, dosis de 130 a 150 kg. debe aplicarse al suelo porque son de 65 a 80 kg. de N·ha^{-1} .

(3)Esta aplicación de preferencia al suelo porque la Urea LB puede tener problemas de efectividad. No deben aplicarse más de 30 a 40 kg. de $N \cdot ha^{-1}$ en dosis de 130 a 150 kg. de $N \cdot ha^{-1}$, adelantar la aplicación de mayo-junio para evitar reverdecimiento si hay fruta madura.
(4) Esta aplicación puede hacerse en las dosis de 110 a 120 kg. de $N \cdot ha^{-1}$. Está en función de fecha de cosecha, reverdecimiento y aumento de temperatura. Queda como opción si se recorre abril.

En riego por goteo pueden hacerse las dos primeras aplicaciones de Urea LB (40 a 60 kg de $N \cdot ha^{-1}$) y el resto fraccionarlo de marzo a octubre de acuerdo con la recomendación de Castel Sánchez y Ferrer Talón (2005), las aplicaciones máximas de junio y julio son de 22 kg.de $N \cdot ha^{-1}$ por lo que es menos fertilizante en verano. Los criterios de decisión para el número de fraccionamientos son: rendimiento objetivo, dosis, análisis de agua, suelo y análisis foliar.
No es conveniente esperarse a fertilizar hasta después de la cosecha por temor a reverdecimiento de la fruta madura porque el árbol queda a expensas de las reservas para sostener la floración, brotación y amarre de fruto y va a ir contra la fructificación del año siguiente. La Urea LB se activa en 48 horas y su efecto en el contenido de N foliar ya no es notorio a los 30 días (El-Otmani *et al.* 2002), así que lo aplicado en noviembre a febrero el árbol lo utiliza en la emisión de floración y brotación (máxima prioridad) y su efecto puede decirse que termina en abril cuando empieza a subir la temperatura.
Si solo se fertiliza en verano habrá que aplicar solo la parte proporcional que resta, es decir, solo debe ser el 30% del requerimiento anual, el aplicar el 100% desequilibra al árbol y se favorece el crecimiento de la cáscara de la fruta en desarrollo y reverdecimiento de la madura.
Para que la fertilización sea eficiente debe ir acompañada de un buen programa de riego.

CONCLUSIONES

Derivado de la evaluación de 10 huertas de naranja Valencia durante tres años en el Valle del Yaqui Sonora, se concluye lo siguiente:
En promedio de las 3 cosechas se obtuvieron 26.7 $ton \cdot ha^{-1}$ de fruta por huerta, la demanda estimada de N fue de 103.5 kg $N \cdot ha^{-1}$ equivalente a 3.94 kg $N \cdot ton^{-1}$ de fruta producida. Este índice de eficiencia coincide con el reportado por la literatura.
El rango anual del rendimiento por huerta fue de 20.4 a 33.3 $ton.ha^{-1}$ con una demanda anual entre 88 y 120 kg $N \cdot ha^{-1}$.
La regresión múltiple de contenido foliar de N y rendimiento fue cuadrática y altamente significativa. A partir de 67 $kg \cdot árbol^{-1}$ y el valor mínimo de 2.27% de N en la hoja, comenzaron a aumentar ambas variables, pero a aumentos regulares de rendimiento correspondieron mayores aumentos de N foliar.
El 65% de las muestras analizadas en tres años están en nivel Bajo de N foliar, esto indica una buena oportunidad de mejora en las huertas. La ecuación de regresión indica que dentro del nivel de Suficiencia (2.35 a 2.6%N) se encontró a huertas con 108.9 a 155.5 $kg \cdot árbol^{-1}$, los rendimientos mas altos.
Este estudio, junto con el diagnóstico Agua-Suelo-Planta realizado en las huertas y la información internacional permitió obtener la primera aproximación de sugerencias para la fertilización nitrogenada en huertas de naranja en el Valle del Yaqui.
Es necesario obtener la curva de respuesta al N en condiciones controladas para calibrar los resultados.

LITERATURA CITADA

Albrigo, L. G., Beck, H. W. and J. I. Valiente. 2006. Testing a Flowering Expert System for the 'Decision Information System for Citrus'. Proc. VIIth IS on Modeling in Fruit Research. Acta Hort. (ISHS). 707: 17-24.

Albrigo, L. G. 2009. Citrus Bloom Monitor. University of Florida.On line.

Ali, A. G. and C. J. Lovatt. 1994. Winter Application of Low-biuret Urea to the Foliage of 'Washington' Navel Orange Increased Yield.J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(6): 1144-1150.

Bustan, A. and E. E. Goldschmidt. 1998. Estimating the cost of flowering in a grapefruit tree. Plant, Cell and Environment. 21: 217-224.

Castel Sánchez, J. R. y P. J. Ferrer Talón. 2005. Manejo de la Fertirrigación en los Cítricos. Pp. 170-189. In: V. M. Medina-Urrutia *et al.* Memoria Científica. III Simposio Internacional Citrícola. 16-18 Nov. 2005. Tecomán Colima.

El-Otmani, M., Ait-Oubahou, A., Zahra, F. and Lovatt, C.J. 2002. Efficacy of Foliar Urea as an N source in Substainable Citrus Production Systems. Acta Hort. (ISHS) 594:611-617.

Embleton, T. W., Coggins Jr. C. W. and Witney G. W. 1996. What is the Most Profitable Use of Citrus Leaf Analysis ?Proc Int. Soc. Citric.VIII Int. Citrus Congr. SAfrica. (2): 1261-1264.

Embleton, T.W., W.W. Jones and C.K. Labanauskas 1973. Leaf Analysis as a Diagnostic Tool and Guide to Fertilization. In: (Ed. W. Reuther). The Citrus Industry. Vol.3. Chapter 6. pp. 183-205. Univ. of California. Div. Agric. Sci.

Falivene, S. 2005. Orange Crop Mineral Nutrient Accumulation and Removal Charts. NSW DPI.Darenton Austr. 5 p. http://www.australiancitrusgrowers.com.au/PDFs/resources/

Hardy, S. and D. huett. 2005. NorthCoast Citrus Nutrition Workshop Report. CITTgroups Fruitgrowers Newsletter. NSW DPI, Australia.

Kallsen, C. 2009. Citrus Nitrogen fertilization. CERN Citrus and Subtropical Fruit. Univ. of Calif. Coop. Ext. Serv. Kern County Univ. of Calif. Agriculture and Natural Resources.

Koo, R.C.J. 2009. Citrus spp. World Fertilizer Manual. International Fertilizer Assoc. On line.

Legaz Paredes, F. y E. Primo Millo. 1988. Normas para la Fertilización de los Agrios. IVIA. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura I Pesca. Fullets Divulgació. 5-88. 29p.

Lovatt, C. J. 1999a. Timing Citrus and Avocado Foliar Nutrient Applications to Increase Fruit Set and Size. Hortechnology. 9(4): 607-612.

Lovatt, C. J. 1999b. Management of Foliar Fertilization. Terra. 17(3): 257-264.

MSTAT-C. 2009. Paquete Estadístico. Dr. Russel Freed. Director Dpto. de Ciencias de Cultivos y Suelo. Univ. Estatal de Michigan.

Malavolta, E. H., H. Casale y C. Pissin. 2009. Síntomas de desórdenes nutricionales en la naranja. On line.

Morgan, K.T. and E.A.Hanlon. 2006. Improving Citrus Nitrogen Uptake Efficiency: Understanding Citrus Nitrogen Requirements. Soil and Water Science Department. Florida Coop. Ext. Serv. IFAS. Univ. of Fla. SL-240. http://edis.ifas.ufl.edu

Núñez Moreno, J. H. 1999. Nutrición de los Cítricos. Pp. 57-86. En: Durón Noriega, L. J., B. Valdez Gazcón, J. H. Núñez Moreno, G. Martínez Díaz (Eds.). Cítricos para el Noroeste de México. INIFAP-CIRNO-C. E. Costa de Hermosillo. 155 p.

Obreza, T. A. y K. T. Morgan (eds). 2008. Nutrition of Florida Citrus Trees. SL 253. Soil and Water Department. Florida Coop. Ext. Serv., IFAS-University of Florida. 2nd. Ed. 96 p.

Paramasivam, S., A. K. Alva, K. H. Hostler, G. W. Easterwood and J. S. Southwell. 2000. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. J. Plant Nutrition. 23(3): 313-327.

Ramírez Díaz J. M. 2008a. Análisis foliar para el manejo nutrimental de huertas de naranja Valencia en el Valle del Yaqui, Sonora. XI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Univ. Autónoma de B.C. Mexicali, B.C. Octubre 23 y 24.

Ramírez Díaz, J. M. 2008b. Modelos para evaluar el efecto de la temperatura en la floración de naranja Valencia en el Valle del Yaqui, Sonora. 3ª Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal del INIFAP. Mérida Yuc. Noviembre 3 al 8.

Ramírez Díaz, J. M. 2007. Crecimiento y Fructificación de los Cítricos. Curso Internacional de Citricultura. Campo Experimental General Terán, N. L. Dic. 13 y 14.

Sauls, J. W. 2002. Nutrition and Fertilization. Texas Citrus and Subtropical Fruits. http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/

Zekri, M. and T.A.Obreza. 2003. Plant Nutrients for Citrus Trees. Soil and Water Department. Florida Coop. Ext. Serv. IFAS. Univ. of Fla. SL 200. http://edis.ifas.ufl.edu

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

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

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

OBJETIVOS

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Manejo Integral de la Cuenca del Río Yaqui.

La cuenca del Río Yaqui, de la cual se abastecen de agua los distritos de riego 018 y 041, Comunidades Yaqui y Valle del Yaqui, abarca una superficie aproximada de 71,452 Km^2, que se ha subdividido en tres grandes sub cuencas con escurrimientos promedio de 3,163 hm^3 a lo largo de sus 410 Km de extensión, y en las que se han construido tres grandes presas, Angostura, Novillo y Oviachic con capacidades de almacenamiento de 921, 3,020 y 3,227 hm^3 (DRRY, 2009).

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

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

2. Sistema de Alerta Temprana de Riesgo Climatológico y Fitosanitario

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

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

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

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

3. Mejoramiento Genético y Revalidación de Tecnologías

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

La agricultura del Valle del Yaqui utiliza más del 90% del agua disponible, proveniente de la presa y del acuífero subterráneo, el resto lo demanda el consumo urbano e industrial. Durante los últimos diez años, este distrito ha regado una superficie promedio de 224 mil hectáreas por año, con una asignación volumétrica promedio de 7.5 mm^3/ha. La infraestructura disponible para la conducción del agua y los métodos de riego parcelario que utilizan los agricultores, permite que el sistema de riego proporcione una eficiencia global cercana al 55% (Félix *et al.* 2008). La revalidación de tecnologías se enfoca a incrementar la eficiencia en el uso del agua a través de modernizar la infraestructura de conducción, el uso de tecnologías que permitan maximizar la eficiencia en la aplicación del riego y mejorar la fertilidad del suelo.

Estas acciones fueron consideradas prioritarias por los sectores productivos y organismos participantes en la selección de una estrategia para mitigar los efectos del cambio climático. Asimismo, al revisar los antecedentes de desarrollo agropecuario del área de estudio, encontramos que el factor limitante históricamente ha sido el agua y adicionalmente el mejoramiento genético es quizá el componente tecnológico que ha dado un mayor dinamismo en el desarrollo tecnológico.
En el trigo, recientes estudios indican que debido al calentamiento global puede generar importantes disminuciones en el rendimiento. Los factores que se esperan podrían afectar son el aumento en la temperatura y un cambio en la interacción de plagas y enfermedades; así como, efectos en ciertas etapas de desarrollo como radiación solar y la temperatura que reducen el crecimiento de la espiga, el grano y acortan el ciclo, todos estos factores afectan el rendimiento potencial de grano. Ante este escenario, es prioritario obtener variedades de trigo con un diferente ciclo productivo y con mayor capacidad de respuesta a foto y termo-periodo y en general a las nuevas condiciones climáticas para mantener o mejorar el rendimiento y la competitividad que posee este cultivo.

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

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

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

Con la reconversión del método de riego actual por gravedad hacia el fertirriego se logra una eficiencia mayor al 70%, principalmente con sistemas presurizados y riego a la demanda. En el Valle del Yaqui, Sonora, el uso de sistemas de riego presurizados no supera las 5 mil hectáreas, es decir el 1% de la superficie total de riego. En esta área agrícola el sistema de riego dominante es por gravedad, la conducción del agua de riego en la parcela es a través del método de surcos en 91% del área sembrada y el método de riego por melgas en 8% de la superficie total. Ambos métodos de riego proporcionan una eficiencia del 55%, con pérdidas de agua en la parcela por infiltración (23%), por evaporación (15%) y por escurrimiento (7%). De manera que de la dotación volumétrica que se destina anualmente (7.5 millares de m^3/ha) una proporción del 45% se pierde. El objetivo de esta propuesta es demostrar la eficiencia y rentabilidad de diversos sistemas de riego ahorradores de agua que permita en el futuro evitar pérdidas en las parcela por percolación.

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

4. Diversificación de Mercados y Nuevas Opciones de Cultivos

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

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

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

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

CONCLUSIONES

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

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

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

LITERATURA CITADA

Banco Mundial (2009). Building response strategies to climatic change in agricultural systems in Latin America. http://siteresources.worldbank.org/EXTLACREGTOPRURDEV/Resources/503766-1225476272295/PDF_Agricultue_Climate_change.pdf.

Conde A.M.C., Gay G.C. (2008). Guía para la generación de escenarios de cambio climático a escala regional. UNAM. http://www.atmosfera.unam.mx/gcclimatico/archivos/taller3/guias/Guia%20escenarios.pdf

DDR. Distrito de Riego Río Yaqui. (2009). http://www.drryaqui.com.mx/.

Félix V.P., Leyva C.J.C., Ortiz E.J.E., Quintan Q. J.G., Jiménez O. G. (2008). Comportamiento histórico y tendencia delclima en al zona agrícola y pecuaria del Sur de Sonora “Expectativas ante un cambio climático”. Libro técnico No. 4. ISBN 9786074251098. CIRNO, INIFAP.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climatic Change. Cambio Climatic (2001). Climatic change. Impacts, Adaptation and Vulnerability. http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.php?idp=0

OEIDRUS (2009). Gobierno del Estado de Sonora, SAGARPA. http://www.oeidrus-sonora.gob.mx/

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

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

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

especies de *Bacillus*, para la producción de agrobiológicos microbianos que impliquen bajos costos y garanticen la preservación de los ecosistemas (Jacobsen *et al.,* 2004).
En varios estudios se demuestra que los microorganismos desarrollan en la interfase suelo-planta acciones de interés, tales como la estimulación de la germinación y enraizamiento de las semillas, incremento de la disponibilidad de nutrientes y de su captación por planta, mejora de la estructura del suelo, protección de la planta frente a diversas tensiones ambientales, tanto bióticas como abióticas, fijación de nitrógeno, producción de hormonas reguladoras de crecimiento, interacción sinérgica con otros microorganismos benéficos de la rizósfera; todas estas actividades incrementan la productividad vegetal (Dart, 1990).
De ésta manera, el primer paso que se requiere para establecer una estrategia de control biológico, es tratar de comprender como interactúan las bacterias y los microorganismos en el medio ambiente para corregir las deficiencias propiciadas por el clima de los sustratos.

OBJETIVO

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

MATERIALES Y MÉTODOS

Crecimiento de microorganismos utilizados. Los aislados de *Bacillus* sp seleccionados fueron crecidos en placas con medio Agar Nutritivo ((Peptona de carne 5 g, Extracto de carne 3 g, Agar - agar 12 g, H_2O destilada 1 L) y *Fusarium oxysporum* f sp. *ciceris* en placas con medio PDA (Infusión de patata 4 g, Glucosa 20 g, Agar - agar 15 g, H_2O destilada 1 L); fueron sometidos a incubación a 28^0 C hasta la obtención de suficiente cantidad de colonias.
Experimento. Se condujo un experimento en las instalaciones del Centro de Ciencias de Sinaloa, en macetas con suelo franco, sembradas con semillas de garbanzo variedad blanco Sinaloa 92. El diseño completamente al azar consistió de 13 tratamientos con tres repeticiones (Cuadro 1) y se realizó en invernadero y se le dio seguimiento en un lapso de tiempo de dos meses. La dosis de fertilización contemplada fue la regional recomendada 100 kg/ha de nitrógeno y 50 kg/ha de fósforo (Gómez Garza *et al*., 2002), la cual fue añadida por medio de un sistema de riego por goteo.
Los muestreos se realizaron en la etapa fenológica de floración en la planta y se realizaron valoraciones microbianas: cuentas celulares totales de hongos, actinomicetos, *Bacillus* y bacterias; y valoraciones fisiológicas: aparición de cánceres oscuros en los tallos, lesiones en el follaje, vigor, altura, peso y rendimiento. Las poblaciones microbianas se midieron en muestras de la rizosfera de garbanzo y se efectuaron a partir de raíces colectadas a las cuales se les removió el exceso de suelo con agitación vigorosa. 5 gramos (peso seco) de cada muestra fue colocada en 45 mL de agua destilada estéril en un agitador y sometido a alta velocidad por 1 min para producir una mezcla. La suspensión radicular fue diluida hasta 10^8, después de la cual, alícuotas de 0.1 mL fueron asperjadas hacia medios semiselectivos en cajas de petri: Martin para hongos (Dextrosa 10g, Peptona 5g, Fosfato monobásico 1g, Sulfato de magnesio 0.5g, Agar 18g, Estreptomicina 0.3mL/100mL de medio, Rosa de bengala dil. 1/30,000 de medio, Agua destilada 1000 mL); Czapek para actinomicetos (Sacarosa 30g, Nitrito sódico 3g, Sulfato magnésico 0.5g, Sulfato ferroso 0.01g, Hidrógeno fosfato dipotásico 1g, Agar- agar 13g, Agua destilada 1000mL, pH = 7.3); Agar nutritivo (AN) para *Bacillus* y bacterias (Peptona de gelatina 5g, Extracto de carne 3g, Agar 15g, Agua destilada 1000 mL, pH 6.8).
Las colonias fueron numeradas después de la incubación a 30º C alrededor de las 48 horas y se reportaron como ufc por gramo de peso radicular (Corlay Chee y Gómez Cruz, 2001; Turner y Brackman, 1991).
El vigor se evaluó en base a una escala de rango subjetivo de 1 a 5, donde 1 siendo el menos vigoroso y 5 el más vigoroso en términos de altura, grosor y apariencia general de la planta.
Para las evaluaciones de enfermedad se estableció una escala subjetiva oscilante de 1 a 5 para lesiones en el follaje, donde 1=no cánceres en follaje, 2=25% del área del follaje enferma, 3=50% del área del follaje enferma, 4=75% del follaje enfermo y 5= follaje completamente enfermo. Una planta por maceta fue removida al azar para establecer severidad de la enfermedad.
Para visualizar la aparición de cánceres oscuros, se utilizaron raíces con tallos bien lavados, para ello se desprendió la raíz en el cuello y al tallo se hizo un corte longitudinal y en base a una escala se

consideraron 1=tallos formados saludables y 5=tallos que aparecieron cafés y necróticos en los haces vasculares (Turner y Brackman, 1991).
Análisis estadísticos.- Los resultados que lo requirieron, fueron analizados para significancia estadística; con las pruebas pertinentes para comparar los diferentes tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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

CONCLUSIONES

De los ensayos llevados a cabo se pudieron constatar efectos estimuladores y protectores en planta de garbanzo de algunos de los aislados de *Bacillus* sp. destacando los aislados, Bac ccs-18, Bac ccs-174 y Bac ccs-49.
El efecto de la aplicación de los aislados de *Bacillus* sp, en poblaciones microbianas en ambos ensayos fue variable, significativo y no significativo.

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

Cuadro 1.- Diseño experimental con plantas de garbanzo.

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

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

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

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

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

*** Vigor: 1= Menor vigor a 5 = Mas vigoroso.
**** Lesiones en el follaje: 1= No cánceres, 2= 25% del área de follaje enfermo, 3= 50% del área de follaje enfermo, 4= 75% del área de follaje enfermo, 5 = 100% follaje completamente enfermo.
***** Cánceres oscuros en tallos: 1 = tallos formados saludables a 5 = tallos que aparezcan cafés y necróticos en los haces vasculares.

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

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

*T1 = Planta testigo, T2 = Planta + hongo 83k, T3 = Planta + hongo 828, T4 = Planta + Bac ccs-7 + hongo83k, T5 = Planta + Bac ccs-15 + hongo83k, T6 = Planta + Bac ccs-18 + hongo 83k, T7 = Planta + Bac ccs-174 + hongo 83k, T8 = Planta + Bac ccs-49 + hongo 83k, T9 = Planta + Bac ccs-7 + hongo 828, T10 = Planta + Bac ccs-15 + hongo 828, T11 = Planta + Bac ccs-18 + hongo 828, T12 = Planta + Bac ccs-174 + hongo 828, T13 = Planta + Bac ccs-49 + hongo 828.
** Valores seguidos de la misma letra no son significativos en el nivel α 0.05 de la prueba dms.

LITERATURA CITADA

Breve,M.P.; M.P. Hawere; M.N. Sainan; P.K. Ranjekar and V.S.Gupta, .(2001)."Potential of microsatellite to distinguish four races *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* prevalent in India."Theoretical and Applied Genetic 1020(7): 138-144.

Corlay Chee, L. y G. Gómez Cruz. 2001. Ecología Microbiana, Manual de Prácticas. UACH, Chapingo, Texcoco, México.

Dart, P..J.. 1990. Agricultural Microbiology: Introduction. En: Agricultural Biotechnology: Opportunities for International Development. G.J. Persley (Ed.). Service for Nat. Agric. Res. The Hague, Netherlands. 53-78.

Gómez Garza, R. M.; M. K. Avilés Gonzalez; J.J Pérez Valdez y J.R. Manjares Sandoval. 2002. El Cultivo del Garbanzo Blanco en el Centro de Sinaloa. INIFAP PRODUCE CIRNO, Culiacán, Sinaloa, México. No. 48:40 p.

INEGI. 2008. Anuario estadístico Sinaloa. INEGI-Gob. Del Estado de Sinaloa. Aguascalientes, México. 649 p.

Jacobsen, B.J.; N.K. Zidak and B.J. Larson. 2004. The role of *Bacillus*-based biological control agents in integrated pest management systems: plant diseases. Phytopathol. 94, No. 11: 1272-1275

Kim, D.S.; R.J. Cook and D.M. Weller. 1997. *Bacillus* sp. L324-92 for biological control of three root diseases of wheat grown with reduced tillage. Phytopathol. 87, No. 5: 551-558.

Kloepper, J.W.; C.M. Ryu and S. Zhang. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. Phytopathol. 94, No. 11: 1259-1266.

McSpadden Gardener, B.B. 2004. Ecology of *Bacillus* and *Paenibacillus* spp. In agricultural systems. Phytopathol. 94, No. 11: 1252-1258.

Raupach, G.S. y J.W. Kloepper. 1998. Mixtures of plant growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple cucumber pathogens. Phytopathol. 88, No. 11: 1158-1164

Takeoglu, M.; A.Tullu; W.J. Kaiser and F.J. Muehlbauer. 2000. "Inheritance and linkage of two genes that confer resistance to Fusarium wilt in chickpea." Crop Science 40:1247-1251.

Turner J. T. and P.A. Brackman, 1991. Factor relating to peanut yield increases after seed treatment with *Bacillus subtilis* introduced into two soils of different texture in field microplots. Fems Microbial. Ecol. 38: 151-160.

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

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

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

Because of its low water requirements, chickpea is an important option for crop exploitation in the Mayo region. Between the main production constraints outstands root rot (*Fusarium*, Sclerotinia and *Macrophomina*), mildew (*Peronospora* sp.) and the gray mould (*Botryti*s), diseases that cause strong damage to the root system, the foliage, flowers and to the pods. These diseases are sporadic, since they depend on the conditions of environmental humidity. This work was carried on during the 2008-2009 in two types of soils (sandy-loam and heavy-loam), in the municipalities of Navojoa and Etchojoa, Sonora. Five elite chickpea lines (HOGA-012, HOGA-021, HOGA-067 and, HOGA-490-2) derived from the Costa de Hermosillo Experiment Station, (MOGA-36) from Valle del Fuerte Experiment Station and the checks Blanco sinaloa-92 and Costa 2004 were evaluated. In sand-loam, the best treatments were HOGA-012, Blanco Sinaloa 92 and HOGA-490-2 with 4,486, 4,306 and 4,203 t ha^{-1}, B/C of 2,79, 2,68 and 2,62 and net profits of $29.405,00, $27.605,00 and 26.575,00 Mexican pesos per hectare. The best treatments in heavy-loam soil were HOGA-012 and MOGA-36 with 2,794 and 2,615 t ha^{-1}, B/C of 1.76 and 1.65, and net profits of $12.485.00 and $10.695.00 per hectare. The difference between both soil types was attributed to the declination of the humidity level in the receding water table combined to high temperatures at the end of the crop season, which accelerated the process of maturation and also reduced size of the grain.

INTRODUCCIÓN

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

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

son esporádicas, ya que dependen fuertemente de las condiciones climatológicas principalmente de la humedad. Esta situación en conjunto con los altos precios del trigo y maíz han repercutido en la reducción de la superficie de 4,847 ha en el ciclo O-I 2004-05 a solo 631 ha en O-I 2007-08 (SAGARPA, 2009).
La formación de variedades con resistencia a enfermedades de la raíz y foliares, a través del mejoramiento genético, debe ser un proceso continuo ya que las variedades van perdiendo su resistencia, y es necesario contar con otras nuevas para mantener una buena producción (Morales *et al*., 2004). Por otro lado, para lograr la productividad y productividad, es necesario generar nuevas variedades que permitan al garbanzo mexicano competir mejor en el ámbito internacional al producir grano de alta calidad, pero que también ayuden al productor garbanzo en la producción a un menor costo (Manjarrez *et al*., 2007). Por lo tanto las variedades producidas para la región, además de mostrar las cualidades de alta resistencia a enfermedades foliares y de la raíz, deben reunir características de 1) granos de color crema o blanco, 2) rugosidad con costillas bien definidas, 3) semillas grandes de hasta 50 semillas en 30 g y 4) período de cocción no mayor a 65 minutos con base a grano remojado por 12 horas (Mexía, 2007; Zazueta, 2008). En cuanto a calidad, el garbanzo mexicano es reconocido mundialmente y es el producto preferido por un nicho de mercado que acepta pagar un precio mayor que el proveniente otros países (Zazueta, 2008). El objetivo del presente estudio tuvo como propósito determinar el comportamiento agronómico de cinco líneas elite de garbanzo en dos tipos de suelos, en riego por gravedad en el Valle del Mayo, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Suelo de migajón-arenoso

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

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

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

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

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

*Blanco Sinaloa-92

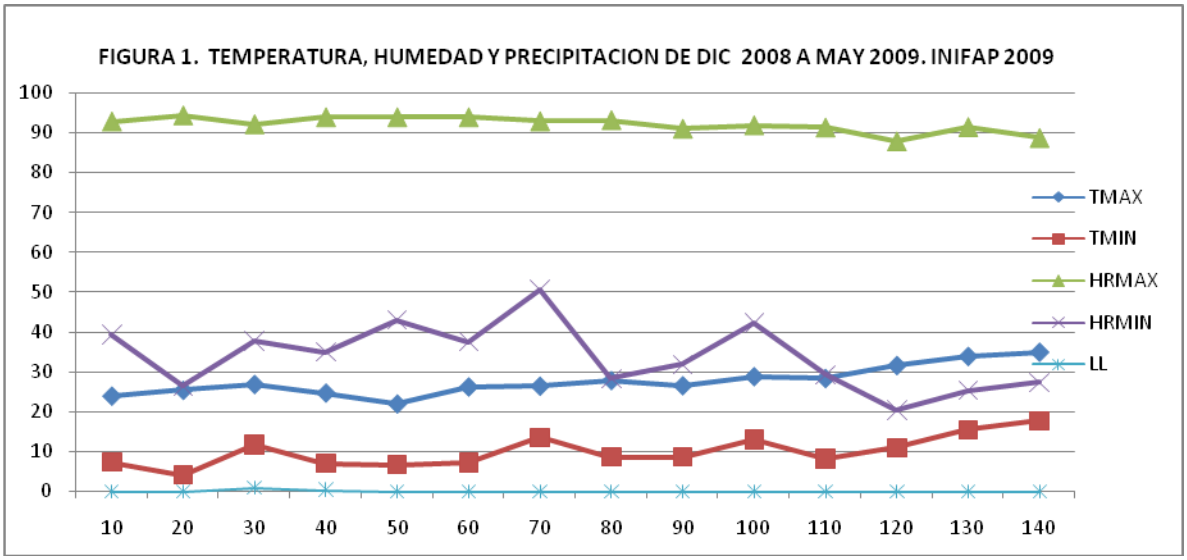
En el Cuadro 2 se muestran los resultados del análisis de rentabilidad para lo cual se consideró el rendimiento neto, es decir, lo que corresponde al % de exportación. Así, con el costo de producción del ciclo O-I 2008-09 estimado en $16,415.00, $960.00 ha^{-1} de PROCAMPO y un valor de $10,000.00 por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

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

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

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

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



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

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

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

Suelo migajón-limoso

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TRAT	DIAS A:				AP	REACCI0N A:		
	E	IF	MF	A		R	M	B
7. BS-92	18	38	119	2	45	3	3.25	3.75
3. MOGA-36	18	38	119	2	45	3	3.25	3.75
2. HOGA-021	18	41	114	3	48.75	3	2.75	2.5
1. HOGA-012	18	41	114	4	47.25	3	2	2.5
4. HOGA-067	18	41	114	3	41.25	3	3.25	2.5
5. HOGA-490-2	18	43	119	2	46.75	3	3.75	3.5
6. COSTA 2004	18	38	114	2	49	3	2.25	3

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

CONCLUSIONES

Los mejores suelos para la siembra de garbanzo son los del migajón-arenoso en el sur de Sonora.
La mejor línea elite fue HOGA-012.
La baja disponibilidad de agua en el suelo y las altas temperaturas al final del cultivo, acortan el ciclo, reducen el rendimiento y merman la calidad de grano del garbanzo.

LITERATURA CITADA

Auckland A. K. and L. J. G. van der Maesen. 1980. Chickpea. In: Hybridization of crop plants. W. R. Fehr and H. H. Hadley (Eds.). American Society of Agronomy and Crop Science Society of America. Madison, WI, USA. pp. 249-259.

FAO, 2009. Statistical data of the Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. www.fao.org/

Gómez G., R. M. 1994. Blanco Sinaloa-92: Nueva variedad de garbanzo para el noroeste de México. Folleto Técnico N° 13. SAGAR-INIFAP-Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán Sinaloa. 12 p.

Manjarrez S., P., J. A. Morales G., y R. A. Salinas P. 2007. Futuras variedades de garbanzo blanco a ser liberadas por el INIFAP para el Estado Sinaloa. II Encuentro Regional de Integrantes del Sistema Producto Garbanzo en Sinaloa. Memoria Técnica N° 2. Culiacán, Sinaloa, México. pp. 1

Mexía S. E. 2007. Efecto de reguladores hormonales en garbanzo blanco *Cicer* arietinum L. en fechas tardías. Tesis Ingeniero Agrónomo. División de Ciencias e Ingeniería. Departamento de Ciencias Químico-Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Sonora. Unidad Regional Sur Navojoa, Sonora. 54 p.

Morales G., J. A., L. J. Durón N., G. Martínez D., J. H. Núnez 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. Manjarréz S., N. Castillo T., R. A. Salinas P., L. Montoya C., y I. Padilla V. 2005. Costa 2004: Nueva variedad de garbanzo blanco para la Costa de Hermosillo. Folleto Técnico N° 28. SAGAR-INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora. 20 p.

Morales G., J. A., P. Manjarrez S., y R. A. Salinas P. 2004. Mejoramiento genético y variedades. En: EL Cultivo del garbanzo blanco en Sonora. Libro Técnico N° 6. SAGAR-INIFAP-CEVY-CIRNO-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, México. p. 77.

Padilla V., I. J. E. Ortiz E., I. Armenta C., y S. Sepúlveda M. 2008a. Evaluación de variedades de garbanzo blanco bajo condiciones de riego por goteo en el Valle de Guaymas-Empalme, Sonora. Memoria del Día del Productor 2008. Publicación Especial N° 15. SAGAR-INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. pp. 45-48.

Padilla V., I. R. A. Salinas P., P. F. Ortega M. y E. Sánchez S. 2008b. Comportamiento agronómico de siete líneas elite de garbanzo (Cicer arietinum L.) en condiciones de riego en el Valle del Mayo, Sonora. Res. XXII Congreso Nacional Y Segundo Internacional de Fitogenética, 21 al 26 de septiembre de 2008. Texcoco, Edo. de México. p. 169.

SAGARPA, 2009. Datos estadísticos del Distrito de Desarrollo Rural N° 149-Navojoa. Navojoa, Sonora, México.

Zazueta M., O. 2008. Perspectivas de comercialización del garbanzo en los mercados internacionales ciclo 2008-2009. V Jornada de transferencia de tecnología del cultivo de garbanzo. Fundación Produce Sinaloa. Memoria de Capacitación. pp. 47-50.

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

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

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1). Fenología

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

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

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

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

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

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

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

[z]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 5%).

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

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

[z]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05%)

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

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

[z]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05%)

4). Tamaño de aceituna

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

CONCLUSIONES

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

LITERATURA CITADA

Civantos, L. 2001. La olivicultura en el Mundo y en España. In: El Cultivo del olivo. Barranco, D., R. Fernández-Escobar y L. Rallo (Eds). Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp-19-34

Grijalva, C.R.L., A. López C., A. Fimbres F., R. Macías D. y F. Robles C. 2007. Investigación y transferencia de tecnología para la reactivación del olivo en Caborca, Sonora. Informe anual (Inédito). INIFAP-CIRNO-SECAB.

SIAP. 2007. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México. http://www.siap.gob.mx

Tous, J., Romero A., Plana J. and Hermoso J. F. 2002. Behaviour of ten mediterranean olive cultivars in the northeast of Spain. Acta Hort (ISHS) 586:113-116. htpp://www.actahort.org/book/586/586_15.htm.

Villamil, J., Cabrera D., Villamil J.J. y Rodríguez P. 2007. Evaluación de variedades de olivo. Serie de actividades de difusión No.512. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay. 6 p.

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

José Alfonso Ramírez Arredondo[1], Fernando Cabrera Carbajal[1], Jesús Rafael Valenzuela Borbón[1], Lope Montoya Coronado[1], Manuel de Jesús Beltrán Fonseca[1] y Ernesto Sánchez Sánchez[1]. [1]INIFAP-Sitio Experimental Valle del Mayo. Apdo. postal 189, Navojoa, Sonora, México. C P 85800. Fax: 01(642)4233045. ramirez.alfonso@inifap.gob.mx

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

OBJETIVOS

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

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

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

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

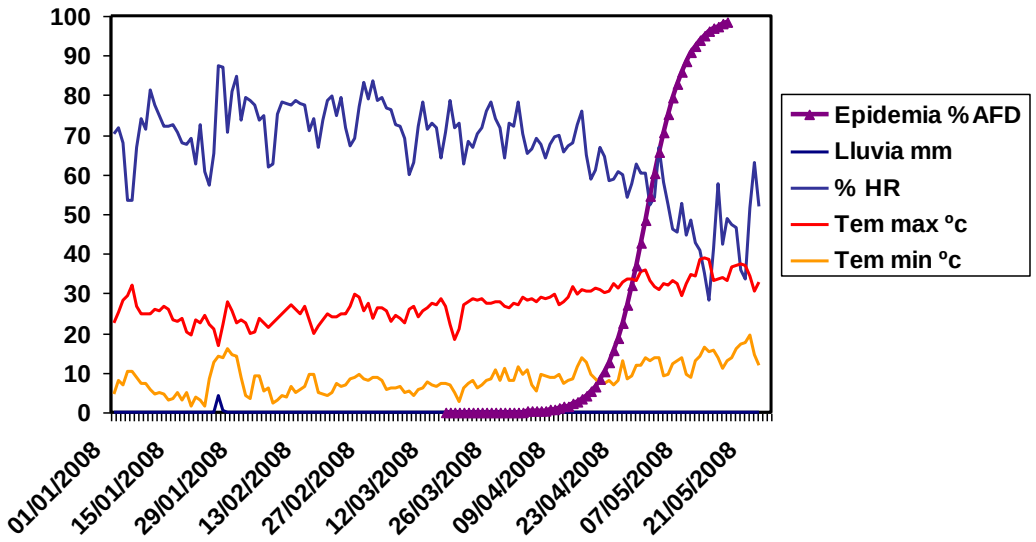


Figura 1.-Condiciones durante el desarrollo de la falsa cenicilla del cártamo en el sur de Sonora. Ciclo 2007-08.

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

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

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

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

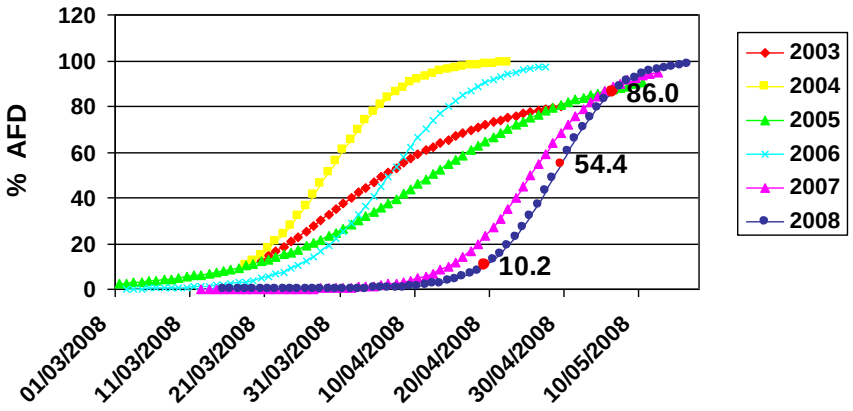


Figura 2.-Desarrollo de la falsa cenicilla del cártamo en el sur de Sonora. CIRNO-INIFAP.

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

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

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

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

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

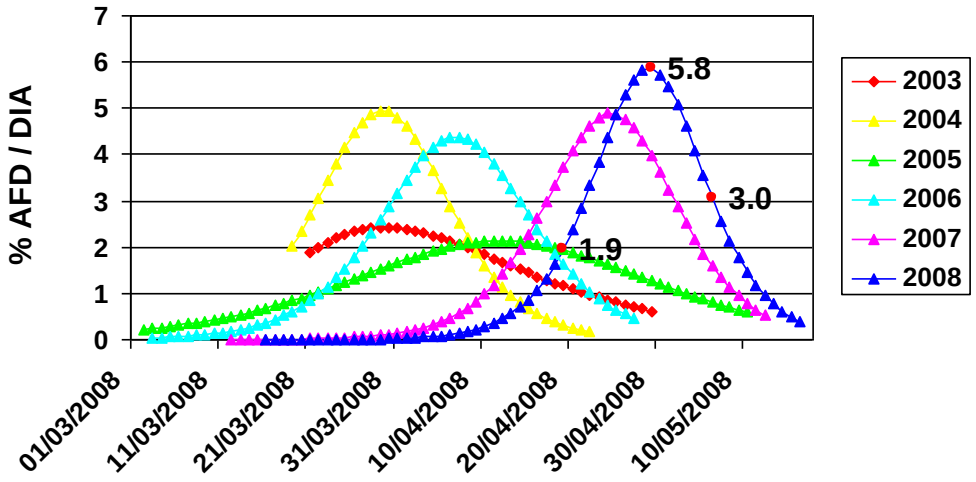


Figura 3.- Tasas de desarrollo de la falsa cenicilla del cártamo en el sur de Sonora. CIRNO-INIFAP

CONCLUSIONES

- Las condiciones de temperaturas Máximas y mínimas de 29.9 y 9.4 ºC, respectivamente, favorecieron el desarrollo de la falsa cenicilla del cártamo.

- El mejor control de la falsa cenicilla y los mayores rendimientos de cártamo se obtuvieron con los fungicidas Stroby, Amistar, Derosal, Cheyene y cercobin.

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

LITERATURA CITADA

Ashri, A. 1961. The susceptibility of safflower varieties and species to several foliage disease in Israel. Plant Dis. Rep. 45: 146-150.

Berger, R. D. 1981. Comparison of the Gompertz and Logistic equations to describe plant disease progress. Phytopathology 71: 716-719

Hussain CH. A. 1981. The present status of research and development of safflower. First International safflower Conference. University Of California Davis, California. p 7.

Karve, A. D. Deshmukh A. K. and Qadri M. H. 1981. Bredeeding disease resistant safflower for cultivation. First International safflower Conference. University Of California Davis, California. P 18.

Hostert, D.N. 2006. First Report of Ramularia carthami, Causal Agent of *Ramularia* Leaf Spot of Safflower, in California. Department of Plant Pathology, University of California. Plant Disease. 90:1260.

Ramírez A. J. A. 2007. Epidemiología de la Falsa Cenicilla o Mancha Foliar (*Ramularia carthami)* del Cártamo en el Valle del Mayo, Sonora. X Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali B.C.

Ramírez A. J. A., Armenta C. C. M. Cabrera C. F. y Montoya C. L. 2005. Eficacia de fungicidas en el control de roya (*Puccinia carthami*) y mancha foliar (*Ramularia carthami*) del cártamo en el Valle del Mayo, Sonora, México. VIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali B. C.

Ramírez A. J. A., Cabrera C. F, Armenta C. C. M., Valenzuela B. J. R. y Montoya C. L. 2008. Eficacia de fungicidas en el control de la falsa cenicilla o mancha foliar del cártamo (*Ramularia carthami*) en el sur de Sonora. XI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali B.C.

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

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

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

RESUMEN

El desmedido incremento en los costos de producción de cultivos obligan a los productores de trigo, especialmente en el Noroeste de México, a hacer un uso eficiente de los recursos al tiempo que sostienen o incrementan los rendimientos. Con el objetivo de obtener una dosis óptima de fertilización nitrogenada y definir rangos de suficiencia en extracto celular de tallo relacionado a altos rendimientos, se evaluaron cuatro dosis (0-460 kg ha^{-1}) de fertilización nitrogenada en forma de urea a lo largo de la estación de crecimiento del cultivo de trigo. La respuesta del cultivo a los parámetros de rendimiento fue afectada significativamente. El máximo rendimiento (8.7 Ton ha^{-1}) se alcanzó con la aplicación de 230 kg de N ha^{-1}. Por otro lado, la relación entre la concentración de nitratos en savia del tallo y el rendimiento del cultivo en tres fechas evaluadas, resultó ser significativa. Las concentraciones encontradas relacionadas al 90 y 100% del rendimiento relativo del cultivo fluctuaron entre los 4000-5500 a los 41 días después de la siembra (DDS) y de los 400-500 mg NO_3 L^{-1}, a los 101 DDS.

ABSTRACT

The excessive increase in the production costs of crops, forces the wheat producers, especially in the Northwest of Mexico, to make an efficient use of the resources while they maintain or they increase the yields. With the aim of obtaining an optimal dose of nitrogen fertilization and defining ranks of sufficiency in cellular extract of stem, related to high yield, four doses (0-460 kg has-1) of nitrogen fertilization in the form of urea throughout the station of growth of wheat were evaluated. The crop yield parameters were significantly affected. The maximum yield (8,7 ton ha^{-1}) was reached with the application of 230 kg of N ha^{-1}. On the other hand, the relationship between the nitrate concentration in stem sap and yield of the three evaluated dates, also was significant. The concentrations found related to 90 and 100% of the relative yield of the crop fluctuated between the 4000-5500 to the 41 days after seedtime (DDS) and of 400-500 mg NO_3 L^{-1}, at the 101 DDS

INTRODUCCIÓN

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

OBJETIVO

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

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

Durante tres ocasiones a los 41, 81 y 101 días después de la siembra (DDS), se muestrearon tallos de plantas de trigo por cada tratamiento y se les analizó la cantidad de NO_3 en el extracto celular con ionímetros portátiles Cardy; los muestreos se realizaron durante las primeras horas de la mañana. Las concentraciones obtenidas se graficaron versus rendimiento relativo y se generaron las ecuaciones que mejor se ajustaron de acuerdo a la R^2. Los valores encontrados dentro de los rendimientos 90 y 100% se les denominó rangos de suficiencia de acuerdo al criterio empleado por Dow y Roberts (1982). Al llegar a la madurez, en una superficie de 1 m^2, se midieron parámetros de rendimiento considerados como: número de espigas m^2, número de espiguillas por espiga, peso de 1000 semillas y rendimiento total (ton ha^{-1}). A los resultados obtenidos se les realizo análisis de varianza y regresión mediante el programa MINITAB (2004).

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

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

[z] Temperatura base 10ºC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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

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

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

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

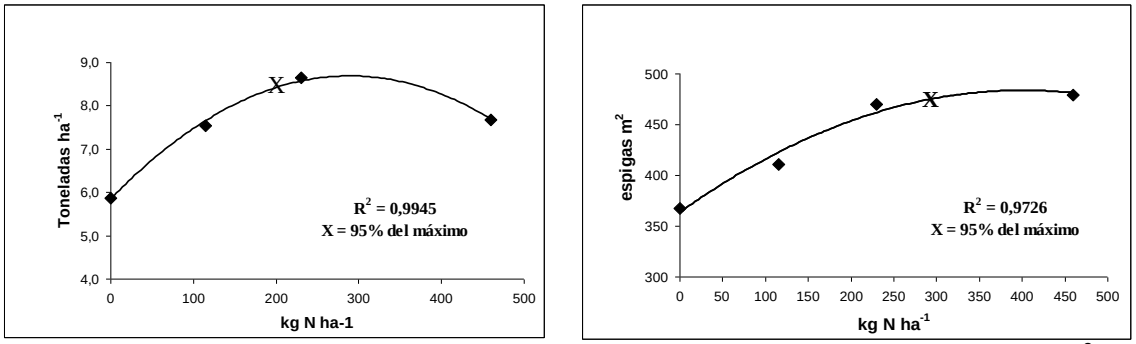


Figura 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y número de espigas m^2 del cultivo de trigo

Nitratos en tallo. Las figuras 2, 3 y 4, muestran la relación encontrada entre las concentraciones de NO_3 en extracto celular de tallo y el rendimiento relativo del cultivo. Durante la primer (41DDS) fecha de muestreo, los valores encontrados variaron de los 2200 a los 7000 mg L^{-1} de NO_3, disminuyendo drásticamente durante el segundo y tercer muestreo (81 y 101 DDS) a valores entre los 100 y 450 mg L^{-1} de NO_3. Esto debería obedecer al efecto dilución que el cultivo experimenta al entrar en su fase de mayor flujo de crecimiento (50 DDS), el cual para esas fechas fluctuó entre los 1.75 cm día (dato no mostrado) sosteniendo las concentraciones hasta el fin del ciclo de cultivo. Al respecto, Thompson et al (2004) identificando rangos de suficiencia en cebada encontraron valores decrecientes de 1772 a 575 mg L^{-1} de NO_3. De igual manera, Lyons et al., (1992), encontraron decrementos en la concentración de N O_3, al estudiar Rye grass identificando valores de 3000 a 1000 mg L^{-1} de NO_3.

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

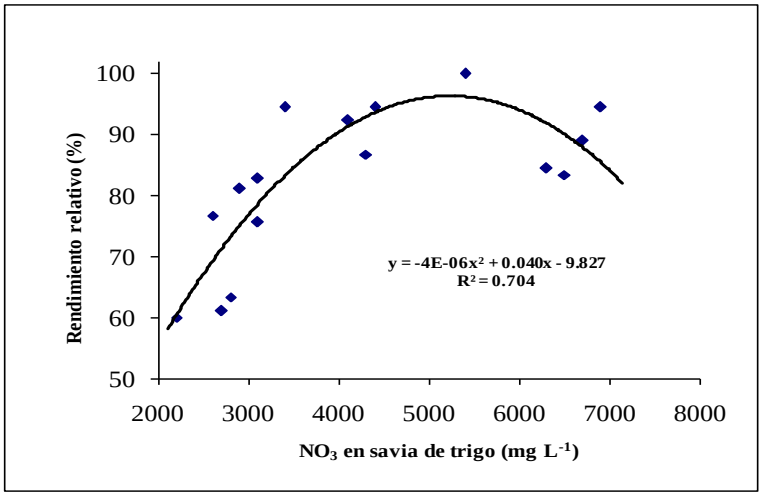


Figura 2. Relación entre el contenido de NO_3 y el rendimiento del cultivo de trigo a los 41 días después de la siembra

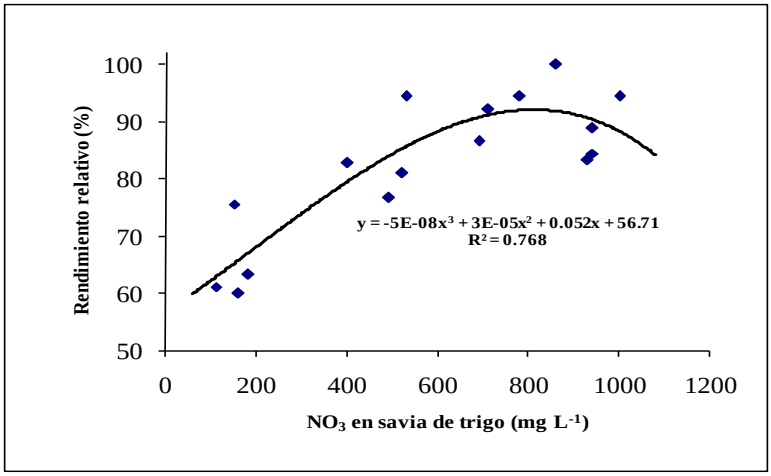


Figura 3. Relación entre el contenido de NO_3 y el rendimiento del cultivo de trigo a los 81 días después de la siembra

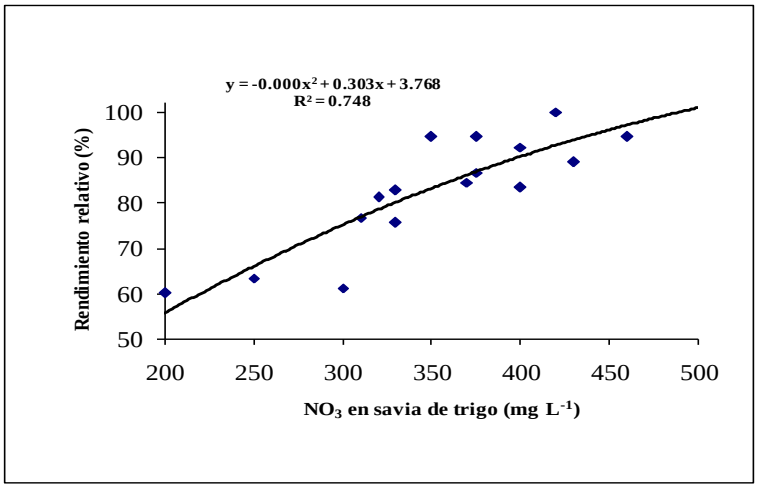


Figura 4. Relación entre el contenido de NO_3 y el rendimiento del cultivo de trigo a los 101 días después de la siembra.

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

Días después de la siembra	Unidades calor	NO_3	$N\text{-}NO_3$
		mg L^{-1}	
41	328	4000 - 5500	900 – 1250
81	733	600 - 850	135 – 190
101	987	400 - 500	90 – 110

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

LITERATURA CITADA

Dow, A. I. y S. Roberts. 1982. Proposal: critical nutrient ranges for crop diagnosis. Agronomy Journal. 401-403

Frank A. B. y A. Bauer. 1982. Effect of temperature and fertilizer N on ápex development in spring wheat. Agronomy Journal. 74:504-509.

Grijalva, C.R.L. y F. Robles. 2004. Tecnología para la producción de trigo en el noroeste de Sonora. Folleto Tecnico No. 5. Sagarpa-Inifap-Cirno-Cecab. Caborca Sonora 36p.

Lyons D.J., G. M. Hawley y A.J. Jeffrey. 1992. A sap test for the early diagnosis of toxic levels of nitrate in ryegrass. Tropical Grasslands. 26: 165-170.

Riley, E.A., T.L. Thompson, S.A. White, and M.J. Ottman. 1998. Developing sap nitrate tests for wheat and barley, Maricopa, 1998. http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1059/az105910.html (Consulta: agosto 20 del 2009)

Salinas, Z.C.A., Llunch, C.S.E. y E. Fogel. 2006. Historic development of winter wheat yields in five irrigation districts in the Sonora Desert, México. Interciencia. 31(4) 254-261.

Thompson, T. L., M. J. Ottman, and E. Riley-Saxton. 2004. Basal stem nitrate test for irrigated malting barley. Agronomy Journal. 96(2) 516-524.

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

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

Palabras clave: Esparrago, cultivares, calidad y rendimiento.

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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

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

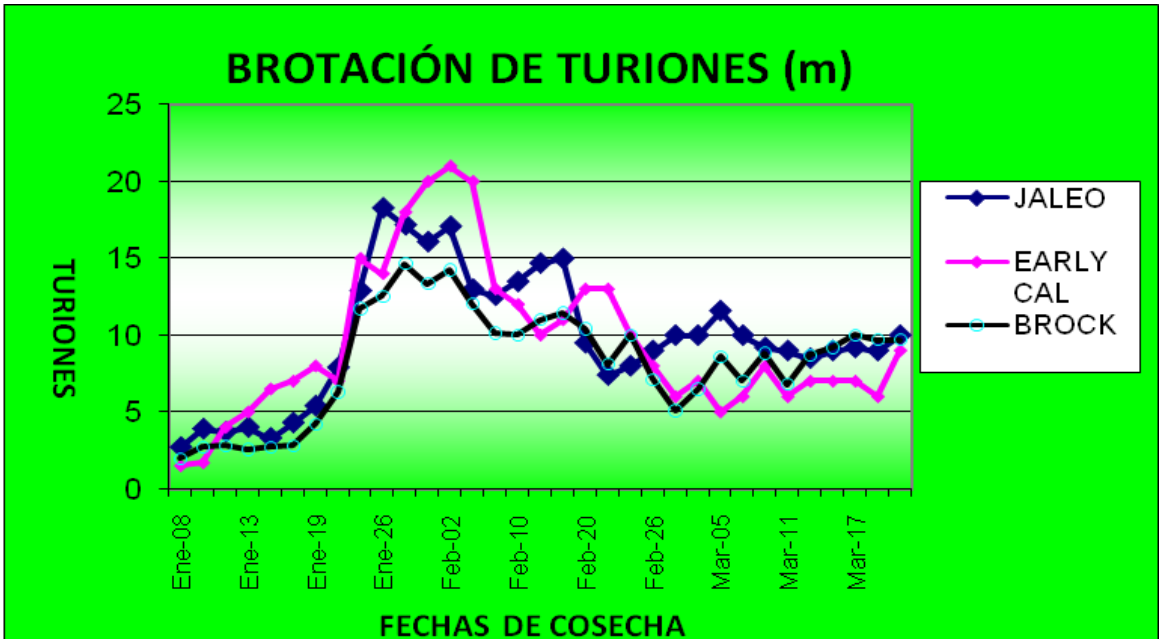


Figura 1. Comportamiento de la brotación (turiones m^{-1}) de tres cultivares de Espárrago en la región de Caborca, Sonora. INIFAP-CECAB. 2009.

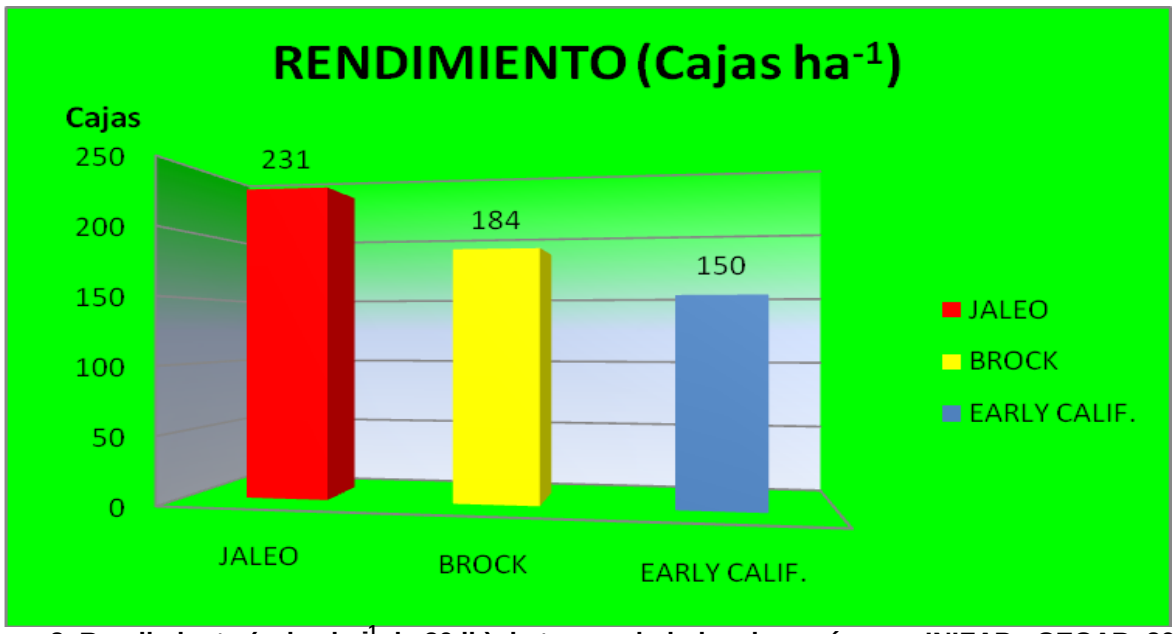


Figura 2. Rendimiento (cajas ha^{-1} de 30 lb) de tres variedades de espárrago. INIFAP - CECAB. 2009.

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

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

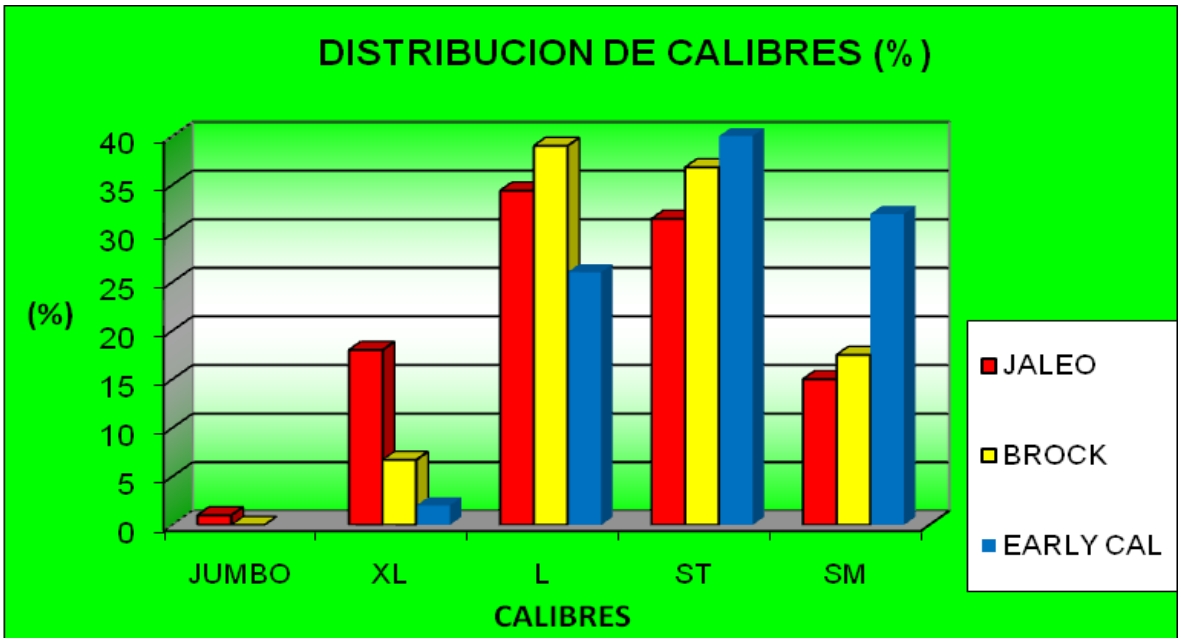
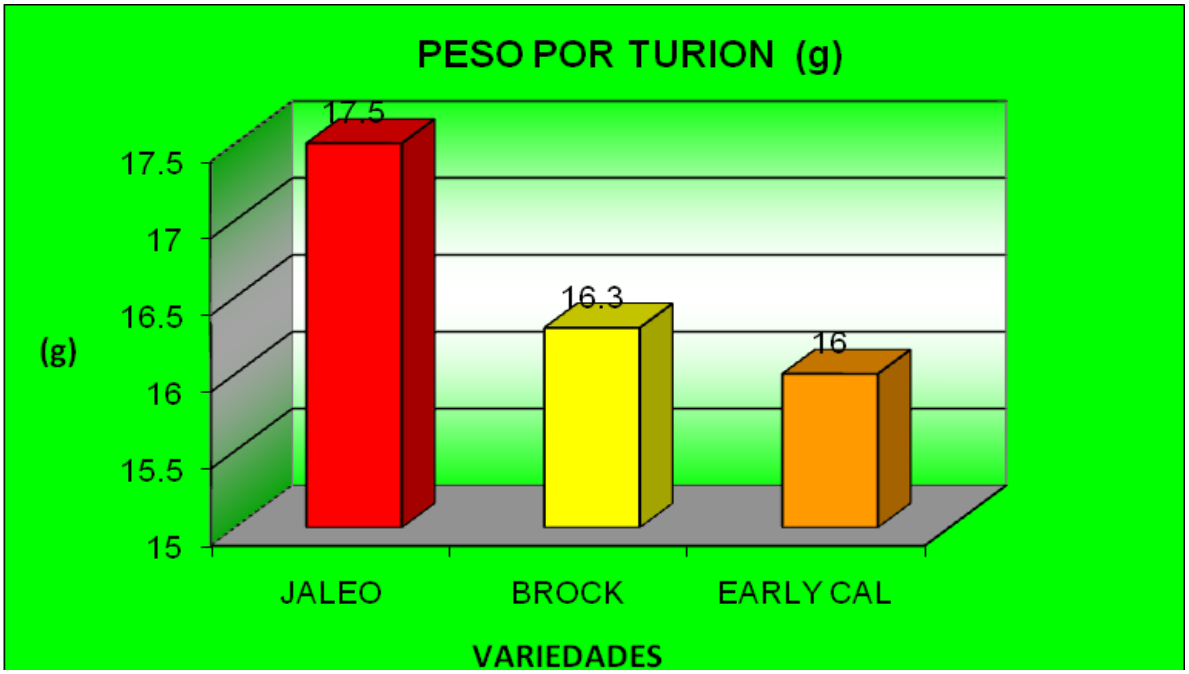


Figura 3. Comportamiento de la calidad de turiones de tres variedades de espárrago. INIFAP CECAB. 2009.

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

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



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

CONCLUSIONES

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

LITERATURA CITADA

Aegerter B., B. Mullen and B. Fouché. 2007. Asparagus variety evaluation trials in San Joaquin County.Research progress report. University of California. 9 p, tomado de http://cesanjoaquin.ucdavis.edu/files/46107.pdf

Albalat, B. A. 2005. EL ESPARRAGO VERDE Resultados del seguimiento de su cultivo en la comarca del Bajo Aragón. Centro de Técnicas Agrarias, Gobierno de Aragon. Zaragoza, España. Informaciones Técnicas Num. 151, 12p.

Fierro L.G.A., M. Chavez C., L.A. Maldonado N. y R. Sabori P.2007. Adaptación de tres variedades de Esparrago verde en la costa de Hermosillo, Sonora. X congreso internacional de ciencias agrícolas. Pp 298-302.

Muller R. and F.F Laemmlen. 1997. Asparagus production in California. University of California. Publication 7234. Pp 1.

Navarro, J.A.C. y A. Lopez C. 2002 Tecnología para el manejo del Espárrago en el noroeste de Sonora. Publicación técnica No.6. INIFAP-CECAB. pp. 1.

Phillips R., G.W. Dickerson and R. Hooks. 1995. Comercial production of asparagus in New Mexico. Guide H-227. University New Mexico State. pp 1.

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

Luis Fernando Escoboza-García[1], Carmelo Hernández Zavala[1], Roberto Soto-Ortíz[1], María Isabel Escobosa-García[1], Jesús A. Román-Calleros[1], Silvia Mónica Avilés-Marín[1], Oscar A Viramontes-Olivas[2], Daniel Araiza-Zúñiga[1], Ángel López-López[1], Víctor Alberto Cárdenas-Salazar[1], Cristina Ruiz-Alvarado[1], Raúl De La Cerda-López[1], Carlos Ceceña-Durán[1] y Rubén Encinas-Fregoso[1]. [1]Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México. C.P. 21100. [2]Maestro investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada Km 1.

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

RESUMEN

El presente trabajo se estableció en el Valle de Mexicali con un agricultor cooperante en un suelo limoso, se aplico el método de solarización durante el mes de agosto y septiembre de 2008, se tomaron temperaturas diarias a una profundidad de 5cm, 18 cm y 38 cm, a las 8:00 h y a las 16:00 h registrándose un promedio de 34 ºC, en las temperaturas tomadas a las 8:00 horas; de 45 ºC, 49 ºC y 53 ºC en las profundidades mencionadas respectivamente a las 16:00 h durante dicho periodo, se tomaron muestras de planta y suelo durante el periodo del cultivo, no encontrándose presencia de *fusarium, pyrenochaeta, rhizotocnia, alternaría y phithium*, por lo que se concluye que el método de solarización es efectivo para mantener condiciones apropiadas para el establecimiento del cultivo de fresa en el Valle de Mexicali. En este sistema se evaluaron tres variedades bajo riego por goteo: Albión de día neutro, Camarosa de día corto y Ventana de día largo siendo establecidas en una densidad de 50,000 plantas/ha en camas de 122 cm de ancho a doble hilera, distribuidas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los resultados arrojaron diferencias significativas en rendimiento (tukey 0.05) donde la variedad Camorosa con 17.477:
t ha^{-1} resulto superior a las variedades Albión con 9.858 : t ha^{-1} y Ventana con 9.750 : t ha^{-1}, no existiendo diferencia entre estas, por lo que la variedad que sobresalió bajo las condiciones estudiadas fue la Variedad Camarosa.

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para evaluar el método de solarización, aplicado durante agosto y septiembre de 2008, se tomaron temperaturas diarias a una profundidad de 5, 18; y 38 cm en un horario de 8:00 h y 16:00 h. Como se puede apreciar en la Fig. 1 en agosto se registraron temperaturas arriba de 50 ^{0}C en las tres profundidades, manteniendo esa tendencia en septiembre, donde al final del mes se registraron temperaturas en las tres profundidades arriba de 43 ^{0}C. En la Figura 2, podemos observar que durante los dos meses de estudio, la temperatura se mantuvo arriba de 30 ^{0}C, que es la temperatura necesaria para eliminar 90 % (LD90) de las estructuras de *Rhizoctonia solani*, y se requiere de al menos 1 hr. a 47 ºC, ó 120 hr a 39 ºC y unos pocos minutos a 50 ºC. para eliminar la mayoría de los patógenos en el suelo (J. Ramírez y S.Montoya, 1992: F. Jiménez, 1988 : Jiménez et al , 1989). Por lo tanto se afirma que se establecieron durante el periodo de estudio las condiciones requeridas para el control de los patógenos, también se tomaron muestras de planta y suelo, no encontrándose presencia de *fusarium, pyrenochaeta, rhizotocnia, alternaría y phithium,* por lo que se puede afirmar, que para las condiciones estudiadas, el método de solarización fue efectivo para mantener condiciones apropiadas para el establecimiento del cultivo de fresa, en el valle de Mexicali.

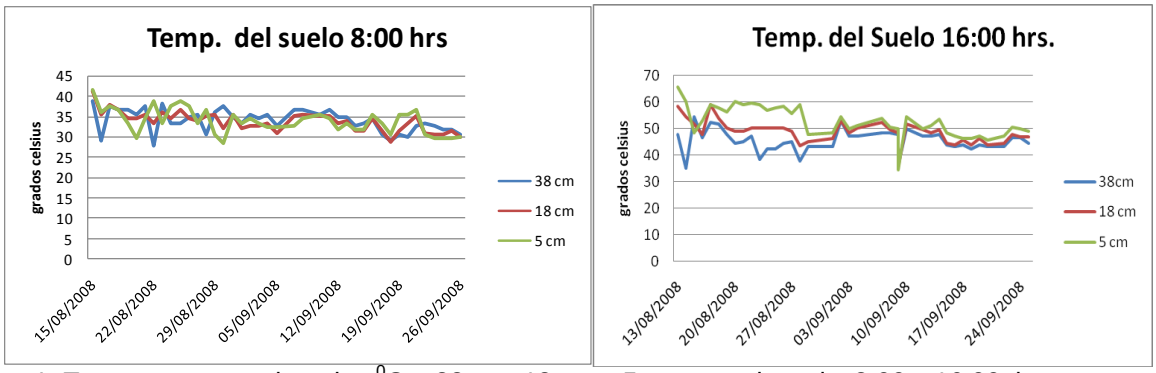


Figura 1. Temperaturas registradas ^{0}C a 38 cm, 18 cm y 5 cm tomadas a las8:00 y 16:00 hrs.

Para obtener el rendimiento se cosecharon 20 m lineales de cada variedad y repetición, seleccionandose en tres categorias: grande, con una longitud mayor de 37 mm; mediana con una longitud entre 36 y 30 mm; y chica, con dimensiones menores a 30mm de largo.

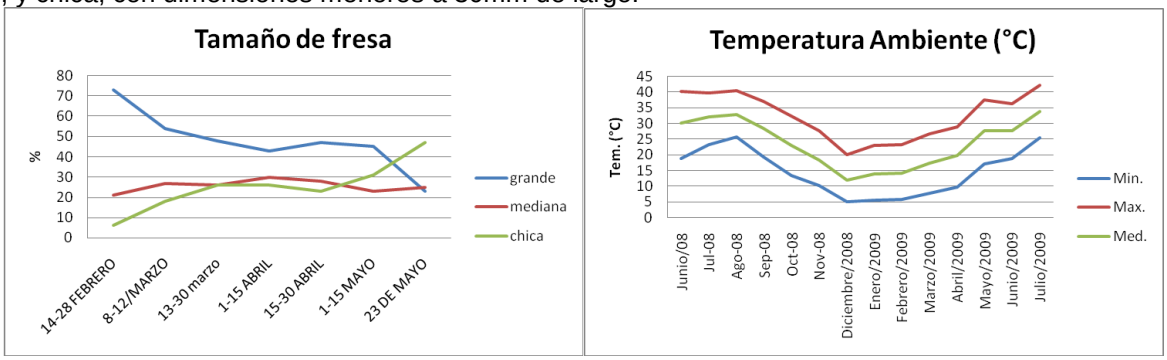


Fig. 2. Tamaño de fresa y registro de temperaturas mensuales ºC.
Fuente SIMARBC.

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

Cuadro 1. Rendimiento mensual de fresa kg/ha

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

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

CONCLUSIONES

1. La variedad Camarosa mostro el rendimiento más alto de las variedades utilizadas en este trabajo.

2. En base a estas observaciones podemos afirmar que para el cultivo de la fresa en el valle de Mexicali, las altas temperaturas son un factor limitante para el establecimiento y que ello influye directamente en la calidad y rendimiento del cultivo de fresa.

3. De acuerdo al resultado de este trabajo podemos concluir que al aumentar la temperatura disminuye el tamaño de la fresa.

LITERATURA CITADA

Aguilera, M. y Martinez R. 1982. Relación Agua Suelo Planta Atmosfera. Escuela Nacional DE Agricultura. Chapingo, México.

Dávalos-G P.A. y Cartro-F J. 1987. La solarización como un medio de control para la secadera de la fresa en Irapuato, Gto. XIV Congreso Nacional de Fitopatología, Sociedad Mexicana de Fitopatologia, Moreloa Michoacan. P. 68.

Jiménez-D., F. 1988. Efecto de diferentes tratamientos de solarización para el control de patógenos del suelo en la Comarca Lagunera. XV Congreso Nacional de Fitopatología Sociedad Mexicana de Fitopatología, Xalapa, Veracruz, México. p. 102.

Jiménez-D., F. Moreno-A., L. E., Maeda-M., Cenid-Raspa. 1989. Efecto de diferentes períodos de solarización sobre los microorganismos del suelo. XVI Congreso Nacional de Fitopatología-Sociedad Mexicana de Fitopatología. Montecillos, México. p. 126.

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

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

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

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

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

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

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

RESUMEN

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

ABSTRACT

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CONCLUSIONES

La Remolacha azucarera es una buena opción de cultivos bioenergéticos para el sur de Sonora. Las mejores fechas de siembra, con los rendimientos más altos de raíz se registraron en la primera, del 24 de marzo con 95.4 ton ha^{-1} y en la cuarta, del 23 de octubre con 85 ton ha^{-1}.

El contenido de azúcar de Remolacha medido en grados Brix, estos permanecieron prácticamente iguales en las tres primeras fechas de siembra con un promedio de 15.6, mientras que en la cuarta fecha de siembra, se obtuvieron las más altas concentraciones de 19.0 º Brix.

LITERATURA CITADA

Bruzon C. S. F., 2007. Curso sobre aspectos agronómicos de la remolacha azucarera *Beta vulgaris* L. y caña de azúcar *Saccharum officinarum.* Ofrecido por: La Fundación para el Desarrollo del Quindío - FDQ. pp. 53.

SENER/BID/GTZ. Potenciales y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México. Proyectos ME-T1007 – ATN/DO-9375-ME y N 04.2148.7-001.00 México, D.F, Noviembre 2006. pp. 600

InfoAgro, 2006. Proceso General de Fabricación de Azúcar, en El cultivo de la remolacha azucarera. Disponible en: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/industriales.asp, consultado el 28 de Agosto de 2009.

Elsayed, M.A., Matthews, R., y Mortimer, N.D., 2005. Carbon and Energy Balance for a range of Biofuels options. Sheffield hallam University. London. pp 341.

AIMCRA, 2007, Recomendaciones siembra de primavera 2007. Asociación de investigación para la mejora del cultivo de remolacha azucarera. No. 93.

DIAGNÓSTICO DE LOS MORFOTIPOS ECTOMICORRÍCICOS DE *PINUS JEFFREYI* EN EL PARQUE NACIONAL CONSTITUCIÓN DE 1857

Aguilar-Aguilar Selene[1], Grimaldo-Juárez Onésimo[1], González-Mendoza Daniel[1]. [1]Instituto de Ciencias Agrícolas Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC) Carretera a Delta s/n, Código Postal 21705, Ejido Nuevo León, Baja California, México. daniasaf@gmail.com

Palabras clave: Raíces, Bosques, Hongos.

RESUMEN

Se realizaron muestreos para colectar raíces secundarias de árboles adultos en *Pinus jeffreyi* dentro del Parque Nacional Constitución de 1857, en Baja California, México. Se identificaron los morfotipos usando las claves DEMMY. Se identificaron tres zonas por el contenido de materia orgánica y vegetación presente. Se encontraron seis morfotipos diferentes, lo que indica que existe asociación ectomicorrícica con al menos seis diferentes especies de hongos presentes en esta área. Se colectaron cuerpos fructíferos encontrados durante los recorridos por las tres zonas con la finalidad de establecer una relación entre éstos y los morfotipos encontrados.

ABSTRACT

Samples were taken to collect secondary roots of mature trees in *Pinus jeffreyi* in Constitution of 1857 National Park in Baja California, Mexico. Morphotypes were identified using the keys DEMMY. We identified three areas for the content of organic matter and vegetation present. We found six different morphotypes, indicating that there ectomycorrhizal associations with at least six different species of fungi in this area. Fruiting bodies were collected during the tours found by the three areas with the aim of establishing a relationship between them and the morphotypes found.

INTRODUCCIÓN

El Parque Constitución de 1857, se encuentra ubicado dentro de la Sierra de Juárez, siendo la única zona protegida de la región. Las especies que componen este bosque son *Pinus jeffreyi, P. ponderosa, P. coulteri, P. quadrifolia, P. lambertiana, Calocedrus decurrens, Pseudotsuga macrocarpa, Quercus queloggii, Q. chrysolepis y Q. agrifolia* (Delgadillo, 1997). *Pinus jeffreyi* se encuentra sujeta a protección especial por la CONABIO y es la especie forestal preponderante en la formación de las dos masas boscosas del estado “Sierra San Pedro Mártir” y “Sierra de Juárez” (Rzedowski, 2006).

Las Ectomicorrizas se caracterizan por ser asociaciones mutualistas que han evolucionado a través del tiempo (130-180 millones de años) lo cual ha generado una amplia diversificación de los micobiontes, principalmente en los bosques templados y boreales en donde alrededor del 95 % de las raíces de las especies forestales establecen la asociación ectomicorrícica (Aguilar *et al*., 2009). Los hongos que forman las ectomicorrizas, son en su gran mayoría Basidiomicetos, aproximadamente 5000 especies. Los ascomicetos se asocian con unas 3000 especies de plantas y en menor proporción los Zygomicetos (Castellano y Molina *et al.*, 1989; García-Rodríguez *et al*., 2006).

La asociación de los hongos ectomicorrícicos (ECM) y las plantas, es el resultado de una compleja red de mecanismos a nivel bioquímico y se inicia a través de la germinación de la espora, la cual produce hifas monocarióticas que se fusionan y forman el micelio dicariótico, este micelio interactúa con el sistema radicular de las plantas. Posteriormente, las hifas se adhieren a la superficie de las raíces formando una estructura conocida como manto fúngico que tiene generalmente un espesor de 20−100 µm.

En las últimas décadas el uso de micorrizas en el ámbito forestal, ha tenido un importante avance. Recientes estudios dirigen su atención en la adaptación de algunas especies de hongos micorrícicos a diferentes condiciones ambientales, para poder ser inoculados en pinos y lograr incrementar la sobrevivencia y la producción en las plantaciones forestales (Gonzáles-Ochoa *et al.*, 2003). Por lo tanto, la presencia de hongos ectomicorrícicos es un prerrequisito fundamental para un óptimo desarrollo de las especies de “Pináceas “, (Barroetaveña *et al.*, 2003[(a)]).

El morfotipo ectomicorrícico es una descripción de la estructura micorrícica que forma una planta con uno o más hongos asociados, es decir, el morfotipo incluye una caracterización completa de la forma, el color, el tamaño, el tipo de células, etc., por lo que las ectomicorrizas pueden caracterizarse morfológicamente a través de sus morfotipos micorrícicos y su diversidad es información complementaria necesaria para

determinar la diversidad micorrícica real (Barroetaveña *et al.*, 2003[(b)]). Es importante mencionar que el uso de los caracteres morfológicos de los ápices ectomicorrizados de los árboles, constituye una herramienta valiosa en la identificación de los hongos que generan su formación. Es bien conocido que las características morfológicas y anatómicas que confieren los hongos EM a las raicillas (menores de 2 mm) que se transforman en ectomicorriza, son de gran utilidad para distinguir un hongo de otro. Los ápices ectomicorrizados o morfotipos difieren ampliamente en su anatomía (Rodríguez *et al*. 2004).

OBJETIVO

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue realizar un diagnóstico de las ectomicorrizas presentes en las diferentes zonas del Parque Constitución de 1857, mediante la observación de morfotipos en la raíz, su identificación y frecuencia presente en las diferentes zonas.

Materiales y Métodos

El Parque Nacional Constitución de 1857 está ubicado en el extremo norte de la Península de Baja California, en la vertiente occidental de la Sierra de Juárez. Municipio de Ensenada, Estado de Baja California. Se encuentra entre los 32°01'28" y 32°07'46" de latitud norte y entre los 115°51'18"y 115°57'19"de longitud oeste. Cuenta con 5,009.48 hectáreas.

Dentro del parque se ubicaron tres zonas de acuerdo con las características de vegetación y contenido de materia orgánica. La vegetación de todas las zonas fue principalmente bosque formado por *Pinus jeffreyi*, la edad promedio considerada de los árboles fue de 200 años. En cuanto a la capa de materia orgánica, la zona 1 contenía una capa de 5 cm, la zona 2 de 10 cm y la zona 3 de más de 10 cm.

Dentro de cada zona se ubicaron al azar cinco árboles de *P. jeffreyi*, señalando en cada uno de ellos el punto de goteo en relación a los límites de la copa del árbol. Se tomaron dos muestras de cada árbol, un punto ubicado al norte y otro al sur. Una vez ubicados estos puntos, se realizó en cada uno una excavación en un cuadrante de 1m x 1m y 20 cm de profundidad, en el que se extrajeron las muestras de raíces secundarias de *P. jeffreyi* encontradas. Se colectaron un total de 30 muestras. Finalmente, todas las muestras fueron etiquetadas indicando el número de árbol, número de muestra y la fecha de colecta. Las raíces colectadas se lavaron con agua destilada estéril y se conservaron en una solución de alcohol-formol-ácido acético (en proporción 1:1:1) para su preservación y observación posterior al microscopio estereoscópico con la finalidad de identificar las estructuras ectomicorrizicas ó morfotipos (Garza *et al.*, 2002).

Identificación de la ectomicorriza en raíces.

La identificación de la asociación de las raíces con los hongos ectomicorrícicos se realizó seleccionando raicillas secundarias, las cuales son recolectadas usando pinzas de disección de punta fina y colocándolas en una caja de Petri previamente dividida en cuadriculas de un cm^2. Posteriormente, las estructuras ectomicorrícicas fueron identificadas bajo el estereoscopio usando las lentes de aumento de 20X y 40X. Las estructuras ectomicorrícicas se aprecian como un cambio en el desarrollo radicular, "deformación", del sistema radicular, en donde cada tipo de hongo ectomicorrícico presenta una "deformación" característica.

Identificación de los morfotipos.

Para la identificación de morfotipos ectomicorrícicos, se emplean claves establecidas para tal fin, en este caso se utilizaron las publicadas en el sistema de Información para la caracterización y determinación de ectomicorrizas DEEMY (Agerer R. & Rambold G. 2004–2009).

Colecta de carpóforos (cuerpos fructíferos).

Las colectas de carpóforos se realizaron en dos periodos, la primera colecta se llevo acabo en el periodo (marzo a mayo) y un segundo periodo (agosto a noviembre) en 2007.

Para realizar las colectas de carpóforos dentro de cada zona, se delinearon transectos al azar orientados de norte a sur. Se tomaron datos de ubicación tomando coordenadas con ayuda de un GPS, posteriormente se extrajeron los cuerpos fructíferos y se guardaron en cajas de papel y se etiquetaron

con la información del sitio de muestreo, fecha de colecta y zona dentro del parque. Los cuerpos fructíferos se identificaron y posteriormente se deshidrataron para su conservación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron los morfotipos encontrados en raíces de *P. jeffreyi* en los cinco sitios muestreados dentro de las tres zonas.

El morfotipo ectomicorrícico dicotómico se encontró en todas las muestras analizadas, esto supone la relación de una especie de hongo ectomicorrícico asociado principalmente con *P. Jeffreyi*. El morfotipo irregular pinnado se encontró en las muestras de ocho sitios de cada una de las zonas, lo que hace a este morfotipo el segundo mas frecuente asociado con *P. jeffreyi* dentro del parque, seguido por el morfotipo Monopodial pinnado que se encontró en una baja frecuencia en las tres zonas. Los morfotipos Ausente y Cenococcum se encontraron en las muestras de dos zonas únicamente, zonas 1, 2 y 1, 3 respectivamente. El morfotipo Coraloide se encontró solamente en las muestras de la zona 2 (Gráfica 1).

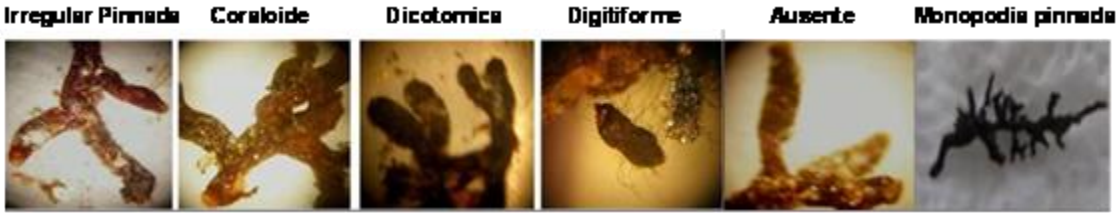
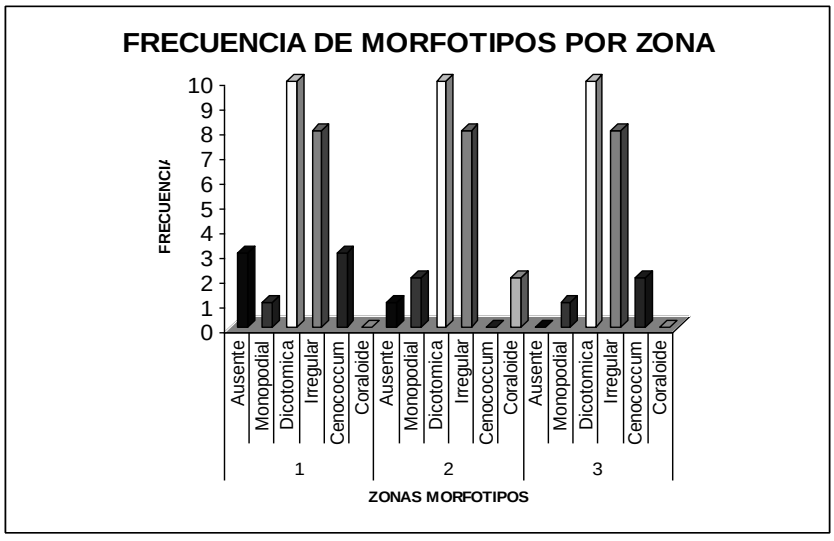


Figura 1. Morfotipos encontrados en las raíces secundarias de *P. jeffreyi*.

Se encontraron cuatro diferentes especies de cuerpos fructíferos *Lycoperdon perlatum* (Pers); *Geastrum floriforme* (Vittad); *Astraeus hygrometricus* (Pers); *Mycenastrum corium* (Guers). Se encontraron cuerpos fructíferos del género *Suillus* y *Laccaria* los cuales no se pudieron identificaron hasta especie debido a que el estado de madurez que presentaban a la hora de la colecta no permitió la identificación de sus estructuras microscópicas en el laboratorio.



Gráfica 1. Frecuencias de los morfotipos por zona.

Las especies de hongos encontradas en el Parque Constitución, es la primera vez que se citan para este sitio, aunque anteriormente habían sido citadas para Baja California por Ayala y Ochoa (1998).

Los morfotipos encontrados indican que hay al menos 6 especies ectomicorrícicas diferentes, asociadas a *Pinus jeffreyi* ya que en otros estudios relacionados se ha mencionado que cada morfotipo representa una especies de hongo ectomicorrícico asociado (Rodríguez *et al*. 2004). Debido a que la mayoría de las

especies encontradas en el la zona de estudio pertenecen al género Geastrum podemos suponer que una de estas especies pertenece el morfotipo Dicotómico ya que al igual que el genero mencionado se encontró en todos los sitios muestreados. Por otra parte, se conoce que varias especies del género Geastrum crecen al lado de plantas claramente ectomicorrícicas aun que varios autores concluyen que Geastrum es saprobio, sin embargo la especie *Geastrum fimbriatum* se ha descrito formando ectomicorrizas (Hosaka *et al*. 2006).

CONCLUSIÒN

Este es el primer estudio que reporta información acerca de las especies de hongos y la asociación ectomicorrícica del bosque de *Pinus jeffreyi* en el Parque Constitución de 1857, en el estado de Baja California.

Se recomienda realizar estudios de taxonomía molecular de los morfotipos asociados a *P. jeffreyi* para comprobar cuales especies de hongos ectomicorrícicos se encuentran asociados a esta especie forestal, por la gran importancia de ésta en los bosques de Baja California y debido a la escasez de información en este sentido a pesar de que recientes estudios dirigen su atención en algunas especies de hongos micorrícicos para poder ser inoculados en pinos y lograr incrementar la sobrevivencia y la producción en las plantaciones forestales.

Agradecimientos.

Se agradece el apoyo al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), por los apoyos recibos en la Convocatoria de Incorporación de Nuevos Profesores de Tiempo Completo.

A la Comisión Nacional Forestal por su apoyo a través de su programa de apoyos directos (PE07.01).

LITERATURA CITADA

Ayala N, Y Ochoa C. 1998. Hongos conocidos de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C. 164 Pp.

Aguilar-Aguilar S., Pérez-Moreno J., Ferrera-Cerrato R., Grimaldo-Juárez O., Cervantes-Díaz L. & González-Mendoza D. 2009. Hongos ectomicorrícicos y la tolerancia a la salinidad en plantas. Revista Chilena de Historia Natural. 82: 163-168.

Agerer R. & Rambold G. 2004–2009 [first posted on 2004-06-01; most recent update: 2009-01-26]. DEEMY – An Information System for Characterization and Determination of Ectomycorrhizae. www.deemy.de – München, Germany.

Barroetaveña C., Rajchenberg M. 2003 [(a)]. Las micorrizas y la producción de plántulas de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws. en la Patagonia, Argentina. BOSQUE 24(1): 17-33.

Barroetavena C., Rajchenberg M. 2003 [(b)]. Las micorrizas y la producción de plántulas de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en la Patagonia, Argentina. BOSQUE (Valdivia), vol.24, n.1,. 3-15.

Castellano, M. A.; Molina, R. 1989. Mycorrhizae. *In:* LANDIS, T. D.; Tinus, R. W.; Mcdonald, S. E.; Barnett, J. P. The Container Tree Nursey Manual, Volume 5. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 101-167.

Garza O. F., García J. J., Estrada C. E., Villalón M. H. 2002. Macromicetos, Ectomicorrizas y Cultivos de *Pinus culminicola* en Nuevo León. Ciencia UANL, abril-junio, año/vol. V, número 002. Universidad de Nuevo León. Monterrey, México. 204-210.

García-Rodríguez Jl, J Pérez-Moreno, A Aldrete, V Cetina-Alcalá, H Vaquera-Huerta. 2006. Caracterización del hongo silvestre ectomicorrícico *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coke *et* Couch en cultivo y en simbiosis con eucalipto y pino. *Agrociencia* 40, 665-676.

Hosaka K., Bates T S., Beever E. R., Castellano A. M., Colgan W. Iii, Domínguez S. L., Nouhra R. E., Geml J., Giachini J. A., Kenney S. R., Simpson B. N., Spatafora W. J. & Trappe M. J. 2007. Molecular phylogenetics of the gomphoid-phalloid fungi with an establishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders. Mycologia. 98 (6). 949-959.

Rodriguez T. A., Xoconostle C. B., Valdés M. 2004. Ecología molecular de los hongos ectomicorrícicos. Fitotecnia Mexicana. Vol. 27, no. 003. 267-278.

Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE ARCILLA, LA SALINIDAD Y COMPACTACIÓN DE SUELOS REPRESENTATIVOS DEL VALLE DEL YAQUI SONORA.

Alma Angélica Ortíz Ávalos[1], Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Gerardo Zazueta Encinas[1], Teresa de Jesús Ruiz Vega[1]. [1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental. Valle del Yaqui[1]. Dr. Norman E. Borlaug Km. 12 A.P. 155, C.P. 85000. Cd. Obregón, Sonora. Teléfono (644) 414-57-00 ortiz.alma@inifap.gob.mx

Palabras Clave: Conductividad eléctrica, sodio intercambiable, conductividad hidráulica.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del Campo Experimental Valle del Yaqui, se estudió la relación que existe entre el porcentaje de arcilla con la conductividad eléctrica (CE), Conductividad hidráulica (CH), porcentaje de sodio intercambiable (PSI), densidad aparente (DA) y espacio poroso (EP). Se utilizó la información de 12 sitios de muestreo de suelo tomadas a 0-30 cm de profundidad a lo largo del cauce del colector No. 3 del Valle del Yaqui. El coeficiente de correlación obtenido para cada una de las variables fue de 0.803, - 0.821, 0.932, - 0.800 y - 0.869 para CE, CH, PSI, DA y EP respectivamente. La CE y el PSI presentaron una tendencia a aumentar conforme aumenta el contenido de arcilla en el suelo y la CH y EP tienden a disminuir cuando el contenido de arcilla aumenta y la DA fue menor en suelos con mayor contenido de arcilla. La clase textural que predominó en las muestras analizadas fue la de arcilla con un 50.7%, 21% arcilla limosa; 7% se clasificaron como franco-arcillo-limoso y un 15% como franco-limoso. El valor más alto de CE se ubicó en un suelo arcilloso; la mayor concentración de sodio intercambiable se presentó en suelos que reportaron más de 45% de arcilla y en este tipo de suelos se reportó el menor valor de conductividad hidráulica y espacio poroso, la mayor DA fue en un suelo franco-arcillo-limoso. A mayor contenido de arcilla los suelos tienden a presentar problemas de salinidad, sodicidad, compactación y mal drenaje.

ABSTRACT

This work was developed at the Laboratory of Soils and Plant Nutrition Campo Experimental Valle del Yaqui, we studied the relationship between the percentage of clay with electrical conductivity (CE), hydraulic conductivity (CH), exchangeable sodium percentage (PSI), bulk density (DA) and pore space (EP). The EC and the PSI had a tendency to increase with increasing clay content in soil and the CH and EP tend to decrease when the clay content increases and the DA was lower in soils with higher clay content. The predominant textural class in the samples collected was the clay with a 50.7% of all samples, 21% of silty clay, 7% of all samples were classified as silty clay loam and finally, 15% were classified as silt loam. The highest value of CE was located in a clay soil, the highest concentration of exchangeable sodium in soil is presented who reported more than 45% clay and soil in this type reported the lowest value of hydraulic conductivity and pore space, the DA was higher in soil silty clay loam. A higher clay content in soils was related to problems of salinity, sodicity, compaction and poor drainage.

INTRODUCCIÓN

Suelos con problemas de sales ocurren en regiones áridas y semiáridas, donde condiciones de baja precipitación y altas temperaturas favorecen su formación (Barreto, 2003).

La evaluación del riesgo de degradación del suelo por exceso de sales, considera la influencia de la textura ya que afecta la porosidad y la capacidad de drenaje del suelo (Miralles *et al*., 2002). La porosidad varia con el tipo y tamaño de las partículas que lo conforman, se expresa por la relación entre el volumen de su parte vacía u ocupada por aire y/o agua y su volumen total; en general las partículas de menor diámetro tendrán mayor porosidad, y los suelos con mayor porosidad presentan una menor permeabilidad, a menos que el arreglo de los poros sea adecuado o existan fracturas en ellos, aunque esta no es una medida estricta de la permeabilidad (Cepeda, 1991)

La concentración de sales en el suelo es denominada como factor extrínseco que produce una floculación o defloculación con los coloides del suelo, por lo tanto puede disminuir o aumentar la permeabilidad (Coras, 1987). Un alto contenido de sodio intercambiable puede provocar dispersión y

expansión de las partículas de éste y, a su vez la dispersión y reordenamiento de partículas del suelo obstruirían los espacios porosos, disminuyendo así la conductividad hidráulica. La conductividad hidráulica es el parámetro más importante en la eficiencia del drenaje del suelo, debido a que esta determina la facilidad con que el agua se mueve en el suelo, fundamental para el desarrollo y crecimiento de las plantas (Barreto *et al.,* 2003).

El efecto negativo del porcentaje de sodio intercambiable sobre las propiedades físicas del suelo depende de varios factores como la presencia de sales en la solución del suelo, la textura, el tipo de arcilla y la conductividad eléctrica del agua de riego (Sumner, 1995). El tipo de arcilla es importante, ya que los problemas de salinidad se encuentran fundamentalmente en los suelos de arcillas expandibles (Suástegui *et al*., 1995). Si bien la acumulación de sales es mayor en los suelos de textura arcillosa que en los de textura arenosa, de acuerdo con Hamdy *et al.* (1993) los suelos arcillosos podrían no tener problemas desde el punto de vista de la salinidad, si tuvieran una buena estructura y drenaje.

La cantidad de arcilla que se requiere para provocar problemas de salinización es de 20-30% según Paliwal y Gandhi (1973), 18-26% para Choudhary *et al*. (2004) y sólo un 10% de acuerdo con Datta y Jong (2002), lo cual indica la pequeña cantidad de arcilla que es necesaria para provocar problemas de salinización. De acuerdo con estos tres autores, el alto contenido de arcilla del suelo es un indicador de problemas de salinidad. Por su textura, Cortés (2008) determinó que el índice de riesgo para los suelos del Valle del Yaqui se considera como severo, ya que los suelos son Vertisoles y Xerosoles y ambos tipos de suelo se distinguen por su alto contenido de arcilla, lo cual coincide con lo establecido por el INEGI (2006) que considera que los vertisoles tienen un alto riesgo de salinización. Considerando los aspectos anteriores se trazó como objetivo para esta evaluación relacionar el contenido de arcilla con la conductividad eléctrica, hidráulica, la densidad aparente, el espacio poroso y el sodio intercambiable de suelos representativos del Valle del Yaqui.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta evaluación se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del CEVY-INIFAP en el mes de mayo del 2009. Se correlacionó el valor de arcilla con la conductividad eléctrica (CE), conductividad hidráulica (CH), porcentaje de sodio intercambiable (PSI) densidad aparente (DA) y espacio poroso (EP) presentes en muestras de suelo a 0-30 cm de profundidad provenientes de 12 sitios de muestreo en el Valle el Yaqui, en cada sitio de muestreo se tomaron 6 muestras. Previo al análisis, las muestras fueron homogenizadas, molidas en tabla con mazo de madera y tamizadas en malla de 0.882 mm. La CE y PSI se determinaron según las metodologías descritas por la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, para la CH se utilizó el criterio de la carga hidráulica constante, la DA se hizo por medio de la probeta de sedimentación y el EP por medio de cálculos donde interviene la DA.

A cada serie de datos se les realizó un análisis de estadística descriptiva en MINITAB 13.0 como son la media, desviación estándar y el valor máximo y mínimo reportados. Las gráficas de correlación de arcilla, limo y arena con cada una de las variables estudiadas se realizaron en excel y se calcularon los coeficientes de correlación y determinación. Como complemento a este estudio se asociaron por separado cada una de las clases texturales con sus respectivos promedios de las variables estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se reporta el valor promedio de cada una de las variables analizadas. Según la NOM-021-RECNAT-2000, la clasificación textural se ubica en el rango de arcillo-limosa, la CE en el rango de muy ligeramente salina, el valor de sodio intercambiable se considera aceptable, medio el valor de la densidad aparente y el espacio poroso. La CH se ubica dentro del rango de moderadamente lenta (Uvalle, 1984).

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables evaluadas de los suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

Variables Evaluadas	Variables Estadísticas			
	Media	Dv. Std	Mínimo	Máximo
Arcilla (%)	41.9	13.7	9.4	66.0
Limo (%)	40.5	13.5	14.7	70.7
Arena (%)	17.6	11.1	0.80	45.9
Conductividad Eléctrica (dS m^{-1})	1.94	1.16	0.32	6.52
Conductividad Hidráulica (cm h^{-1})	1.37	1.29	0.00	7.62
Sodio Intercambiable (%)	4.97	1.88	2.20	10.5
Densidad Aparente (g cm^{-3})	1.31	0.03	1.22	1.39
Espacio Poroso (%)	40.9	3.88	32.5	49.7

Los coeficientes de correlación y la ecuación de regresión del porcentaje de arcilla con las variables de CE, CH, PSI, DA y EP se reportan en el Cuadro 2. Se obtuvo una relación positiva entre el contenido de arcilla con la conductividad eléctrica y el porcentaje de sodio intercambiable en los suelos estudiados, esto corrobora lo dicho por Paliwal y Gandhi (1973), Choudhary *et al*. (2004) y Datta y Jong (2002) quienes señalaron que la cantidad de arcilla que se requiere para ocasionar problemas de salinidad es de 20-30%, 18-26% y un 10% respectivamente y en este tipo de suelos el promedio fue de 41.9% lo cual ubica a los suelos estudiados como muy probables a salinizarse por el contenido de arcilla que presentan, además Cortés (2008) señaló que los suelos del Valle del Yaqui por su alto contenido de arcilla tienen un alto riesgo de salinizarse.

La salinidad del suelo asociada a la cantidad de arcilla presente, también se asocia al efecto negativo del porcentaje de sodio intercambiable, ya que esta variable aumenta a mayor contenido de sales solubles en la solución del suelo (Barreto *et al.,* 2003). La relación negativa entre el contenido de arcilla con la conductividad hidráulica y el espacio poroso del suelo, se asocia a lo dicho por Barreto *et al.* (2003), que a mayor contenido de arcilla el porcentaje de sodio intercambiable aumenta y un alto contenido de sodio intercambiable puede provocar dispersión y expansión de las partículas de éste y, a su vez la dispersión y reordenamiento de partículas del suelo obstruirían los espacios porosos, disminuyendo así la conductividad hidráulica.

Cuadro 2. Coeficiente de correlación y significancia estadística de la regresión entre el porcentaje de arcilla y la CE, CH, PSI, DA y EP de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

Variables	Datos de correlación	
	Correlación (r)	Significancia F
Conductividad Eléctrica (dS m^{-1})	0.803	19.98**
Conductividad Hidráulica (cm h^{-1})	-0.821	22.68**
Sodio Intercambiable (%)	0.932	66.32**
Densidad Aparente (g cm^{-3})	-0.800	17.80**
Espacio Poroso (%)	-0.869	34.08**

**=*Altamente Significativo*

En el Cuadro 3 se reporta el valor promedio de cada una de las variables según la clase textural a la que pertenecen. En total se encontró que el 57% de los suelos se clasificó como arcilloso, 21% como arcillo-limoso, 15% se clasificaron como franco-limoso y 7% como franco-arcillo-limoso.

La mayor CE se encontró en una textura que presentó más del 50% de arcilla; el valor más bajo de CH estuvo en suelo de textura arcillo limoso que a su vez esta textura presentó el segundo valor más alto de PSI y ocupó un segundo lugar en la suma del porcentaje de arcilla+ limo, con estos se corrobora que aparte de la cantidad de arcilla, el tipo de arcilla también es importante ya que los problemas de salinidad se encuentran fundamentalmente en los suelos de arcillas expandibles (Suástegui *et al*., 1995). El menor

espacio poroso también se ubicó en la textura arcillo limoso empatando el valor con el de textura arcillosa, esto corrobora que este valor tiende a disminuir en lo suelos compactados (Reichardt, 1985). El valor más alto de la densidad aparente se reportó en los suelos clasificados como franco-arcillo-limoso.

Cuadro 3. Valor promedio de arena, limo, arcilla, CE, CH, PSI, DA y EP según la clase textural en los suelos representativos del Valle del Yaqui.

Variables	Clase Textural			
	1	2	3	4
Conductividad Eléctrica (dS m^{-1})	2.23	2.14	1.82	0.55
Conductividad Hidráulica (cm h^{-1})	1.30	0.59	1.99	1.59
Sodio Intercambiable (%)	5.74	5.66	2.35	2.45
Densidad Aparente (g cm^3)	1.31	1.30	1.30	1.34
Espacio Poroso (%)	39.9	39.9	45.8	44.2
Arena (%)	20.6	6.90	27.5	5.60
Limo (%)	31.0	47.5	57.0	62.7
Arcilla (%)	48.3	45.6	15.5	31.7
Arcilla + Limo (%)	79.3	93.1	72.5	94.4
Arcilla + Arena (%)	68.9	52.5	43.0	37.3
Limo + Arena (%)	51.6	54.4	84.5	68.3

1= Arcilloso; 2= Arcillo-Limoso; 3= Franco- Arcilloso; 4= Franco- Arcillo- Limoso.

En las Figuras 1-5 se reporta el comportamiento de cada una de las variables evaluadas según el porcentaje de arcilla presentado. La mayor correlación positiva de la arcilla se observó con el PSI (Figura 3), seguida de la CE (Figura 1); la mayor correlación negativa del porcentaje de arcilla se observó con el EP (Figura 5), seguida de la CH (Figura 2) y la DA (Figura 4).

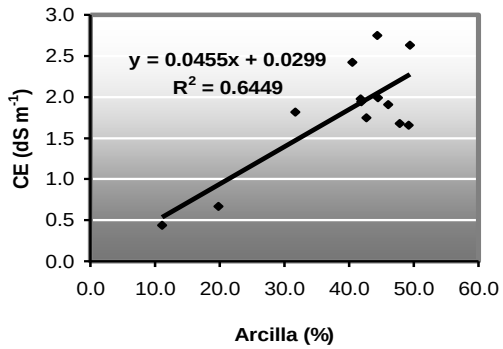


Figura 1. Porcentaje de arcilla y la CE de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

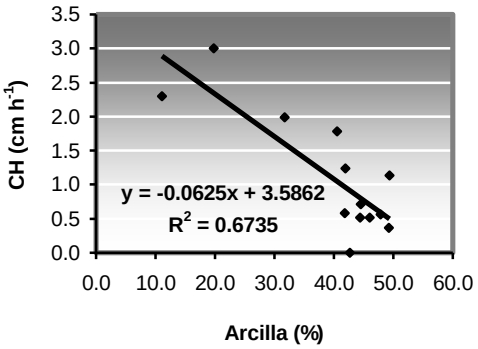


Figura 2. Porcentaje de arcilla y CH de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

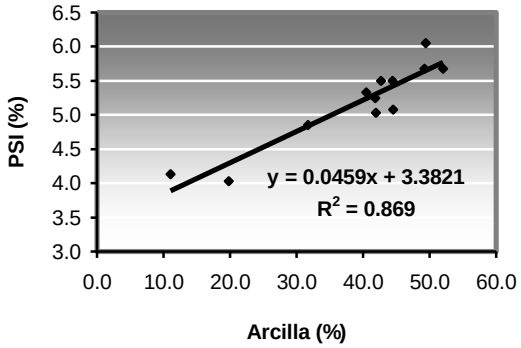


Figura 3. Porcentaje de arcilla y PSI de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

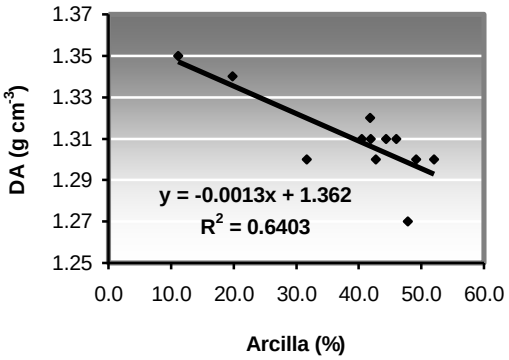


Figura 4. Porcentaje de arcilla y la DA de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

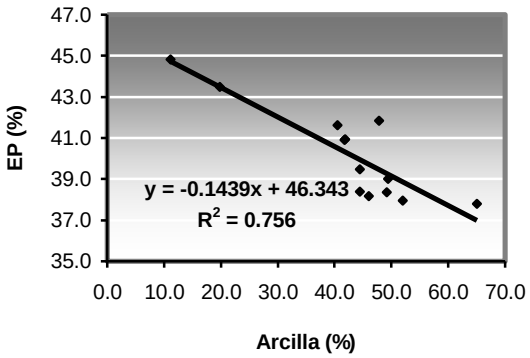


Figura 5. Porcentaje de arcilla y el EP de suelos representativos del Valle del Yaqui, Sonora.

CONCLUSIONES

- A mayor porcentaje de arcilla en un suelo aumenta la conductividad eléctrica y sodio intercambiable.
- A mayor contenido de arcilla la conductividad hidráulica, el espacio poroso y la densidad aparente tienden a disminuir.
- La mayor acumulación de sales totales se observó en un suelo arcilloso.
- La mayor concentración de sodio intercambiable se presentó en suelos que reportaron más de 45% de arcilla y en este tipo de suelos se reportó el menor valor de conductividad hidráulica y espacio poroso.
- A mayor contenido de arcilla los suelos tienden a presentar problemas de salinidad, sodicidad, compactación y mal drenaje.

LITERATURA CITADA

Barreto, F.F.L., Carvallo, G.H.O., y Gheyi, H.R. 2003. Conductividad hidráulica en un suelo aluvial en respuesta al porcentaje de sodio intercambiable. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 7:2:403-407. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG - http://www.agriambi.com.br. Ingeniería Ambiental y Medio Ambiente

Cepeda, D.J.M.1991. Química de Suelos. Editorial Trillas. Primera edición. México. 168 p.

Choudhary, O.P., Josan, A.S., Bajwa, M.S. and Kapur, M.L. 2004. Effect of sustained sodium and saline-sodic irrigation and application of gypsum and farmyard manure on yield and quality of sugarcane under semi-arid conditions. Field Crops Research 87:103-116.

Coras, M. 1987. Características y propiedades físicas del suelo en relación con el riego. Editorial Gaceta. Primera edición. México. 154 p.

Cortés, J.J.M. 2008. Parámetros de calidad del agua procedente del acuífero del Valle del Yaqui, Sonora, e índices de riesgo asociados a su uso agrícola en suelos arcillosos. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz B.C.S. México. 66 p.

Datta, K.K. and Jong, C. 2002. Adverse effect of waterlogging and soil salinity on crop and land productivity in northwest region of Haryana, India. Agricultural Water Management 57:223-238.

Hamdy, A., Abdel-Dayem, S. and Abu-Zeid, M. 1993. Saline water management for optimum, crop production. Agricultural water management, 24:189-203.

Miralles, I., Ortega, R., Canton, Y. y Asensio, C. 2002. Degradación del suelo por exceso de sales y su relación con la topografía en un suelo del sur de España. Agrochimica. Vol. XLVI-Num. 6. p 270-279.

Paliwal, K.V. and Gandhi, A.P. 1973. Some relationships between quality of irrigation waters and chemical characteristics of irrigated soils of the Nagaur District, Rajasthan. Geoderma, 9:213-220.

Reichardt, K. 1985. Processos de transferência de sistema solo-planta-atmosfera. 4ed.Piracicaba. Fundação Cargill. 445 p.

Suástegui, A.U., Ruiz, P.M. y Herrera, P.J. 1995. Variabilidad espacial de la conductividad eléctrica en un suelo del este de Cuba. I Análisis estadístico exploratorio. Terra Vol. 13. Num. 2. p. 126-135.

Sumner, M.E. 1995. Sodic soils; New perspectives. In: Naidu, R; Sumner, M.E.; Rengasamy, P. (eds). Australian sodic soils. Distribution, properties and management. Adelaide: First National Conference and Workshop on Sodic Soils, 1995, p.1-34.

Uvalle, B.J.X. 1984. Diagnóstico Diferencial Integrado. Escalas para clasificar las condiciones físicas del suelo. Laboratorio de suelos del Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora. 12 p.

IMPLICACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES DE LA QUEMA DE PAJA DE TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Alma Angélica Ortiz Ávalos[1], Guillermo Fuentes Dávila[1], Teresa de Jesús Ruíz Vega[1], Gerardo Zazueta Encinas[1]. [1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental Valle del Yaqui. Dr. Norman E. Borlaug km. 12 A.P. 155, C.P. 85000. Cd. Obregón, Sonora. Teléfono (644) 414-57-00. cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

Palabras clave: Alternaria, labranza mínima, gases de efecto invernadero.

RESUMEN

Se realizó un experimento de 8 años donde se estudió el efecto de la quema de los residuos de cosecha de trigo contra un testigo donde los residuos se incorporaron. En ambos tratamientos se reutilizó el mismo surco durante el período de evaluación. La quema de la paja de trigo disminuyó la cantidad de semillas de maleza y nemátodos pero no modificó el NMP de hongos. Con relación a la incidencia de punta negra en el grano, se detectó sólo un pequeño incremento en el porcentaje de granos dañados cuando no se quemó la paja. El análisis de suelo, demostró que la incorporación de la paja promovió un incremento en el contenido de materia orgánica, en la disponibilidad de nitrógeno y en la conductividad hidráulica, lo cual es un indicador de la mayor fertilidad que se obtiene al evitar la quema. El resto de las variables analizadas no presentaron variaciones significativas por efecto de los tratamientos. Durante los ocho años de evaluación, la quema disminuyó la producción, sin embargo, se reportan los tres últimos por lo impactante de las diferencias entre los tratamientos evaluados, ya que la quema de la paja provocó una reducción de más de una ton por ha durante los ciclos 2007-2008 y 2008-2009. En base en estos resultados, se observa que los impactos negativos sobre el ambiente, sobre la producción de trigo y sobre los suelos, son más grandes que las ventajas con las que se pretende justificar esta práctica en el Valle del Yaqui.

ABSTRACT

An experiment was conducted 8 years where he studied the effect of burning crop residues of wheat against a witness where the waste is incorporated. In both treatments the same furrow was reused during the evaluation period. The burning of wheat straw decreased the amount of weed seeds and nematodes but did not alter the fungal NMP. Regarding the incidence of black point in the grain, was detected only a small increase in the percentage of grains damaged when not burned straw. Soil analysis showed that the incorporation of straw promoted an increase in organic matter, nitrogen availability and hydraulic conductivity, which is an indicator of higher fertility than is obtained by avoiding burning. The remaining variables showed no significant variations analyzed the effect of treatments. During the eight years of evaluation, burning decreased production, however, are reported at the last three striking differences between the treatments evaluated, since the burning of straw resulted in a reduction of more than one ton per ha over 2007-2008 and 2008-2009 cycles. Based on these results, it appears that the negative environmental impacts on wheat production and soil are larger than the advantages which seeks to justify this practice in the Yaqui Valley.

INTRODUCCIÓN

En el Valle del Yaqui, Sonora, los costos derivados de la preparación del suelo representan de 11-14% de los costos directos de producción en el cultivo de trigo. En promedio, la superficie establecida en la región es de 150,000 ha con lo cual el impacto económico de la labranza representaría para el ciclo 2009-2010 (SAGARPA, 2009) una erogación de 253.5 millones de pesos y de 845.5 millones en el caso de la fertilización (Figura 1).

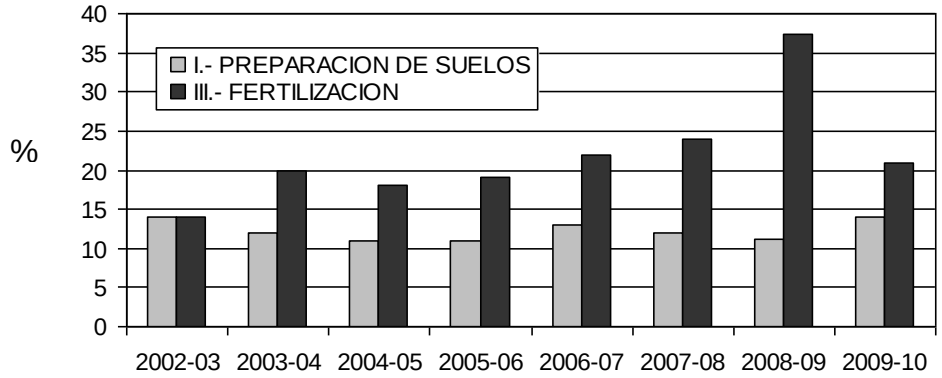


Figura 1. Costos de producción por hectárea de trigo. Distrito de Desarrollo Rural No. 148, Cajeme.

Durante mucho tiempo, la quema de paja fue una práctica usual después de la cosecha del trigo, ya que con este sistema se volvía a utilizar el mismo surco, se reducían los costos de preparación del suelo y se sembraba a tiempo soya que era el segundo cultivo en la rotación. Sin embargo, esta práctica generaba un impacto ambiental negativo en el suelo, en el aire y en la salud de la población. En la actualidad, el sistema de producción predominante en el sur de Sonora, es una rotación trigo-trigo, con lo cual el suelo permanece en descanso durante seis meses y no existe la necesidad de quemar las pajas para ahorrar tiempo. Sin embargo, todavía persiste el interés de los agricultores por quemar los residuos de cosecha, argumentando que con esta práctica se reducen los costos de labranza así como la población de maleza y la incidencia de enfermedades.

Para abordar esta problemática, se debe considerar que una consecuencia de la agricultura moderna es la producción de una gran cantidad de biomasa, donde los índices de cosecha de las variedades de trigo no superan el 50%, por lo cual la cantidad de residuos que queda en el campo es igual o mayor que la cantidad de grano cosechado. En el cultivo de cereales esto significa dejar en el terreno varias toneladas de paja. La presencia de rastrojos sobre el suelo puede dificultar el establecimiento y desarrollo del cultivo siguiente en la rotación, por lo cual, la quema de rastrojos antes del próximo cultivo es un manejo habitual en muchas zonas agrícolas. Problemas de contaminación ambiental, pérdida de nutrientes, riesgo de incendio y riesgo de erosión por la presencia de suelo desnudo hacen, sin embargo, poco aconsejable esta práctica (García de Cortázar *et al.,* 2003). Desde un punto de vista ambiental, se considera que el sector agrícola participa en la emisión de gases de efecto invernadero a través de la quema de residuos agrícolas, de acuerdo con el anexo A del protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (ONU, 1998). En los Valles de Mexicali, B.C., México e Imperial, Cal. EUA, separados por una línea divisoria, la quema de residuos agrícolas, representa una fuente importante de emisión de contaminantes al aire En la quema de residuos agrícolas, constituye una fuente de emisiones de metano (CH_4), monóxido y dióxido de carbono (CO y CO_2), bióxido de nitrógeno (NO_2), hidrocarburos (CnH_2n+2) y partículas menores a 10 micras (PM-10). Los efectos a la salud por las emisiones de PM10, son significativas en ambos Valles. En el Condado de Imperial, la muerte por enfermedades respiratorias son el doble que la del Estado de California y la proporción de asma infantil es la más alta de California. En Mexicali la bronquitis crónica es una de las principales causas de muerte. De acuerdo con la EPA las actividades agrícolas contribuyen aproximadamente con el 7% de las concentraciones de PM10 en ambos Valles (Moncada y Quintero, 2006).

Sobre el control de enfermedades en trigo, existen resultados que apoyan la quema como estrategia fitosanitaria ya que se cita que la mancha bronceada y Septoria se pueden reducir evitando las altas densidades de planta y reduciendo el inóculo primario mediante la quema o enterrando los residuos de la cosecha (http://scarab.msu.montana.edu/Disease/DiseaseGuidehtml/webAbphys.htm), sin embargo, aunque la quema de los residuos del trigo reduce el nivel de inóculo de los hongos que causan estas enfermedades, el servicio de extensión de la Universidad Estatal de Dakota del Norte no lo recomienda porque reduce la materia orgánica del suelo (http://www.ag.ndsu.edu/extplantpath/publication/Tan%20Spot%20and%20Septoria_Stagonospora%20Di

seases%20of%20Wheat.pdf). Con respecto a Cephalosporium, el Departamento de Fitopatología de la Universidad Estatal de Kansas, realizó tres años de experimentación para comparar el efecto de varias prácticas agrícolas en el control del hongo, y reportó que la quema después de una epifitia fue el método más efectivo para reducir la presencia de Cephalosporium, bajo el esquema de siembra solamente con trigo. Con el barbecho se presentó una incidencia de Cephalosporium similar al de la quema (http://www.apsnet.org/pd/search/1983/pd_67_1323.asp). Con respecto al control de la pudrición del cuello causado por Fusarium mediante la quema de esquilmos, la quema fue efectiva en mantener una baja incidencia de la enfermedad durante cuatro ciclos, en comparación con la retención de los residuos de las cosechas (http://www.publish.csiro.au/paper/AP96042.htm).

Una enfermedad que ataca al trigo en el Valle del Yaqui es lo que se conoce como punta negra, la cual se describe como granos y partes de granos que presentan en la cutícula que cubre al embrión una coloración que puede variar del café oscuro al negro y que afecta al endospermo (NMX-FF-055-1984). La punta negra es causada principalmente por tres especies diferentes de hongos; *Alternaria alternata*, *A. triticina* y/o *Bipolaris sorokiniana* (*Cochliobolus sativus*) que ennegrecen uno de los extremos del grano (Gilchrist *et al.,* 2005). Valenzuela y colaboradores (sin fecha), establecen que la infección de estos hongos ocurre durante el estado masoso del grano, principalmente cuando predomina el tiempo húmedo o lluvioso; de igual forma señalan que dependiendo del género del hongo y su penetración en la semilla, éste puede disminuir su viabilidad. La fertilización excesiva con nitrógeno en trigos bajo riego, constituye una de las condiciones más favorables para que ocurra la enfermedad, ya que el exceso de agua durante la antesis predispone a la presencia de punta negra (Madariaga y Latorre, 2004).

Con relación a la reducción en los costos de preparación del suelo, los resultados publicados por Cortés (2007) indicaron que la labranza no incrementa el rendimiento de trigo, por lo cual recomienda reducir el uso de maquinaria en este cultivo. En este sentido, la quema de residuos de cosecha incrementa la superficie de contacto entre la rastra y el suelo y permite eliminar un paso de este implemento, con lo cual se obtiene un ahorro de $300 por ha. Sin embargo, quien toma la decisión de quemar, debería reutilizar el surco, con lo cual se pueden evitar los tres pasos de rastra y uno de barbecho o cincel que tradicionalmente se aplican en el Valle del Yaqui y ahorrar $1,550 por ha. Una vez rehabilitado el surco, se puede regar para posteriormente fertilizar y sembrar sobre humedad, o bien regar después de la quema, lapso durante cual generalmente se pierde la mayor parte de la ceniza (Figura 2 y 3).

Figura 2. Quema de paja de trigo, cenizas sobre el suelo y reutilización del surco sin rastreo previo.

Figura 3. Surcos casi sin ceniza, riego y fertilización sobre humedad antes de sembrar.

El esquema de labranza mencionado, es congruente con la idea de quemar la paja de trigo para reducir los costos de preparación del suelo, sin embargo, el hecho de observar que después de la quema se prepara el suelo con arado de reja, es un indicador que los motivos para quemar son diferentes y que éstos puedan estar asociados a la creencia de que el fuego ayuda a eliminar semillas de maleza y algunas enfermedades presentes en el cultivo como es la roya de la hoja y la punta negra, las cuales han atacado al trigo durante los últimos años (Figura 4).

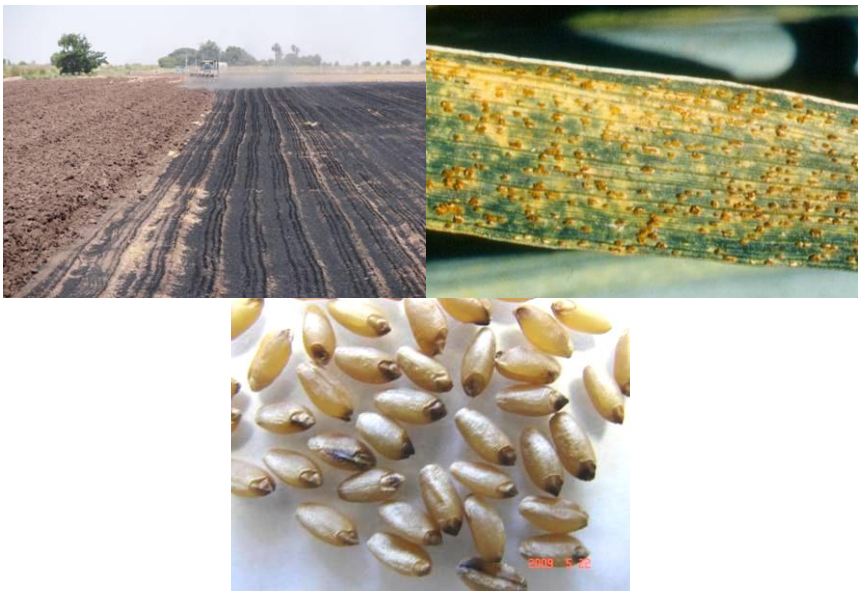


Figura 4. Barbecho después de la quema, roya de la hoja y granos con punta negra

Para el INIFAP la quema de los residuos de cosecha se considera una práctica injustificada, ya que la producción de cultivos requiere de un enfoque sostenible que considere la productividad y la rentabilidad de los sistemas de producción, pero mediante tecnología que sea amigable con el ambiente y contribuya a la conservación de los recursos naturales.

Con respecto a la quema, la legislación ambiental en la materia, establecida en EL REGLAMENTO EN MATERIA DE PRESERVACION, CONSERVACION Y RESTAURACION DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y EL MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE PARA EL MUNICIPIO DE CAJEME, determina lo siguiente:

Artículo 59.- La emisión de contaminantes a la atmósfera no deberá exceder los niveles permisibles que se establezcan en las Normas Oficiales, se prohíbe reducir, expeler, descargar o emitir contaminantes que alteren la atmósfera o que puedan provocar degradación o molestias de la salud humana, la flora, la fauna y en general de los ecosistemas del municipio. Tales operaciones sólo podrán realizarse de conformidad con el presente Reglamento, con la Legislación Estatal en la materia y con la Ley y sus reglamentos en vigor.

Artículo 60.- Se prohíbe realizar quema al aire de cualquier material o residuo, sólido o liquido o con fines de desmonte o deshierbe, o bien simulacros para control de incendios de terrenos, sin la autorización expresa de la Unidad Administrativa correspondiente, quienes pretenden llevar a cabo una quema, deberán presentar una solicitud por escrito, justificando ampliamente el motivo por el que requiere dicha acción. La Unidad Administrativa correspondiente, analizará dicha solicitud y resolverá, en un plazo no mayor de 15 días hábiles, aprobando, condicionando o negando el permiso.

Artículo 85.- Queda prohibido hacer mal uso de los suelos, realizar todo tipo de acciones negligentes o que, por descuido, puedan acelerar los procesos naturales de erosión y empobrecimiento de los mismos.

OBJETIVO

Determinar el efecto de la quema sobre las propiedades del suelo, la incidencia de semillas de maleza y patógenos en el suelo, la incidencia de panza blanca en el grano y el rendimiento de trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP, durante el período 2001-2002 al 2008-2009, en el cual se evaluó el efecto de la quema de los residuos de cosecha sobre la población de semillas de maleza y algunas enfermedades del suelo, la incidencia de punta negra en el grano, las características físico-químicas del suelo después de la última cosecha, y el rendimiento de grano durante los últimos tres ciclos. El trigo se estableció en un sistema de siembra en surcos con dos hileras de plantas. El cultivo se manejó en una rotación trigo-trigo. La fecha de siembra y el manejo agronómico se realizaron de acuerdo con las recomendaciones del INIFAP para la región. Durante los ocho años de evaluación se implementó un sistema de labranza mínima donde se reutilizó el mismo surco, lo anterior para evitar cualquier efecto del método de preparación del suelo. Las variables evaluadas en suelo fueron: nitrógeno nítrico ($N\text{-}NO_3$) por el método de la brucina, fósforo disponible (P) por el método Bray P1, bases Intercambiables; potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na)) por extracción con acetato de amonio 1N pH 7.0, micro elementos; hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y Zinc (Zn) por extracción con DTPA 0.005M, materia orgánica (MO) por Walkley y Black, pH en agua, porcentaje de sodio intercambiable (PSI), conductividad eléctrica (CE) y cationes en extracto de saturación (Ca, Mg, Na), y conductividad hidráulica (CH) por el método del permeámetro de carga constante. En las mismas muestras de suelo se determinó la cantidad de semillas de maleza por 10 g de suelo, el número de nemátodos por 200 g de suelo, y el NMP de hongos en 10 g de suelo. Las características físico-químicas se determinaron en el Laboratorio de Suelos del Campo Experimental Valle del Yaqui y el conteo de semillas de maleza y el análisis de patógenos se llevó a cabo en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES, A.C.). El porcentaje de granos con punta negra se determinó mediante conteo directo, mientras que el diagnóstico de Alternaria como principal agente causal, se llevó a cabo en el mismo laboratorio del PIEAES el cual se encuentra acreditado por EMA. Se determinó la concentración de nitrógeno y fósforo en la paja de trigo y posteriormente se calcinó una muestra en la mufla a 550 ^{o}C por dos horas para cuantificar los mismos elementos. El nitrógeno se determinó por Kjeldhal y fósforo por vía húmeda en una mezcla de ácido nítrico, perclórico y sulfúrico.

Para reutilizar el surco en el tratamiento sin quema de paja, se utilizó una triple barra con disco cortador en la barra intermedia, mediante la cual fue posible incorporar la paja con dos o tres pasos del implemento. En todos los ciclos, se utilizó el mismo número de pasos de maquinaria en ambos tratamientos para evitar cualquier fuente de variación asociada con la labranza. En la Figura 4 se describe el implemento utilizado para este propósito.

Figura 4. Lotes experimentales, surco reutilizado con toda la paja y equipo adaptado para esta labor

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se reportan los resultados obtenidos en el conteo de semillas de maleza. En general se pudo observar que la quema de la paja de trigo disminuyó la cantidad de semillas de Zacate Johnson, Chual blanco y verdolaga común. Sin embargo en el tratamiento con quema se detectó Zacate pinto el cual no fue reportado en el tratamiento sin quemar. En el caso de los nemátodos se observó que la cantidad de estos organismos disminuyó al quemar los residuos de cosecha, mientras que en el análisis de hongos, la quema no modificó el NMP en el caso de Fusarium, e incrementó el NMP de saprófitos que descomponen la materia orgánica.

Con relación a la incidencia de punta negra en el grano, se detectó sólo un pequeño incremento en el porcentaje de granos dañados cuando no se quemó la paja (Cuadro 2), con lo cual se asumió que más que la quema, el factor determinante en la aparición de esta enfermedad es el genético, para lo cual, como medida de control se recomienda evitar la siembra de variedades con mayor tendencia a presentar punta negra (Madariaga, Latorre, 2004).

Cuadro 1. Efecto de la quema de la paja de trigo, sobre la cantidad de semilla de maleza, nemátodos y hongos del suelo, después de 8 ciclos de evaluación. Muestra 0935/09 paja sin quemar y 0.936/09 paja quemada. CEVY-INIFAP.

No muestras	Resultados de Malezas Positivo a	Resultados de Nematodos Positiva a	Resultados de Micología. Positivo a
0935/09	*Sorghum halepense*. (Zacate jhonson) 15/100 g de suelo.	*Tylenchorynchus* sp. 35/200g de suelo.	*Fusarium sp.* NMP* $9.3X10^2$; Maximo $2.39X10^3$; Mínima $3.6X10^2$ en 10 g de suelo.
	Chenopodium álbum (Chual blanco). 5/100 g de suelo.	*Aphelenchus* sp. 12/200 g de suelo.	Saprofitos que descomponen la materia. NMP* $4.7X10^3$; Maximo $1.21X10^4$; Mínima $1.82X10^3$ en 10 g de suelo.
	Portulaca oleracea (Verdolaga comun). 2/100g de suelo.		
0936/09	*Sorghum halepense*. (Zacate jhonson) 12/100 g de suelo.	*Tylenchorynchus* sp. 29/200g de suelo.	*Fusarium sp.* NMP* $9.3X10^2$; Maximo $2.39X10^3$; Mínima $3.6X10^2$ en 10 g de suelo.
	Chenopodium álbum (Chual blanco). 1/100 g de suelo.		
	Portulaca oleracea (Verdolaga comun). 1/100g de suelo.	*Aphelenchus* sp. 8/200 g de suelo.	Saprofitos que descomponen la materia. Mayor a $16X10^4$ en 10 g de suelo.
	Echinochloa colunum (Zacate pinto) 12/100 g de suelo.		

*Numero más Probable (NMP).

Cuadro 2. Efecto de la quema de paja sobre la incidencia de punta negra en grano de trigo de la variedad Samayoa C2004. CEVY-INIFAP. Ciclo 2008-2009.

Tratamientos	Punta negra (%)
Paja quemada	25.8
Paja sin quemar	27.4

La concentración de nitrógeno y fósforo en la paja fue de 0.57 y 0.032% respectivamente. Al quemar ésta, se eliminó todo el nitrógeno mientras que el fósforo apenas sufrió una leve variación (Cuadro 3). Cabe destacar que al incinerar la paja, sólo se recupera el 10% del peso original de la muestra, con lo cual se deduce que la materia orgánica contenida en la paja es un 90% de su peso. Para determinar la cantidad de paja que se produce por ha, se determinó un índice de cosecha de 0.45 en los experimentos conducidos durante 2008-2009, con lo cual se pudo determinar que en promedio, por cada tonelada de grano producida se generan 1.22 ton de paja por ha (Figura 5).

Cuadro 3. Efecto de la quema, sobre el contenido de nitrógeno, fósforo y materia orgánica en la paja de trigo. CEVY-INIFAP. Ciclo 2008-2009.

Variables	Condición de la paja	
	Sin quemar	Quemada
Nitrógeno %	0.570	0.0000
Fósforo %	0.032	0.0331
Materia Orgánica %	90	0.0

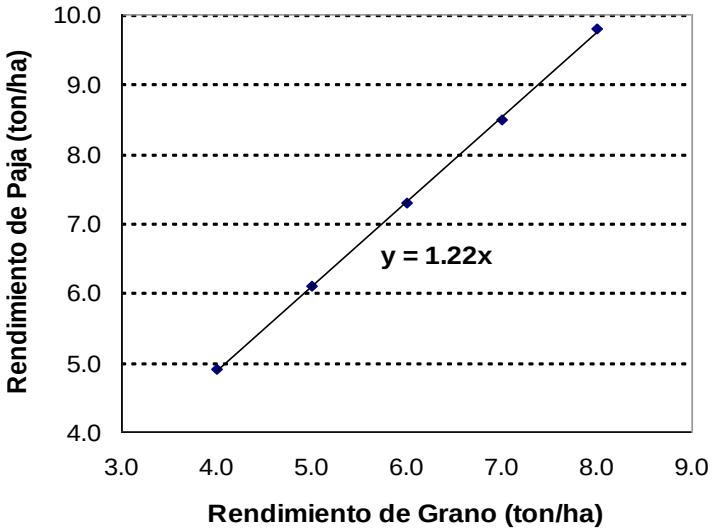


Figura 5. Relación entre el rendimiento de grano y paja en trigo, asumiendo un IC de 0.45.

Si se considera que el 90% de la paja es materia orgánica, la cantidad que se aporta al suelo cuando los residuos de cosecha se incorporan se describe en la Figura 6. De acuerdo con esta información, cuando se obtiene un rendimiento de 6.0 ton ha^{-1} de grano, la cantidad de paja producida es de 7.32 ton ha^{-1} que representan 6.588 ton ha^{-1} de materia orgánica que pueden ser incorporadas.

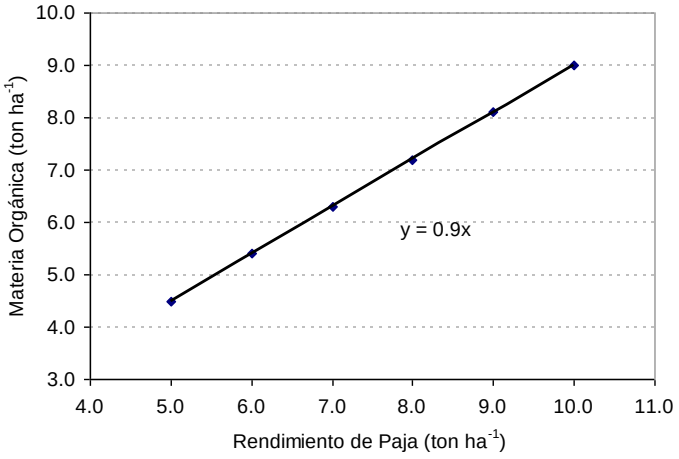


Figura 6. Rendimiento de Paja y Materia Orgánica considerando 90% de MO en paja de Trigo

Con los resultados obtenidos, se pudo visualizar un aspecto que nunca se toma en cuenta al momento de cuantificar los impactos de la quema, ya que si se considera que la paja contiene 0.57% de nitrógeno, el cual se pierde en la combustión de la misma, las pérdidas de nitrógeno a la atmósfera serán proporcionales a la cantidad de paja que se queme y a la concentración de este elemento en la paja. Cabe destacar, que en los ensayos de fertilización se ha cuantificado hasta 0.7% de nitrógeno en la paja. Con la información del nitrógeno perdido durante la quema, se puede estimar el impacto económico por ha si se considera el costo por unidad de nitrógeno de las dos principales fuentes utilizadas en el Valle del Yaqui que son amoníaco anhidro y urea. Si consideramos un caso hipotético donde un productor obtuvo 7.2 ton ha^{-1} de grano y quema los residuos de cosecha, perdería 50 unidades de nitrógeno contenidas en la paja que representan $444 y $707 pesos por ha si se expresan como NH_3 ($8.88 por unidad) o como urea ($14.13 por

unidad) respectivamente con base a precios del 23 de mayo de 2009 (Figuras 7 y 8). Lo anterior contradice cualquier argumento que promueva la quema como un medio para reducir un rastreo en los costos de preparación del suelo, ya que un rastreo cuesta $300 por ha.

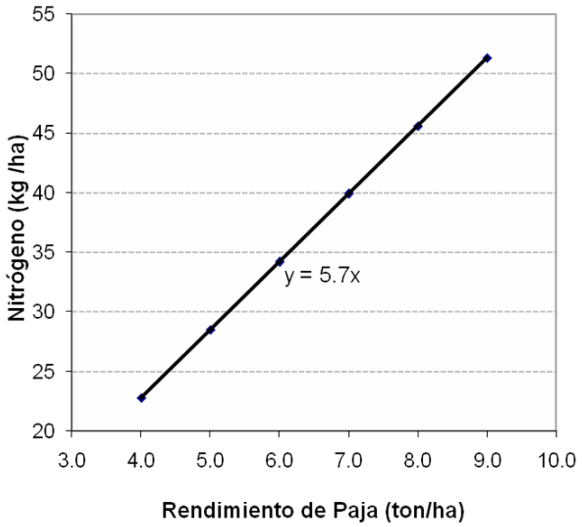


Figura 7. Rendimiento de paja y su contenido de nitrógeno considerando una concentración de 0.57%

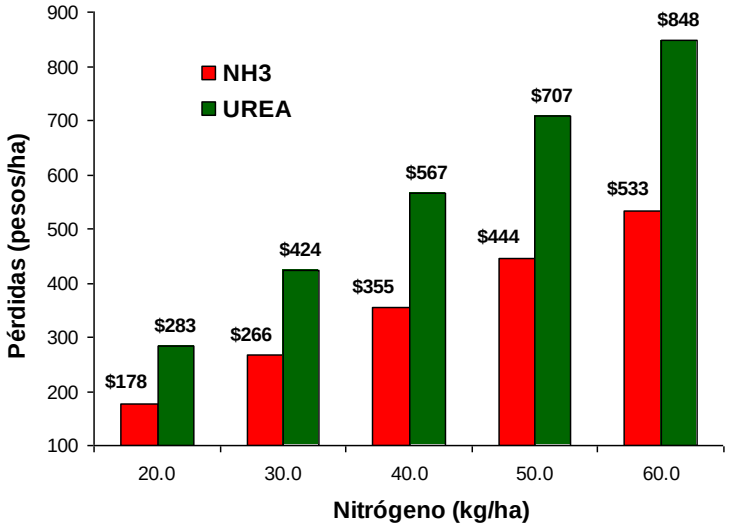


Figura 8. Nitrógeno en la paja de trigo y pérdidas en $/ha al quemar, en función de dos fuentes de N

El análisis de suelo, demostró que la incorporación de la paja promovió un incremento en el contenido de materia orgánica, en la disponibilidad de nitrógeno y en la conductividad hidráulica, lo cual es un indicador de la mayor fertilidad que se obtiene al evitar la quema. El resto de las variables analizadas no presentaron variaciones significativas por efecto de los tratamientos (Cuadro 4). Los beneficios del incremento de materia orgánica por efecto de la incorporación de residuos de cosecha o abonos orgánicos, ya ha sido reportada por muchos autores, dentro de los beneficios de la materia orgánica se citan por Rodríguez (1994): Mejora la estructura del suelo

incrementando la formación de agregados y la capacidad de retención de humedad, Proporciona protección en la superficie del suelo reduciendo así la formación de costras e incrementando la infiltración del agua, Reduce los efectos de la compactación, Actúa como un almacén de nutrimentos, Propicia un mayor movimiento y disponibilidad de fósforo y micro elementos, Incrementa la capacidad de intercambio catiónico, Proporciona energía para la actividad microbiana del suelo, e Incrementa la capacidad amortiguadora del suelo contra cambios drásticos en el pH.

Cuadro 4. Efecto de la quema de paja sobre las características físico-químicas del suelo, después de ocho años de evaluación. CEVY-INIFAP.

Característica del suelo 0-30 cm	Tratamiento	
	Paja quemada	Paja sin quemar
Nitrógeno nítrico kg ha^{-1}	160.6	265.4
Fósforo disponible ppm	23.7	23.1
pH	8.33	8.35
Materia orgánica %	0.76	1.68
C.E. (Extracto) dS m^{-1}	0.84	1.06
C.H. cm h^{-1}	0.088	0.234
Calcio meq/100 g	32.6	33.3
Magnesio meq/100 g	4.3	4.3
Sodio meq/100 g	1.98	2.09
Potasio meq/100 g	3.7	3.9
Cu ppm	1.20	1.18
Fe ppm	3.30	3.20
Mn ppm	5.24	5.55
Zn ppm	0.19	0.30
Ca meq L^{-1} en extracto	1.94	3.09
Mg meq L^{-1} en extracto	1.34	2.15
Na meq L^{-1} en extracto	5.12	5.39
PSI	4.57	3.52

Desde el punto de vista agronómico, la variable más importante para el productor definitivamente la constituye el rendimiento de grano. Durante los ocho años de evaluación, la quema disminuyó la producción desde el primer año, sin embargo, se reportan los tres últimos por lo impactante de las diferencias entre los tratamientos evaluados, ya que la quema de la paja provocó una reducción de más de una ton por ha durante los ciclos 2007-2008 y 2008-2009 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la quema de paja sobre el rendimiento de grano durante los tres últimos años de evaluación. CEVY-INIFAP.

Tratamiento	Rendimiento ton ha^{-1}		
	2006-2007	2007-2008	2008-2009
Paja quemada	6.408	7.116	7.606
Paja sin quemar	5.769	5.987	6.548

En base en estos resultados, se observa que los impactos negativos sobre el ambiente, sobre la producción de trigo y sobre los suelos, son más grandes que las ventajas con las que se pretende justificar esta práctica en el Valle del Yaqui.

CONCLUSIONES

Desde un punto de vista agronómico, la quema de la paja de trigo afecta negativamente el rendimiento de trigo, aun cuando disminuye la incidencia de algunos patógenos del suelo y la población de semillas de maleza.

La quema reduce la materia orgánica, que es uno de los principales indicadores de la fertilidad del suelo y además provoca la pérdida de nitrógeno hacia la atmósfera, lo cual genera un impacto económico directo sobre los agricultores y un impacto ambiental negativo, además del daño a la salud de la población.

LITERATURA CITADA

Cortés J.J.M. 2007. Resultados con métodos de labranza en trigo. Folleto para productores No. 38. Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. 20 p.

García de Cortázar G. V., Paola Silva C. P. y Acevedo H. E. 2003. Evaluación de un modelo predictivo sobre el efecto de la temperatura y humedad en la descomposición de rastrojo de trigo. Agricultura Técnica 63:1:69-80. INIA, Chillán, Santiago de Chile.

Gilchrist-Saavedra, L., G. Fuentes-Dávila, C. Martínez-Cano, R. M. López-Atilano, E. Duveiller, R. P. Singh, M. Henry e I. García A. 2005. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. Segunda edición. México, D.F. CIMMYT.

Madariaga, B. R. y Latorre, G. B. 2004. Boletín de Trigo, Capitulo 5. Enfermedades. p 124. http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR31878.pdf. Visitado 22 de Mayo de 2009.

Moncada A. A. y Quintero N. M. 2006. Las quemas agrícolas en los valles Imperial de California, EUA y Mexicali, Baja California, México. En: Quintero N. M. 2006. Contaminación y medio ambiente en Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. 249 p.

Norma Mexicana. NMX-FF-055-1984. Productos alimenticios no industrializados para uso humano. Cereales. Trigo. Método de prueba. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. 1998. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. 25 p.

REGLAMENTO EN MATERIA DE PRESERVACION, CONSERVACION Y RESTAURACION DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y EL MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE PARA EL MUNICIPIO DE CAJEME. FICHA TECNICA NORLEX. 25 de agosto de 1998.

Rodríguez, C. J. 1994. ¿Qué sabe usted de la materia orgánica del suelo? En: CIANO INFORMA Num. 3. Vol. IV. CEVY-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora.

SAGARPA. 2009. Costos de producción para el cultivo de trigo en surcos. Comité de Costos del DDR-148. Cajeme. Cd. Obregón, Sonora.

Valenzuela, P. A., Martínez, B. A. y Medina, V. A. Sin año. Producción de Semillas de Trigo en el Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado, Sonora. CEMEXI-CIRNO-INIFAP.

http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Produccion/Paquetes/Semilla.pdf. Visitado 22 de Mayo de 2009.

http://scarab.msu.montana.edu/Disease/DiseaseGuidehtml/webAbphys.htm. Visitado 26 de mayo de 2009.

http://www.ag.ndsu.edu/extplantpath/publication/Tan%20Spot%20and%20Septoria_Stagonospora%20Diseases%20of%20Wheat.pdf. Visitado 26 de mayo de 2009.

http://www.apsnet.org/pd/search/1983/pd_67_1323.asp. Visitado 26 de mayo de 2009. Visitado 26 de mayo de 2009.

http://www.publish.csiro.au/paper/AP96042.htm. Visitado 26 de mayo de 2009.

DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL DE GLADIOLO EN CINCO ESTADOS DE MÉXICO

Benjamín Zamudio-González[1], Juan Nelson Martínez-Rodríguez[1], Margarita Tadeo-Robledo[2] María Magdalena Ofelia Grajales-Muñiz[2]. [1]INIFAP-CIRCE. Vialidad Adolfo López Mateos km 4.5, Carr. Toluca-Zitácuaro, Zinacantepec, Estado de México. bzamudiog@yahoo.com.mx [2]Profesora de Carrera T.C., Ingeniería Agrícola, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, FESC-UNAM, km. 2.5 Carretera Cuautitlán-Teoloyucan, C.P. 54700. Apdo. Postal 25, Cuautitlán Izcalli, Edo., de México.

Palabras clave: ornamentales, flor de corte, fertilización, análisis químico.

RESUMEN

La calidad de la flor de corte del gladiolo depende de la genética del cultivo y el sistema de producción. Para aspirar a cosechas de alta calidad es indispensable iniciar con semilla o cormos de gladiolo con pureza varietal certificada, libre de plagas y enfermedades; así como de la nutrición balanceada y suficiente del cultivo. Sólo de esta manera el productor de gladiolo podrá competir y pretender altos precios en el mercado nacional e internacional. En este trabajo, se hizo un diagnóstico nutrimental del suelo y tejidos vegetales de gladiolo en las principales regiones productoras en México, a fin de coadyuvar a la tecnología disponible para obtener flor de gladiolo de calidad. La colecta de muestras de gladiolo se hizo en sitios comerciales en cinco regiones del país durante el ciclo verano-otoño 2007. En laboratorio, se determinaron los contenidos químicos en suelos, tejidos de raíz y de hoja. El análisis de varianza (ANAVA) de los datos consideró el modelo de Diseño Experimental Completamente al Azar con cuatro repeticiones y la comparación de medias de concentración nutrimental en tejidos vegetales se les practicó una prueba de hipótesis para intervalos por cada uno de los predios de los cinco estados del estudio. Se categorizaron por nutrimento con la decisión de dentro o fuera de los “rangos de suficiencia” como: normales, *deficientes y en exceso*, según criterios publicados en la literatura especializada de ornamentales. Se discute la relación con la oferta nutrimental de los suelos y la necesidad de enmienda. Las pruebas de hipótesis indicaron graves problemas de desbalances nutrimentales en tejidos de raíces y hojas de gladiolo en el país; y se destaca la baja eficiencia de potasio aún en suelos con alta oferta, la deficiencia de cobre en hojas, y valores extremadamente altos en raíces de Hierro (Fe) seguidas por manganeso por causa de suelos extremadamente ácidos.

ABSTRACT

The quality of cut gladiolus flower depends on genetics and production system. To aspire to high quality cut flower is necessary starts with bulbs of gladiolus with high varietal purity and free of pests and diseases certified; as well as balanced and sufficient nutrition of the crop. Only in this way, the producer of gladiolus can compete and expect high prices in the domestic and international markets. In this study, there was a nutritional diagnosis of soil and plant tissue of gladiolus in the main producing regions in Mexico, to assist in the technology available for gladiolus flower quality. The collection of samples of gladiolus was made on commercial sites in five regions of the country during the summer-fall 2007 cycle. In the laboratory, was determined the chemical content in soil, root tissue and leaf. The analysis of variance (ANOVA) of the data considered the model of a completely randomized design with four replications. The comparison of average nutrient concentration in plant tissues was given a hypothesis test intervals for each of the properties of the five states. Each nutriment was categorized within or outside the "sufficiency ranges" as: normal, deficient and in excess, according to criteria published in the specialized ornamental literature. We discuss the relation to soil nutrient supply and the need for amendment. Hypothesis tests showed serious problems of nutritional imbalances in tissues of roots and leave of gladiolus in the country, and low efficiency of potassium in soils although its high supply, copper deficiency in leaves, and extremely high values of Fe in roots followed by manganese due to extremely acidic soils.

INTRODUCCIÓN

El gladiolo se cultiva en más de 3,754 hectáreas en doce entidades del país. Los estados con mayores áreas son: 1,073 ha en Puebla, 971 ha en el Estado de México, 876 ha en Morelos, 491

ha en Michoacán, 232 ha en Guerrero y 110 ha en Veracruz (Claridades Agropecuarias, 2006). El gladiolo es una planta perene bulbosa que se cultiva en ciclos menores de cuatro meses con el cambio constante de terrenos o rotación de cultivos para evitar el incremento de la incidencia de plagas y enfermedades telúricas que atacan tejidos de la raíz y el cuello de la raíz en la planta. Del gladiolo se cosechan sus espigas elegantes, y se comercializan éstas como flor de corte con una extensa variedad de colores y belleza. Sólo en el Estado de México, la producción supera un millón de gruesas de gladiolo (una gruesa tiene 144 de espigas), con precios que fluctúan en el mercado nacional del orden de 150 a 400 pesos de acuerdo a la calidad y temporada (aproximadamente de 10 a 30 dólares americanos la gruesa). Al considerar un precio de venta en el mercado por parte del productor de base de 20 dólares la gruesa, se estima la derrama económica en el campo por la venta de gladiolo en el Estado de México es del orden de 20 millones de dólares al año. Se aprecia la demanda de la flor de corte de gladiolo es estable en el mercado nacional. En México, la espiga de gladiolo es aprovechada para ornamentos en ceremonias religiosas, eventos sociales y para ocasiones personales. Se destacan picos de alta demanda del mercado nacional de la flor de gladiolo para la conmemoración del día de muertos del 2 de noviembre, seguida por fechas del 12 de diciembre, 10 de mayo y 14 de febrero. Pese al potencial productivo que México tiene como productor de flores, éste no ha sido aprovechado, y su participación en los mercados internacionales es relativamente baja debido a la pobre calidad que predomina (Claridades Agropecuarias, 2006). La nutrición vegetal se considera como uno de los factores más determinantes para la obtención de flor de corte de alta calidad final. Se ha identificado con alta frecuencia un grave problema de fertilización empírica del cultivo de gladiolo, ya que los productores de esta flor de corte en más de 95%, no acuden a la tecnología de diagnóstico nutrimental con base al análisis químico del componente agua de riego-suelo y tejidos vegetales. Con base al problema anotado, se formuló la hipótesis: “existen desbalances nutrimentales en cultivo de gladiolo en los sistemas de producción comerciales por entidades, sitios dentro de las entidades, y en los tejidos de hojas y raíces de la planta”. El diagnóstico propuesto se oriento para establecer medidas correctivas de enmienda y fertilización del suelo y nutrición del cultivo con el objetivo de coadyuvar a cosechas con mayor proporción de espigas de gladiolo de alta calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se hicieron colectas de tejido vegetal de plantas de gladiolo en sitios comerciales durante el ciclo verano-otoño de 2007, ciclo de cultivo planeado para la cosecha de flor de corte para su venta en la fecha de Día de Muertos que se conmemora en México el 2 de noviembre. Se seleccionaron los cinco estados de México con mayores áreas de cultivo de gladiolo. De cada estado a su vez se seleccionaron cinco unidades de producción y dentro de cada unidad de producción se tomaron por cuadriplicado en forma aleatoria muestras de suelo en contacto con las raíces a aproximadamente 0.20 m de profundidad (rhizosfera), así como el correspondiente tejido de raíz y hoja de 20 plantas por repetición. La ubicación geográfica precisa de los lugares donde se hicieron las colectas fueron: Atlixco, San Salvador y San Lucas de Puebla; Pilcaya, Guerrero; Tuxpan, San Jerónimo (Quiroga), Michoacán; Ixtapan del Oro, Jocotitlán e Ixtlahuaca en el Estado de México; y Cuautla, Ayala, Cuautepec (Zacualpan) y Oacalco (Yautepec) en Morelos.

A los suelos se les determinaron los siguientes parámetros, de los cuales se hace una descripción del método utilizado según Aguilar *et al.* (1987), y fueron: el pH con potenciómetro y la conductividad eléctrica se determinó con conductivímetro, ambas variables en relación de partes por peso de 1 de suelo por 2 de agua; el contenido de materia orgánica se obtuvo por el método de Walkey y Black, el nitrógeno por el método de Microkjeldhal, el fósforo se midió con el procedimiento de Bray 1, el potasio total extractado con acetato de amonio y medido por fotometría de flama; en tanto los cationes de sodio, calcio y magnesio se obtuvieron por medio de titulación con EDTA. Adicionalmente se determinó de las muestras de suelo su textura y densidad aparente.

A las muestras de tejido vegetal se les midieron los contenidos de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn y B; con la metodología estandarizada de digestión húmeda tríacido según Manual del Laboratorio de Nutrición Vegetal del Colegio de Posgraduados (Alcántar y Sandoval, 1999). Los datos de los contenidos de cada nutrimento en tejidos de hojas y raíces fueron comparados contra el criterio

teórico de "rango de suficiencia" para gladiolo como cultivo intensivo publicado por Alarcón, (2004).

Las pruebas se corrieron con el paquete estadístico SAS. El análisis de varianza (ANAVA) consideró el modelo de Diseño Experimental Completamente al Azar con cuatro repeticiones. La validez de las decisiones de la "normalidad", "suficiencia" o "deficiencia o toxicidad" de cada nutrimento fue hecha por cada estado y en su conjunto o país fue sustentada con base a "intervalos de suficiencia calculados" al modificar los "rangos teóricos" al considerar la variabilidad y el error estadístico de los valores medidos en las muestras de tejidos de gladiolo. Para ello, se uso una prueba de hipótesis propuesta según criterios publicados por Casella (1990) (Mood y Graybill, (1978). Dicha prueba que se utiliza cuando la media de una muestra varía en forma continua en un intervalo, así:

$$H_0 : \theta_1 \leq X \leq \theta_2 \qquad Vs \qquad H_a : X < \theta_1 \text{ ó } X > \theta_2$$

Y la regla de decisión para esta prueba es:

Se rechaza H_0 si $X > \theta_2 + t_{n-1,\alpha/2}\sqrt{s^2/n}$ ó $X < \theta_1 + t_{n-1,\alpha/2}\sqrt{s^2/n}$

Donde:
X= promedio,
θ_1 = límite inferior del rango de suficiencia y
θ_2= límite superior del rango de suficiencia
La prueba de hipótesis anterior aplicada a rango de suficiencia teórico propuesto por Alarcón (2004), se modificaron por la fuente de variación y error para obtener el rango o intervalo de suficiencia calculado; con el cual se tomaron las decisiones para clasificar a los elementos como *deficientes (letra cursiva para facilitar discusión)*, **excesivos (letra negrita)** o dentro del rango de suficiencia (letras y números normal), por estado y país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de algunas variables de los suelos de los sitios comerciales cultivados con gladiolo para cada una de las cinco entidades federativas son mostrados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores promedio de algunas variables de suelos con gladiolo en México.

Estado	pH	C.E. dS m^{-1}	Textura	M.O %	N %	P mg kg^{-1}	K meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g
Guerrero	6.01	0.25	Arcilla	1.47	0.06	64.3	0.32	16.2	8.9
México	5.25	0.50	Arcilla	2.68	0.10	107.3	0.32	8.7	5.0
Michoacán	5.59	0.67	Mig. Arcill.	3.29	0.16	75.9	0.93	9.7	5.2
Morelos	6.01	0.87	Mig. Arcill.	3.78	0.11	180.5	0.59	14.8	7.4
Puebla	6.42	0.59	Mig. aren.	1.19	0.05	48,8	0.57	10.9	3.1
R Óptimos	6.1-7.5	0.3-0.6	Franco	2-3	0.1-0.2	20-30	0.5-0.7	10-20	2.5-5.0

£ Rangos de suelo Alarcón, (2004)

Los suelos cultivados con gladiolo en México en promedio son: de ligera a fuertemente ácidos, bajos en contenido de sales, texturas pesadas o arcillosas, pobres de materia orgánica y nitrógeno en Guerrero y Puebla, suficiente a alta oferta de fósforo, bajos de K en Guerrero, Estado de México y Puebla, con contenidos de bajo a medio de calcio y magnesio. Con base a este diagnóstico parcial del *status* del contenido químico de los suelos, se espera por una parte en los tejidos de gladiolo sean bajos o deficientes las concentraciones de N, K, Ca; en tanto por el otro extremo se presenten posibles excesos o toxicidades de micro elementos metálicos (Fe, Cu, Zn, Mn) y de aluminio por la excesiva acidez.
Las pruebas de hipótesis para juzgar el estatus de los contenidos de macro-elementos en tejidos de gladiolo al considerar el conjunto de los cinco estados de la república estudiados son

presentadas en el Cuadro 2. Se juzga el contenido promedio de N en raíz fue de 1.2 % (Cuadro 1), contra el rango de suficiencia calculado se rechaza Ho y se clasifica como bajo o insuficiente; mientras que en la hoja se manifiesta que el contenido de N se encuentra en el rango de normalidad. Este elemento debe de encontrarse en cantidades disponibles suficientes para que la planta realice las funciones básicas como la fotosíntesis y la formación de estructuras como la formación de reservas de aminoácidos, aminas, proteínas, nucleótidos, etc. (Bidwell, 1979; Gil, 1995; Alarcón, 2004; Alcántar y Trejo, 2007).

El contenido en raíz de fósforo (P) fue de 0.2%; comparándose con el rango calculado se entiende que es baja la disponibilidad el suelo, y se cataloga como deficitario en raíz; mientras que el P en hoja asciende a 0.4% y se clasifica como normal o en grado de suficiencia, tendiendo hacia del límite de deficiencia. Los productores de gladiolo fertilizan con dosis hasta de 800 kg·ha^{-1} de fosfato de amonio al plantar los cormos con el objeto de lograr alta formación de espigas florales. No obstante, se aprecia escaso contenido de este nutrimento en raíces y un valor muy cercano al límite inferior de suficiencia en hoja. Este elemento en la planta tiene la función de favorecer el desarrollo de la raíz y producción de nuevos bulbillos para reposición de cormos para futuras plantaciones, ya que induce al crecimiento de nuevos meristemos (Will, 1988).

Cuadro 2. Pruebas de hipótesis y decisiones del estatus de contenidos promedio de **macro**-elementos en tejidos de gladiolo en México (combinación de cinco estados).

Variable	Tejido		Rango teórico*		R. calculado		Decisión
			θ_1	θ_2	θ_2	θ_1	
N	Raíz	*1.2*	2.8	4.5	3.0	5.1	*Se rechaza Ho/ N deficiente*
	Hoja	3.3	2.8	4.5	3.0	5.1	No se rechaza Ho
P	Raíz	*0.2*	0.2	0.5	0.4	0.7	*Se rechaza Ho/ P deficiente*
	Hoja	0.4	0.2	0.5	0.3	0.7	No se rechaza Ho
K	Raíz	*1.0*	1.8	3.0	2.9	4.4	*Se rechaza Ho/ K deficiente*
	Hoja	*1.9*	1.8	3.0	2.7	4.2	*Se rechaza Ho/ K deficiente*
Ca	Raíz	*0.6*	1.0	1.5	0.7	1.7	*Se rechaza Ho/ Ca deficiente*
	Hoja	0.7	1.0	1.5	0.6	1.6	No se rechaza Ho
Mg	Raíz	0.4	0.3	0.6	0.3	0.5	No se rechaza Ho
	Hoja	0.3	0.3	0.6	0.2	0.4	No se rechaza Ho

£ Rango de suficiencia teórico en hoja según Alarcón,(2004); y calculado según Casella, (1990) y Mood and Graybill, (1978). Apreciación de *letras y números en cursivas* para destacar *"deficiencias."*

El potasio (K), se encontró en cantidad de 1.0% y 1.9% en raíz y hoja respectivamente. En contraste con los índices de suficiencia calculados se rechazan las hipótesis nulas y son clasificados los valores de K en raíz y hoja como "en deficiencia", Esta tendencia se repite en todos los lugares de los cinco estados evaluados. La falta de potasio afecta la regulación de la presión osmótica y proporciona turgencia a las células repercutiendo en la apariencia de las espigas como producto final. El K también aumenta la actividad fotosintética que favorece el desarrollo de la planta (Alarcón, 2004, Alcántar y Trejo, 2007, Bidwell, 1979 y Urrestarazu, 2004).

El calcio (Ca), se midió abajo ligeramente al límite inferior de suficiencia del rango calculado en la raíz (0.6%, deficiente), en tanto en hojas de 0.7% apenas sobrepasó este rango (suficiente). El calcio cumple funciones enzimáticas para orientar procesos metabólicos, es indispensable en la proliferación de nuevas raicillas, y juega un rol básico en la construcción de paredes celulares. En

el suelo actúa en relación con otros cationes (K y Mg), por lo cual en mayor o menor medida afectará su disponibilidad y absorción (Urrestarazu, 2004).

El magnesio (Mg), no mostro problemas en las concentraciones que fueron de 0.4% y 0.3% en la raíz y hojas respectivamente, lo que comparado con los indicadores calculado ubica a los valores de raíz y hoja en "normal".

Las pruebas de hipótesis para calificar con honestidad estadística los desbalances de micro-nutrimentos en tejidos de hojas y raíces de gladiolo en promedio para el conjunto de datos de los cinco estados de México estudiados, son presentadas en el Cuadro 3.

Se midieron concentraciones de los metales Fe, Cu y Mn en exceso o grado tóxico en tejidos de raíces. Se destaca el contenido de fierro en raíces que equivale a cuatro veces el valor del límite superior de suficiencia calculado y es más de 13 veces el contenido de Fe en hoja de gladiolo. Este cultivo es producido en suelos derivados de partículas volcánicas con residuo ácido. Los valores de pH del suelo son del rango muy frecuente de 4.0 a 5.5 unidades por lo cual amerita enmienda con roca caliza y/o dolomita para amortiguar y alcalinizar el medio de las raíces. Se deduce la toxicidad de fierro causa "bloqueo" o efecto antagónico en la competencia de sitios de absorción y asimilación de otros metales nutrimentales, y junto con el aluminio provoca necrosis o muerte de raíces con el fenómeno asociado de una reducción de las funciones propias de la raíz de absorción hídrica y nutrimental (Alcántar y Trejo, 2007).

Cuadro 3. Pruebas de hipótesis y decisiones del estatus de contenidos promedio de **micro**-elementos en tejidos de gladiolo en México (combinación de cinco estados).

Variable	Órgano	Media (mg kg^{-1})	Rango teórico* θ_1	Rango teórico* θ_2	Rango Calculado θ_2	Rango Calculado θ_1	Decisión
Fe	Raíz	**6534**	80	150	1601	1721	**Se rechaza Ho/ Fe en exceso**
	Hoja	514	80	150	592	712	No se rechaza Ho
Cu	Raíz	**18.2**	7	15	10.8	17.8	**Se rechaza Ho/ Cu en exceso**
	Hoja	*13.6*	7	15	16.3	23.3	*Se rechaza Ho/ Cu deficiente*
Zn	Raíz	47	25	80	32	82	No se rechaza Ho
	Hoja	44	25	80	27	77	No se rechaza Ho
Mn	Raíz	**180**	35	120	77	157	**Se rechaza Ho/ Mn, exceso**
	Hoja	123	35	120	76	156	No se rechaza Ho
B	Raíz	69	30	70	39	94	No se rechaza Ho
	Hoja	58	30	70	30	85	No se rechaza Ho

£ Rango de suficiencia teórico en hoja según Alarcón, (2004); y calculado según Casella, (1990) y Mood and Graybill, (1978). Apreciación de *letras y números en cursivas* para destacar *"deficiencias*"**; y en negritas para destacar excesos.**

En contraste a la presencia excesiva tóxica de Fe-Cu y Mn en raíces; en hoja de gladiolo en Cu se midió deficiente por probable exclusión de su trasporte de la raíz hacia la parte área vegetativa por fenómenos de antagonismo de cationes. En cambio, el Fe y Mn se encontraron dentro del rango de suficiencia.

En lo general, se visualiza con el criterio de comparar los contenidos de micro-elementos en hoja de gladiolo en los cultivos comerciales de gladiolo "no existe problema"; sin embargo es

reconocido el indicador de la variable central anula valores extremos sin permitir la deducción de desbalances por sitio específico. No obstante, se juzga grave la alta concentración de Fe en raíces de gladiolo en el país; por lo cual deberá promoverse la práctica de enmienda del encalado para aminorar la excesiva acidez de los suelos cultivados con gladiolo en México.

CONCLUSIONES

Los desbalances nutrimentales más graves y consistentes en la producción comercial de gladiolo para el conjunto de cinco estados de México fueron: 1.- En todos los sitios se midió deficiencia de potasio en tejidos vegetales, aún cuando la oferta de este nutrimento en el suelo fue calificada de normal en Morelos y Puebla, e incluso alta en Michoacán, 2.- Se calificaron concentraciones tóxicas y muy excesivas de fierro en tejidos de raíces de gladiolo, seguido por alto manganeso y cobre, 3.- No obstante, los contenidos de micro-elementos en hojas de gladiolo fueron “normales” con excepción de cobre que fue deficiente, 4.- Dada la frecuente extrema acidez de los suelos, sus pobres contenidos de materia orgánica y la baja oferta de calcio y magnesio; se justifica un plan de enmienda de suelo para alcalinizar el medio de las raíces con roca dolomita y añadir materia orgánica; con el objetivo de aportar Ca-Mg, habilitar la disponibilidad de K, y para reducir el efecto tóxico por el exceso de Fe-Cu y Mn.

LITERATURA CITADA

Alarcón, L. A. 2004. Diagnóstico de nutrición agrícola: agua, suelo y material vegetal. Segundo máster de nutrición vegetal de cultivos hortícola protegidos. Ed. Universidad Politécnica de Cartagena España. 90 pp.

Alcántar, G. G. y Sandoval V. M. E. 1999, Manual de análisis químico de tejido vegetal. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C. Publicación Especial 10, Chapingo Estado de México. 156 pp.

Alcántar, G. G. y Trejo L. I. 2007. Nutrición de cultivos. Ed. Mundi Prensa México, S.A. de C.V. Colegio de Potsgraduados. 438 pp.

Aguilar S., A. J. D. Etchevers B. Y J. Z. Castellanos R. (Eds.). 1987. Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Chapingo, México. 217 pp.

Bidwell R. G. 1979. Fisiología vegetal. Ed. AGT, México, D.F. 267 pp.

Casella, G. and Berger, R. 1990. Statistical Inference. Ed. Duxbury Press. California, USA. 650 pp.

Claridades Agropecuarias. 2006. Floricultura mexicana; Flores de corte. Núm. 154. 3-39 pp.

Gil. M.F. 1995. Elementos de Fisiología Vegetal. Editorial Mundi Prensa. España. 230 p.

Mood, A. y Graybill, F. 1978. *Introducción a la Teoría de la Estadística*. Editorial Aguilar. Madrid, España. 536 pp.

Wild A. (compilador) 1988. *Condiciones de suelo y desarrollo de las plantas según Rusell*. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 78-145 pp.

Urrestarazu, M. 2004. Tratado de cultivo sin suelo. Ed. Mundi-prensa. España. 914 pp.

EFECTO ALELOPÁTICO DE RESIDUOS SECOS DE CINCO MALEZAS SOBRE LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO INICIAL DE CEBOLLÍN (*ALLIUM cepa L*).

M. Cruz[1], J. F. Ponce-Medina[1], A. M. García-López[1], L. Partida-Ruvalcaba[3], R. Medina[1], C. Ceceña[1] y J. U. Murillo[2]. [1]Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, B. C. mcruz1410@hotmail.com. [2]Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, B. C. Tesista de Licenciatura del ICA-UABC. [3]Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa.

Palabras clave: Interferencia, alelopatía, peso seco.

RESUMEN

Se condujo un experimento con el objeto de evaluar el efecto alelopático de residuos secos de cinco malezas en la germinación y desarrollo inicial del cultivo de cebollín. Las malezas utilizadas fueron, girasol (*Helianthus annus*), coquillo (*Cyperus rotundus*), grama (*Cynodon dactylon*), quelite rojo (*Amaranthus palmeri*) y fibra (*Sesbania macrocarpa*) y la variedad de cebollín fue Green Banner. Las malezas se dividieron en raíz, parte foliar y planta entera las cuales fueron los tratamientos mas un testigo sin maleza, con tres repeticiones. La germinación fue afectada significativamente en la mayoría de los tratamientos respecto al testigo y los que mostraron mayor efecto alelopático y que presentaron los valores mas bajos fueron, raiz de coquillo, raíz de grama, con valores de 2.00 y 5.66 semillas germinadas respectivamente. El mayor valor fue para foliar de grama con 18.33 semillas, no encontrando diferencia sobre el testigo, raíz de fibra y raíz de girasol con valores iguales de 17.00 semillas. Al analizar la longitud de plántulas de cebollín a los 15 dds, se puede apreciar que el total de los tratamientos mostraron diferencia altamente significativa con respecto al testigo cuyo valor fue de 10.17 cm, y los tratamientos planta entera de *H. annus* y raíz de *H. annus* con valores de 5.96 y 5.49 cm respectivamente, fueron los que mostraron menor diferencia significativa. Siete de los tratamientos presentaron valores de cero, destacando nuevamente raíz de *S. macrocarpa*, foliar de *C. dactylon* y foliar y planta entera de *A. palmeri*. Al evaluar la peso seco de las plántulas de cebollin a los 15 dds todos los tratamientos mostraron diferencias significativas con respecto al testigo con un valor de 0.0439 g, sin embargo, cabe mencionar que los tratamientos *C. dactylon* foliar y *H. annus* planta entera presentan los valores mas cercanos al testigo con cifras de 0.0267 y 0.0257 respectivamente.

ABSTRACT

An experiment were carry out with the objective to evaluate allelopathic effect of five common weeds in Valley of Mexicali B.C. on the seed germination and initial development of onion (*Allium cepa* L.). The weeds evaluated were sunflower (*Helianthus annus* L.), nutsedge (*Cyperus rotundus* L.), Bermuda grass (*Cynodon dactylon* L.), amaranth (*Amaranthus palmeri S. wats*) y hemp sesbania (*Sesbania macrocarpa* Muhl.) and onion Green Banner variety was used, which is recommended for temperate climate. Weeds root, foliage and whole plant were used like treatments and control without weed with three repetitions. Germination were significantly affected in the majority of the treatments against control and the most allelopathic effect treatments were nutsedge root and Bermuda grass root with values of 2.00 and 5.66 seeds germinated, respectively. Bermuda grass foliage had 18.33 seeds, hemp sesbania root and sunflower root had the same value (17.00 seeds). Onion length seedlings after 15 das (days after sowing), it can be appreciate that all the treatments were statistically different against control, with a higher value of 10. 17 cm and *H. annus* whole plant and root treatments with values of 5.96 and 5.49 cm, respectively, and they had statistically equaled. Seven of the treatments had zero value, highlighting *S. macrocarpa* root, *C. dactilon* foliage and *A. palmeri* whole plant. Onion seedlings dry weight after 15 das all treatments were statistically different against control with a value of 0.0439 g, however, include *C. dactylon* foliage and *H. annus* whole plant treatments had the most closer values with respect control (0.0267 and 0.0257, respectively).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la agricultura enfrenta el gran reto de satisfacer las demandas de alimentación de una población que crece cada día, y no solo eso, también crecen los obstáculos para obtener productos de calidad y en mayores cantidades debido a factores como plagas, suelos mas pobres en nutrientes, la interferencia de malezas y dentro de estos problemas encontramos el desarrollo de la resistencia a herbicidas. En el valle de Mexicali los principales cultivos agrícolas son: cebollín, espárrago, trigo, algodón, alfalfa entre otros, que cada año se ven afectadas por diferentes factores entre los cuales se encuentra la interferencia de malezas. La producción de hortalizas en el valle de Mexicali es una de las principales actividades económicas y se sitúa como una gran generadora de empleo. De estos cultivos destaca la producción de cebollín para exportación, ya que es indispensable para condimentar y aromatizar platillos, así como, consumo en fresco. En el valle de Mexicali se produce casi la totalidad del cebollín que exporta México, gracias a su cercanía con el principal mercado que es Estados Unidos, por lo que se reducen los costos de transporte y acceso al mercado. En los últimos dos años se han sembrado alrededor de 3,852 hectáreas con una producción de 11 ton h^{-1} (SAGARPA, 2008).

La interferencia de las malezas en el cebollín es un factor que influye en la calidad del cultivo y en la producción final, como este cultivo se caracteriza por poseer una zona radicular superficial, es un blanco fácil para ser afectado en su rendimiento, debido a que la competencia con otras plantas indeseables ocasiona una perdida de nutrientes, esto además, se traduce en aumento de los costos de producción. La simple convivencia con malezas puede acarrear otros problemas además de la lucha por elementos vitales. Los efectos dañinos causados por las malezas pueden ser de dos tipos: competencia y alelopatía. Este ultimo comprende la producción de sustancias químico-toxicas en el follaje, raíces y otras partes subterráneas e igualmente la acción de los residuos de estos órganos, que son liberados al ambiente y que pueden ser nocivos o estimulantes para la germinación o reducir el crecimiento de otras plantas vecinas (García y Fernández, 1991), esto influyendo de igual modo en la calidad y producción final de un cultivo. Productores de hortalizas en la actualidad estar utilizando la fibra (*S. macrocarpa*) una especie leguminosa, para incorporar como abono verde antes de la siembra de cebollín, desconociendo los efectos secundarios que esta maleza pueda provocar. Basado en lo explicado anteriormente el **objetivo** de este trabajo fue determinar los efectos alelopáticos de residuos secos de cinco especies de malezas sobre la germinación y desarrollo inicial de cebollín.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el laboratorio de malherbología del Instituto de Ciencias Agrícolas dependiente de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicado en el ejido Nuevo León, B. C. México, se realizó un experimento, entre octubre y diciembre del año 2008, para evaluar los efectos alelopáticos de residuos secos de 5 malezas comunes del valle de Mexicali, sobre la germinación y desarrollo inicial del cebollín *(Allium cepa* L*).* Para el ensayo, las malezas utilizadas fueron, girasol (*Helianthus annus L.*), coquillo (*Cyperus rotundus* L.), grama (*Cynodon dactylon* L.), quelite rojo (*Amaranthus palmeri S. wats*) y fibra (*Sesbania macrocarpa* Muhl.) las cuales fueron recolectadas de predios dedicados a la producción de cebollín, distribuidos en el valle de Mexicali. Para el ensayo en laboratorio con residuos secos, las malezas fueron lavadas con abundante agua corriente para eliminar residuos de suelo y se dividieron en raíz, parte foliar y planta entera. Cada una de estas partes constituyeron los tratamientos, además, de un testigo sin maleza como referencia, con tres repeticiones, para un total de 48 unidades experimentales. Cada parte de maleza fueron cortadas en trozos pequeños con un cuchillo, los cortes se realizaron momentos después de la recolección cuando las plantas estaban verdes por la facilidad de desprendimiento. Las partes de las malezas por separado, fueron colocadas en una cámara Incubadora (Fisher Scientific) por cinco días a 55^0 C hasta alcanzar materia seca.

En capsulas petri (16 cm diámetro por 2 cm hondo) previamente lavadas con jabón y enjuagadas con agua destilada, se colocaron 12 g de cada tratamiento, para los tratamientos de planta entera se agregaron seis gramos de raíz y seis gramos de parte foliar. Para el caso de *C. rotundus,* el tratamiento de planta entera se hizo con 8 g de parte foliar y 4 de raíz, esto por la diferencia de volumen proporcional de los dos partes con el resto de las malezas.

Encima de los residuos verde de maleza se coloco papel secante Interstate 02350 de color azul (el color es un importante indicador de la presencia de sustancia alelopática) y se humedeció con agua destilada para mantener el papel adherido sobre los residuos. La variedad de cebollín utilizada fue Green Banner, una variedad recomendada para clima fresco con características de buena calidad y de un color verde fuerte con un número de hojas mayor que las otras variedades sembradas en el valle de Mexicali. Sobre el papel se colocaron 20 semillas de cebollín equidistantes por capsula, y se taparon para evitar contaminación externa y perdida de agua. Los riegos fueron cada tercer día con 8 ml de agua destilada por capsula hasta la última evaluación (15 dds). La temperatura media en el laboratorio fue de 24^0 C. La semilla fue desinfectada previamente con hipoclorito de sodio (NaClO) al 1 % por 15 min. para evitar el desarrollo de hongos durante el ensayo.
Las evaluaciones se realizaron cada 48 horas después de que el testigo presentaba el 50% de germinación. Y las variables fueron:

. días para la germinación >50%;
. total de semillas germinadas;
. longitud de plántula;
. peso seco de plántula entera;
. cambios biológicos visuales;

El primer conteo de semillas germinadas se realizo a los 8 dds cuando el testigo contaba con el 50 % realizando la evaluación cada 48 h. A los 15 dds y para evitar contaminación de enfermedades fungosas que interfieran con el comportamiento de las plántulas, se realizo la evaluación de longitud de cada una de las plantas de cada capsula, analizando visualmente los efectos de las sustancias aleloquímicas sobre el desarrollo y apariencia de las plántulas, una vez medidas, se depositaron en pequeñas bolsas de papel y se colocaron en una cámara incubadora (Fisher Scientific) por tres días a 55^0C para secar las plantas y evaluar peso seco. Después de este tiempo las muestras fueron pesadas para conocer su contenido de materia seca.
Las temperaturas media durante el experimento (25^0C) fue el apropiado a los efectos de la germinación de la semilla. Para la interpretación de los datos se sometieron a un análisis de varianza totalmente aleatorizado con testigo de referencia (Statistix8, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos bajo condiciones de laboratorio con el uso de residuos secos de diferentes malezas, para determinar la existencia o no de efecto alelopático sobre la germinación de semillas de cebollín y desarrollo inicial de plántulas, se pueden observar en el cuadro 1.
Para el porcentaje de germinación a los ocho días después de la siembra (dds), el tratamiento que obtuvo el valor mas alto fue para *C. dactylon* foliar con 18.33 semillas germinadas, si bien, no existe diferencia significativa con respecto al testigo sin maleza con 17.0 semillas germinadas, esto indica una posible tendencia a que la *C. dactylon*, en su parte foliar, estimula positivamente la germinación de las semillas de cebollín. Además, este tratamiento no solo superó al testigo en cuanto al mayor número de semillas germinadas, sino que acelero el proceso de germinación con respecto al los demás tratamientos, incluyendo al testigo. Los tratamientos foliar de *H. annus* y raíz de *S. macrocarpo* se comportaron similares al testigo.
Los tratamientos raíz de *S. macrocarpa* y raíz de *H. annus* no mostraron un efecto alelopático, ya que, además de no diferir obtuvieron el mismo número de semillas germinadas que el testigo con 17.0, lo que indica que los metabolitos que contienen la materia seca de las partes de estas dos malezas no interfieren sobre la germinación de la semilla de cebollín. Si bien, matemáticamente los tratamientos, planta entera de *H. annus* y planta entera de *S. macrocarpa* no muestran diferencia significativa, es importante señalar que biológicamente si muestran una tendencia a disminuir el número de semillas germinadas con respecto al testigo.
Efecto contrario sucedió con el resto de los tratamiento respecto al efecto alelopático negativo de los residuos de maleza sobre la germinación de semillas de cebollín, ya que presentaron alta diferencia significancia con respecto al testigo, principalmente raíz de *C. rotundus* y raíz de *C.*

dactylon con valores de 2.0 y 5.66 respectivamente. Este análisis contrasta con los resultados que se obtuvieron con maleza verde (Cruz, 2009), donde raíz de *C. dactylon* es uno de los tratamientos que no difiere significativamente con respecto al testigo, esto pudo haberse debido a que, en los rizomas secos de esta maleza, los aleloquímicos se encontraban en mayor concentración y fácil de segregar al medio, afectando este proceso, mientras que en estado verde fue difícil y/o lenta la liberación de estas sustancias por lo que no afectó en forma significativa.

Cuadro 1. Efecto alelopático de residuos secos de maleza sobre la germinación y longitud de plántulas de cebollín.

Tratamiento	**Semillas Germinadas**		**Longitud de plántula (cm) 15 dds**		**Peso Seco (g)**	
Testigo	17,000	ab	10,1700	a	0,0439	a
H. annus PE	13,333	abc	5,9667	b	0,0257	b
H. annus R	17,000	ab	5,4900	b	0,0208	b
H. annus F	9,6667	bcd	3,9367	bc	0,0157	b
S. macrocarpa PE	12,333	abcd	3,1767	bcd	0,000	b
S. macrocarpa R	17,000	ab	5,4900	b	7,70E-03	b
S. macrocarpa F	7,6667	cde	0,0000	d	0,000	b
A. palmeri PE	8,3333	cde	0,0000	d	0,000	b
A. palmeri R	8,000	cde	0,0000	d	0,000	b
A. palmeri F	8,3333	cde	0,8083	cd	1,10E-03	b
C. dactylon PE	6,3333	cde	2,8000	bcd	8,67E-04	b
C. dactylon R	5,6667	de	0,0000	d	0,000	b
C. dactylon F	18,333	a	3,1767	bcd	0,0267	b
C. rotundus PE	8,3333	cde	1,8300	cd	4,73E-03	b
C. rotundus R	2,000	e	0,0000	d	0,000	b
C. rotundus F	7,666	cde	1,5500	cd	7,33E-03	b

Tratamientos unidos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05)

Al analizar la longitud de plántulas de cebollín a los 15 dds, se puede apreciar que el total de los tratamientos mostraron diferencia altamente significativa con respecto al testigo cuyo valor es de 10.17 cm, y los tratamientos planta entera de *H. annus* y raíz de *H. annus* con valores de 5.96 y 5.49 cm respectivamente, fueron los que mostraron la menor diferencia significativa. Los tratamientos raíz de *S. macrocarpa*, foliar de *H. annus*, foliar de *C. dactylon* y planta entera de *C. rotundus* con valores de 4.00 cm, 3.93 cm, 3.17 cm y 2.80 cm en el mismo orden, si bien, estadísticamente no difieren de los dos tratamientos antes analizados, biológicamente muestran una tendencia casi cronológica a decender el promedio de la longitud de la plántulas como se puede observar en el Cuadro1. Si bien a los 8 dds el tratamiento foliar de *S. macrocarpa* mostró un valor de 7.66 semillas germinadas a los 15 dds presento un valor de cero indicando un fuerte efecto alelopático (Figura 1).

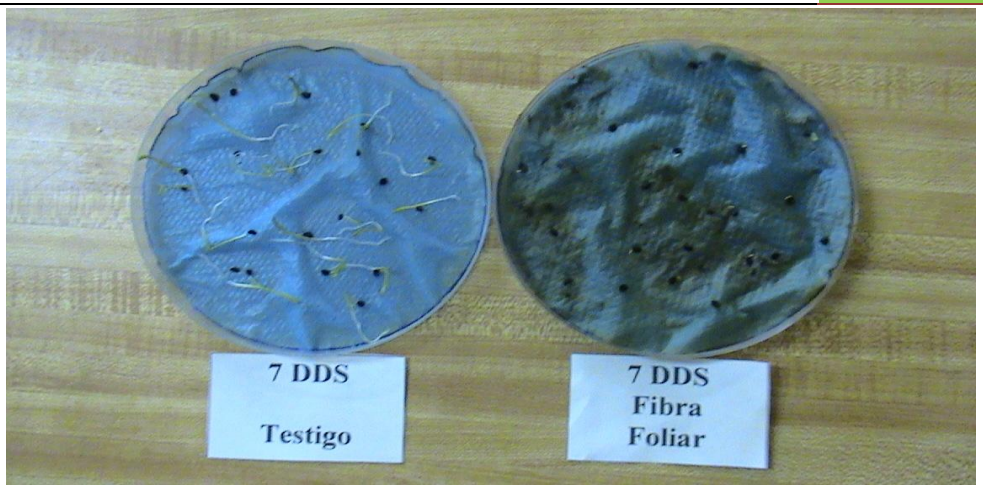


Figura 1. Efecto alelopático de residuos secos de parte foliar de *S. macrocarpa* comparado don testigo sin residuos.

Figura 2. Efecto alelopático de residuos secos de planta entera de *C. rotundus* comparado con testigo sin residuos.

Figura 3. Efecto alelopático de residuos secos de planta entera de *A. palmeris* comparado con testigo sin residuos.

Otros tratamientos que se pueden observar en el mismo cuadro y que contienen valores bajos son, planta entera de *C. rotundus* con 1.83 cm, foliar de *C. rotundus* con 1.55 cm y foliar *A. palmeri* con 0.80 cm (Figura 2). El resto de los tratamientos obtuvieron valores de cero, es decir, que al final del ensayo no presentaron plantas para evaluar y esto se explica ya que estos tratamientos ejercieron un alto efecto alelopático al inhibir la germinación y las semillas que germinaron, las plántulas murieron durante el periodo del experimento.

En el cuadro 1 se puede apreciar que el *A. palmeri* en sus tres partes estudiadas es una especie que contiene altos efectos negativos, esto podría ser por la cantidad de metabolitos secundarios que contienen (Figura 3), lo que coincide con Dharmara (1985), el cual ha señalado el efecto alelopático de *A. palmeri* sobre la germinación de varios cultivos, debido principalmente a la partenina contenida en sus órganos. Con respecto a los residuos de *S. macrocarpa* en la capsulas petri esta despedían fuerte aroma a amoniaco y una acentuada perdida de color del papel secante debido a concentraciones altas de aleloquímicos que sin duda fue el causante de la muerte de las plántulas de cebollín.

Al evaluar la peso seco de las plántulas de cebollín a los 15 dds todos los tratamientos mostraron diferencias significativas con respecto al testigo con un valor de 0.0439 g, sin embargo cabe mencionar que los tratamientos *C. dactylon* foliar y *H. annus* planta entera presentan los valores mas cercanos al testigo con cifras de 0.0267 y 0.0257 respectivamente, el tratamiento de *C. dactylon* foliar sigue mostrando que posee sustancias que provocan un efecto positivo, sobre todo en el desarrollo de las plántulas, el tratamiento de *H. annus* planta entera siguió con buenos efectos sobre el desarrollo del cebollín ya que como se observo en la tabla 4 este tratamiento fue el que menor diferencia significativa con respecto al testigo tuvo en la variable de altura.

Los tratamientos restantes de *H. annus* (foliar y raíz) mostraron valores muy cercanos al testigo por lo que su efecto negativo no fue tan alto si se compara con los resultados de los experimentos con maleza verde.

CONCLUSIONES

Los ensayos realizados nos indica que el efecto alelopático puede ser originado por la interacción de las partes de la planta entera o por una parte especifica dependiendo de la especie que se este estudiando.

La utilización de la *S. macrocarpa* incorporada al suelo como abono verde o seco para producir cebollín, podría ocasionar un efecto adverso si se incorpora al suelo frecuentemente ya que la parte aérea, siendo la parte de mayor volumen de masa verde, ocasiona un fuete efecto alelopático.

La mayoría de las malezas interfirieron negativamente en las tres variables que se evaluaron (germinación, desarrollo de plántula y peso seco).

Tratamiento como, foliar de *C. dactylon* presentaron tendencia a estimular la germinación de semillas de cebollín pero afectaron fuertemente el desarrollo inicial de plantas de cebollín.

BIBLIOGRAFÍA

CRUZ, M. (1995). Periodo critico de interferencia en el maíz (*Z. maiz*) y alelopatía de algunas malezas en su germinación. La Habana.1995. Tesis de doctorado.

CRUZ, M.; PONCE, J. F.; GARCIA, F. M.; SANTILLANO, J.; MEDINA, R.; CECEÑA, C. MURILLO, U. (2009). Efecto aleloático de residuos verdes de cinco malezas sobre la germinación y desarrollo inicial de cebollín. XXX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza Culiacán Sin.

DHORMARAJ, G. y ALI, A. M. 1985. Allelopathic potencial of partenium (Partenium hysterophorum L) extrats. Abst. Ann. Conf. Indian Soc. Weed Scil, Coimbatore, India. P:46.

GARCIA, T. Y FERNANDEZ, C. 1991. Fundamento sobre malas hierbas y herbicidas. Ministerio de agricultura, Pesca y Extensión Agraria. Primera Edición. Madrid: Mundi; p; 348, Prensa.

LABRADA, R.; CARIDAD, F.; POSOS, R. Y HERNANDEZ, J. 1986. Alelopatía de malezas perennes sobre plántulas cultivables. I. Efecto sobre la germinación. CIENC. TEC. AGRIC. Protección de plantas. 9 (4): 71-84.

SAGARPA, 2008. Serie histórica de producción de hortalizas en el Distrito de Desarrollo Rural 002, Río Colorado. Jefatura de Fomento Agrícola. Delegación Baja California. Mexicali, B.C., México. 32 p.

STATISTIX8. 2007. User Guide. Version 2.0.

CONTAMINACIÓN POR LIXIVIADOS, UN PROBLEMA AMBIENTAL EN EL VALLE DE MEXICALI: SU IMPLICACIÓN CON LAS ZONAS AGRÍCOLAS

Melissa Valdez Carrillo[1], Francisco J. Gómez Puentes[1], Sara Ojeda Benítez[1], Jaime A. Reyes López[1], Jorge Ramírez Hernández[1], Concepción Carreón Diazconti[1], Marco A. Pérez Flores[2]. [1]Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez y calle de la Normal s/n, Insurgentes Este, C.P. 21280 Mexicali, B. C., México. [2]Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Km. 107 carretera Ensenada-Tijuana, C.P. 22680, Ensenada B. C., México. Estudiante de Maestría en Ciencias, Programa MYDCI, E-mail:melisvc@hotmail.com

Palabras clave: Agua subterránea, compuestos inorgánicos, lixiviados, pluma de contaminación.

RESUMEN

Como ya es conocido, el Valle de Mexicali es una zona de gran relevancia en el sector agrícola y, como tal, se enfrenta a los problemas ambientales que actualmente afectan a la mayoría de las regiones agrícolas del mundo. Uno de estos problemas ambientales es el manejo de los residuos sólidos (RS). La incorrecta disposición y operación de los RS puede provocar contaminación de suelos, aguas superficiales y subterráneas mediante lixiviados provenientes de la basura, los cuales pueden contener nitratos, metales pesados, patógenos, compuestos inorgánicos, etc. Las aguas subterráneas en la zona del Valle Mexicali se ubican a menos de 2 m de profundidad e interactúan tanto con los suelos como con el agua superficial y, por lo tanto, con la vegetación. En la presente investigación se examina en particular la lixiviación de un basurero en relación a la calidad del agua subterránea en el Valle de Mexicali. El basurero se localiza dentro del corredor ripario del río Colorado en los márgenes de las zonas de cultivo del Ejido Carranza. El objetivo es determinar la existencia, extensión y dirección de flujo de la pluma del lixiviado utilizando métodos geohidrológicos, geofísicos y geoquímicos. Los datos geohidrológicos indican que la dirección de flujo subterráneo es SE-NW, señalando hacia las zonas de cultivo. La geoquímica indica una mayor concentración de iones mayoritarios en la zona del basurero, en comparación con sus alrededores. La geofísica nos muestra evidencia de contaminación del suelo alcanzando una profundidad aproximadamente de tres metros.

ABSTRACT

As it is already known, the Mexicali Valley is an area of great relevance in the agricultural sector, and as such, it faces the environmental problems that nowadays affect most of the agricultural regions of the world. One of these environmental problems is the disposal of the municipal solid residues (wastes). These residuals can cause contamination of soils and, in consequence, of superficial and groundwater by means of lixiviation from domestic, agricultural and even industrial residues that contain nitrates, heavy metals, pathogens, inorganic compounds, etc. The water table in the area of the Mexicali Valley is located less than 2 m deep and interacts as much with the soils as with the superficial water and, therefore, with the aboveground vegetation. The present investigation examines lixiviation patterns from a waste dumping site with particular emphasis on its relation with the quality of the groundwater in the Mexicali Valley. The dumping site is located inside the riparian corridor at the margins of the agricultural zone named Ejido Carranza. The objective of this study is to determine the presence, length, and flow direction of a contaminant plume by means of geohidrological, geophysical, and geochemical methods. Geohidrological data indicates that the local subsurficial flow direction is SE-NW, going towards the agricultural zone. Geochemical analysis exhibits a higher concentration of major ions in the dumping site, in comparison with the surrounding zones. Geophisical results show evidences of soil contamination to a depth of approximately three meters.

INTRODUCCIÓN

La generación y el manejo de los residuos sólidos municipales en México y en otros lugares del mundo han llegado a ser un problema ambiental muy serio. Los efectos de una mala disposición de los residuos sólidos municipales no solo se reflejan en el lugar donde se depositan, sino que llegan a afectar a los mantos acuíferos, debido a la percolación de sus lixiviados en el subsuelo. La

mayoría de estos acuíferos representan la fuente de abastecimiento de agua para actividades agrícolas y humanas, lo que puede dar lugar a graves problemas en la salud pública (Abdulaziz M., Al-Shaibani 2008). Cuando los lixiviados interactúan con el subsuelo, viajan a través de éste formando plumas de contaminación. La dispersión horizontal de estas plumas puede llegar a ser de 1000 hasta 2000 m de largo (Christensen *et. al* 2001). Análisis físico-químicos de agua y suelo y métodos geofísicos como los sondeos eléctricos verticales nos permiten detectar la presencia de estas plumas contaminantes. El basurero irregular Vado Carranza está localizado dentro del corredor ripario del Río Colorado, a menos de 200 m del inicio de las zonas de cultivo del ejido Carranza. Esta ubicación lo hace susceptible al arribo tanto de las aguas de riego como de las provenientes del río, lo que facilita el transporte de substancias provenientes del tiradero y la posible contaminación del acuífero. El propósito de esta investigación es determinar la existencia, extensión y dirección de flujo de una pluma de lixiviado, mediante métodos hidrológicos, geofísicos, geoquímicos y caracterización física de los residuos.

Descripción del sitio

Localización.

El basurero vado Carranza está localizado dentro del corredor ripario (Fig. 1), región baja del Río Colorado margen derecha, con un área aproximada de 49,500 m^2. El nivel freático del acuífero en esta zona, es de alrededor de 2.5 m bajo la superficie del suelo. El basurero opera desde 1995 y en la actualidad se deposita un aproximado de 32 toneladas por día de residuos provenientes de las siguientes zonas: El Mayor, La puerta, La Mariana, López Mateos, Cucapa Mestizó, Cucapa indígena, Ejido Durango, Ejido Sonora, Nuevo Michoacán, Campos Nuevos, Colonia Carranza, González Ortega y Oviedo Mota Reacomodo en el valle de Mexicali.

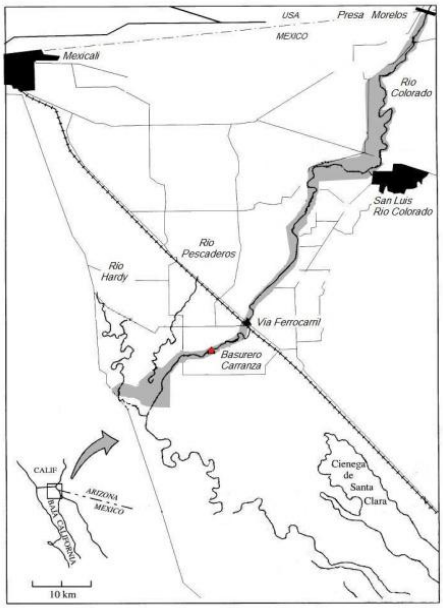


Fig.1 Mapa de localización del área de estudio. Basurero vado Carranza

Condiciones Meteorológicas

El clima en Mexicali y su Valle es de tipo seco muy árido y muy extremoso, con régimen de lluvias de invierno y verano. El promedio anual de precipitación en el Valle de Mexicali es de 85 mm. La temperatura media anual es de 22.5 °C. La temperatura en verano llega a alcanzar hasta los 50 °C y en invierno se presentan temperaturas por debajo de los 0 °C. El nivel de evaporación anual en el Valle de Mexicali es de 325 mm. (INE, 1997)

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)

La caracterización de los residuos sólidos municipales en el basurero vado Carranza se determinó aplicando el método de cuarteó propuesto por la norma oficial mexicana NOM-AA-105-1985 y posteriormente se realizo la selección de los residuos por tipo de material, de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-AA-22 (NOM-AA-015-1985).

Métodos Geofísicos

En la búsqueda de la pluma de lixiviados en esta zona se utilizaron sondeos eléctricos verticales (SEV's), los que tienen como fundamento la propiedad conductora de los materiales del subsuelo. Utilizando un arreglo tipo dipolo-dipolo. El instrumento de medición utilizado fue Super Sting R1 IP Earth Resistivity/IP meter. La interpretación de los resultados se llevó a cabo utilizando el software desarrollado por Pérez-Flores *et al.* (2001).

Métodos Hidrológicos

Basados en los resultados de las pruebas geofísicas, se instalaron seis piezómetros alrededor del área de estudio. Cada piezómetro esta construido con un tubo de ABS de 5 cm (2") de diámetro con una sección ranurada de 3 metros en la parte inferior del piezómetro; cada uno tiene una longitud aproximada de 6 metros. En la parte interior tiene un tubo de PVC de 3.85cm (1.5") con una longitud de 3 m, el cual esta ranurado y cubierto por tela 100% poliéster para evitar asolves. Los piezómetros NP-1 y NP-2 están ubicados 50 y 100 m a partir del dren de desagüe dirección norte del basurero vea Fig. 4 (a). Los piezómetros NP-3 y NP-4 están a 50 y 100 m a partir de la carretera vado Carranza hacia oeste del basurero, el NP-5 se encuentra dentro de la zona de estudio y el NP-6 50 m dirección este del basurero. Además se tomaron dos piezómetros ya existentes instalados PZ-21 y PZ-22 en dirección sur al basurero; una vez instalados los piezómetros se realizo la nivelación topográfica en la zona de estudio con el instrumento Estación Total modelo GTS-230w. En este caso para medir los niveles piezométricos se utilizó el instrumento Heron Medidor de Nivel de Agua modelo little Ripper con una longitud de cinta de 22m (75ft).

Métodos geoquímicos

Las muestras de agua subterránea fueron colectadas en botellas de polietileno de 500 ml por triplicado en cada sitio. Los puntos muestreados fueron purgados por medio de una bomba peristáltica, las muestras fueron conservadas inmediatamente a una temperatura de 4 °C. Una vez tomadas las muestras se procedió a la medición de los parámetros de campo como son el pH, oxigeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), y temperatura; estos datos fueron analizados *in situ*. El método de titulación es utilizado para la determinación de bicarbonatos (HCO_3^-), cloruros (Cl^-), Magnesio (Mg^2+) y Calcio (Ca^2+). Colorimetría con HACH cel/850 se utiliza para la determinación de fluoruros (F^-), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-) y sulfatos (SO_4^{2-}). Espectrometría de Absorción Atómica por Flama se realiza utilizando un espectrofotómetro Perkin Elmer 3110 se usa para la determinación de sodio (Na^+) y potasio (K^+). Para la interpretación de los resultados geoquímicos se utilizaron métodos visuales (diagramas de Piper y Stiff y mapas de isocontornos).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Perfiles Geoeléctricos

Los resultados obtenidos de los diecinueve sondeos eléctricos dipolo-dipolo realizados se compilan en el perfil geoeléctrico de la Fig. 2. La resolución vertical es de aproximadamente 3 metros de profundidad con una distancia horizontal de 140 metros. Se confirma que en la parte norte del basurero, cerca de las parcelas, resistividades de entre 1-10 Ωm con un espesor mayor a los 2.5 metros. Se puede apreciar con claridad que la parte norte y el segmento en donde esta situado el basurero son las zonas menos resistivas (1-10 Ωm). Estos resultados muestran claramente la infiltración substancias químicas en concentraciones anómalas. En la parte norte las bajas resistividades se atribuyen a las actividades agrícolas y en el segmento del tiradero a la presencia de los residuos sólidos.

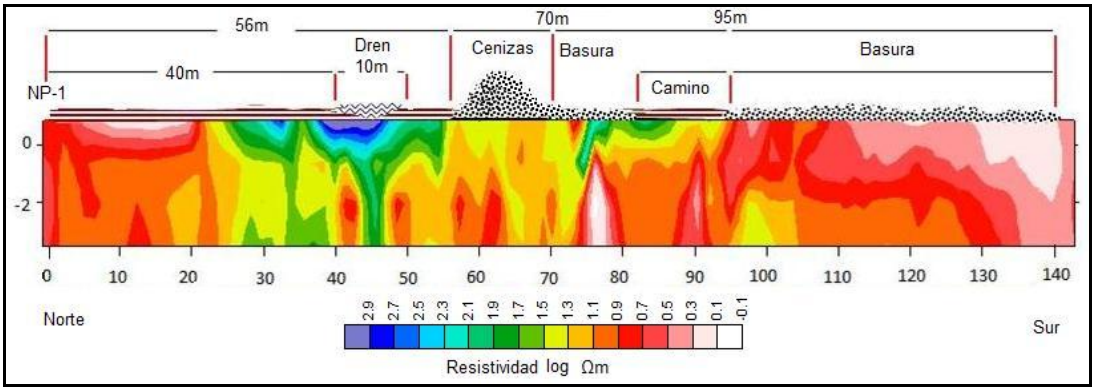


Fig. 2 Perfil geoeléctrico, resistividad de secciones cruzadas. Arreglo dipolo-dipolo.

Caracterización de la basura

La grafica de la Fig. 3 organiza diversas tipificaciones de los datos por orden descendente, de izquierda a derecha. Dentro de los residuo sólidos municipales enviados al tiradero vado Carranza los ferroso-hojalata (16.24%) fueron los mas representativos, seguidos los plásticos (9.43%) y los pañales (7.21%). Estos conforman un porcentaje acumulado del 32.89% siendo los tres principales tipos de materiales de mayor importancia. Los materiales que constituyen el 80% del total muestreado se consideran significativos para la aportación de lixiviados. Estos son: latas de aluminio (6.42%), material no-ferroso (5.20%); los que pueden generar contaminación por metales pesados tóxicos (plomo, cadmio, arsénico, mercurio y cromo) (Peralta y Zamora, 2002), cartón (6.40%), trapos (5.40%); madera (4.6%), los que normalmente esta relacionadas con contaminantes PCDD/PDCF (E. Abad, *et. al*, 2007), plástico rígido (4.29%), hule (3.25%), los que mediante el proceso de incineración generan dioxinas y PAHs (Chun-Ten Li, *et. al* 1995); vidrio de color (4.23%) y restos de jardín (3.88%), los que generalmente conllevan patógenos y esporas, entre otros; La caracterización de esta basura ha demostrado que el 87.73% del total en peso es materia inorgánica y el restante 12.27%, materia orgánica.

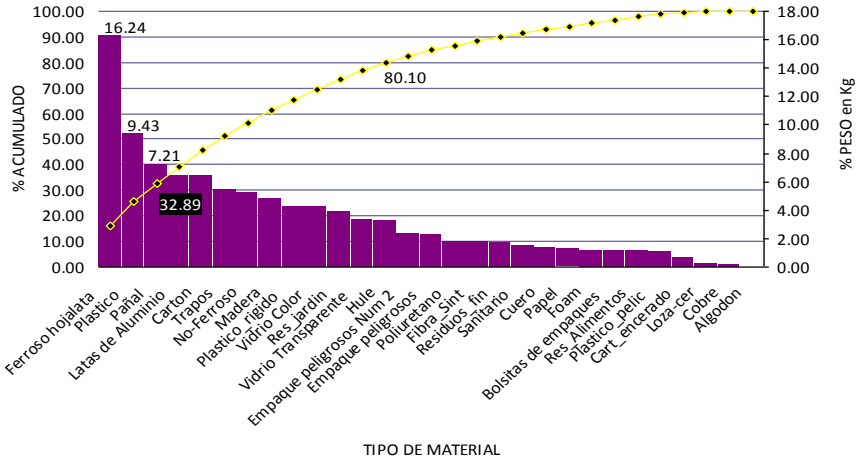


Fig. 3 Caracterización promedio de la basura en el periodo del 24 al 28 de Marzo.

Análisis geoquímico

El valor de los datos de campo para el pH fue entre de 6.8-8.4, conductividad eléctrica se encontró entre 1.5-4.5 mS, oxigeno disuelto de 1-3.9 mg/l. Los parámetros de campo, T, pH, OD, tiene un comportamiento estable según lo determinado por la EPA excepto para la CE y STD debido a la cantidad de especies solubles aportadas tanto del río Colorado como por la irrigación. En la Fig.4 (b) podemos apreciar una forma sencilla y rápida de representar la composición iónica

del agua subterránea de la zona de estudio. Dado que toda el agua superficial de la zona proviene del río Colorado (riego y escurrimiento natural), la estructura grafica de esta agua se toma como la referencia para los diagramas de Stiff y se compara con el resto de las figuras. Las concentraciones más altas se enfatizan en los iones $Na^+ + K^+$, Cl^- y SO_4^{2} en los pozos NP-1, NP-2, NP-5. Además se observa una anomalía en el PZ-22 con niveles altos en cloruros y sodio-potasio. Las concentraciones altas especialmente en los pozos NP-1 y NP-2 se ven afectadas por las actividades agrícolas, ya que los pozos están dentro de zona agrícola, por lo tanto, esta alteración se puede asumir por infiltración de agroquímicos. Los niveles altos en el pozo NP-5 pueden estar atribuidos a que éste se encuentra en la zona central del basurero y esta viéndose afectado por esta situación contamínate.

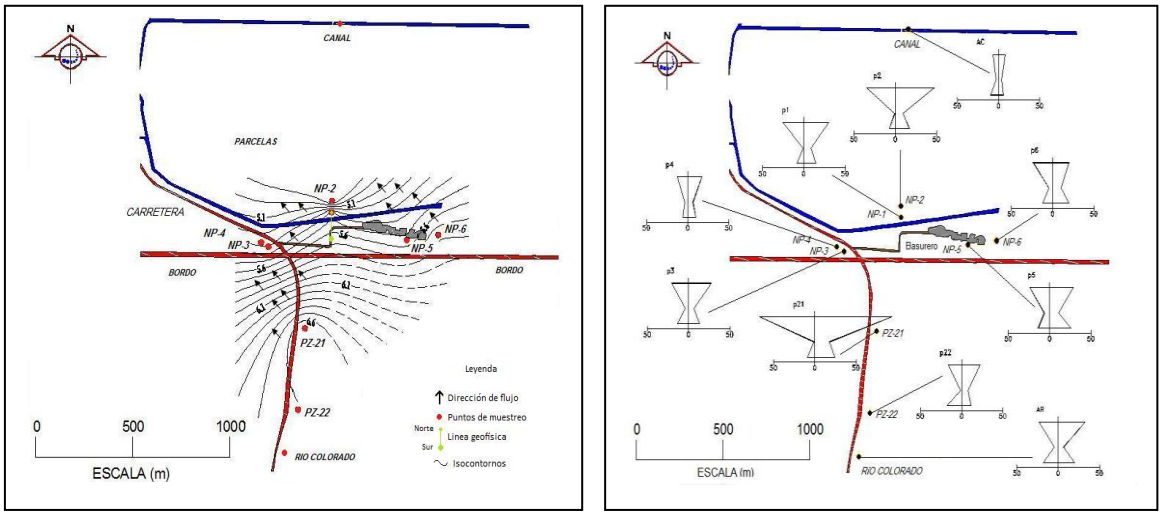


Fig. 4 (a) Dirección de flujo, puntos de muestreo y línea geofísica, (b) Diagrama de Stiff, 1ra campaña de muestreo 20/04/08.

CONCLUSIONES

Los sondeos eléctricos verticales demuestran resistividades bajas del suelo en la zona del basurero a una profundidad de aproximadamente de 3 metros, lo que se interpreta como una pluma de lixiviados provenientes del basurero. Los niveles piezométricos y las curvas de isopiezas indican que el flujo del agua subterránea se dirige en dirección sureste-noreste. Realizado un análisis comparativos entre las ocho campañas realizadas, se observa que el agua muestreada de los piezómetros tienen una estructura semejante a las aguas superficiales, mostrando concentraciones aun mas elevadas en Na^+, K^+, Cl^-, SO_4^{2-} para los pozos NP-1, NP-2 y NP5. Se sabe que el Na^+ y el Cl^- son iones procedentes de vertederos urbanos, entre otras fuentes, y que el K^+ y el SO_4^{2-} procedentes de contaminaciones o actividades agrícolas (Custodio y Llamas 1983). Las concentraciones anómalas en los pozos NP-1 y NP-2 parecen resultar de actividades agrícolas, mientras que las del pozo NP-5 muestran relación con una pluma de lixiviados. Combinando las evidencias geoquímicas y geofísicas se obtiene una mayor convicción de la presencia de una pluma de lixiviados provenientes del basurero Vado Carranza.

LITERATURA CITADA

Abdulaziz M. Al-shaibani (2008) Hidrologeology and hydrochemistry of a shallow alluvial aquifer, western Saudi Arabia. Hydrological Journal 2008 16:155-165.

Christensen, T.H., P. Kjeldensen, P.L Bjerg, D.L. Jensen. B. Christensen, A.H-J. Albrechtsen, G. Heron (2001)Biogeochemistry of landfill leachate plumes. Appl. Geochemistry 16:659-718.

Chun-Teh Li, Wen-Jhy Lee*, Hsiao-Hsuan Mi, Chun-Ching SLJ (1995) PAH emission from the incineration of waste oily sludgeand PE plastic mixtures,1995 The Science of the Total Environment 170

E. Abad, M.A. Adrados, J. Caixach, B. Fabrellas 1, J. Rivera171-183, (2000) Dioxin mass balance in a municipal waste incinerator, 2000,Chemosphere 40 1143-1147.

Emilio Custodio/Manuel Llamas 1983 Hidrológica subterránea. Ediciones Omega, S.A. Planton 26-Barcelona 1983

Giulliana Mondelini, Heraldo Luiz Giacheti, Maria Eugenia Gimenez Boscov, Vagner Roberto Elis, Jorge Hamada (2006) Geoenviromental site investigation using different techniques in a municipal solid waste disposal site in Brazil. Environ Gel 2007 52:871-887.

IM Peralta, BP Zamora, (2002) Contaminación Atmosférica producida por la quema de basura en las Pampas de Reque. www.uss.edu.pe/Articulo_Cientifico_Peralta_Zamora.pdf, Perú 2002.

INE (1997) Clima en el Valle de Mexicali.

Pérez-Flores, M. A, Gómez-Treviño, E. y Méndez, S., 2001. Imaging of low-frequency and DC electromagnetic fields using a simple linear approximation. Geophysics 66, 1067.

ADAPTATION OF WARM SEASON ANNUAL LEGUMES FOR FORAGE IN SOUTHEASTERN NEW MEXICO

D. Calderón-Mendoza[1], A. Islas[2], M. F. Martinez-Perez[2], J. Armendariz[2], F.E. Contreras-Govea[3], S. Angadi[4], M. Marsalis[5], L. Lauriault[6], S. A. Soto-Navarro[2], C. Ceceña-Duran[1], J. Santillano, Casares[1], R. Medina Martinez[1], Leonel Avendaño Reyes[1]. [1]Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, BC, Mexico. [2]Department of Animal and Range Science, New Mexico State University, Las Cruces, NM, USA. [3]Agricultural Science Center at Artesia, New Mexico State University, Artesia, NM USA. [4]Agricultural Science Center at Clovis, New Mexico State University, Clovis, NM USA. [5]Extension Plant Science, New Mexico State University, Las Cruces, NM USA. [6]Agricultural Science Center at Tucumcari, New Mexico State University, Tucumcari, NM USA.

Palabras clave: Anual, in vitro, leguminosas, estación-cálida.

RESUMEN

Seis leguminosas de estación cálida anuales se utilizaron en un diseño de bloques completos al azar (4 repeticiones por leguminosas) para evaluar la adaptación al sureste de Nuevo México y para determinar el potencial de rendimiento forrajero y valor nutritivo del forraje. Las leguminosas utilizadas fueron lablab-1 (*Lablab purpureus* L, cv Río Verde), lablab-2 (*L. purpureus* L, cv Rongai), cowpea-1 (*Vigna unguiculata* L, cv Iron y Clay), cowpea-2 (*V. unguicualta*, L, cv Catjang), trailing wildbean (*Strophodtyles helvula* L, cv TX-00H1), y smooth-wildbean seeded (*Strophodtyles leiosperma*, cv TX-00-L1). El suelo fue dividido en cuatro bloques cada bloque conteniendo cada una de las leguminosas. Cada leguminosa fue sembrada en un parcela de 1.2 x 4.5 m, 4 hileras/parcela, y una separación de 0.3 m entre hileras. Cada unidad experimental tuvo una separación de 1.5 metros. El suelo fue franco arcillosa Reagan. Cada parcela fue fertilizado con 220 kg P_2O_5 y 180 kg K_2O/ha, basado en las recomendaciones para la alfalfa. No se aplicó nitrógeno en ninguna parcela. Las leguminosas recibieron tres riegos antes de la cosecha. Las leguminosas se cosecharon una vez en septiembre, 82 días después de la siembra. Todas las parcelas se cortaron a mano a una altura de rastrojo de 3.8 cm. Smooth-wildbean no germino en ninguna de las cuatro repeticiones y trailing wildbean tuvo muy baja germinación. Sin embargo, Lablab-1 y lablab-2, y cowpea-1 fueron las leguminosas con el mayor ($P < 0,05$) rendimiento de MS. Lablab-1 y lablab-2 produjeron rendimiento similar, pero un promedio de 0.5 ton/ha más ($P < 0,05$) que cowpea-1 y 2.0 ton/ha ($P < 0,05$) que cowpea-2 y trailing wildbean. Las cinco leguminosas tuvieron características de buena calidad; la concentración de PC osciló entre 18 y 22%, la concentración de FDN 26 a 34%, la concentración de ADF 23 a 28%, y EN para la lactancia (EN_L) 1.52 a 1.63 Mcal / kg. La digestibilidad *in vitro* de MS fue menor para trailing wildbean (38.2 ± 0.01%) que las otras leguminosas, que oscilaban entre el 45.2% a 48.6 (± 0.01). Teniendo en cuenta que las leguminosas se sembraron en junio y sólo una vez se cosecharon, la producción de MS se puede considerar aceptable para esta región. Los resultados sugieren que estas leguminosas de estación cálida anual tienen potencial para el sureste de Nuevo México apropiadas en el sistema de producción de forraje o el sistema de rotación de cultivos.

ABSTRACT

Six warm-season annual legumes were used in a completely randomized block design (4 replicates per legume) to assess the adaptation to Southeast New Mexico and to determine forage yield potential and forage nutritive value. The legumes used were lablab-1 (*Lablab purpureus* L, cv Rio verde), lablab-2 (*L. purpureus* L, cv Rongai), cowpea-1 (*Vigna unguiculata* L, cv Iron and Clay), cowpea-2 (*V. unguicualta* L, cv Catjang), trailing wildbean(Strophodtyles helvula L, cv TX-00H1), and smooth-seeded wildbean (*Strophodtyles leiosperma*, cv TX-00-L1). The land was divided in 4 blocks with each block containing each legume. Each legume was sown in a 1.2 x 4.5-m plot size, 4 rows/plot, and 0.3 m separation between rows. Each experimental unit had a 1.5-m separation. Soil was a Reagan clay loam. Each plot was fertilized with 220 kg P_2O_5/ha and 180 kg K_2O/ha, based on recommendations for alfalfa. Nitrogen was not applied on any plot. Legumes were irrigated 3 times before harvest. Beans were harvested 1 time in September, 82 d after planting. All plots were

hand clipped at a stubble height of 3.8 cm. Smooth-wildbean did not germinate on any of the 4 replicates and trailing wildbean had very low germination. However, Lablab-1 and lablab-2, and cowpea-1 were the legumes with greater ($P < 0.05$) DM yield. Lablab-1 and lablab-2 produced similar yield, but an average 0.5 ton/ha more ($P < 0.05$) than cowpea-1 and 2.0 ton/ha more ($P < 0.05$) than cowpea-2 and trailing wildbean. All 5 legumes had good quality characteristics; CP concentration ranged from 18 to 22%, NDF concentration from 26 to 34%, ADF concentration from 23 to 28%, and NE for lactation (NE_L) from 1.52 to 1.63 Mcal/kg. In vitro DM digestibility was lower for trailing wildbean (38.2 ± 0.01 %) than the other legumes which ranged from 45.2 to 48.6 (± 0.01)%. Considering that beans were sown in June and only harvested 1 time, the DM yield can be considered acceptable for this region. Results suggest that these warm-season annual legumes have potential for Southeast New Mexico to fit in the forage production system or crop rotation system.

INTRODUCTION

Legumes have the characteristic of fixing nitrogen from the environment to the soil without any additional cost to the farmer. This natural process provides the right amount of nitrogen to the legume and leaves certain amount of N to the next crop. In Southeast New Mexico, alfalfa (*Medicago sativa* L.) is the only legume traditionally rotated with crops such as cotton, corn for silage, and winter wheat. Because of the benefit of this legume, it is important to identify new potential legumes that can be used in rotation with non-legume crops, in addition to alfalfa.

The use of annual legumes for forage and as alternative crop for rotation in the US is not new. Positive results have been obtained for some annual legumes in different location of the US including lablab [*Lablab purpureus* (L)] in western Tennessee (Fribourg, et al.1984); and cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], lablab, and peanut (*Arachis hypogea* L.) in Central Texas (Muir, 2002).

In southeast New Mexico, annual legumes could represent an alternative crop for rotation in addition to alfalfa. Annual legumes can be a good forage source and release some N in the soil for the next crop. Therefore, the objectives of this study were to assess the adaptation of 6 annual legumes to Southeast New Mexico. To determine forage yield potential and forage nutritive value.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted at NMSU- Agricultural Science Center-Artesia. Six annual legumes (Table 1) were sown on June 11, 2008. Experimental design was randomized complete block with 4 replicates. Each legume was sown in a 1.2 x 4.5 m plot size, 4 rows/plot, and 0.3 m separation between rows. Each experimental unit had a 1.5 m separation. Legumes were inoculated with specific Rhizobium strain provided by Turner Seed for both cowpea seeds where seed was purchased, and by Dr. Gerald R. Smith from Texas A&M at Overton, TX, who provided the seed for both lablab beans. Trailing wildbean and smooth-seeded wildbean were inoculated with the same strain used for lablab beans. Soil was a Reagan clay loam. Each plot was fertilized with 220 kg P2O5/ha and 180 kg K2O/ha, based on recommendations for alfalfa. Nitrogen was not applied on any plot. Beans were irrigated 3 times before harvest. Beans were harvested 1 time on September 4, 2008, 82 days after planting when plot canopy in lablab bean was greater than 75% (Muir, et al., 2008). All plots were hand clipping at a stubble height of 4 cm. A 150-g subsample was taken from each plot oven dry at 60oC for 48 hr for laboratory analysis. Samples were ground in a Wiley mill to pass through 2.0 mm screen and analyzed by nenear-infrared spectroscopy (University of Wisconsin, soils and forage analysis laboratory, Marshfield, WI) for CP, NDF, and ADF. Net energy for lactation was calculated using the Milk2000 spread sheet (Schwab et al., 2001). Also, samples were incubated in vitro for 48 h (Tilley and Terry, 1963). The rumen fluid used for the in vitro fermentation was obtained from a cow consuming alfalfa hay. The sample (0.5 g) was incubated in 40 ml of liquor that was in a 5:1 proportion McDougall's solution to rumen fluid.

Data were analyzed as a completely randomized design using the GLM procedures of SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) with plot as the experimental unit. If legumes were significant ($P < 0.05$) means were separated using Fisher's protected LSD with significance declared at $P < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Smooth-wildbean did not germinate on any of the 4 replicates and Trailing wildbean had very low germination. It is probable that soil characteristics associated with low seed germination were not appropriate for good establishment of these 2 native legumes, resulting in a poor stand.

On the other hand, lablab-1 and lablab-2, and cowpea-1 were the legumes with greater ($P < 0.05$) DM yield. Lablab-1 and lablab-2 produced similar yield, but an average 0.5 ton/ha more ($P < 0.05$) than cowpea-1 and 2.0 ton/ha more ($P < 0.05$) than cowpea-2 and trailing wildbean. The DM yield of lablab and cowpea was similar to that reported by Fribourg, et al. (1984), and lower than those yields reported by Muir (2002), and Muir et al. (2008). Considering that beans were sown in June and just harvested 1 time, this DM yield can be considered acceptable for this region. Muir et al. (2008) reported DM yields from 3.2 to 5.4 ton/ha in lablab and cowpea in 5 cuts in Texas. Therefore, in Southeast, New Mexico greater DM yield could be expected if planting earlier and harvesting 2 or 3 times.

Regarding nutritive value (Table 2), all five legumes had good quality characteristics, CP concentration ranged from 18 to 22%, NDF concentration from 26 to 34%, ADF concentration from 23 to 28%, and Net energy for lactation (NEL) from 1.52 to 1.66 Mcal/kg. Similar CP, NDF, and ADF concentrations were reported by Muir (2002) and Muir, et al. (2008) in lablab and cowpea.

In vitro DM digestibility was lower for trailing wildbean (38.2 ± 1.35 %) than the other legumes which ranged from 45.2 to 48.6 (± 1.35) %. In vitro DM digestibility values were 47.5, 45.2, 47.5, 48.6, and 38.2 ± 1.35% for lablab-1 lablab-2, cowpea-1, cowpea-2, and trailing wildbean, respectively.

IMPLICATIONS

It was evident that warm-season annual legumes can growth and produce good quality forage yield in southeastern, New Mexico. More research needs to be conducted to clearly identify the opportunity window where these warm-season annual legumes can fit in the forage production system or crop rotation system.

LITERATURE CITED

Fribourg, H.A., J.R. Overton, W.W. McNeill, E.W. Culvahouse, M.J. Montgomery, M. Smith, R.J. Carlisle, and N.W. Robinson. 1984. Evaluation of the potential of Hyacinth bean as an annual warm-season forage in the Mid-South. Agron. J. 76:905910.

Muir, J.P. 2002. Hand-plucked forage yield and quality and seed production from annual and short-lived perennial warm-season legumes fertilized with composted manure. Crop Sci. 42:897-904.

Muir, J.P., T.J. Butler, R.M. Wolfe, and J.R. Bow. 2008. Harvest techniques change annual warm-season legume forage yield and nutritive value. Agron. J. 100:1-6.

Schwab, E., P. Hoffman, R. Shaver, J. Lauer, and J. Coors. 2001. University of Wisconsin Corn Silage Evaluation System-Milk2000 version 7.4 http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/milk2000.xl s. Accessed Apr. 1 2009.

Table 1. Warm-season annual legumes planted during summer 2008 at NMSU-Agricultural Science Center- Artesia, NM.

Legume	Scientific name	Cultivar	Seeding rate kg/ha
1. Lablab-1	Lablab purpureus (L)	Rio Verde	43
2. Lablab-2	Lablab purpureus (L)	Rongai	43
3. Cowpea-1	Vigna unguiculata (L)	Iron and clay	43
4. Cowpea-2	Vigna unguiculata (L)	'Catjang'	34
5. Trailing wildbean	Strophostyles helvula (L.)	TX-00-H1	43
6. Smooth-seeded wildbean	S. leiosperma	TX-00-L1	17

Table 2. Dry matter yield and nutritive value of five warm-season annual legumes sown at Agricultural Science Center at Artesia, in 2008.

Annual legume	DM Fresh yield	DM yield	CP	ADF	NDF	ADL	NDFD 48 hr	NEL	milk/ton
	%	Ton/ha	Ton/ha	%	%	%	%	% NDF	Mcal/kg	kg/ton
Lablab-1	18.1	13.6	2.5	18	26	32	3.1	54	1.57	1486
Lablab-2	16.4	18.0	3.0	19	28	34	3.3	51	1.52	1419
Cowpea-1	12.8	17.3	2.2	21	25	29	2.9	53	1.61	1554
Cowpea-2	13.1	4.7	0.7	22	23	26	3.0	57	1.66	1612
Trailing wildbean	18.0	3.7	0.7	19	26	34	3.2	52	1.52	1434
LSD 0.05	1.10	7.41	1.14	2.00	3.23	4.12	0.49	5.01	0.07	127.0
P value	<.0001	0.002	0.002	0.01	0.058	0.004	0.572	0.113	0.014	0.029

CONTENIDO DE CLOROFILA Y CRECIMIENTO DEL MAÍZ EN RESPUESTA AL PACLOBUTRAZOL APLICADO SOBRE EL FOLLAJE

Gloria Hernández Valdez[1], Leopoldo Partida Ruvalcaba[1], Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz[1], Felipe Ayala Tafoya[1], Tomás Díaz Valdés[1], Juan Francisco Ponce Medina[2], Manuel Cruz Villegas[2], Jesús Santillano Cázarez[2], José Sinuhé Acosta Quintero[1]. [1]Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México, Carretera Culiacán-Eldorado km 17.5, teléfono: 01 667 8461084; [2] Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. gloria-h-v@hotmail.com.

Palabras clave: Zea mays, Reguladores de Crecimiento, Altura, Longitud de hojas, diámetro de tallo.

RESUMEN

Se aplicó paclobutrazol (PBZ) en dosis de 150, 300 y 450 mg de PBZ L^{-1} de agua sobre el follaje del maíz, para conocer la respuesta en el contenido de clorofila, altura de plantas, diámetro de tallos, longitud y anchura de hojas. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cinco repeticiones; parcelas experimentales de cuatro surcos de 40 m de largo, con 0.80 m de separación entre sí; las parcelas útiles fueron los dos surcos centrales de cada unidad experimental. Las dosis se aplicaron con una bomba manual, cuando las plantas tuvieron cuatro, seis y ocho hojas verdaderas. La primera aplicación se hizo con la dosis de 150 mg de PBZ L^{-1} de agua sobre plantas con cuatro hojas en todas las parcelas programadas para tratarlas con PBZ; en la etapa de seis hojas se aplicaron otros 150 mg de PBZ L^{-1} de agua en las parcelas que recibirían 300 ó 450 mg; y en la etapa de ocho hojas se aplicaron otros 150 mg de PBZ sólo en las parcelas en que se completarían 450 mg de PBZ. El contenido de clorofila se incrementó en 3.9, 3.9 y 4.3% con 150, 300 ó 450 mg de PBZ, respectivamente, en relación al del testigo; la altura tuvo incrementos que oscilaron de 0.9-1.9%; el diámetro del tallo se incrementó en los respectivos 5.0, 1.0 y 5.4%; la longitud de hojas se incrementó de 0.5-1.4%; pero la anchura de hojas disminuyó de 1.6-4.4%.

ABSTRACT

Paclobutrazol (PBZ) was applied in dosage of 150, 300 and 450 mg of PBZ L^{-1} of water on the foliage of maize, for know the response in the chlorophyll content, plant height, stems diameter, leaves width and length. The experimental design was complete blocks to random with five repetitions; experimental plots of four furrows of 40 m in length, with 0.80 m between furrows; plots useful were the two central furrows of each experimental unit. Dosages were applied with a manual pump, when plants had four, six to eight true leaves. The first application was made with the dosage of 150 mg of PBZ L^{-1} of water on plants with four leaves in all program parcels to treat with PBZ; at the stage of six leaves other 150 mg of PBZ L^{-1} of water were applied in the plots that would receive 300-450 mg; and at the stage of eight leaves other 150 mg of PBZ were applied only in plots that would complete 450 mg of PBZ. Chlorophyll content was increased in 3.9, 3.9 and 4.3% with 150, 300-450 mg of PBZ, respectively, regarding at the control; the height had increases that oscillate from 0.9-1.9%; diameter stem was increases in the respective 5.0, 1.0 and 5.4%; leaves length was increased from 0.5-1.4 %; but the leaves width decreased from 1.6-4.4%.

INTRODUCCIÓN

El maíz es una de los cereales de mayor importancia a nivel mundial; sin embargo, su producción ha ocurrido con altibajos desde el ciclo 1990-1991 hasta el 2008-2009, aunque la tendencia ha sido a incrementarse a través del tiempo, de tal manera que mientras en el ciclo 1990-1991 se obtuvo una producción de 481,878 toneladas, en el ciclo 2008-2009 se cosecharon 782,960 (Ochoa y Ortega, 2008).

No obstante lo anterior, en el 54.5% de los ciclos del período 1998-2009, la producción de maíz ha sido superior al consumo mundial; es decir, se satisfacieron las necesidades alimenticias en el mundo y hubo excedentes, pero en el 45.5% de los ciclos del mismo período, la producción de maíz fue menor a lo que la población mundial requirió para su consumo, lo que a su vez indica que el inventario de maíz también ha tenido altibajos, pero a partir del ciclo 2007-2008 se ha observado un incremento de las reservas, lo cual siguió aumentando en el 2008-2009 (Ochoa y Ortega, 2009).

Por eso, en lo que va de la presente década, y más concretamente en la mitad de ésta, la demanda mundial de maíz se incrementó de manera considerable, en tanto que la producción no aumentó en la misma proporción, ya sea por los bajos niveles de productividad en algunas regiones o bien por problemas climáticos, lo que dio como resultado que las reservas mundiales del grano se vieran mermadas de manera importante (Ochoa y Ortega, 2009).

La estructura del paclobutrazol [(2RS, 3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1h-1,2,4-triazol-1-il) pentan-3-ol] es similar a la del brasinazole; sin embargo, éste último es un potente inhibidor de la biosíntesis del brasinosteroide, el que a su vez es una sustancia inductora de enanismo en tomate, chícharo y *Arabidopsis*, que últimamente ha sido clasificada como una nueva clase de fitohormona (Clouse y Sasse, 1998).

Buscando alternativas para mejorar calidad, crecimiento y desarrollo de plantas, en las dos décadas pasadas, se descubrió que el PBZ incrementa el crecimiento de raíces (Watson, 1996) o aumenta la relación de raíces por brotes en plantas de *Prunus persica* L. o durazno (Liyembani y Taylor, 1989), así como en *Pyracantha* y *Juniperus* (Ruter, 1994). Además, el PBZ ha ocasionado reducción en la expansión de hojas en muchas especies de árboles (Burch *et al*. 1996). Sin embargo, esta sustancia tiene alta residualidad en el suelo, por lo que puede provocar contaminación de mantos freáticos y riesgo potencial de translocación en los frutos; no obstante, dicha residualidad depende de que se hagan aplicaciones consecutivas a través del tiempo (Osuna *et al*., 2001).

El paclobutrazol (PBZ) es una sustancia que ocasiona efectos en el crecimiento de raíces y parte aérea de plántulas de pimiento morrón (*Capsicum annuum*) variedad California Wonder y de una población segregante de berenjena (*Solanum melongena*) variedad Dalia. El PBZ incrementa la biomasa de raíz y de la parte aérea de ambas especies; en la primera, la dosis de 150 mg de PBZ L^{-1} de agua puede incrementar hasta 1.1 veces la longitud de las raíces, 3.7 veces la materia fresca y 13 veces la materia seca de las mismas; pero también puede incrementar en 1.5 y 6.7 veces la materia fresca y seca de la parte aérea de la misma especie. No obstante, en berenjena puede incrementar en 1.3 veces la materia fresca y en 71% la materia seca de la raíz; asimismo, 81% la materia fresca y 89% la materia seca de la parte aérea (Partida *et al*., 2007).

También ocasiona efectos en la parte aérea de plántulas de tomate y chile, de tal forma que cuando se aplica sobre plántulas de tomate con dos o cuatro hojas verdaderas en dosis de 100, 150 ó 200 mg de PBZ L^{-1} de agua, la altura de plantas se retarda; mientras que cuando se aplica en dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L^{-1} de agua, la altura se incrementa. Asimismo, en chile el PBZ retarda el crecimiento de los tipos chile bell y anaheim con 200 mg L^{-1}, en jalapeño con 100, en serrano con 100 ó 200, y en caribe con 200 ó 250 (Velázquez *et al*., 2008).

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto que induce el paclobutrazol en el contenido de clorofila, altura de plantas, diámetro del tallo, longitud y anchura de las hojas del maíz, mediante las dosis de 150 ,300 y 450 mg de PBZ L^{-1} de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada en el km 17.5 de la Carretera Culiacán-El dorado, con coordenadas 24° 37′ 29″ N y 107° 26′ 36″ O, y se utilizó la variedad Puma de la empresa Asgrow. La siembra se llevó a cabo el 19 de diciembre de 2008 en condiciones de campo abierto, en un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones, donde las parcelas experimentales constaron de cuatro surcos de 50 m de largo y las parcelas útiles con los dos surcos centrales, con separación de 0.80 m entre sí, sobre los cuales se hizo la siembra a tierra venida, ya que el suelo es de textura arcillosa y se dio un riego por gravedad de presiembra, así como los riegos de auxilio por gravedad necesarios para inducir el mejor crecimiento y desarrollo de las plantas. Todas las parcelas experimentales fueron manejadas con 200 kg de N ha^{-1} a partir de urea, aplicando el 100% al momento de la escarda y antes del segundo riego de auxilio; además las plantas fueron protegidas con insecticidas para combatir el gusano cogollero. Previo a la siembra se hizo análisis del suelo para conocer sus propiedades físicas y químicas, sobre todo, contenido de materia orgánica y nitrógeno.

La densidad de población fue de 12 plantas por metro lineal, lo que ocasionó una población de 150,000 plantas por hectárea, ya que la siembra se realizó en hileras sencillas separadas a 0.80 m.

El manejo de las plantas se realizó en forma comercial, incluida la fertilización; asimismo, los riegos para incorporar el fertilizante y facilitar la absorción del mismo por parte de las plantas.
Las variables de estudio fueron: contenido de clorofila, altura de plantas, diámetro del tallo, longitud y anchura de las hojas. En tanto que los tratamientos aplicados fueron las dosis de 0 (testigo), 150, 300, 450 mg de paclobutrazol L^{-1} de agua. La dosis de 150 mg de paclobutrazol L^{-1} de agua se aplicó en una sola ocasión, mientras que las de 300 y 450 se completaron a través de dos y tres aplicaciones más, respectivamente, con una bomba manual. La primera aplicación del paclobutrazol se hizo cuando las plantas tuvieron cuatro hojas verdaderas, mientras que la segunda y tercera se hicieron ocho días después de la que le precedió.
Todas las variables se evaluaron en una muestra de 20 plantas seleccionadas al azar. El contenido de clorofila se midió en unidades Spad-502, en la parte media de la lámina foliar, específicamente a un lado de la nervadura central, y los datos se recabaron ocho días después de cada aplicación, y en aquellos casos donde se realizaron hasta tres aplicaciones la medición de clorofila se realizó antes de la siguiente aplicación; la altura se midió a partir de la superficie del suelo hasta la base de la inflorescencia masculina; el diámetro del tallo se midió utilizando vernier en el entrenudo localizado entre la segunda y tercera hoja verdadera, considerando la parte más ensanchada del mismo; la longitud y anchura de las hojas se midieron en la octava hoja de abajo hacia arriba; la primera desde la vaina hasta el ápice de las hojas; y la segunda en la parte central de la lámina foliar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los datos del primer muestreo del contenido de clorofila, se observó que la concentración de esta fue con una media general de 33.6 unidades Spad, con respecto a la cual los datos se desviaron 4.2 Unidades Spad, lo que a su vez representó el 12.8% en relación a la media general. La mayor concentración de clorofila se detectó en las plantas tratadas con 150, 300 y 450 mg de PBZ, lo cual superó en los respectivos 1.8, 3.9 y 5.8% a la cantidad de clorofila de las plantas testigo, sin que los promedios obtenidos de las plantas tratadas con PBZ y el de las plantas testigo fueran estadísticamente diferentes (Cuadro 1), de tal manera que estos resultados coinciden con los de Iremiren *et al*. (1997), toda vez que estos autores observaron que las plantas de maíz tratadas con paclobutrazol también fueron más verdes que las plantas testigo.
A través del segundo muestreo se lograron detectar diferencias estadísticas significativas (p=0.05) entre las medias de concentración de clorofila de las plantas con PBZ y las testigo (Cuadro 1); el promedio general y la desviación estándar fueron de 38.9 y 4.1 Unidades Spad, respectivamente, por lo que el coeficiente de variación fue de 10.5%, de tal manera que con 150, 300 ó 450 mg de PBZ L^{-1} de agua, los respectivos incrementos fueron de 8.6, 6.8 y 7.3%. Lo anterior se corresponde con la tendencia observada a través del primer muestreo, ya que con éste también se detectaron incrementos en relación a la media del testigo.
Con el tercer muestreo, los resultados indicaron un promedio general de 37.9 Unidades Spad, una desviación estándar de 4.5 y coeficiente de variación de 11.8%. En tanto que los promedios obtenidos de las plantas tratadas con PBZ no difirieron estadísticamente entre sí ni con los del testigo, pero en valores absolutos superaron a éste en 3.8, 3.8 y 4.3%, respectivamente (Cuadro 1). De tal manera que como era obvio, los tratamientos de 150, 300 ó 450 mg de PBZ L^{-1} de agua indujeron promedios generales en los respectivos incrementos de 3.9, 4.8 y 5.9% en relación a la concentración de clorofila del testigo.

Cuadro 1. Concentración de clorofila en plantas de maíz tratadas con paclobutrazol en las etapas fenológicas de cuatro, seis y ocho hojas verdaderas.

Mg de PBZ	Clorofila (primer muestreo)	Clorofila (segundo muestreo)	Clorofila (tercer muestreo)	Clorofila (promedio gral.)
150	33.2 a	40.0 a	38.2 a	36.8
300	33.9 a	39.3 a	38.2 a	37.1
450	34.5 a	39.5 a	38.4 a	37.5
Testigo	32.6 a	36.8 b	36.8 a	35.4
DMSH	2.2	2.1	2.3	2.2

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey, 0.05).

De manera general la altura de las plantas fue de 2.26 m, con desviación estándar de 0.2 cm y coeficiente de variación de 6.5%. No obstante, las medias de altura que se obtuvieron de las plantas tratadas con 150, 300 y 400 mg de PBZ L^{-1} de agua fueron estadísticamente iguales (Cuadro 2), donde se nota que las plantas con paclobutrazol tuvieron una altura que se incremento de1-2% con respecto a las plantas testigo. De lo anterior se deduce que las plantas con PBZ fueron más eficientes para formar materia seca, así como en el gasto de energía y la fijación de CO_2, y contribuyeron más en la conservación del medio ambiente y, en esa medida, en la disminución del calentamiento global. Además, la respuesta en la altura indica que el PBZ en las tres dosis que se utilizaron no retardó y, mucho menos, disminuyó este carácter, lo que coincide con los resultados de Partida *et al*. (2007) y Velázquez *et al*. (2008), ya éstos observaron incrementos en la altura de plantas de tomate y chiles, respectivamente, cuando aplicaron dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L^{-1} de agua.

El diámetro del tallo se expresó con una media general de 2.6 cm, con desviación estándar de 0.4 cm y coeficiente de variación de 14%; en tanto que los promedios obtenidos con cada tratamiento fueron los que se observan en el Cuadro 2, con los que se estimaron incrementos de 5.0, 1.0 y 5.4 % en las plantas tratadas con 150, 300 ó 400 mg de PBZ L^{-1} de agua con respecto al diámetro de tallos de las plantas testigo.

La longitud de hojas ocurrió con una media general de 97.8 cm, con una desviación estándar de 4.0 cm y un coeficiente de variación igual a 4.1%, y no obstante que en esta característica no se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 2), en las plantas tratadas con paclobutrazol hubo incrementos que oscilaron de 0.5-1.4 cm en relación a la longitud de hojas en las plantas testigo. Los incrementos referidos indican mayor producción de materia seca y área foliar y, en consecuencia, mayor eficiencia en la fijación de CO_2, mejoramiento del proceso fotosintético y mayor influencia de las plantas en la disminución del calentamiento global.

La anchura de las hojas tuvo un promedio general de 8.5 cm, con una desviación estándar de 0.7 cm y un coeficiente de variación de 8.8%; pero entre los promedios obtenidos de las poblaciones de plantas tratadas y no tratadas (testigo) no hubo diferencias estadísticas significativas (Cuadro 2); no obstante, las hojas de las plantas con PBZ fueron ligeramente menos anchas (de 1.6-4.4%) que las del testigo, lo que indica que el paclobutrazol hizo más eficiente a las plantas por el contenido de clorofila y el proceso fotosintético que por el área foliar.

Los incrementos observados en el diámetro de tallos, longitud y anchura de hojas en las plantas tratadas con PBZ, también tienen relación con los resultados de Partida *et al*. (2007), Velázquez *et al*. (2008), ya que los primeros obtuvieron mayor producción de materia seca en las raíces y la parte aérea de pimiento morrón y berenjena tratadas con PBZ; mientras que los segundos reportaron incrementos del crecimiento del tallo en plantas de tomate que fueron asperjadas con dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L^{-1} de agua. En tanto que los resultados en relación a las disminuciones del área foliar también tienen relación con los de Burch *et al*. (1996), toda vez que éllos observaron que el PBZ reduce la expansión de hojas en muchas especies de árboles.

Cuadro 2. Promedios de altura, diámetro de tallos, longitud y anchura de hojas de plantas de maíz tratadas con paclobutrazol.

Mg de PBZ	Altura (m)	Diámetro de tallos (cm)	Longitud de hojas (cm)	Anchura de hojas (cm)
150	2.26 a	2.70 a	97.47 a	8.32
300	2.26 a	2.58 a	98.33 a	8.56
450	2.29 a	2.67 a	98.37 a	8.46
Testigo	2.24 a	2.56 a	96.99 a	8.70
DMSH	0.07	0.19	2.07	0.39

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey, 0.05).

CONCLUSIONES

El paclobutrazol ocasionó efectos en el contenido de clorofila, altura, diámetro de tallos y longitud de las hojas de maíz, incrementando estas características, en la mayoría de los casos, en valores absolutos; sin embargo, en la anchura de las hojas la tendencia fue a disminuir el carácter con respecto a la de las plantas testigo; y dado que las plantas tuvieron mayor eficiencia en el 80% de las características evaluadas, éstas debieron fijar más CO_2 para formar más materia seca, por lo que también influyeron de mejor manera en la disminución de la concentración de dicho gas en el medio ambiente y, por tanto, en esa magnitud en la disminución del calentamiento global.

LITERATURA CITADA

Burch, P. L., Wells R. H., Kline W. N. 1996. Red maple and silver maple growth evaluated 10 years after application of paclobutrazol tree growth regulator. Journal Arboriculture 22: 61-66.

Clouse, S. D., Sasse J. M. 1998. Brassinosteroids: essential regulators pf plant growth and development. Annu. Rev. Planr Physiol. Plant Mol. Biol. 49: 427-451.

Iremiren, G. O., Adewumi P. O., Aduloju S. O., and Ibitoye A. A. 2002. Effects of paclobutrazol and nitrogen fertilizer on the growth and yield of maize. Journal of Agricultural Science 128: 425-430.

Liyembani, S., Taylor B. H. 1989. Growth and development of young peach trees as influenced by foliar sprays of paclobutrazol or XE-1019. HortScience 24: 65-68.

Ochoa, B. R. y Ortega R. C. 2008. Reservas y seguridad alimentaria. Claridades Agropecuarias. 183: 13-46.

Ochoa, B. R. y Ortega R. C. 2009. Reservas alimentarias físicas y virtuales. Claridades Agropecuarias. 189: 3-14.

Osuna, G. J. A., Baez S. R., Medina U. V. M., Chávez C. X. 2001. Residualidad de paclobutrazol en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Tommy Taquín. Revista Chapingo Serie Horticultura 7: 273 p.

Partida, R. L., Velázquez A. T. de J., Acosta V. B., Ayala T. F. Díaz V. T., Inzunza C. J. F. y Cruz O. J. E. 2007. Paclobutrazol y crecimiento de raíz y parte aérea de plántulas de pimiento morrón y berenjena. Revista Fitotecnia Mexicana, 30 (2): 145-149.

Ruter, J. M. 1994. Growth and landscape establishment of *Pyracantha* and *Juniperus* after application of paclobutrazol. HortScience 29: 1318-1320.

Velázquez, A. T. de J., Partida R. L., Acosta V. B. y Ayala T. F. 2008. Producción de plantas de tomate y chile aplicando paclobutrazol al follaje. Universidad y Ciencia, 24 (1): 21-28.

Watson, G. W. 1996. Tree root system enhancement with paclobutrazol. Journal Arboriculture 22: 211-217.

ESTUDIO HIDROGEOQUÍMICO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA USO AGRÍCOLA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO COLORADO SOBRE TERRENO MEXICANO

Lorenzo Valenzuela-Vásquez[1], Jorge Ramírez-Hernández.[2], Jesús Arturo Sol Uribe[3], Noé Salvador Ruiz Ortiz[4]. [1]Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, km 6.5 Carr. a Sonoita, San Luis Río Colorado 83450, Sonora, México.valenzuela_lorenzo@yahoo.com tel: 0152(653)5344255. [2]Universidad Autónoma del Estado de Baja California, Instituto de Ingeniería. Ave. De la Normal s/n Col. Insurgentes-Este Mexicali, 21280 B.C. México. e-mail: jorger@uabc.mx; tel/fax: 0152(686)5664150. [3]Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, km 6.5 Carr. a Sonoita, San Luis Río Colorado 83450, Sonora, México. e-mail: jsoluribe@yahoo.com.mx: tel: 0152(653)5344255. [4]Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, km 6.5 Carr. a Sonoita, San Luis Río Colorado 83450, Sonora, México. e-mail: noesruiz2000@yahoo.com.mx: tel: 0152(653)5344255.

Palabras clave: Salinidad de agua de riego, modelación hidrogeoquímica, río Colorado.

RESUMEN

Se realizó un estudio hidrogeoquímico del agua subterránea para uso agrícola en el módulo #1 para identificar la posibles causas de variaciones de la salinidad del agua en la zona. Uno de los problemas que más han afectado la producción agrícola en el valle de San Luís Río Colorado, ha sido la salinidad del agua subterránea utilizada para cultivos. Aproximadamente el 99 % de la superficie del modulo de riego #1, ubicado en la margen izquierda del río Colorado, es regado con agua subterránea. Se realizaron análisis fisicoquímicos al agua de 50 pozos, encontrándose que la mayoría de ellas son cloruradas sódicas según el diagrama de Piper mientras que por su salinidad y relación adsorción de sodio un 76 % de las aguas se clasifican como C3S2 y C4S2. No se observó relación entre la conductividad del agua con la profundidad de los pozos. La configuración de la elevación del nivel piezométrico mostró una dirección regional NE-SW. Las variaciones de la elevación media del nivel freático de 1979 hasta 2007 están directamente relacionada con la presencia de infiltración desde el río Colorado. La modelación hidrogeoquímica en la misma línea de flujo mostró procesos de intercambio de sodio, calcio y magnesio, principalmente en pozos ubicados al norte del módulo. Se observan procesos de infiltración de agua proveniente del río Colorado y de canales agrícolas locales así como el aporte de aguas mineralizadas de retorno de riego y procesos evaporativos.

ABSTRACT

A hydrogeochemistry study of groundwater for agricultural use was carry out in the irrigation module # 1 in order to identify the possible causes of water salinity variations in the area. One of the issues that most affected agricultural production in the San Luis Río Colorado Valley has been the salinity of groundwater used for crops. Almost 99% of the module # 1 surface is irrigated with water from aquifer. Chemical analyses were performed to water samples from 50 wells, most of them were chloride-sodium type according the Piper diagram while because of its salinity and relation sodium adsorption 76 % of them were classified as C3S2 and C4S2. There was no observed relationship between the water conductivity with depth wells. Groundwater elevation contours showed that regional flow direction is from NE-SW. Variations on average phreatic level, from 1979 to 2007, were directly addressed to seepage from Colorado River. Hidrogeochemical modeling showed that ionic exchange of sodium, calcium, and magnesium in wells located mainly in north of module were presented. Water seepage from the Colorado River and local agricultural channels as well as the contribution of mineralized water from exceeding irrigation water volumes and evaporation processes were identified.

INTRODUCCIÓN

El valle agrícola de San Luís Río Colorado, se encuentra localizado en el municipio del mismo nombre, en el Estado de Sonora, pertenece hidrológicamente a la cuenca del Río Colorado, formando parte del Distrito de Riego # 014 al igual que el Valle de Mexicali, localizado en el estado de Baja California.

La actividad agrícola en el Valle de San Luís Río Colorado, se desarrolla en una superficie aproximada de 26,517 has con derecho de riego. Los módulos #1, #2 y #3 ocupan la zona norte de la margen izquierda conocida como Valle de San Luís Río Colorado, con una superficie de riego de 26,517.15 has, beneficiando a 1687 usuarios, con un total de 169 pozos (107 federales y 62 particulares) (CEA 2004). El módulo de riego # 1 utiliza, en su mayor parte, agua subterránea, mediante la explotación de 108 pozos, de los cuales 85 son federales y 23 particulares.

La calidad química del agua para uso agrícola, es decir su contenido de sales se ha degradado en los últimos años. La aplicación de agua a manta en el módulo #1 da lugar a que parte del agua aplicada se evapore e infiltre en el suelo a estratos más profundos, alcanzando eventualmente el acuífero. El bombeo intensivo de la zona y la permeabilidad media a alta de los estratos más someros podrían propiciar tanto la infiltración de agua de retorno agrícola como la de los canales principales de riego. A su vez, los escurrimientos extraordinarios en el río Colorado han propiciado la recarga del acuífero.
La clasificación del agua subterránea en la zona a partir de las representaciones gráficas como la de Piper (Custodio y Llamas, 2004) permite inferir el origen de las aguas subterráneas. A su vez, la clasificación del agua en función del criterio de Allison (1985) es útil para evaluar la relación salinidad relación absorción de sodio.
El análisis de la evolución del agua extraída de los pozos es necesario para establecer acciones de manejo del acuífero. La modelación hideogeoquímica es una herramienta utilizada para definir los procesos de mezcla y evolución del agua en el subsuelo que ha transcurrido por un mismo tubo de flujo. Para iniciar el proceso de modelizacón hidrogeoquímica es preciso conocer –o al menos inferior- la dirección del flujo tanto regional como local que permita sustentar la hipótesis de que el agua de un pozo a otro esta comunicada a través de un tubo de flujo, es decir que el agua de un pozo por diferencia de potencial podría transitar por el acuífero y alcanzar otro pozo conocido.
La ecuación general de balance de masa define la composición química del agua subterránea, además de las composiciones que constituyen la solución inicial y final en un mismo tubo de flujo (Appelo y Postma, 1996). Con base en ésta hipótesis se realizó la modelación hidrogeoquímica inversa para obtener resultados cuantitativos.

OBJETIVO

Realizar un estudio hidrogeoquímico del agua subterránea para uso agrícola en el módulo #1 utilizando representaciones gráficas y clasificación de aguas agrícolas tradicionales, análisis del nivel freático y direcciones de flujo preferenciales así como modelación hidrogeoquímica para identificar la posibles causas del incremento de la salinidad del agua en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de la evolución química del agua y el comportamiento del nivel del acuífero de los pozos del área estudio se realizó considerando los análisis químicos y datos históricos proporcionados por la CONAGUA. Adicionalmente, en este trabajo se colectaron muestras de agua en 50 pozos que son utilizados para riego agrícola en el área del modulo #1. In situ se cuantificó el pH y la conductividad eléctrica de cada muestra de agua. Los análisis fisicoquímicos: conductividad eléctrica, pH, aniones (sulfatos, bicarbonatos y cloruros), cationes como (calcio, magnesio, sodio y potasio), fueron realizados en el Laboratorio de Agua y Suelo del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Los análisis se realizaron utilizando la metodología basada en los Métodos Normativos para el Análisis de Agua Potable y Residuales (APHA, AWWA, WPCF 1992, y la (NOM-127_SSAI-1994).
Se realizó una caracterización geoquímica del agua utilizando el diagrama de Piper (Custodio, 2004). Además se configuraron curvas de isocontenidos utilizando el paquete computacional SURFER que permitió identificar áreas afectadas por la calidad del agua de los pozos. El contenido de sales y valores de la relación adsorción de sodio de las aguas del modulo de riego se clasificaron de acuerdo a los criterios señalados por Allisson (1985).
La dirección de flujo se definió con base en la configuración de los niveles piezométricos del año 2000 por ser el año en que se tienen más datos y mejor cobertura.

Con el propósito de analizar la relación entre la profundidad del agua obtenida de cada pozo y la conductividad eléctrica del agua así como con la profundidad de la tubería lisa para inferir zonas de recarga de agua de drenaje agrícola se muestra de forma gráfica las dos variables.

Con base en la dirección regional del flujo en la zona, la profundidad del pozo y considerando la mineralización de cada uno de los pozos -por sus valores en conductividad eléctrica- se determinaron los pozos viables para llevar a cabo la modelación geoquímica.

La modelación geoquímica se realizó con el programa PHREEQC (Parkhurst y Appelo, 1999), calculando el estado de saturación de las especies iónicas más importantes, la transferencia de masas, calcular la composición de mezclas y la posibilidad de prever la evolución de la composición química en esa dirección del flujo (Appelo y Postma, 1996). Una vez realizada la modelación se elgieron los modelos más viables y se infirieron las posibles causas de la mineralización de los pozos.

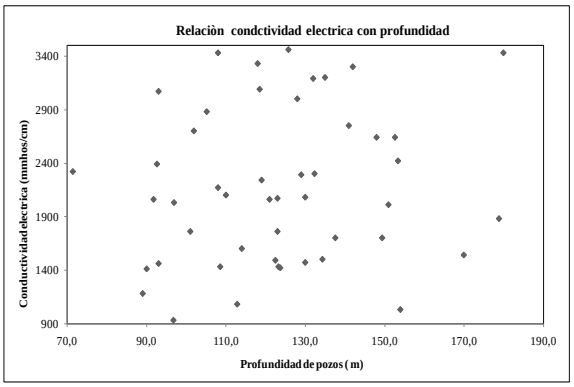


Figura 1. Relación Conductividad y profundidad del pozo

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Profundidad y conductividad eléctrica (CE). Los pozos tienen una profundidad que varía de 71 a 180 m. con un pH de 7.63 y 7.45 respectivamente. El valor de pH varía de 7.29 a 7.87 mientras que la conductividad eléctrica de 930 a 3460 mmhos/cm marcando una tendencia que a mayor conductividad menor es el pH. Mientras que la conductividad con respecto a la profundidad de los pozos no muestró ninguna relación (Figura 1). El comportamiento de la salinidad en la zona de estudio, no presentó una tendencia definida, mostrando áreas con altas y bajas concentraciones.

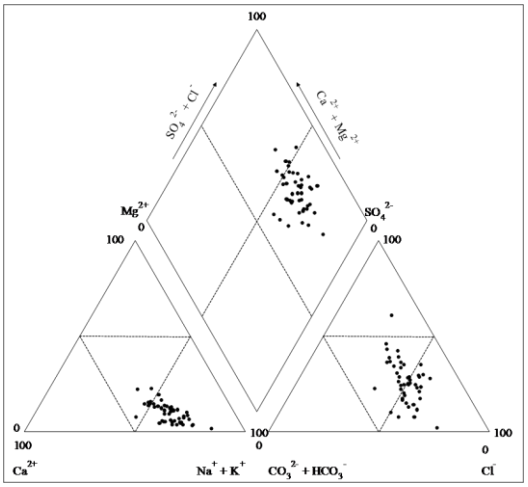


Figura 2 Clasificación del agua subterránea utilizando el diagrama de Piper

Clasificación de las aguas subterráneas utilizando el diagrama de Piper.

Los resultados del análisis fisicoquímico del agua subterránea de los pozos analizados fueron clasificados según el diagrama de Piper (Custodio, 2001). De este diagrama se pueden agrupar en su mayoría como cloruradas sódicas, (Figura 2). Se consideran aguas marinas, salmueras geotérmicas, aguas contaminadas por sales y zonas áridas. Son 7 pozos los que se clasifican como aguas sulfatadas cálcicas que provienen del yeso u óxidos sulfurosos de acuerdo a lo indicado por Tello 2004.

Comportamiento del nivel freático. El nivel freático promedio de la zona estudiada (Figura 3) disminuyó de 17.79 msnm a 9.51 de 1957 a 2007; sin embargo a partir del año 1984 se presenta una recuperación llegando a 22.07 msnm para el año 1987 relacionado con escurrimientos extraordinarios del río Colorado que provocaron una fuerte aportación de agua al acuífero, subiendo 4.28 m por encima del nivel presentado en 1957. A partir de 1987 se presentó un descenso hasta el año 1994. Se observa una recuperación a partir de este año y

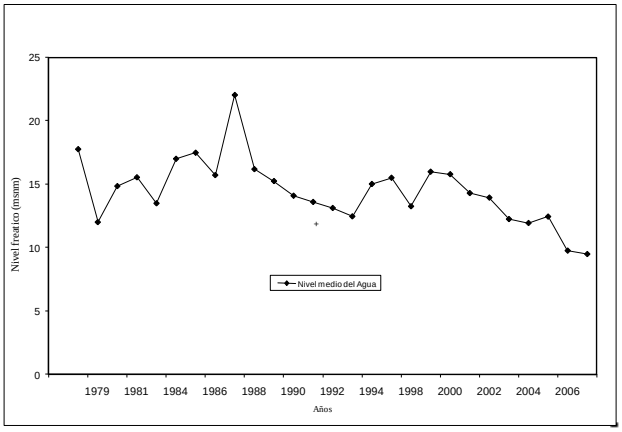


Figura 3 Comportamiento histórico del nivel medio del agua subterránea en pozos del modulo 1 del Valle de San Luis

hasta el 2000 a partir de este año vuelve a descender quedando para el 2007 con un nivel de 9.5.

Calidad del agua de riego para uso agrícola.

El contenido de sales y valores de la relación adsorción de sodio las aguas subterráneas según los criterios señalados por Allisson (1985) mostraron que el 12% del agua de riego del modulo #1 se clasifica como aguas altamente salinas y bajas en sodio (C3S1); el 30% del agua es altamente salina y media en sodio (C3S2); y, el 36% del agua es muy altamente salina y media en sodio (C4S2). El agua en pozos con alto contenido de sodio no presenta niveles perjudiciales de este elemento debido a que en los suelos presentan yeso considerando que existe un 76% de aguas clasificadas como S2.

Modelación hidrogeoquímica de los sistemas de flujo.

Las fases que se utilizaron en la modelación hidrogeoquímica son anhidrita, aragonita, CO_2, calcita, halita, dolomita y yeso. Los resultados de la modelación hidrgeoquímica en el acuífero del área de estudio considerando la dirección de flujo (se muestran como flechas y se numeran entre paréntesis en la Figura 4) y la mineralización del agua, más importantes son:

Ruta 1: agua del pozo 2 Soc. San Luis al 2 Hidalgo. Se presenta el yeso como aportador de calcio y sulfato, la dolomita como aportadora de calcio y magnesio, la halita aporta sodio y cloruro, existe además un proceso de intercambio de magnesio y sodio por calcio, (Figura 5).

Ruta 2: agua del pozo 2 Soc. San Luis al 4 Moctezuma. Se presenta un proceso de intercambio de sodio por calcio y magnesio, hay un equilibrio entre el yeso y la anhidrita con una incorporación de halita y un aporte de CO_2 lo que puede indicar que hay un proceso de evaporación.

Ruta 3: agua del pozo 4 San Luis al 4 Moctezuma. Existe un proceso de intercambio de sodio por calcio y magnesio, hay un equilibrio entre el yeso y la anhidrita con una incorporación de halita y un aporte de CO_2 lo que puede indicar que hay un proceso de evaporación. En el sistema de flujo se puede considerar que hay un fuerte aporte de agua de otra fuente que puede ser influencia del drenaje o evaporación del agua.

Ruta 4: agua del pozo 4 San Luis al 8 San Luis. Se presenta debido al intercambio de Na por Ca y Mg, la precipitación del yeso como fuente de sulfatos y dolomía como aporte de Ca y Mg, sin embargo tomando en cuenta el CO_2 se considera que hay evaporación.

Ruta 5: agua del pozo 2 Hidalgo al 8 Moctezuma. Se considera que hay una incorporación de yeso como aporte de sulfatos; intercambio de calcio por sodio y magnesio, como aportadora de estos elementos sin embargo hay una disminución de bicarbonatos que nos pueden indicar poca aportación de aguas del rio

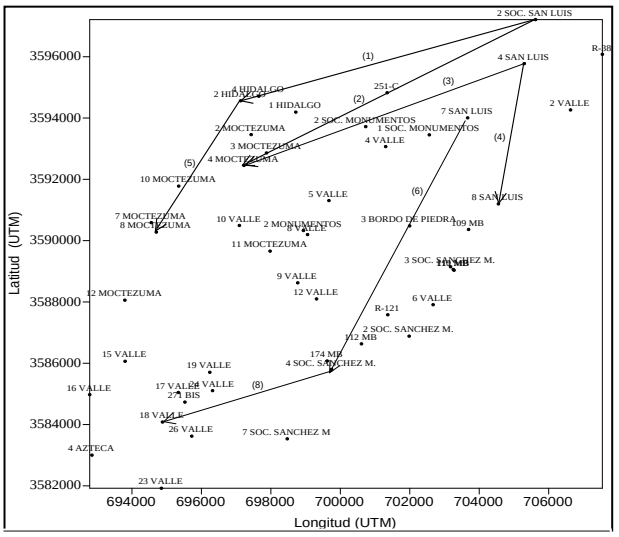


Figura 4 Ubicación de los pozos del modulo #1 y rutas de modelación entre paréntesis.

2 Soc. San Luis a 2 Hidalgo (moles/Kg)				
FASES	1	2	3	4
Anidrita			1,24E-03	1,44E-03
Aragonita				
Calcita				
CO_2	8,02E-04	8,40E-04	8,02E-04	8,40E-04
Yeso	1,24E-03	1,44E-03		
Halita	4,68E-03	4,61E-03	4,68E-03	4,61E-03
MgX_2	-1,84E-04	-2,01E-04	-1,84E-04	-2,01E-04
NaX	-6,15E-04		-6,15E-04	
Dolomita	3,47E-04	3,64E-04	3,47E-04	3,64E-04
CaX_2	4,91E-04	2,01E-04	4,91E-04	2,01E-04

Pozos	2 Soc. San Luis	2 Hidalgo
C.E mmhos/cm	1460	2240
pH	7,62	7,5
STD mg/l	1038,97	1503,65
Ca^{++} mg/l	82,084	117,635
Mg^{++} mg/l	9,173	13,122
Na^{+} mg/l	235,704	351,44
K^{+} mg/l	2,424	2,854
CO_3^{-} mg/l		
HCO_3^{-} mg/l	244	317,2
Cl^{-} mg/l	198,5	340,3
SO_4^{--} mg/l	266,928	360,48

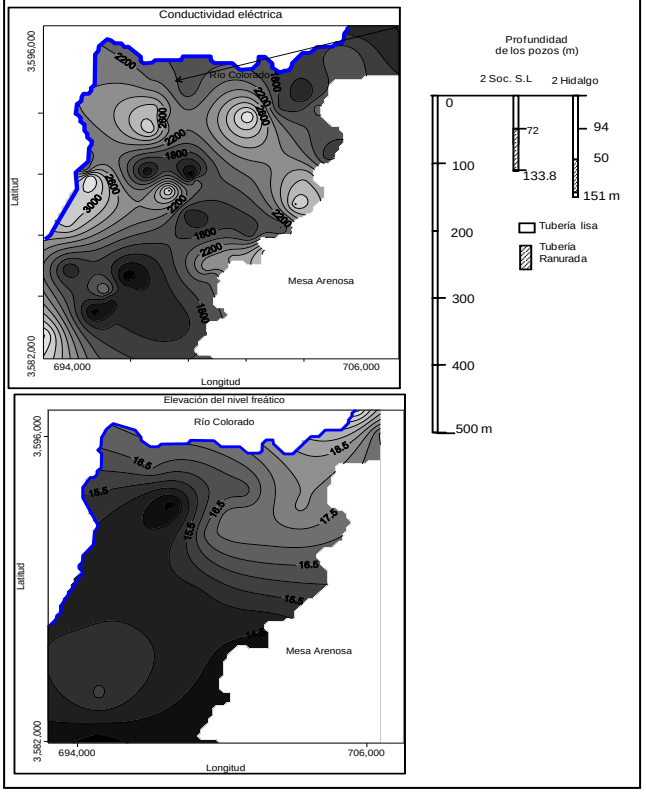


Figura 5. Modelación de pozos de 2 Sociedad San Luis = 2 Hidalgo

Colorado o de drenaje agrícola e influencia de agua evaporada.

Ruta 6: agua del pozo 7 San Luis al 174 MB. Se presenta una precipitación de anhidrita que es equilibrada con la disolución del yeso. Hay una incorporación de halita como aportadora de cloruro y sodio. Para generar agua del pozo 174 MB se requiere 152 % de agua del pozo 7 San Luis lo que indica una mezcla con agua más mineralizada o bien la presencia de un proceso evaporativo.

Ruta 7: agua del pozo 110 MB al 174 MB. Se puede considerar que para el pozo 110 MB hay un aporte importante de agua de drenaje agrícola dada la poca profundidad en tubería lisa, por la concentración de sales presentes, la disminución en concentración de sales podemos explicar que debido a la mayor profundidad de la tubería lisa y de acuerdo a la modelación, se puede afirmar que hay un aporte de agua de otras fuentes para el pozo 174 MB.

Ruta 8: agua del pozo 174 MB al 18 Valle. Existe una desincorporación de calcita CO_2, yeso, halita, dolomita y un intercambio de sodio y magnesio por calcio, además de una incorporación de aragonita ($CaSO_4$). Lo anterior podría asociarse a poca aportación de agua de drenaje agrícola. Sin embargo entre ambos pozos cruza el canal revolución y por la cercanía que tiene el Río Colorado a este tubo de flujo podría tener aportaciones de agua de estas dos fuentes.

CONCLUSIONES

El tipo de agua del acuífero en el área de estudio según el diagrama de Piper es fundamentalmente clorurada sódica típica de zonas áridas. La clasificación del agua según su concentración de sodio y la relación absorción de sodio corresponden en un 12% a aguas altamente salinas y bajas en sodio (C3S1); el 30% del agua es altamente salina y media en sodio (C3S2); y, el 36% del agua es muy altamente salina y media en sodio (C4S2). Aunque el agua presenta un alto contenido de sodio no se observan niveles perjudiciales de este elemento debido a la presencia de yeso en un 76% del agua (S2). La dirección del flujo según las isopiezas configuradas para el año 2000 muestran una dirección preferencias de NE-SW modificada localmente por la infiltración de agua desde los canales principales. Las variaciones de la elevación media del nivel freático en el módulo está directamente relacionada con la recarga del acuífero debido a la presencia de escurrimientos extraordinarios en el río Colorado. No se observó relación entre la conductividad del agua con la profundidad de los pozos.

Se observaron procesos de intercambio de sodio, calcio y magnesio, principalmente en pozos ubicados al norte del módulo. Las ruta 1 de flujo analizada muestra la posibilidad de la evolución de la composición química a lo largo de la ruta de flujo. Se infieren proceso de recarga de agua mayormente mineralizada posiblemente relacionada con agua de retorno de riego o precesos evaporativos en las rutas 2, 3 y 4 y 6. La presencia de agua de menor mineralización en las rutas de flujo 7 y 8 podría relacionada con la recarga de agua del canal revolución y del río Colorado, dada su cercanía.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por PROMEP (Programa de Mejoramiento del Profesorado) de la SEP (Secretaría de Educación Pública), en coordinación con los Usuarios del Módulos de Riego #1, el Distrito de Riego 014, Río Colorado de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Asociación de Usuarios de los Módulos de Riego del Distrito 014 Rio Colorado.

LITERATURA CITADA

Allison (1985)

Appelo C.A.J. and Postma D. (1996) Geochemistry groundwater and pollution. Third print Balkema Rotterdam.

APHA - AWWA - WPCF (1992) Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual. Ediciones Días Santos S.A. Madrid. Cap. 3 y 4.

CEA (2004) Estudio de diagnostico y propuesta de soluciones para el Desarrollo Hidroagrícola de la región de San Luís Río Colorado, en el Estado de Sonora. Gobierno del Estado de Sonora.

Custodio E. y Llamas M.R. (2004) Hidrologia Subterranea. Segunda edicion corregida. Ediciones Omega. Tomo1. Barcelona España.

Tello H E (2004) Métodos geoquímicas aplicados a la exploración y explotación de recursos geotérmicos. Curso Taller. Comisión Federal de Electricidad. Mexicali B. C.

Parkhurst D. and Appelo C.A.J. (1999) User's guide to PHREEQC (version 2) a computer program for speciation, bath-reaction one dimensional transport and inverse geochemical calculations. Water Investigations report 99-485.

IDENTIFICACIÓN DE APORTACIONES DE AGUA AL ACUÍFERO DEL VALLE DE SAN LUIS RÍO COLORADO, SONORA MÉXICO EN EL MÓDULO #1 UTILIZANDO ISÓTOPOS AMBIENTALES

Ramón Baltazar Palomares-Ramírez.[1], Jorge Ramírez-Hernández.[2], Lorenzo Valenzuela-Vásquez [3]. [1]Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, km 6.5 Carr. a Sonoita, San Luis Río Colorado 83450, Sonora, México. e-mail: ramon-palomares@hotmail.com: tel: 0152(653)5344255. [2]Universidad Autónoma del Estado de Baja California, Instituto de Ingeniería. Ave. De la Normal s/n Col. Insurgentes-Este Mexicali, 21280 B.C. México. e-mail: jorger@uabc.mx; tel/fax: 0152(686)5664150. [3]Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, km 6.5 Carr. a Sonoita, San Luis Río Colorado 83450, Sonora, México. e-mail:valenzuela_lorenzo@yahoo.com: tel: 0152(653)5344255.

Palabras clave: Salinidad, Isotopos, Pozos, Profundidad, Nivel Freático.

RESUMEN

El problema de la mineralización del acuífero en los Valles de Mexicali y San Luís Río Colorado ha provocado un deterioro en la calidad del agua de extraída del subsuelo provocando la salinización de los suelos. En este trabajo por medio del análisis químico e isotópico de 34 muestras de agua del acuífero colectadas en el modulo 1 del Valle de San Luis R.C. se dedujo a partir del análisis de la posición de los valores isotópicos δD y δ^{18} O del agua subterránea del acuífero y la Línea Meteórica Mundial, que este acuífero presenta un grado de afectación por una Evaporación rápida y desértica, típica de una infiltración reciente y sujeta a variaciones estacionales. Sin embargo estos resultados también pueden indicar que se presente el fenómeno de mezcla de aguas, por lo que se recomienda realizar la modelación geoquímica para confirmar lo obtenido.
Además se detectó por medio de una comparación gráfica de la conductividad eléctrica con la profundidad hasta la tubería ranurada de los pozos, que no existe una relación entre profundidad de captación de agua y la calidad de la misma.
La distribución espacial de la salinidad en el área de estudio se encontró que existe aportación de agua al acuífero de los canales Revolución y Bacaztec bajando el nivel de salinidad del agua que extraen los pozos cercanos a ellos.

ABSTRACT

The problem of the mineralization of water-bearing in Valleys of Mexicali and the San Luis Colorado River has brought about a deterioration in the quality of the water of extracted of the subsoil causing the salinization of grounds. In this work by means of the chemical analysis and isotopic of 34 collected water samples of the water-bearing one in unit 1 of the Valley of San Luis R.C it was deduced from the analysis of the position of the isotopic values δD and δ18 Or of the underground water of water-bearing and World-wide the Meteoric Line, that this water-bearing one presents/displays a degree of affectation by a fast Evaporation and desert, typical of an infiltration recent and it holds a seasonal variations. Nevertheless these results also can indicate that the phenomenon of water mixture appears, reason why is recommended to realise the modeling geochemistry to confirm the obtained thing. In addition it was detected by means of a graphical comparison of the electrical conductivity with the depth until the grooved pipe of the wells, that does not exist a relation between depth of water pick up and the quality of the same. The space distribution of the salinity in the study area was that contribution of water at water-bearing of the channels Revolución and Bacaztec lowering the level of salinity of the water exists that the wells near them extract.

INTRODUCCIÓN

Barocio (2000) señala que en el Distrito de riego # 014 " Río Colorado", que pertenece a los estados de Baja California y Sonora, de las 250000 has totales que conforman el Distrito, 108420 has, están afectadas por las sales de las que 65985 has son salinas y 42435 has son salino-sódicas. Además se considera que 14000 has son afectadas por drenaje, puntualizando la

importancia de seleccionar la mejor tecnología para la modernización de los esquemas existentes de irrigación.

La salinización de los suelos en los valles de Mexicali y San Luís está ligada a la salinidad de las aguas superficiales y subterráneas provenientes de la cuenca del Río Colorado. Se estima que anualmente ingresan a la zona $3.6X10^6$ ton, de sales de las cuales $1.985X10^6$ ton, son de ingreso superficial y el resto $1.,615X10^6$ ton, son extraídas del subsuelo, muchas de estas sales son eliminadas por el sistema de drenaje a cielo abierto, estimándose que se evacuan alrededor de $1.89X10^6$ ton y el resto $1.71X10^6$ ton, se acumulan en el perfil de los suelos. (López, 2001). El módulo de riego #1 utiliza, en su mayor parte, aguas del acuífero mediante la explotación de 108 pozos, de los cuales 85 son federales y 23 particulares. Algunos de los problemas que más han afectado la producción agrícola en el valle de San Luís, son aquellos inducidos como es la salinidad de las aguas que se han utilizado para riego de sus cultivos. Dada la complejidad del comportamiento de la salinidad de las aguas del módulo de riego y las dificultades que se presenta el establecer los factores que determinan el incremento de sales a través de modelaciones hidrogeoquímicas, se hace necesario auxiliarse de la composición isotópica en δD y δ^{18} O para definir el origen del agua y los procesos que han modificado su composición. El origen y los procesos fisicoquímicos a que se ha sometido el agua de riego permitirá definir los diferentes aportes de agua a los pozos del módulo y así realizar recomendaciones para un uso más eficiente del agua de riego y controlar el incremento de sales en estas aguas (Valenzuela, 2009).

Los estudios isotópicos son importantes en procesos de carga y recarga, flujos e interconexiones de acuíferos, así como para determinar las fuentes y mecanismos de contaminación (Gourcy y Aggarwal, 2004). La composición isotópica del agua subterránea en regiones áridas puede ser en ocasiones, bastante diferente de la composición de la precipitación local, indicando que las causas más comunes es el enriquecimiento isotópico del agua por evaporación. Rangel et al. (2002) a partir del análisis de la posición de los valores isotópicos δD y δ^{18} O del agua subterránea del acuífero dependiente del rio Sonora y la Línea Meteórica Mundial, dedujeron que este acuífero presenta un grado de afectación por una evaporación rápida y desértica, típica de una infiltración reciente y sujeta a variaciones estacionales.

Valenzuela y colaboradores (2009) indican que en el agua de los pozos agrícolas del modulo #1 existe un proceso de intercambio en las aguas y evaporación así como un aporte de las aguas de drenaje agrícola, indicando que no se presenta una relación entre la conductividad del agua con la profundidad de los pozos ni con la profundidad de inicio de la tubería ranurada. El impacto que tiene la calidad del agua de riego es un condicionante para mejorar la producción, por lo que este trabajo se enfocará principalmente en establecer la composición isotópica de las aportaciones del agua.

Figura 1. Localización del Módulo de riego 1 del Valle de San Luis Río Colorado y la ubicación de los pozos de estudio.

OBJETIVO

Realizar una identificación del proceso de mezclas de agua utilizando la composición isotópica del agua del acuífero en el área de riego del modulo #1 para determinar los procesos fisicoquímicos más importantes, el origen y aportaciones de salinidad al acuífero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el área de riego del modulo # 1.del Valle de San Luis R.C. del Distrito de Riego 014. Los datos sobre la terminación de los pozos, profundidad total y de los tramos de tubería ranurada fueron proporcionados por el Distrito de Riego 014.

Se colectaron 34 muestras de agua de pozos agrícolas escogidos en forma representativa y agua en tres puntos en el canal Revolución, tal como se muestra en la figura 1. El muestreo se realizó colectando tres muestras de agua en 3 botellas de polietileno, una de ellas se acidificó con ácido nítrico con el fin de determinar cationes, la segunda para determinar la concentración de los aniones y la tercera para analizar el contenido isotópico. Se cuantificó *in situ* la altura sobre el nivel del mar, las coordenadas de ubicación de cada pozo, la CE en mmhos/cm, la temperatura y el pH. Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio del Instituto de Ingeniería de la UABC utilizando la metodología APHA y se determinaron los elementos mayoritarios, los análisis de isótopos se realizaron en la Universidad de Arizona.

La distribución de la salinidad de acuerdo al análisis químico del agua de los pozos se muestra en una figura 2. La relación entre la CE (mmhos/cm) con la profundidad del pozo hasta la tubería ranurada se presenta en una figura 3 y los resultados del estudio de los isótopos del agua se presentan en la figura 4 incluyendo la curva meteórica mundial y la composición isotópica reciente del Río Colorado según Thompson et al, (2008).

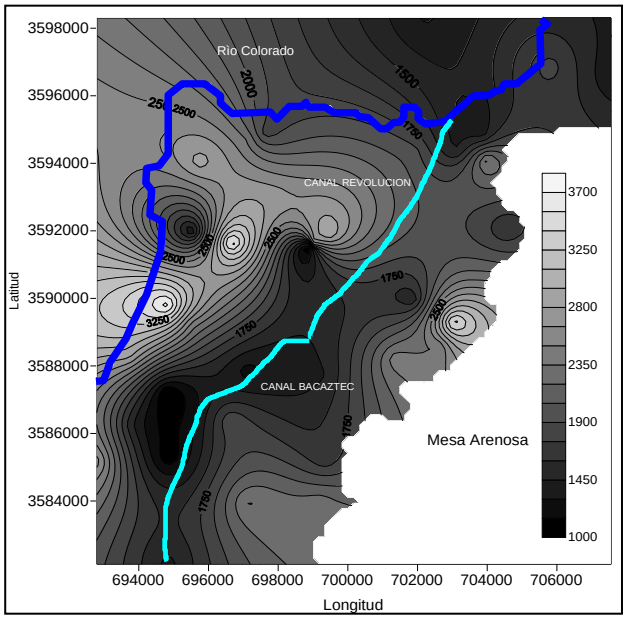


Figura 2. Distribución espacial de la salinidad en el modulo #1. Unidades en mmhos/cm.

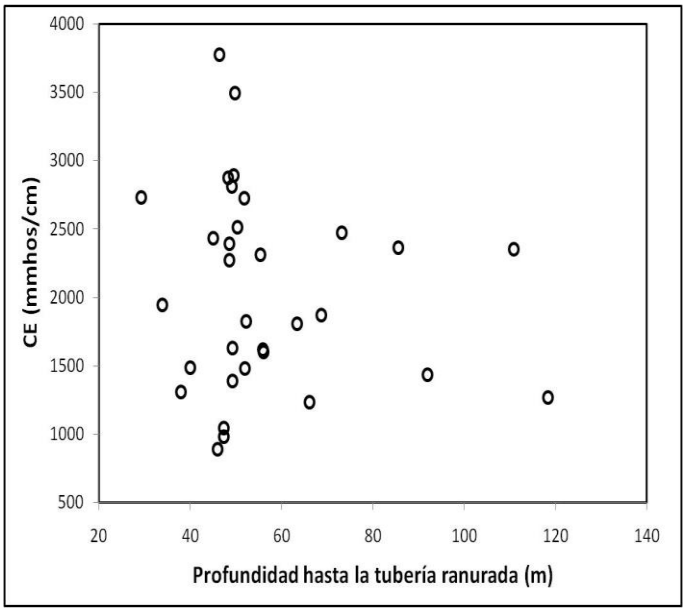


Figura 3. CE en mmhos/cm contra la profundidad hasta la tubería ranurada de los pozos muestreados.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La distribución espacial de la salinidad en el modulo #1 muestra la influencia del agua de los canales Revolución y su continuación el canal Bacaztec en el manto acuífero con una disminución de las concentraciones de salinidad a lo largo de la trayectoria del canal lo que indica la importancia de las aportaciones de agua del canal al acuífero y la disminución de las concentraciones de la salinidad en los pozos del área.

Según los resultados obtenidos y de acuerdo con los análisis de salinidad de los 34 pozos analizados y la profundidad total de pozos, así como la profundidad hasta la tubería ranurada, se puede apreciar que no existe una relación entre profundidad de captación de agua y la calidad de la misma, presentando que a una misma

profundidad de pozo se pueden presentar concentraciones de salinidad que van desde 893 mmhos/cm, presentada en el pozo Monumentos hasta 3780 mmhos/cm en pozo 11 Moctezuma, con pH desde 6.56 en el pozo 3 Moctezuma a 7.69 en el pozo R-38. La profundización de los pozos con el propósito de alcanzar estratos con agua de menor contenido salino parece no ser una opción viable, por lo tanto es importante determinar la profundidad de los pozos en base a otros factores determinantes (Figura 3). Este resultado corrobora lo anotado por Valenzuela y colaboradores (2009).

Los resultados obtenidos con isotopos ambientales demuestran que el enfoque multi-isotópico es una herramienta útil para identificar el origen y las fuentes de aguas subterráneas salinas (Niel y Banoeng et al., 2001).
Siendo los isotopos $^{18}O/^{2}H$ buenos trazadores de movimiento del agua y de algunos procesos de fraccionamientos naturales que les afectan. La composición isotópica del agua subterránea en regiones áridas puede ser en ocasiones, bastante diferente de la composición de la precipitación local, indicando que las causas más comunes es el enriquecimiento isotópico del agua por evaporación.

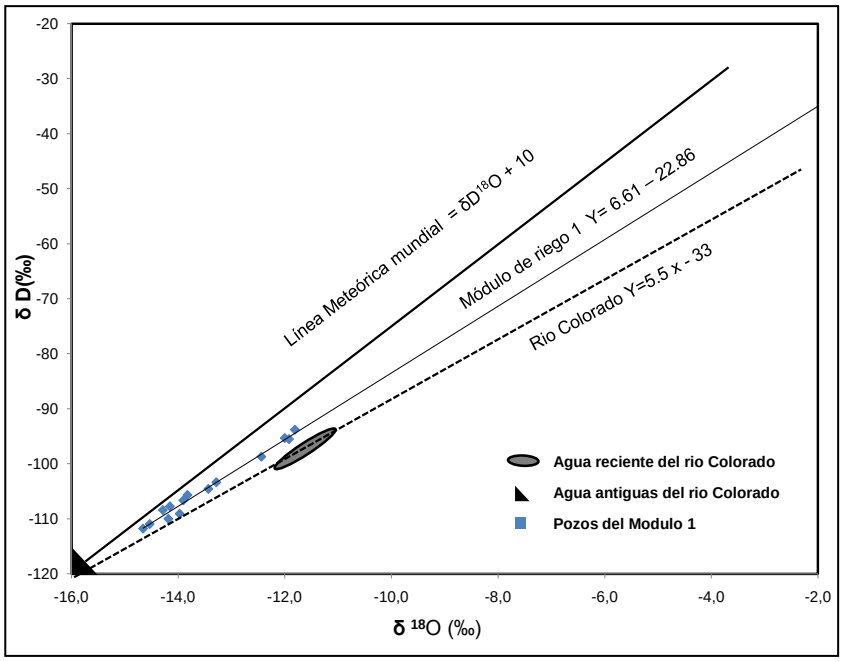


Figura 4 Composición isotópica del agua del acuífero en el Modulo No. 1 comparada con la Línea Meteórica Mundial e isotopos del agua del Río Colorado. La composición isotópica reciente del río Colorado fue tomada de Thompson et al, (2008).

Rangel et al (2002) a partir del análisis de la posición de los valores isotópicos δD y δ^{18} O del agua subterránea del acuífero dependiente del rio Sonora y la Línea Meteórica Mundial (δD =8 δ^{18} O + 10), dedujeron que este acuífero presenta un grado de afectación por una Evaporación rápida y desértica, típica de infiltración reciente y sujeta a variaciones estacionales.
CEDEX (1996) menciona que si la pendiente de la recta es entre 4 a 6 y el valor de la ordenada es menor de 10 podría indicarse que existe un proceso de evaporación. La composición isotópica de las muestras de agua en el gráfico δ^{18} O VS δD muestran una pendiente de 6.61 y la coordenada en el origen de -22.86. Esta línea de evaporación inicia del agua origen que corresponde al agua infiltrada del río Colorado antes de la construcción del sistema de presas aguas arriba. La composición isotópica del agua en el acuífero muestra la mezcla con agua reciente evaporada (retorno de riego) con esta agua origen y el agua actual del río Colorado. Sin embargo no alcanza a tener la composición isotópica del agua reciente del río Colorado reportada Thompson y colaboradores (2008). La proporción de mezcla entre el agua de origen y el agua evaporada reciente no ha sido obtenida en este trabajo.

CONCLUSIONES

La distribución espacial de la salinidad en el módulo #1 se presenta una evidente influencia de los canales Revolución y Bacaztec en la aportación de agua de buena calidad al acuífero indicando una baja en las concentraciones de salinidad a lo largo de la trayectoria de los canales provocando la disminución de las concentraciones de la salinidad en los pozos del área.
Se confirma que entre la salinidad del agua y la profundidad hasta la tubería ranurada de los pozos no existe correlación, descartándose que la profundidad del pozo es determinante en la calidad del agua extraída. Por lo tanto la profundidad de perforación adecuada debe ser determinada considerando otros factores.
La composición isotópica del agua de los pozos agrícolas muestra procesos de evaporación de aguas antiguas y aguas reciente del río colorado, con lo cual se confirma la existencia de agua de retorno agrícola en el manto acuífero. Aunque será necesario realizar una modelación geoquímica para establecer las proporciones de mezcla.

LITERATURA CITADA

Barocio F.C. (2000). Los problemas de salinidad y drenaje en los distritos de riego de México. X Congreso Nacional de Irrigación Chihuahua, Chih. Mex.

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX. (1996) Generalidades sobre isótopos estables del agua. Curso sobre Hidrología. Universidad Autónoma de Madrid, España.

Gourcy L. y Aggarwal (2004) Isotope hydrology and the role of the ISEA. XXXIII Congreso IAH, 7^0 Congreso ALHSUD. Zacatecas Mexico.

Niels O.J, Brucek, Banoeng Y. (2001) Environmental isotopes ^{18}O, ^{2}H and $^{87}Sr/^{86}Sr$ as a tool in groundwater investigations in the Keta Basin Chana. Hidrogeology Journal 9:190-201.

López L. A. (2001) La salinidad del agua en el distrito de riego 014, Río Colorado, Baja California y Sonora. 1er Simposio Internacional sobre salinidad del Río Colorado. San Luís Río Colorado, Sonora.

Niels O.J, Brucek, Banoeng Y. (2001) Environmental isotopes ^{18}O, ^{2}H and $^{87}Sr/^{86}Sr$ as a tool in groundwater investigations in the Keta Basin Chana. Hidrogeology Journal 9:190-201.

Thopmson A., Demir Z.,Mason D. et al (2008) Groundwater Availability Within The Salton Sea Basin. Final Report LLNL-TR-400426, Lawrense Livermore National Laboratory, Livermore California 94551.

Rangel M.M, Monreal S.R., Morales M.M. y Castillo G.J (2002) Vulnerabilidad a la intrusión marina de acuíferos costeros en el Pacifico Norte Mexicano: un caso, el acuífero Costa de Hermosillo Sonora Mexico. Revista Latino-Americana de Hidrogeologia 2:31-51.

Valenzuela V.L, Ramírez H.J. y Sol U. A. (2009) Estudio Hidrogeoquímico de las Aguas Subterráneas de la Margen Izquierda del Río Colorado.1^{er} Simposio Nacional de Investigación sobre Cultura, Desarrollo y Medio Ambiente en la Frontera Norte. CESUES, San Luis Rio Colorado, Sonora México.

.

EFECTO DE PRÁCTICAS DE LABRANZA DEL SUELO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL NOGAL PECANERO CULTIVAR WESTERN SCHLEY [*(Carya illinoinensis (WANGENH.) K.KOCH]*

José Grageda Grageda[1], Rodolfo Sabori Palma[1], Alejandro Valenzuela Martínez[2], Alejandro Quijada Flores[2], J. Humberto Núñez Moreno[1], Julio César Rodríguez[3]. [1]Investigador del INIFAP-CECH. Carretera a Bahía de Kino km. 12.6. Col. La Manga, Hermosillo, Sonora. [2]Asistente de Investigador. INIFAP. [3]Profesor-Investigador, Departamento de Agricultura y Ganadería. UNI-SON. grageda.jose@inifap.gob.mx

Palabras clave: Rastreo, compactación, composta, subsoleo.

RESUMEN

En el norte de México la evaporación anual es elevada (>1300 mm) y existe poca precipitación (300-600 mm/año), lo que favorece la acumulación de sales en el suelo. El alto uso maquinaria para el combate de plagas y roturación de capas duras e impermeables, incrementan la compactación del suelo. El estudio se realizó en una huerta adulta del cultivar Western Schley, con un marco de plantación de 10x10 m. Los tratamientos evaluados fueron zanjeo a un lado de la hilera de los árboles, zanjeo por un lado + paja, zanjeo por un lado + composta, zanjeo por un solo lado de la hilera + composta + paja, solo con un subsoleo, rastreo + subsoleo y el testigo absoluto. El diseño de tratamientos fue un factorial 2x7 con diseño experimental de bloques al azar con seis repeticiones. Las variables medidas fueron: rendimiento comercial, rendimiento de nuez buena y porcentaje de germinación. El análisis estadístico no detectó diferencia significativa entre tratamientos en ambos años de estudio para ninguna de las variables estudiadas, pero hubo una tendencia a mejor rendimiento comercial y de nuez buena al usar el rastreo+subsoleo, además del zanjeo con adición de composta con producción media de 1,558 a 2,194 kg/ha. Hubo diferencia estadística significativa de producciones entre años, lo cual se debió a la tendencia del nogal a alternar la producción, es decir producir mucho un año (2007) y producir poco el siguiente (2008).

ABSTRACT

In the northern of Mexico yearly evaporation rates is high (>1500 mm per year) and precipitation yearly is low (300-600 mm). This condition causes the accumulation of salts in soils. The traffic of heavy machinery increases the soil compaction. The study was conducted in an adult Western Schley pecan orchard, planted in a square design of 10 m. Treatments were: 1) Ditch digging to a side of the row of the trees, 2) Ditch digging on the one hand + straw, 3) Ditch digging on the one hand + compost, 4) Ditch digging by a single side of row + compost + straw, 5) Subsoiling, 6) Disk + subsoiling and 7) The check. The treatments design used was a 2x7 factorial in a randomized complete block design with six replications. The measured variables were: commercial yield, yield of good nuts and percentage of vivipary. The statistic analysis did not detect significant difference between treatments in both years of study for any of the variables, but there was a tendency to better commercial and good nut yield, when using the disk + subsoiling besides the ditch digging plus compost with average production from 1,558 to 2,194 kg/ha. There was significant statistical difference of yield between years, which was due to the alternate bearing in pecan tree tendency, that is high yield in a year (2007) and to produce lower the following one (2008).

INTRODUCCIÓN

En el norte de México y oeste de E.U. predominan los suelos de baja fertilidad y de pH alcalino, la evaporación es elevada y existe baja precipitación (300-600 mm), las cuales son condiciones propicias para la acumulación de sales en el suelo, que provocan un paulatino deterioro de la productividad de los suelos, debido al riego, manejo de suelos y su fertilidad. En lo referente a riegos se involucra tanto la calidad del agua como la forma de aplicación, ya que la acumulación de sales en el suelo ocurre cuando las aportadas por el agua de riego superan las pérdidas por lixiviación y/o drenaje (Niborski, 2000). En suelos se involucra el paso desmedido de maquinaria para el combate de malezas, plagas, enfermedades y roturación de capas duras e impermeables, que incrementan

drásticamente los problemas de compactación, ya que se destruye la estructura y se incrementa la densidad aparente (Aljibury*, et al.,* 1979).

Los suelos varían grandemente en su habilidad para ser un medio adecuado para el crecimiento de los árboles. Sus propiedades físicas son muy importantes ya que influyen en su capacidad de almacenamiento de agua, penetración del agua, aireación del suelo y sobre todo disponer el ambiente para un adecuado crecimiento de las raíces. Los problemas se acentúan cuando la textura tiende a ser más fina, y también cuando son muy pobres en contenido de materia orgánica y presentan altos niveles de salinidad, lo cual hace que requieran más atención del productor con el fin de realizar prácticas de manejo o modificación de suelos que ayuden a mitigar este problema (Wildman, *et al.,* 1981). Por lo anterior, el objetivo central del estudio fue determinar el efecto de la adición de materia orgánica y prácticas de zanjeo, rastreo y subsuelo en el rendimiento y calidad de la nuez.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una huerta comercial de la Costa de Hermosillo, con árboles adultos de 25 años de edad del cultivar Western Schley, establecida con un marco de plantación de 10x10 m (100 árboles/ha), con sistema de riego rodado tradicional. Previo establecimiento de los tratamientos, se realizó un estudio de perfil del suelo en cuatro calicatas, una en cada cuadrante de la plantación, para detectar la presencia de capas duras en el subsuelo, obteniéndose que a los 70 cm había una capa dura de alrededor de 5 cm, la cual se debe al paso excesivo de maquinaria.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: 1) Zanjeo (a un lado de la hilera de los árboles), 2) Zanjeo + paja, 3) Zanjeo + composta, 4) Zanjeo + composta + paja, 5) Un paso de subsoleo (90 cm de profundidad), 6) Rastreo + subsoleo y 7) Testigo absoluto. Los tratamientos de zanjeo, se realizaron entre el 9 y 12 de febrero de 2007. El tratamiento con paja se realizó el 12 de febrero, mediante la colocación de 220 pacas de tazol de trigo en lo largo (220 m) de la hilera de árboles. Los tratamientos con composta llevaron 136 kg/árbol del producto. El zanjeo se realizó con una retroexcavadora a una profundidad de 1.60 m y 0.70 m de ancho a una separación de 2 m de la hilera de los árboles (oriente). La parcela experimental fue de 22 árboles, de la cual se seleccionaron 6 como útiles. El arreglo de tratamientos fue un factorial 2x7 bajo un diseño experimental de bloques al azar con seis repeticiones. Las variables medidas fueron: rendimiento comercial, rendimiento de nuez buena y porcentaje de germinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento comercial

Tal como se observa en el Cuadro 1, el análisis estadístico de esta variable no detectó diferencia significativa entre los métodos de labranza pero sí entre los años de estudio, lo cual más bien se pudo deber al efecto de que el año 2007, fue considerado bueno (año “on”) para la producción debido a la tendencia a la alternancia de este árbol, es decir que produce mucho un año y al siguiente es baja su producción (Graham, 2009), sin embargo, hubo una tendencia a que los tratamientos que involucran laboreo del suelo tales como el uso de la rastra+subsoleo, además del zanjeo con composta o paja, tuvieran mejores producciones que oscilaron entre 2,110 y 2,194 kg/ha, superando al testigo en alrededor de 400 kg/ha. Lo anterior pudiera deberse a que se beneficia el sistema radical con la modificación que se hace al suelo, que favorece también la humedad disponible y por supuesto el aprovechamiento de nutrientes, en tanto que el testigo absoluto sigue sufriendo las consecuencias de las capas compactas.

Rendimiento de nuez buena

Se refiere a la producción comercial menos el porcentaje nuez germinada. El análisis estadístico de ésta variable tampoco encontró diferencia significativa entre métodos de labranza y su interacción con los años pero si entre años (Cuadro 2). La tendencia a los mejores tratamientos fue igual que el rendimiento comercial, destacando también el uso de la rastra+subsoleo, además del zanjeo con composta o paja, aunque aquí tuvo un ligero incremento el testigo absoluto, ya que sus porcentajes

de germinación fueron más estables que algunos tratamiento como el de donde solo se subsoleó e incluso que donde se zanjeó y se le adicionó composta y paja.

Cuadro 1. Efecto de diferentes prácticas de labranza sobre el rendimiento comercial (kg/ha) del nogal pecanero cultivar Western Schley.

Tratamiento	Años		Media
	2007	2008	
Rastreo + subsuelo	3,622 a	767 a	2,194
Zanjeo + composta	3,350 a	933 a	2,142
Zanjeo + paja	3,469 a	750 a	2,110
Zanjeo (únicamente)	3,280 a	660 a	1,970
Zanjeo+composta+paja	2,890 a	798 a	1,844
Testigo absoluto	2,683 a	901 a	1,792
Subsoleo (únicamente)	2,262 a	563 a	1,412
Media	**3,080 a**	**767 b**	

α=0.05

Cuadro 2. Efecto de diferentes prácticas de labranza sobre el rendimiento de nuez buena (kg/ha) del nogal pecanero cultivar Western Schley.

Tratamiento	Años		Media
	2007	2008	
Rastreo + subsuelo	2,647 a	584 a	1,616 a
Zanjeo + composta	2,410 a	705 a	1,558 a
Zanjeo + paja	2,552 a	544 a	1,548 a
Zanjeo (únicamente)	2,484 a	491 a	1,488 a
Testigo absoluto	2,130 a	671 a	1,401 a
Zanjeo+composta+paja	1,957 a	544 a	1,250 a
Subsoleo (únicamente)	1,712 a	401 a	1,056 a
Media	**2,270 a**	**563 b**	

α=0.05.

Porciento de germinación

La 'viviparidad' o germinación prematura de la semilla, es un fenómeno que se reporta en algunas especies cultivadas y consiste en la continuación del crecimiento de la semilla (Germinación) al momento de alcanzar la maduración del fruto, aún cuando se encuentra en el seno de la planta madre. Causa pérdida económica substancial en ciertas huertas. Las estrategias de manejo de la huerta necesitan ser revisadas y desarrollarse para reducir el problema, ya que esta fruta es

castigada en el precio que se paga al productor (Wood, 2003; Lagarda, 2007). El análisis estadístico de esta variable no detectó diferencia significativa entre tratamiento ni entre años, incluso el testigo absoluto presentó los mejores niveles de germinación, lo cual hace pensar que al menos por estos dos años de estudio, las modificaciones que se hagan al suelo no afectan el comportamiento de esta variable o que el uso de labores de maquinaria como el susoleador o el zanjeador, al dañar el sistema radical de los árboles pudieran estar afectando e influyendo negativamente su comportamiento.

Cuadro 3. Efecto de diferentes prácticas de labranza sobre el porciento de germinación de la nuez pecanera (kg/ha) cultivar Western Schley.

Tratamiento	**Años**		**Media**
	2007	**2008**	
Zanjeo+composta+paja	32.3 a	29.7 a	31.0 a
Zanjeo (únicamente)	24.7 a	31.9 a	28.3 a
Subsoleo (únicamente)	25.2 a	30.9 a	28.0 a
Zanjeo + composta	26.7 a	25.8 a	26.2 a
Zanjeo + paja	25.1 a	27.4 a	26.2 a
Rastreo + subsuelo	26.9 a	18.6 a	22.8 a
Testigo absoluto	21.4 a	20.1 a	20.8 a
Media	**26.0 a**	**26.4 a**	

α=0.05

CONCLUSIONES

- Existe una tendencia a mejorar el rendimiento mediante el uso de zanjas o subsoleo.
- La composta favorece producciones sobresalientes.
- Las modificaciones del suelo no están afectando los niveles de germinación de la nuez.
- Es conveniente dar seguimiento al estudio porque generalmente el efecto de este tipo de prácticas son de largo plazo.

LITERATURA CITADA

Aljibury, F.K. J.L. Meyer and W.E. Wildman. 1979. Managing compacted and layered soils. Leaflet 2635. Division of Agricultural Sciences. University of California.

Graham, C. 2009. Pecan crop load management. Louisiana State University. AgCenter Research and Extension. Shreveport,LA.USA.71115.

Lagarda, M.A. 2007. La germinación prematura de la nuez (Viviparidad).Seminario de Nogal Pecanero 2007. INIFAP-CECH. Hermosillo, Sonora. Pp.9-17.

Wildman, W.E., J.L. Meyer and R. Neja. 1981. Managing and modifying problem soils. Leaflet 2791. Division of Agricultural Sciences. University of California.

Niborski, M. 2000. El exceso de sales y sodio en los suelos de las regiones áridas y semiáridas. Documento Impreso. Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Wood, B. 2003. Vivipary. Pecan Grower. v.14 (3). p.6-7.

PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR EN CD. OBREGÓN, SONORA HACIA LAS TORTILLAS DE MAÍZ AZUL Y FACTORES QUE AFECTAN SU COMPORTAMIENTO DE COMPRA

Fernando Vieira-de Figueiredo[1], Antonio Armenta- Cejudo[2], Dena María Camarena-Gómez[1], Alejandro Ortega-Corona[2], Manuel de Jesús Guerrero-Herrera[2], Oscar Cota-Agramont[2], José María Agudo-Valiente[3]. [1]Investigador INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Carretera a Bahía de Kino Km. 12.6, C.P. 83000. Hermosillo, Son. [2]Investigador INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Valle del Yaqui. Norman E. Borlaug Km. 12, Valle del Yaqui. CP.85000. Cd. Obregón, Son. [3]Investigador Universidad de Zaragoza, España. Calle Gran Vía, 2, Facultad de CC.EE. y Empresariales, Universidad de Zaragoza, 50005, Zaragoza, España. vieira.fernando@inifap.gob.mx

Palabras clave: Hábitos de compra y consumo, consumidor Cajemense, actitudes, preferencias.

RESUMEN

El consumo de tortillas de maíz azul se encuentra ampliamente extendido y generalizado en algunas regiones del centro y sur de México. Sin embargo, en Sonora su consumo es apenas incipiente y suelen consumirse de forma esporádica. Considerando los beneficios nutricionales y asociados a la salud que implica el consumo de las tortillas de la variedad de maíz azul criollo, en esta investigación se analizan las actitudes y preferencias que manifiestan los consumidores hacia esta variedad de tortillas, contempladas como una alternativa comercial para el maíz azul. Asimismo, en la investigación se analiza la valoración de los consumidores hacia distintos factores como el aspecto externo, la calidad, el sabor, entre otros, que pueden incidir en su decisión de compra y consumo. Mediante análisis descriptivos, el test de χ^2 y la prueba de comparación de medias (Anova), se identifica el perfil de los consumidores más proclives al consumo de tortillas de maíz azul en Cd. Obregón, Sonora.

ABSTRACT

In Central and Southern Mexico blue maize is commonly used for preparation of tortillas, and other products derived from the nixtamilized dough. However, in Sonora is a rare product and hardly found in the market. Consumption of blue maize tortillas, considering the nutraceutic value associated to blue corn pigments (anthocyanins), could be regarded as an option for the large human population of tortilla consumers. This initial social study was conducted to determine the attitudes and preferences, revealed by consumers towards this kind of tortillas and its potential marketing. Test-consumers were asked to appraise the external appearance, quality, and flavor among other traits that could influence their decision to buy them for routine use. Through descriptive analysis, the χ^2 test, and mean comparisons, (Anova) the profile of most incline consumers for blue tortillas is identified in Obregon City, Sonora.

Introducción

Existe una gran diversidad de variedades de maíz en nuestro país, una de las de mayor aceptación, sobre todo en el centro y sur del país, es la de color azul. Se trata de variedades nativas cultivadas principalmente en tierras de temporal (95%). Actualmente, se siembran alrededor de 71 mil hectáreas, de las cuales el 47% se cosecha en Guerrero, el 25% en Campeche, el 11% en Michoacán, el 9% en el Estado de México y en menor medida en Tlaxcala, Morelos y Jalisco (SAGARPA-SIACON. 2009).

La importancia del maíz azul es relativamente baja, solo representa el 0.88% de la superficie sembrada de maíz para grano en el país, y el 0.49% del volumen de la producción nacional, Sin embargo, sus propiedades nutricionales lo diferencian del resto. Se caracteriza por tener mayores propiedades nutracéuticas, pero su principal característica es el mayor contenido de antocianinas, que son compuestos fenólicos del grupo de los flavonoides, que generan el color intenso en los frutos y legumbres (Salinas *et al*., 2003). En el maíz azul se ubica en la capa de aleurona, debajo del pericarpio y su importancia radica en que es un antioxidante contra los radicales libres. Estas características, asociadas a la salud podrían detonar su demanda en la región.

El presente trabajo es un estudio de mercado del consumidor de Cd. Obregón, Sonora para conocer sus preferencias hacia las tortillas de maíz azul elaboradas con la variedad regional Azul

CIANO, los resultados servirán para proponer estrategias para su comercialización, e impulsar la producción del grano en el Valle del Yaqui.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La información se recabó mediante una encuesta personal, en la ciudad de Cajeme, Sonora, entre los meses de abril y mayo de 2009[1]. Se contó con la participación de 144 consumidores mayores de 18 años, los cuales aceptaron colaborar sin recibir ningún tipo de compensación económica. El tipo de muestreo realizado[2] fue aleatorio simple con un error muestral de 8.2%.

La población en estudio, se contactó en sitios de esparcimiento y ocio donde suelen acudir de forma habitual, así como también en las inmediaciones de establecimientos dedicados a la venta de tortillas y/o de alimentos en general.

La encuesta fue evaluada por expertos en el campo de la economía, marketing y mejoramiento genético. El cuestionario se integra por tres secciones; la primera sección consiste en seis preguntas relativas con los hábitos de compra y consumo. La segunda sección, incluye siete cuestiones relativas a las preferencias y actitudes de los consumidores hacia productos de maíz azul. La tercera, y última sección describe las características sociodemográficas de la muestra. En este trabajo se presentan aquellas que ilustran de mejor manera las actitudes y preferencias de los consumidores Cajemenses hacia las tortillas de maíz azul. Los análisis descriptivos, de varianza y test de χ^2 empleados en la investigación, fueron obtenidos utilizando el paquete estadístico SPSS 13.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el campo experimental Valle del Yaqui del INIFAP, se ha avanzado por tres ciclos productivos en el desarrollo de la Variedad Azul-CIANO, que proviene de de la cruza del maíz nativo azul-negro Elotero de Sinaloa, utilizado como polinizador, con la población blanca del Noroeste como progenitor femenino. De esta forma, por el método de selección masal común, se ha privilegiado la selección hacia maíz azul-negro intenso con sanidad de planta y mazorca.

Los resultados del estudio de mercado son de especial interés para identificar posibles alternativas de comercialización para esta variedad de maíz. Si bien, es de uso común en distintos platillos de la cocina mexicana (pozole, quesadillas, huaraches, sopes, gorditas, entre otros), lo cierto es que su consumo no se ha generalizado en el noroeste de México. De ahí, la importancia para conocer las actitudes de los consumidores hacia las tortillas azules, así como también sus hábitos de compra y percepciones.

De acuerdo a las características de la muestra, se observa que existe una mayor proporción de mujeres (71.8%), y predominan los consumidores en el rango de los 35 a 54 años de edad (41.3%). Asimismo, el porcentaje de consumidores con ingresos mensuales inferiores a los 15 mil pesos (81.4%) es mayoritario, así como también aquéllos que tienen un nivel de estudios medio o superior (46.5% y 43.7%, respectivamente). Por otro lado, se advierte que la presencia de hogares unifamiliares es mínima (2.1%), y son los hogares integrados por 3 o más miembros los más representativos de la muestra, 83.9% de la muestra (Tabla 1).

[1] Previo a la encuesta final, se realizó un muestreo piloto a 35 consumidores entre marzo y abril de 2009.
[2] Se partió de considerar una población de 243.288 habitantes mayores de 15 años de edad (INEGI, 2000).

Tabla 1. Características sociodemográficas de la muestra

Variable	% en la muestra
Sexo	
Hombre	28.2
Mujer	71.8
Ingreso mensual	
≤ 5,000 pesos	31.0
Entre 5,000 y 10,000	29.5
Entre 10,000 y 15,000	20.9
Entre 15,000 y 20,000	9.3
Composición del hogar	
Vive una persona	2.1
Viven 2 personas	14.0
Viven entre 3 y 4	50.3
Viven 5 o más personas	33.6

Variable	% en la muestra
Nivel de estudios	
Sin estudios	1.4
Estudios de primaria	8.5
Estudios medios	46.5
Estudios Superiores	43.7
Edad	
Entre 18 y 24 años	19.6
Entre 25 y 34 años	14.0
Entre 35 y 44 años	20.3
Entre 45 y 54 años	21.0
Entre 55 y 64 años	18.9
≥ 65 años	6.3

Los resultados muestran que de la totalidad de consumidores encuestados el 98,6% consume tortillas de maíz. Aquéllos que no las consumen, encuentran entre sus principales motivos de no consumo el preferir otro tipo de acompañamiento (5.50) o bien porque no les gustan (5.50). En el caso de aquellos consumidores que si degustan las tortillas de maíz, su frecuencia de consumo suele ser sobre todo diaria (75.0%), seguida de varias veces por semana (21.0%). Siendo el consumo ocasional minoritario (2.8% una vez a la semana y 0.7% una vez al mes). En lo que respecta a las cantidades de tortilla de maíz que se consumen en los hogares, predomina el consumo moderado (70%consume menos de 4 kilos a la semana) frente al abundante (el 30% de los consumidores consume en su hogar más de 5 kilos a la semana) (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia y cantidad de consumo de tortillas de maíz

Frecuencia de Consumo	(%) consumidores
Diariamente	75.4
Varias veces por semana	21.1
Al menos una vez por semana	2.8
Al menos una vez al mes	0.7

Cantidad de Consumo	(%) consumidores
Menos de 1 kilogramo	22.9
Entre 2 y 4 kilogramos	47.1
Entre 5 y 7 kilogramos	25.0
Más de 8 kilogramos	5.0

Al evaluar los atributos que los consumidores valoran más de la tortilla se utilizó una escala de Likert de 10 puntos. Los resultados muestra que el 'sabor' es el atributo más valorado por los consumidores al momento de consumir tortillas de maíz, con una puntuación media de 9.4 (1 indica totalmente en desacuerdo, y 10 totalmente de acuerdo). Le siguen la 'consistencia' (9.1) y la 'apariencia externa' (8.9). En tanto, que otros atributos como las 'propiedades nutricionales' (8.6), el 'precio' (8.5) y el 'establecimiento de compra' (8.1), son también muy valorados por los consumidores pero en menor medida que los anteriores (Tabla 3).

Tabla 3. Valoración de los atributos de las tortillas de maíz

Atributos	Puntuación media	Atributos	Puntuación media
Las propiedades nutricionales	8.6	El sabor	9.4
El establecimiento de compra	8.1	La apariencia externa	8.9
El precio	8.5	La consistencia	9.1

El conocimiento de los consumidores hacia distintas variedades de tortillas de maíz, es significativo, ya que además de la tortilla de maíz blanco comúnmente comercializada en Sonora, el 38.5% señaló que conoce la de maíz azul y el 34.4% la de amarillo. Al cuestionar sobre su disposición a comprar tortillas de maíz azul si estuvieran disponibles en el mercado, el 78.3% de los consumidores indico que sería factible, siempre y cuando cumpla con algunas condiciones como que tenga los 'mismos usos que la tortilla de maíz blanco' (9.9), que posea 'una buena calidad' (9.9) y 'sabor' (9.9), así como también 'buenas propiedades nutritivas y sea de fácil conservación (9.8 y 9.6, respectivamente). El 21.7% que no ha estaría dispuesto a comprar esta variedad de tortillas considera que no lo haría porque le 'parecen raras' (8.7), 'no está acostumbrado' (8.3) y porque 'le gustan más otras variedades de tortillas' (8.3) (Tabla 4). Sin embargo, al mencionar los beneficios asociados a la salud y nutrición que conlleva el consumo de tortillas de esta variedad, la disposición de compra de los consumidores se modificó sensiblemente aumentando en 11.3%, es decir pasó a 89.6%.

Tabla 4. Puntuaciones medias sobre los motivos de consumo y NO consumo de tortillas de maíz azul

Compraría tortillas azules siempre y cuando…	Puntación media	NO compraría tortillas de maíz azul porque…	Puntación media
Tenga los mismos usos que la tortilla de maíz blanco	9.9	Me parecen raras	8.7
Posea una buena calidad	9.9	No estoy acostumbrado	8.4
Tenga buen sabor	9.9	Me gustan más otras variedades	8.3
Posea buenas prop. nutritivas y saludables como las ya existentes	9.8	Su aspecto externo no me gusta	7.4
Sea de fácil conservación	9.6	No sé con qué comerlas	6.5
Se ofrezcan a un precio atractivo	9.4	No pueden conservarse en buen estado como otras variedades	5.9
Existan suficientes canales de venta o disponibilidad	9.3	No me gusta comer alimentos nuevos o que no conozco	5.9
		Las probé y su sabor no me gustó	5.8

Para describir el perfil de los consumidores, se procedió a segmentar la muestra utilizando como criterio la cantidad de tortillas de maíz que se consumen en el hogar durante una semana. Del total de encuestados 140 respondieron a este ítem. Así, el primer segmento se integra por consumidores que consumen menos de 4 kilogramos, por lo que se ha denominado "consumo moderado". El segundo segmento, se caracteriza por un consumo superior a los 5 kilogramos a la semana, por tanto se le ha llamado "consumo abundante". El primero se integra por 98 consumidores y el segundo por 42, el 70 y 30%, respectivamente. Para contrastar si existen diferencias entre segmentos se realizó el test de Chi-cuadrado (χ^2) y la prueba de Anova (Tabla 5).
De acuerdo al perfil socio demográfico, se observa que los consumidores que tienden hacia un consumo moderado se caracterizan por una mayor proporción en el rango superior a los 35 años (75.1%), siendo más pronunciado entre los 45 y 54 años (25.5%). En tanto, que el segmento más proclive al consumo abundante concentra un mayor porcentaje de consumidores en el rango de los 18 y 34 años (58.6%). Ambos segmentos de consumidores se caracterizan por formar parte de hogares conformados por 3 o más personas, sin embargo esta tendencia es sensiblemente superior en los de consumo abundante, 95.1 frente a 80.7%, respectivamente. El nivel de ingresos en los dos colectivos de consumidores se concentra en el rango inferior a los 10 mil pesos al mes, pero es más acentuado en aquéllos con un consumo abundante en tortillas de maíz (83.3 y 51.7%, respectivamente). En cuanto al nivel de estudios, se tiende hacia una formación de nivel medio y superior, siendo ésta última más pronunciada en el segmento de consumo abundante (51.2%), mientras que en los de consumo moderado la proporción con estudios medios es significativamente más alta que aquéllos con niveles de formación superior, 48.5 respecto a 42.3%.

Respecto a los hábitos de compra, se observa que de existir tortillas de maíz azul en el mercado, los consumidores del segmento más orientado al consumo abundante serían menos proclives a comprarlas (64.3 respecto a 84.5%). No obstante, si las tortillas de maíz azul incluyen propiedades nutricionales que otras variedades no tienen, la proporción de consumidores que estarían dispuestos a comprarlas se incrementaría significativamente, aunque en mayor cuantía en el segmento orientado al consumo moderado (95.7%).

Finalmente, el análisis Anova proyecta diferencias significativas entre segmentos en cuanto a la valoración que se hace del aspecto 'un sabor que me gusta' al momento de consumo, siendo más importante (en la escala, 10 era el mayor grado de acuerdo) para el segmento más orientado hacia un consumo moderado. En cuanto a las características buena textura (8.38) y buena calidad (8.99), el segmento de consumo moderado les concede mayor puntuación que el de consumo abundante (7.53 y 7.89, respectivamente). Por lo que respecta a los hábitos de compra, la probabilidad de no comprar tortillas de maíz azul porque no se están acostumbrados es significativamente mayor en el segmento de consumo abundante, 9.38 frente a 7.64 (Tabla 6). Por el contrario, la probabilidad de compra aumenta si las tortillas poseen como atributos una buena calidad y propiedades nutricionales y de salud distintas a las de las variedades ya existentes, especialmente en el segmento de consumo moderado.

Tabla 5. Perfil de los consumidores en función de su consumo

[a] Variables	[b]Test χ^2 / (valor de prob)	Consumo moderado (N=98; 70%)	Consumo abundante (N=42; 30%)
Características sociodemográficas			
Edad	0.001*		
Entre 18 y 24 años		11.2	41.5
Entre 25 y 34 años		13.3	17.1
Entre 35 y 44 años		20.4	19.5
Entre 45 y 54 años		25.5	9.8
Entre 55 y 64 años		24.5	9.8
Más de 65 años		5.1	4.9
Composición del hogar	0.041*		
Vivo solo		2.0	0.0
Viven 2 personas		17.3	4.9
Viven entre 3 y 4 personas		53.1	46.3
Viven más de 5 personas		27.6	48.8
Ingreso mensual	0.009*		
Menos de $5,000		28.6	36.1
Entre $5,001 y $10,000		23.1	47.2
Entre $10,001 y $15,000		26.4	5.6
Entre $15,001 y $20,000		9.9	8.3
Entre $20,001 y $30,000		12.1	2.8
Nivel de estudios	0.008*		
Sin estudios		0.0	4.9
Primaria		9.3	4.9
Medios		*48.5*	*39.0*
Superiores		42.3	51.2
Hábitos de compra			
Compraría tortillas azules si… Estuvieran disponibles en el mercado	0.006*	84.5	64.3
Tienen propiedades nutricionales distintas a las de otras variedades ya existentes	0.000*	*95.7*	*74.4*
[a] Variables	**[c]Anova (Valor de prob.)**	**Consumo moderado (N=98; 70%)**	**Consumo abundante (N=42; 30%)**
Hábitos de consumo			
La tortilla de maíz azul tiene…			
Un sabor que me gusta	0.003*	8.70	7.63
Una buena textura	0.040*	8.38	7.53
Una buena calidad	0.002*	8.99	7.89
Hábitos de compra			
No compraría tortillas de maíz azul porque no estoy acostumbrado	0.007*	7.64	9.38
Compraría tortillas de maíz azul si...			
Poseen una buena calidad	0.001*	9.90	9.74
Tiene propiedades nutritivas y saludables como las ya existentes	0.029*	9.86	9.71

[a]Únicamente se incluyen las variables que resultaron significativamente distintas entre segmentos.
[b] Test de Chi-cuadrado: *, indica que es significativo al 5% .
[b] Anova: *indica que el coeficiente es significativo para un nivel máximo de error del 5 %.

CONCLUSIONES

La investigación realizada confirma que la tortilla de maíz forma parte de la dieta habitual y frecuente de la mayoría de los consumidores de Cd. Obregón, Sonora. No obstante, existe también una pequeña minoría que busca otro tipo de acompañamiento en sus comidas. Se ha encontrado que el consumidor no es ajeno a la presencia de otras variedades de tortillas, lo que implica que no existe un desconocimiento total sobre la variedad de maíz azul, lo cual de cara al futuro puede favorecer su introducción y expansión en el mercado.

En general, la actitud de los consumidores hacia esta variedad de tortillas es favorable siempre y cuando se cumplan con las características de buena calidad, mismos usos de las variedades ya comercializadas y un sabor agradable. Es así como el 78.3% estarían dispuestos a comprarlas de encontrarse en el mercado. No obstante, también existe un porcentaje significativo (21.7%) que no las adquiriría especialmente por razones de desconocimiento y/o desconfianza. A pesar de esta reticencia al consumo, la situación podría solventarse si se difunden las propiedades nutricionales y de salud que se asocian a estas variedades de tortillas, lo cual sin lugar a dudas, podría tener un efecto favorable en su consumo.

Los resultados también han permitido visualizar que existen diferencias significativas entre segmentos de consumidores, así los más tendentes hacia un consumo moderado se caracterizan por ser mayores de 35 años, convivir en hogares conformados por 3 y 4 personas, percibir mayoritariamente ingresos inferiores a los 15 mil pesos mensuales y contar con estudios medios. Son consumidores que se muestran más predispuestos a comprar tortillas de maíz azul, propensión que se intensifica si además tienen propiedades nutricionales distintas a las de las variedades ya comercializadas. Estos consumidores además valoran en mayor medida que el otro segmento, el sabor, la textura y la buena calidad. Es decir, se trata de un segmento de consumidores con ingresos intermedios y en de edad madura, donde valoran los productos de calidad, y suelen ser más abiertos y receptivos hacia productos que implican un beneficio a su salud. El segmento de consumidores más tendientes hacia el consumo abundante, se caracteriza por integrar una mayor proporción de jóvenes entre 18 y 34 años, suelen vivir en hogares numerosos (más de 5 personas), perciben ingresos mensuales en los rangos inferiores a los 10 mil pesos y cuentan con formación profesional. Si bien comprarían tortillas de maíz azul su disposición es significativamente menor que el otro segmento. Aunque aprecian las propiedades nutricionales y de salud su valoración no es tan acentuada, lo mismo sucede con otros aspectos relacionados con la calidad, textura y sabor. Para este segmento de consumidores, la principal limitante para el consumo de esta variedad de tortillas es la falta de costumbre, por lo que su gradual expansión y disponibilidad en distintos establecimientos puede conducir a una actitud más favorable, ya que se trata de un segmento de consumidores abierto a nuevos productos pero propensos a una adopción tardía.

LITERATURA CITADA

INEGI (2000). Censo General de Población y Vivienda http://www.inegi.org.mx/lib/olap/general/MDXQueryDatos.asp?#Regreso&c=10261 [Acceso en Agosto de 2009].

SAGARPA-SIACON (2009). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ventana.php?idLiga=1043&tipo=1 [Acceso en Julio de 2009].

Salinas-Moreno, Yolanda, Martínez-Bustos, Fernando, Soto-Hernández Marcos, Ortega-Paczka, Rafael y Arellano-Vázquez, José L. (2003). Efecto de la nixtamalización sobre las antocianinas del grano de maíces pigmentados. *Agrociencia*, noviembre-diciembre año/vol.37, número 006, pp. 617-628. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.

CLOROFILA, CRECIMIENTO Y PANZA BLANCA DEL TRIGO EN RESPUESTA AL PACLOBUTRAZOL APLICADO SOBRE EL FOLLAJE

Agustín Zárate Márquez[1], Juan Francisco Ponce Medina[1], Leopoldo Partida Ruvalcaba[2], Jesús Santillano Cázarez[1], Manuel Cruz Villegas[1], Juan José Paz Hernández[1], Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz[2], Tomás Díaz Valdés[2], Alejandro M. García López[1], Leonel Avendaño Reyes[1] y Alejandro López Lugo[1]. [1]Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. [2] Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México, Carretera Culiacán-Eldorado km 17.5, teléfono: 01 667 8461084. E-mail: agustinzaratem@hotmail.com.

Palabras clave: Retardante de crecimiento, altura, Cachanilla F-2000, Yécora F-70, Yécora Rojo.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto que ocasiona el paclobutrazol sobre el contenido de clorofila, altura y porcentaje de granos con panza blanca, se aplicó paclobutrazol (PBZ) en las dosis de 0 (testigo), 50, 100, 150, 200, 250, 300 y 350 mg de PBZ L^{-1} de agua sobre el follaje de los cultivares Cachanilla F-2000, Yécora F-70 y Yécora Rojo de trigo, cuando en las plantas fueron visibles los primeros hijuelos. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones en parcelas divididas; unidades experimentales de cuatro surcos de 50 m de largo, las cuales fueron fertilizadas con 260 kg de N ha^{-1} (35% en presiembra y 65% en el segundo y tercer riego de auxilio). Las dosis se aplicaron sólo una vez con una bomba manual. Con la dosis de 100 mg de PBZ L^{-1} de agua, la altura de las plantas de la variedad Cachanilla F-2000 se incrementó en 1.7% en relación con la de las plantas testigo; mientras que en la variedad Yécora F-70 disminuyó hasta 18.2% con 150 mg de PBZ L^{-1} de agua; y en la variedad Yécora Rojo hasta 14.8% con 150 mg de PBZ L^{-1} de agua. El contenido de clorofila se incrementó hasta en 7.2, 12.1 y 19.1% con 100, 300 ó 50 mg en las variedades Cachanilla F-2000, Yécora F-70 y Yécora Rojo, respectivamente. La panza blanca disminuyó de 48.5-74.4% en las plantas tratadas de la variedad Cachanilla F-2000, pero en las variedades Yécora F-70 y Yécora Rojo disminuyó hasta cero.

ABSTRACT

With the purpose to determine the effect that causes the paclobutrazol on the content of chlorophyll, height, and percentage of grains with yellow berry, paclobutrazol (PBZ) was applied in doses of 0 (control), 50, 100, 150, 200, 250, 300 and 350 mg of PBZ L^{-1} of water on the foliage of cultivars Cachanilla F-2000, Yécora F-70 and Yécora red wheat, when in plants were visible the first tillers. The experimental design was complete blocks randomly with four replicates in plots divided; experimental units of four forrows of 50 m long, which were fertilizadas with 260 kg of N ha^{-1} (35% in pre-seeding and 65% in the second and third irrigation). Doses were applied only once with a manual pump. With the dose of 100 mg of PBZ L^{-1} of water, the height of the plants of the Cachanilla F-2000 variety increased 1.7% in relation to the plants control; while in the variety Yécora F-70 diminished to 18.2% with 150 mg of PBZ L^{-1} water; in the Yécora Red variety up to 14.8% with 150 mg of PBZ L^{-1} of water. Chlorophyll content increased up to 7.2, 12.1 and 19.1% with 100, 300 or 50 mg in Cachanilla F-2000, Yécora F-70 and Yécora red varieties, respectively. Yellow berry decreased from 48.5-74.4% in plants treated of the Cachanilla F-2000 variety, but in Yécora F-70 and Yécora Red varieties decreased up to zero.

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el cereal que actualmente ocupa el segundo lugar en importancia desde el punto de vista de la producción mundial, ya que a partir del ciclo 1998-1999 ha sido superado por el maíz; sin embargo, su producción ha ocurrido con altibajos desde el ciclo 1990-1991 hasta el 2008-2009, aunque la tendencia ha sido a incrementarse desde 2004-2005 hasta 2008-2009, de tal manera que mientras que en el ciclo 1990-1991 se obtuvo una producción de 588,599 toneladas, en el ciclo 2008-2009 se cosecharon 676,281 (Ochoa y Ortega, 2008).

Según Ochoa y Ortega (2009), en el 63.6% de los ciclos del período 1998-2009, la producción de trigo ha sido superior al consumo mundial; es decir, se logró satisfacer el consumo mundial y hubo excedentes; no obstante, en el 36.4% de los ciclos del mismo período, la producción de trigo fue

menor a lo que la población mundial necesitó para su consumo, lo que a su vez indica que el inventario de trigo también ha tenido altibajos, pero a partir del ciclo 2008-2009 se ha observado un incremento del inventario.

Por eso, en lo que va de la presente década, y más concretamente en la mitad de ésta, la demanda mundial de trigo se incrementó de manera considerable, en tanto que la producción no aumentó en la misma proporción, ya sea por los bajos niveles de productividad en algunas regiones o bien por problemas climáticos, lo que dio como resultado que las reservas mundiales del grano se vieran mermadas de manera importante (Ochoa y Ortega, 2009).

La estructura del paclobutrazol [(2RS, 3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1h-1,2,4-triazol-1-il) pentan-3-ol] es similar a la del brasinazole; sin embargo, éste último es un potente inhibidor de la biosíntesis del brasinosteroide, el que a su vez es una sustancia inductora de enanismo en tomate, chícharo y *Arabidopsis*, que últimamente ha sido clasificada como una nueva clase de fitohormona (Clouse y Sasse, 1998).

Buscando alternativas para mejorar calidad, crecimiento y desarrollo de plantas, en las dos décadas pasadas se descubrió que el PBZ incrementa el crecimiento de raíces (Watson, 1996) o aumenta la relación de raíces por brotes en plantas de *Prunus persica* L. o durazno (Liyembani y Taylor, 1989), así como en *Pyracantha* y *Juniperus* (Ruter, 1994). Además, el PBZ ha ocasionado reducción en la expansión de hojas en muchas especies de árboles (Burch *et al*. 1996). Sin embargo, esta sustancia tiene alta residualidad en el suelo, por lo que puede provocar contaminación de mantos freáticos y riesgo potencial de translocación en los frutos; no obstante, dicha residualidad depende de que se hagan aplicaciones consecutivas a través del tiempo (Osuna *et al*., 2001).

El PBZ es una sustancia que ocasiona efectos en el crecimiento de raíces y parte aérea de plántulas de pimiento morrón (*Capsicum annuum*) variedad California Wonder y de una población segregante de berenjena (*Solanum melongena*) varidad Dalia. El PBZ incrementa la biomasa de raíz y de la parte aérea de ambas especies; en la primera, la dosis de 150 mg de PBZ L^{-1} de agua puede incrementar hasta 1.1 veces la longitud de la raíces, 3.7 veces la materia fresca y 13 veces la materia seca de las mismas; pero también puede incrementar en 1.5 y 6.7 veces la materia fresca y seca de la parte aérea de la misma especie. No obstante, en berenjena puede incrementar en 1.3 veces la materia fresca y en 71% la materia seca de la raíz; asimismo, 81% la materia fresca y 89% la materia seca de la parte aérea (Partida *et al*., 2007).

También ocasiona efectos en la parte aérea de plántulas de tomate y chile, de tal forma que cuando se aplica sobre plántulas de tomate con dos o cuatro hojas verdaderas en dosis de 100, 150 ó 200 mg de PBZ L^{-1} de agua, la altura de plantas se retarda; mientras que cuando se aplica en dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L^{-1} de agua, la altura se incrementa. Asimismo, en chile el PBZ retarda el crecimiento de los tipos chile bell y anaheim con 200 mg L^{-1}, en jalapeño con 100, en serrano con 100 ó 200, y en caribe con 200 ó 250 (Velázquez *et al*., 2008).

En trigo, el paclobutrazol (PBZ) disminuye ligeramente la altura de las plantas al ser aplicado en dosis de 40, 80 ó 120 g ha^{-1}; en tanto que la producción de materia seca de la parte aérea no varía; mientras que el rendimiento se incrementa en relación al testigo (Espindula *et al*., 2009).

Algunas veces el grano de trigo no tiene la calidad requerida por la industria, debido a la presencia de alto porcentaje de granos con panza blanca, lo cual no afecta el rendimiento (Solis y Díaz de León, 2001). El primero en utilizar el término panza Blanca fue Headden (1915), para referirse a los granos que presentan un aspecto moteado a causa de manchas que varían de blanco a blanco amarillento con respecto a las capas externas de la semilla. Manchas de aspecto almidonoso que en algunas ocasiones se presentan en pequeñas áreas, pero pueden llegar a cubrir la mitad o toda la semilla (Sharma *et al*., 1983).

La panza blanca es una enfermedad fisiológica que disminuye el contenido de proteínas en los granos de trigo (Aadmodt y Torrie, 1935a; 1935b), enfermedad que se manifiesta por una condición almidonosa que presentan algunos granos, parcial o totalmente en su endosperma; y se identifica fácilmente en el grano de *Triticum durum* Desf. y *Triticum aestivum* (Castro, 1970).

Algunos científicos definen a la panza blanca como una alteración de granos, en trigo duro, que afecta la calidad de la harina y, consecuentemente, la calidad de productos como la pasta (Bacci *et al*., 2002); mientras que otros la consideran como un serio desorden en semillas del trigo panadero, trigo duro y triticale, que surge por deficiencia de nitrógeno en el suelo, afectando seriamente el

contenido de proteínas del grano y, por tanto, la calidad de la harina en trigo panadero y de la pasta en trigo duro (Ammiraju *et al*., 2002).
En trigo duro (*Triricum turgidum* L. var. *Durum*), la expresión de la panza blanca se ve favorecida por baja fertilización nitrogenada, uso de variedades sensibles, siembra en la primera quincena de diciembre y por el número de riegos aplicados; no obstante, la panza blanca tiene mayor asociación con la dosis de nitrógeno que con cualquiera de los otros factores mencionados, sin que su incidencia esté correlacionada con el rendimiento (Solis y Díaz de León, 2001).
El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto que induce el paclobutrazol en el contenido de clorofila, altura de plantas y porcentaje de granos con panza blanca.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el ejido Nuevo León, del Valle de Mexicali, B. C., en terrenos arrendados por Molinera del Valle y TRIDEGEN, S. A. de C. V., y se utilizaron las variedades de trigo del grupo 1: Cachanilla F-2000, Yécora F-70 y Yécora Rojo. La siembra se llevó a cabo el 17 de Diciembre de 2008 en condiciones de campo abierto, en un arreglo factorial de parcelas divididas, en una distribución de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde las parcelas experimentales de la parcela grande (variedades) constaron de 20 m^2 y la subparcela de 4 m^2 en surcos con separación de 1.0 m entre sí, sobre los cuales se hizo la siembra a tierra venida, ya que el suelo es de textura media; se dio un riego por gravedad en presiembra, así como los riegos de auxilio por gravedad necesarios para inducir el mejor crecimiento y desarrollo de las plantas. Todas las parcelas experimentales fueron manejadas con 260 kg de N ha^{-1} a partir de Urea y UAN-32, aplicando el 35% del total al momento del riego de aniego y el resto distribuidos entre el segundo y tercer riego de auxilio; además, las plantas fueron protegidas con aplicación de herbicidas el 20 de Febrero, utilizando las mezclas Axial +Amber+2-4-D (l dosis+10 gr+.75 l) ha^{-1}, respectivamente. Previo a la siembra se hizo análisis del suelo para conocer sus propiedades físicas y químicas, sobre todo, pH, conductividad eléctrica y nitrógeno.
Las variables de estudio fueron: contenido de clorofila, altura de plantas y panza blanca del grano. En tanto que los tratamientos aplicados fueron las dosis de 0 (testigo), 50, 100,150, 200, 250, 300 y 350 mg de paclobutrazol (PBZ) L^{-1} de agua. Las dosis se aplicaron con una bomba manual, en una sola ocasión, cuando cada variedad tuvo el primer nudo perceptible del tallo principal; es decir, en la subfase Z 3.1 (Zadoks *et al* ,1974).
La densidad de población fue de aproximadamente 250 plantas por m^2, lo que ocasionó una población de 250,000 plantas por hectárea, ya que la siembra se realizó en surcos a doble hilera, separados a 1.0 m. El manejo de las plantas se realizó en forma comercial, incluida la fertilización; asimismo, los riegos para incorporar el fertilizante y facilitar la absorción del mismo por parte de las plantas.
Todas las variables se evaluaron en una muestra de 10 plantas seleccionadas al azar. El contenido de clorofila se midió en unidades Spad-502, en la parte media de la lámina foliar, específicamente a un lado de la nervadura central, y los datos se recabaron ocho días después de la aplicación; la altura se midió a partir de la superficie del suelo hasta la base del raquis de la espiga, y la determinación de panza blanca se hizo con base al peso de 100 g de grano, de donde se identificaron y pesaron todos aquellos granos con la enfermedad para determinar el respectivo porcentaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los datos de clorofila en la variedad Cachanilla F-2000, se observó que la concentración de ésta fue con una media general de 51.4 Unidades Spad, con respecto a la cual los datos se desviaron 4.5 unidades, lo que a su vez representó el 8.7% de desviación en relación a la media general. En el Cuadro 1 se indican los promedios de clorofila, de tal manera que al analizar los valores se detectó que con 100 mg de PBZ L^{-1} de agua la concentración de dicha sustancia se incrementó 7.2% con respecto a la concentración observada en el testigo; mientras que con 200, 300, 150 ó 350 mg los incrementos fueron de 3.8, 0.9, 0.8 y 0.7%, respectivamente.
En la variedad Yécora F-70, el promedio general y la desviación estándar fueron de 46.3 y 3.9 Unidades Spad, respectivamente, por lo que el coeficiente de variación fue de 8.4%; sin embargo, la clorofila se incrementó en los respectivos 12.1, 10.6, 10.0, 8.6, 7.3, 5.5 y 4.5% con las dosis de 300, 100, 350, 200, 250, 50 ó 150 mg de PBZ L^{-1} de agua (Cuadro 1).

En la variedad Yécora Rojo, el promedio general de clorofila fue de 45.9 Unidades Spad, con una desviación estándar de 4.3 unidades y un coeficiente de variación de 9.4%; no obstante, la concentración de la sustancia también se incrementó en 19.1, 8.0, 5.3, 4.9, 4.6, 3.4 y 2.0% (Cuadro 1) con las dosis de 50, 250, 150, 200, 350, 300, ó 100 mg de PBZ, respectivamente. La respuesta en el contenido de clorofila indica que el PBZ ocasionó mayor eficiencia fotosintética en las plantas de las tres variedades.

Cuadro 1. Concentración de clorofila en plantas de trigo tratadas con paclobutrazol en la etapa encañe.

Mg de PBZ	Clorofila (U. Spad) (Cachanilla F-2000)	Clorofila (U. Spad) (Yécora F-70)	Clorofila (U. Spad) Var. Yécora Rojo
50	50.59 a	45.56 a	51.64 a
100	54.29 a	47.75 a	44.19 b
150	51.02 a	45.11 a	45.63 ab
200	52.55 a	46.87 a	45.45 b
250	50.32 a	46.34 a	46.82 ab
300	51.08 a	48.38 a	44.83 b
350	50.96 a	47.47 a	45.33 b
Testigo	50.62 a	43.17 a	43.34 b
DMSH	6.32	5.47	6.07

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey; 0.05).

De manera general, la variedad Cachanilla F-2000 fue 31.4 y 25.3% (Cuadro 2) más alta que las variedades Yécora F-70 y Yécora Rojo; sin embargo, al observar por separado los promedios de cada variedad se notaron diferencias en 15.0% entre la altura del testigo de la variedad Cachanilla F-2000 y la de las plantas tratadas con 50 mg de PBZ L^{-1} de agua, pero las diferencias fueron de mayor magnitud (18.2 y 17.0%) entre las que recibieron 150 ó 250 mg de PBZ y las plantas testigos en las variedades Yécora F-70 y Yécora Rojo. No obstante, en valores absolutos, con la dosis de 100 mg de PBZ se indujo 1.7% más de crecimiento en la variedad Cachanilla F-2000 con respecto al testigo, pero con el resto de las dosis se indujeron disminuciones que oscilaron de 4-15%. En la variedad Yécora F-70 la mayor disminución ocurrió con la dosis de 150 mg de PBZ, en tanto que con el resto las disminuciones en valores absolutos variaron de 8.7-18.2%. Sin embargo, en la variedad Yécora Rojo las disminuciones de altura oscilaron de 7.9-17.0% con las dosis de 100 a 350 mg. Los resultados obtenidos en la variedad Cachanilla F-2000 tienen relación con los resultados de Partida *et al*. (2007) y Velázquez *et al*. (2008), ya que éstos observaron incrementos en la altura de plantas de tomate y chiles, respectivamente, cuando aplicaron dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L^{-1} de agua. Asimismo, los observados en las variedades Yécora F-70 y Yécora Rojo, ya que los mismos autores también encontraron disminuciones de altura en tomate y diferentes tipos de chiles, cuando aplicaron dosis de 100, 150 ó 200 mg de PBZ.

Cuadro 2. Promedios de altura de tres variedades de trigo tratadas con paclobutrazol en la etapa de encañe.

Mg de PBZ	Altura (cm) (Cachanilla F-2000)	Altura (cm) (Yécora F-70)	Altura (cm) (Yécora Rojo)
50	73.75 b	59.75 ab	63.75 ab
100	88.25 a	63.75 a	61.25 b
150	81.25 ab	54.00 b	59.00 b
200	78.50 ab	60.25 ab	61.00 b
250	77.50 ab	60.00 ab	57.50 b
300	77.25 ab	58.25 ab	59.25 b
350	75.50 ab	60.00 ab	60.75 b
Testigo	86.75 ab	66.00 a	69.25 a
DMSH	14.4	9.4	7.6

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey; 0.05).

La panza blanca disminuyó hasta cero en las variedad Yécora F-70 con las dosis de 50, 150, 200, 250, 300 y 350 mg de PBZ L^{-1} de agua; en Yécora Rojo también disminuyó hasta cero con las dosis de 100, 150, 200, 250, 300 y 350 mg; sin embargo, en la variedad Cachanilla F-2000 las disminuciones no llegaron a cero, pero fueron estadísticamente significativas (48.5-74.4%) con todas las dosis utilizadas en relación a los porcentajes observados en los granos cosechados de las plantas testigo.

CONCLUSIONES

El paclobutrazol ocasionó efectos significativos en el contenido de clorofila y panza blanca del grano; sin embargo, en la altura de plantas los efectos no fueron estadísticamente significativos con la mayoría de las dosis utilizadas en las variedades Cachanilla F-2000 y Yécora F-70; mientras que en la variedad Yécora Rojo las disminuciones fueron significativas con la mayoría de las dosis que se aplicaron.

LITERATURA CITADA

Aamodt, O. S., and Torrie J. H. 1935a. Studies on the inheritance of the relation between kernel texture and protein content in several spring wheat crosses. Canadian. Journal of Research Section C Botanical Sciences, 13: 202-219.

Aamodt, O. S., and Torrie J. H. 1935b. Kernel texture as an indicator of quality in hard red spring wheats. Canadian. Journal of Research Section C Botanical Sciences, 13:79-88.

Ammiraju, J. S .S., Dholakia B. B., Jawdekar G., Santra D. K., Gupta V. S., Roder M. S., Singh H., Lagu M. D., Dhaliwal H. S. Rao V. S., and Ranjekar P. K. 2002. Inheritance and identification of DNA markers associated with yellow berry tolerante in wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica, 123: 229-233.

Bacci, L., Rapi B., and Colucci F. 2002. An Evaluation Technique of Yellow-Berry in Durum Wheat Seeds. *In*: Proceedings of the World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources. American Society Agricultural and Biological Engineers, pp. 62-69.

Burch, P. L., Wells R. H., Kline W. N. 1996. Red maple and silver maple growth evaluated 10 years after application of paclobutrazol tree growth regulator. Journal Arboriculture 22: 61-66.

Castro, S. A. 1970. Efectos de la fertilización nitrogenada en la panza blanca en trigo. Tesis Profesional, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Estado de México, 75 p.

Clouse, S. D., Sasse J. M. 1998. Brassinosteroids: essential regulators pf plant growth and development. Annu. Rev. Planr Physiol. Plant Mol. Biol. 49: 427-451.

Espindula, M. C., Rocha V. S., Grossi J. A. S., Souza M. A., Souza L. T. And Favarato L. F. 2009. Use of growth retardants in wheat. Planta Daninha Vicosa, 27 (2): 379-387.

Headden, W. P. 1915. Yellow berry in wheat, its cause and prevention. Colo. Agr. Exp. Sta. Bul 205-38.

Liyembani, S., Taylor B. H. 1989. Growth and development of young peach trees as influenced by foliar sprays of paclobutrazol or XE-1019. HortScience, 24: 65-68.

Ochoa, B. R. y Ortega R. C. 2008. Reservas y seguridad alimentaria. Claridades Agropecuarias. 183: 13-46.

Ochoa, B. R. y Ortega R. C. 2009. Reservas alimentarias físicas y virtuales. Claridades Agropecuarias. 189: 3-14.

Osuna, G. J. A., Baez S. R., Medina U. V. M., Chávez C. X. 2001. Residualidad de paclobutrazol en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Tommy Taquín. Revista Chapingo Serie Horticultura 7: 273 p.

Partida, R. L., Velázquez A. T. de J., Acosta V. B., Ayala T. F. Díaz V. T., Inzunza C. J. F. y Cruz O. J. E. 2007. Paclobutrazol y crecimiento de raíz y parte aérea de plántulas de pimiento morrón y berenjena. Revista Fitotecnia Mexicana, 30 (2): 145-149.

Ruter, J. M. 1994. Growth and landscape establishment of *Pyracantha* and *Juniperus* after application of paclobutrazol. HortScience 29: 1318-1320.

Sharma, G. C. Paul A. D. y Bietz J. A. 1983. Nitrogen fertilization effects and anatomical, protein and amino acid characteristics of yellow berry in triticale. Crop Sci. 23: 699-703.

Solis, M. E. y Díaz de León T. J. G. 2001. Efecto de los factores controlables de la producción sobre el rendimiento y la panza blanca del grano en trigo duro. TerraLatinoamericana, 19: 375-383.

Velázquez, A. T. de J., Partida R. L., Acosta V. B. y Ayala T. F. 2008. Producción de plantas de tomate y chile aplicando paclobutrazol al follaje. Universidad y Ciencia, 24 (1): 21-28.

Watson, G. W. 1996. Tree root system enhancement with paclobutrazol. Journal Arboriculture 22: 211-217.

EFECTOS DE TRES PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE FLORES DEL CULTIVO DE CLAVEL (*DIANTHUS CARYOPHYLLUS* L.) BAJO INVERNADERO EN LA MISIÓN, B.C.

César Valenzuela Solano[1]. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Calle del Puerto No. 375 Depto. 23, Fracc. Playa Ensenada, Ensenada, Baja California, México. valenzuela.cesar@inifap.gob.mx

Palabras clave: composta, nutrientes, materia orgánica, rendimiento.

RESUMEN

Los floricultores de la Costa de Ensenada, B.C., necesitan mejorar la calidad de las flores de clavel para mantener la competitividad en el mercado de exportación. El objetivo del presente estudio fue conocer los efectos de tres programas de fertilización sobre la calidad de flores del cultivo de clavel desarrollado en invernadero en La Misión, B.C. El trabajo se hizo Marzo de 2007 a Febrero de 2008 en terrenos de un productor cooperante. Los resultados mostraron que con la aplicación de 25 ton ha de composta complementada con fertilizantes sintéticos, se lograron rendimientos de flor de clavel 38% mas altos que los alcanzados con el programa del productor, y 19% mayores que los obtenidos con la aplicación de solo fertilizantes sintéticos. Asimismo, con este tratamiento se mejoró la calidad de las flores, lográndose flores y tallos florales de mayor diámetro. Los resultados se atribuyen a una mejora en la nutrición de las plantas y la fertilidad del suelo, así como a un mejor control de la humedad del suelo.

ABSTRACT

To maintain the competitivity in the world market, growers from Ensenada, B.C. Mexico, need to increase the carnation flowers quality. The purpose of this study was, to test the effects of three fertilization programs on the quality of carnation flowers grown in greenhouse conditions, in La Misión, B.C. Results shown that 25 ton per ha of compost plus synthetic fertilizers, yielded 38% more flowers than the grower fertilization program, and 19% more flowers than only using synthetic fertilizers. This program also increased the diameter of flowers and their stems. These results were attributed to the improvement of plant nutrition, soil fertility and soil moisture control.

INTRODUCCIÓN

En la Costa de Ensenada, B.C., el cultivo de flores y ornamentales es una actividad realizada por 24 productores en una superficie de 440 ha, donde se manejan alrededor de 44 especies de plantas, entre las que sobresalen el clavel, lisianthus, wax y mirto. Los floricultores regionales enfrentan el reto de hacer más eficiente la producción y mejorar la calidad de sus productos, con el fin de mantener la competitividad en el mercado de exportación, compitiendo con países como Colombia, Ecuador y otros. Un factor agronómico que incide de manera importante sobre la calidad de las flores es la nutrición de las plantas (Seaton y Calder, 2003; Sotero y Fitzgerald, 1983). Un diagnostico nutricional realizado por el INIFAP en terrenos de los productores de Ensenada, permitió detectar problemas de deficiencias de varios de los nutrientes esenciales para el desarrollo adecuado de los cultivos de flor (Valenzuela, 2006).

A partir de estos datos el INIFAP empezó a desarrollar un proyecto que tiene como fin, proporcionar a los floricultores un método integral que les permita optimizar el manejo de la fertilización y nutrición de sus cultivos. Este enfoque considera por una parte el uso de los fertilizantes sintéticos y las compostas como fuentes de nutrientes, y por otra a los análisis químicos como herramientas de evaluación de los programas de fertilización. El objetivo del presente trabajo fue conocer los efectos de tres programas de fertilización sobre la calidad de flores del cultivo de clavel desarrollado bajo condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó de Marzo de 2007 a Febrero de 2008 en terrenos de un productor cooperante ubicado en La Misión, B.C. El suelo del sitio experimental tiene una textura migajón arcillosa, con pH de 8.0 y salinidad alta (5.6 dS/m) para el cultivo del clavel. Los contenidos de materia orgánica

(MO), nitratos, fósforo (P), calcio (Ca) y magnesio (Mg) fueron adecuados, no así los de potasio (K). El suelo estaba medianamente infestado con el hongo *Fusarium*, microorganismo al cual el cultivo de clavel es altamente susceptible. Los programas que se aplicaron se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Dosis de nutrientes aplicados en los tres programas de fertilización evaluados en clavel. INIFAP 2007-2008.

	Nutriente (kg ha)				
Programa	N	P	K	Ca	Mg
Solo fertilizante	164	83	200	52	30
Fertilizante + 25 ton ha composta	215*	135	400	105	165
Productor + 8 ton ha composta	87*	60	130	16	45

*incluye los nutrientes aportados por la composta

Cada programa conto con cinco repeticiones. En el programa que incluyó composta, se aplicaron 25 ton ha de este mejorador de suelo, más la misma dosis de fertilizantes sintéticos que en el programa de solo fertilizante. La composta fue aplicada con el fin de determinar su impacto tanto en el mejoramiento de las propiedades del suelo, como en la nutrición y mejoramiento en la calidad de las cosechas. La composta utilizada fue elaborada por el autor de este trabajo, mezclando 3 partes de estiércol vacuno y una de paja de cereales. El proceso de composteo se llevo un periodo aproximado de cuatro meses. En el cuadro 2 se puede observar que la composta tenia alto contenido de materia orgánica, una adecuada relación C/N y buen contenido de N y Ca.

Cuadro 2. Propiedades de las compostas utilizadas en el estudio de fertilización en clavel en la Misión, B.C. INIFAP. 2007-2008.

Propiedad	Valores
Materia Org. (%)	36.0
C/N	16.0
Nitrógeno (%)	1.30
Fosforo (%)	0.40
Potasio (%)	1.62
Calcio (%)	0.40
Magnesio (%)	1.12

La composta fue aplicada sobre la superficie de las camas antes de la plantación y fue inmediatamente incorporada con una rotocultivadora a una profundidad aproximada de 15 cm. Todos los fertilizantes sintéticos fueron aplicados a través del sistema de riego por goteo después de la plantación del cultivo. Para el estudio se establecieron 2 camas de 1.2 m de ancho por 30 m de largo (91.2 m^2) por cada tratamiento. Se plantó la variedad de clavel Rivera, la cual produce flores de color rojo, a una densidad de 25 plantas por metro cuadrado.

Con el fin de llevar un control de la humedad del suelo, se colocaron tensiómetros a 25 cm de profundidad en cada una de las repeticiones de los tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre la nutrición de las plantas fue estimada a través de un muestreo foliar realizado en el mes de agosto. Se hicieron 23 cortes de flores en el periodo comprendido del 4 de Septiembre de 2007 al 20 de Febrero del 2008. Las variables medidas fueron: numero de flores, y diámetros de las flores y tallos florales. Los datos fueron colectados de 5 repeticiones en cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3 se presentan los datos sobre numero de flores de clavel obtenidas por metro cuadrado, así como los diámetros de las flores y los tallos florales. El numero de tallos florales comerciables logrados en todos los tratamientos son menores a los esperados en un cultivo de clavel, lo cual en este estudio se debió al daño causado en las plantas por el hongo *Fusarium*, al cual es muy susceptible esta especie de flor. Los datos muestran que el mayor número de tallos florales comerciables, fueron logrados en las plantas desarrolladas en las parcelas tratadas con el programa consistente en la combinación de fertilizantes sintéticos más composta. Esto valores fueron 19 y 38% superiores a los alcanzados con solo fertilizantes sintéticos o el programa del productor, respectivamente. En cuanto a la variable diámetro de flor, el mayor tamaño fue alcanzado con el programa con composta que fue superior a los otros dos. Asimismo, los mayores diámetros de tallos se consiguieron cuando se aplicó el programa combinado. Mayor diámetro de tallo implica mayor rigidez y resistencia al doblado, lo cual es una característica de calidad muy deseable en clavel.

Cuadro 3. Número y diámetros de tallos y flores comerciables de clavel obtenidos, de acuerdo a cada programa de fertilización aplicado. 2007-2008.

Programa	No. de flores/ m^2	Diámetro botón floral (mm)	Diámetro tallo (mm)
Solo fertilizante	50 b	25.8 b	5.11 b
Fertilizante + 25 ton ha composta	58 a	27.5 a	5.43 a
Productor + 8 ton ha composta	42 c	24.5 c	4.72 c

La aplicación de la composta, mejoró los contenidos de N en las plantas de clavel, sobre todo en relación al programa del productor (cuadro 4). En este estudio se encontró que los dos programas alternativos al del productor, incrementaron los contenidos de N, P, K y Ca, a valores que se consideran suficientes para una buena nutrición del cultivo. En contraste los contenidos de estos nutrientes en las plantas tratadas con el programa del productor, se ubicaron en valores de deficiencia o muy cercanos a los limites de deficiencia.

Cuadro 4. Contenidos de nutrientes en hojas de clavel en la Misión, B.C. 2007-2008.

	Nutriente (%)				
Programa	N	P	K	Ca	Mg
Solo fertilizante	3.10	0.29	2.11	1.64	0.74
Fertilizante + 25 ton ha composta	3.80	0.30	2.32	1.67	0.72
Productor + 8 ton ha composta	2.40	0.20	2.03	1.48	0.60
Niveles adecuados	3.0-4.0	0.2-0.4	2.0-4.0	1.5-2.0	0.2-0.5

Los programas de fertilización aplicados también tuvieron un impacto sobre las propiedades del suelo (cuadro 5). Los contenidos de materia orgánica se vieron incrementados en el suelo de las parcelas que recibieron aplicaciones de 25 ton ha de composta en relación los otros dos tratamientos. Por otra parte, los programas consistentes en solo fertilizante sintético o la combinación de fertilizante sintético con composta, aumentaron de manera significativa los contenidos de P y K., mas no los de calcio.

Cuadro 5. Contenidos de materia orgánica y nutrientes en suelo de clavel en la Misión, B.C. 2007-2008.

Programa	Materia orgánica (%)	P (ppm)	K (me/100 g)	Ca (me/100 g)
Solo fertilizante	2.4	46	0.56	20.3
Fertilizante + 25 ton ha composta	3.2	43	0.43	19.4
Productor + 8 ton ha composta	2.1	28	0.31	21.5

Otro factor del suelo que fue modificado por los tratamientos aplicados fue la tensión de humedad (figura 1). Los valores mas bajos así como la menor variación de los mismos a través del ciclo, fueron registrados en las parcelas tratadas con composta más fertilizantes sintéticos. Lo contrario ocurrió en las parcelas tratadas con el programa del productor. Las tensiones de humedad del suelo en las parcelas que recibieron el programa de solo fertilizantes sintéticos, tuvieron un comportamiento intermedio. Estos datos indican que la aplicación de la composta en dosis de 25 ton ha, tuvo un efecto importante sobre el control de la humedad del suelo, lo cual seguramente también influyó en los mejores rendimientos y calidad de flores obtenidos con este tratamiento.

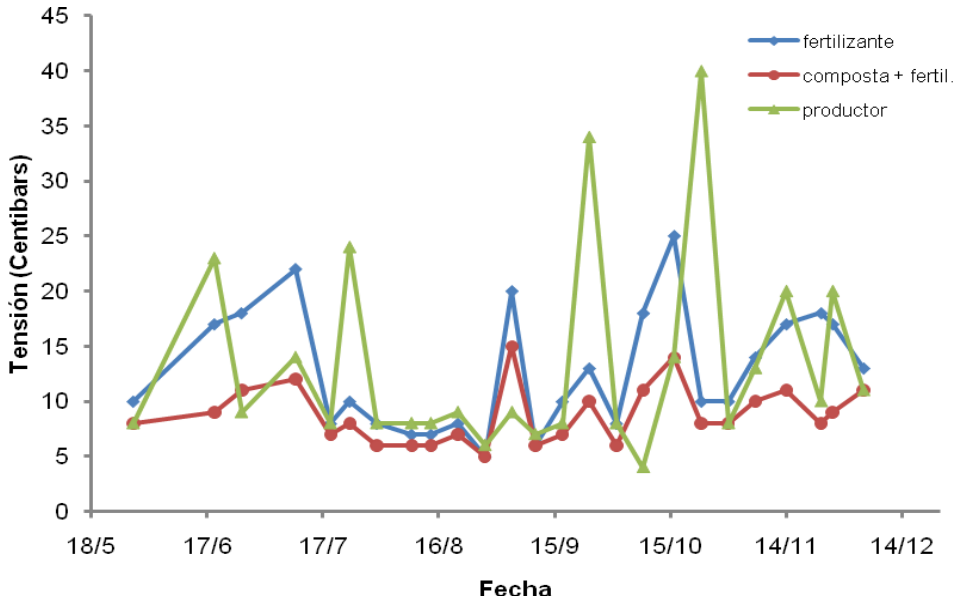


Figura 1. Tensiones de humedad del suelo a 25 cm de profundidad de acuerdo a tres tratamientos aplicados en el cultivo del clavel en La Misión, B.C. INIFAP.

CONCLUSIONES

Con el programa consistente en la aplicación de 25 ton ha de composta complementada con fertilizantes sintéticos, se lograron rendimientos de flor de clavel 38% mas altos que los alcanzados con el programa del productor, y 19% mayores que los obtenidos con la aplicación de solo fertilizantes sintéticos.

El programa combinando de composta más fertilizantes sintéticos produjo flores de mayor calidad (flores y tallos florales de mayor diámetro), que el del productor o el de solo fertilizantes sintéticos.

Los efectos de mejor calidad y cantidad de flores conseguidos con el tratamiento donde se combinaron la composta con fertilizantes sintéticos, se pueden atribuir a una mejora en la nutrición de las plantas y la fertilidad del suelo, así como en el control de la humedad del suelo.

LITERATURA CITADA

Seaton, K. y T. Calder. 2003. Fertiliser for wax flower production. Farmnote 59. Department of Agriculture. Western Australia.

Sotero, S. y J. Fitzgerald. 1983. Influence of the propagation method and fertilizer rate on growth and development of Liatris pycnostachya. HortScience 18:198-199.

Valenzuela, S.C. 2006. Diagnósticos sobre la calidad de agua de riego y el estado nutricional de cultivos de flor en la Costa de Ensenada, B.C. Reporte Técnico. Campo Experimental Costa de Ensenada. INIFAP.

CARACTERIZACIÓN DE HONGOS DE LA FAMILIA *BOTRYOSPHAERIACEAE* AISLADOS DE VID (*VITIS VINIFERA* L.) EN LA REGIÓN VITIVINÍCOLA DE LA COSTA DE ENSENADA, B.C.

Ofelia Candolfi-Arballo[1], Jorge Alejandro Plata-Caudillo[1] y Rufina Hernández-Martínez[1]. [1]Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Depto. de Microbiología, km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Apdo. Postal 2732, Ensenada, Baja California, México CP 22860. candolfi@cicese.mx

Palabras clave: Botryosphaeriaceae, enfermedad del brazo muerto, deterioro progresivo.

RESUMEN

Las enfermedades de la madera en vid ocasionadas por hongos son muy importantes en todo el mundo. Estas enfermedades contribuyen al deterioro progresivo de la planta, reducen la productividad y longevidad provocando altas pérdidas económicas. Dentro de estas enfermedades se encuentra el cancro producido por especies de *Botryosphaeria* también conocida como brazo muerto. Al menos 11 especies de *Botryosphaeria* se han asociado con vid en todo el mundo, incluyendo a *Diplodia*, *Fusicoccum*, *Neofusicoccum*, *Lasiodiplodia y Dothiorella*. En México solamente se han reportado dos especies: *Diplodia seriata* y *Lasiodiplodia theobromae* pero es probable que haya más especies asociadas a vid. Se inició la búsqueda de nuevas especies de Botryosphaeriaceae presentes en los viñedos de la costa de Ensenada, se realizaron muestreos en la zona vitivinícola. En total se obtuvieron 18 aislados de plantas con síntomas de deterioro progresivo. Usando comparaciones morfológicas y métodos moleculares se pudieron identificar tres nuevas especies: *Fusicoccum vitifusiforme, Diplodia corticola* y *Fusicoccum australe*, las tres ultimas no habían sido reportadas anteriormente en México.

ABSTRACT

Trunk diseases caused by fungi are very important diseases in all grapevine growing regions worldwide. They contribute to grapevine decline, reducing productivity and longevity, thereby causing considerable economic loss to the industry. Botryosphaeria canker is a trunk disease also known as black dead arm. Around 11 species of *Botryosphaeria* are known to occur on grapevines including *Diplodia*, *Fusicoccum*, *Neofusicoccum*, *Lasiodiplodia,* and *Dothiorella*. In Mexico only two species have been reported, *Diplodia seriata* and *Lasiodiplodia theobromae* however it is highly probable that there are more species associated to grapevine. A survey on Ensenada's vineyards was conducted aimed to determine which others Botryosphaeriaceae were present. A total of 18 isolates were obtained from declining plants. Using molecular methods and analyzing morphological characteristics three new species were identified *Fusicoccum vitifusiforme, Diplodia corticola* and *Fusicoccum australe*. To our knowledge this is the first report of these species occurring on grapevine in Mexico.

INTRODUCCIÓN

La vid (*Vitis vinifera* L.) es uno de las especies frutales más importante en varias partes del mundo. En México, los estados de Baja California y Sonora son los principales productores de vino y uva de mesa, respectivamente (5). En las últimas decadas, las enfermedades de la madera se han incrementado de manera importante en todo el mundo. Estas enfermedades ocasionan disminución del rendimiento debido principalmente al deterioro progresivo de las plantas (3). Los organismos responsables de dichas enfermedades son hongos que pertenecen a los géneros *Botryosphaeria, Phaeoacremonium, Phaeomoniella, Cylindrocarpon, Eutypa y Phomosis.* Dentro de las enfermedades de la madera se encuentra el brazo muerto, cuyos agentes causales se encuentran dentro de la familia *Botryosphaeriaceae.* Los síntomas provocados por estos hongos incluyen: debilitamiento de la planta, poco crecimiento, cancros o zonas necróticas en el tronco y hojas cloróticas (2, 3, 6, 7). Las formas asexuales (anamorfos) de *Botryosphaeria* spp. son las más comunes en la naturaleza, mientras que las formas sexuales (telomorfos) se encuentran en raras ocasiones, por este motivo la identificación de las especies se realiza en base a las características morfológicas y genéticas de los anamorfos. Las especies asexuales encontradas más comúnmente en vid son: *Diplodia mutila, Diplodia seriata, Fusicoccum parvum, Fusicoccum australe,*

Fusicoccum luteum, Fusicoccum aesculi y Lasiosiplodia theobromae (3). La identificación de estas especies se hace principalmente observando los caracteres morfológicos como son coloración y desarrollo de la colonia, y la pigmentación, forma y tamaño de las estructuras de reproducción (conidios), sin embargo estas características son insuficientes para clasificar especies morfológicamente similares, por lo cual, también se emplean técnicas moleculares. Los marcadores moleculares más empleados son el Espaciador Transcrito Interno (ITS, por sus siglas en inglés), una secuencia parcial del gen que codifica para la proteína ß-tubulina y el factor para la elongación en la trascripción llamado 1-alfa (EF1-α, por sus siglas en inglés) (2, 3, 4, 5, 6). En México se ha reportado la presencia de dos especies del holotipo *Botryosphaeria* en vid, *Diplodia seriata* (telomorfo: *B. obtusa*) y *Lasiodiplodia theobromae* (telomorfo: *B. rhodina*) (5). En un muestreo exploratorio desarrollado en la Costa de Ensenada por nuestro equipo de trabajo, se ha logrado aislar varias cepas de *Botryosphaeria* cuya naturaleza se desconoce.

OBJETIVO

Caracterizar morfológica y genéticamente cepas de *Botryosphaeria spp.* aisladas de la zona vitivinícola de la Costa de Ensenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo. Para la toma de muestras, se localizaron plantas con síntomas de debilitamiento y brazo muerto en 10 viñedos de la costa de Ensenada. Todas las plantas de las que se tomaron muestras se fotografiaron y etiquetaron. Las muestras consistieron en trozos de madera de aproximadamente 15 cm de largo que se colocaron en bolsas de plástico previamente etiquetadas y transfirieron dentro de una hielera al laboratorio. En el laboratorio se observaron y fotografiaron los síntomas en la madera usando un microscopio estereoscópico (Olympus SZX12).

Aislamiento y mantenimiento de microorganismos. Para el aislamiento de los hongos se eliminó la corteza del tronco, se limpio superficialmente y se tomaron trozos de aproximadamente 5mm de la periferia de las lesiones necróticas. Se colocaron 4 trozos de madera equidistantes en cajas Petri conteniendo 25 mL de medio de cultivo papa dextrosa Agar (PDA, Difco Laboratories). Las cajas se mantuvieron en oscuridad a temperatura ambiente y se evaluaron periódicamente hasta observar crecimiento fúngico. Para obtener cultivos puros, puntas de micelio se transfirieron a una caja con medio PDA fresco. Para obtener cultivos monospóricos, se estimuló la producción de cuerpos fructíferos (picnidios) inoculando el hongo en cajas Petri con 25 mL de agar al 15% en agua (AA) y colocando dos trozos de madera de vid estériles de aproximadamente 1 $cm^{2.}$. Las cajas se mantuvieron bajo luz blanca y una vez producidos los picnidios, se presionó para obtener esporas individuales que se plaquearon, y seleccionaron. Los cultivos se mantuvieron por medio de propagación vegetativa en medio de PDA. Para el almacenamiento a largo plazo, esporas y micelio se colocaron en una solución de glicerol al 50% a -80°C.

Caracterización morfológica de estructuras reproductivas. Los hongos se clasificaron primeramente observando la morfología colonial, su coloracion y el desarrollo del micelio en medio PDA. Como referencias se usaron cepas tipo proporcionadas por el Dr. Gubler de la Universidad de California, Davis. Para observar la forma, tamaño, pigmentación, septación, etc. de las esporas, primeramente se estimuló la producción de picnidios siguiendo el procedimiento mencionado arriba. Las conidias producidas se fijaron con lactofenol sobre un portaobjetos y se observaron a 100X usando un microscopio óptico invertido AxioVert 200 (ZEISS), se fotografíaron con una cámara integrada AxioCam HRc y se midió el largo y ancho de 70 conidias al azar usando el software AxioVision, ver. 4.7.

Caracterización genética de las cepas. Todas las cepas se inocularon en caldo de papa dextrosa (PDB, Difco Laboratories). Los cultivos se mantuvieron en agitación constante a 200 rpm durante 5 días a 25ºC. Para la extracción del ADN genómico se utilizó un protocolo comercial (DNeasy Plant Tissue, Quiagen). Del ADN obtenido, se amplificaron las secuencias de la región ITS1 e ITS2 que incluye la región 5.8S de cada cepa por medio de la tecnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) utilizando los oligonucleotidos ITS4 e ITS5 (White et al, 1990). Para verificar la presencia de amplicones, el producto de PCR se separó por medio de una electroforesis en un gel de agarosa al 1.2% sumergido en buffer TAE 1X (Tris-acetato-EDTA) dentro de una cámara de

electroforesis y se tiñeron con bromuro de etidio. De las reacciones positivas se purificaron los amplicones con un kit comercial (Gel extraction kit, Quiagen) y se mandaron secuenciar.
Análisis genético. Para el análisis genético se usaron secuencias ITS de hongos pertenecientes a la familia *Botryosphaericeae* recuperadas del "National Center for Biotechnology Information" (NCBI) y las obtenidas en este estudio. Para editar y alinear las secuencias, se utilizó el software BioEdit, y el árbol filogenético se construyó usando el programa MEGA 4 .

RESULTADOS

Lesiones en la madera. Los síntomas observados en la madera en cortes transversales fueron principalmente puntos negros, lesiones concéntricas o en forma de cuña (Figura 1).

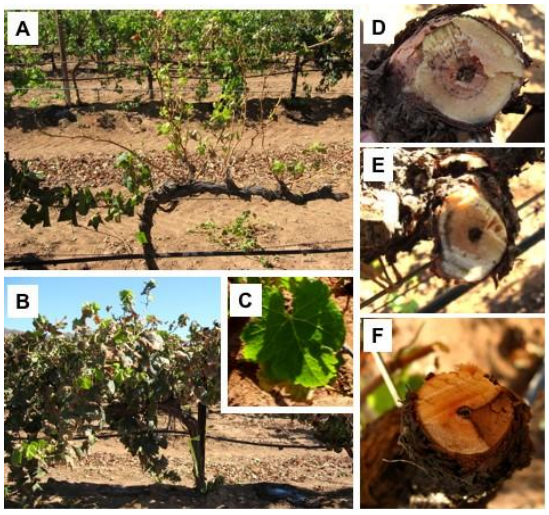


Figura 1. Algunos síntomas observados en viñedos de la Costa de Ensenada. A. Apariencia de una planta enferma. B. y C. Síntomas de hojas quemadas. D. Síntomas internos. Puntos negros en el centro del tronco que al extenderse generan zonas de daño mayor, coloraciones rosadas y vasos conductores oscurecidos. E. Lesiones concéntricas negruzcas en el tronco. F. Necrosis en forma de cuña.

Caracterización morfológica. Se obtuvieron 18 aislados putativos de la familia Botryosphaeriaceae. La morfología de los cuerpos fructíferos fue variada, se observaron picnidios globosos, en forma de punta redondeada, tipos rectangulares, cubiertos o no de micelio, abundante o escaso, en la base o en la punta. La forma mas prevaleciente fue la típica forma de botella, con micelio escaso en la base del mismo. Los tamaños iban de 100 a 450 µm de longitud y de 50 a 150 µm de diámetro. En los cultivos se observaron al menos 6 tipos de colonias. El tipo más común presentada por 11 cepas (MXSB01, SASI01-01, SASI15-02, BY06, R02-3, CCBM09, CCBM08, SASI16-1, SACH29-2, SASI08 y MXCB01), se caracterizó por presentar un micelio blanquecino en los primeros días que cambió a gris claro después de 5 días, y después de 14 días a gris plomo. Estos aislados presentaron conidias pigmentadas de color café, ovaladas, aseptadas y lisas, caracteres correspondientes a la especie *Diplodia seriata*. La cepa SACH19-3 creció de manera similar a las anteriores pero más lentamente. Cuatro cepas SACH16-1, SACH19-3, SACH29-2 y MXCB01 difirieron en que las conidias presentaron 1 a 2 septos y ocasionalmente hasta 3. Las cepas SACH24, SACH23-1 y ME04-3 presentaron en los primeros días micelio fino, poco abundante y blanquecino. A partir del cuarto día, ME04-3 presentó una coloración verde amarillenta en el medio de cultivo que lo diferenció de las otras dos. Las conidias observadas fueron de filiformes, hialinas, aseptadas y de pared delgada, caracteres de identificación del género *Fusiccoccum*. Aparentemente las cepas corresponden a las especies *Fusicoccum australe* y *Neofusicoccum vitifusiforme*, sin embargo por sus similitudes, la caracterización de estas cepas no fue posible usando como referencia solamente sus características morfológicas. El aislado SASI12-

3 presentó desde el inicio un micelio esponjoso, fino, denso y blanquecino, tornándose café oscuro con el paso de los días, se observaron dos tipos de conidias ovaladas, una pigmentada, uniseptada y de pared delgada y otra hialina de pared gruesa y rugosa, por estas características y de acuerdo a las descritas en otros estudios se clasificó como la especie *Diplodia corticola* (Figura 2).

Caracterización genética de las cepas. El análisis filogenético reveló la presencia de al menos 4 especies de la familia Botryosphaeriaceae. La cepa ME04-3 se agrupó en un clado con especies de *Fusicoccum australe*, mientras que las cepas SACH24 y SACH23-1 emparentaron con la especie *Fusicoccum vitifusiforme*. Por otra parte, una segunda rama agrupó a todas las especies definidas por conidias pigmentadas y ovaladas. Las cepas MXCB13, SACH29-2, R02-3, MXSB01, CCBM09 y CCBM08-01 se agruparon en un solo clado emparentadas estrechamente con la especie *Diplodia seriata*, al igual que SASI15-01, SACH16-1, BY06-2, MXCB01 y SASI01-01 quienes a pesar de permanecer en el mismo grupo que las anteriores se separan ligeramente de ellas, indicando quizá una variabilidad genética. Finalmente, la cepa SASI12-3 se agrupó perfectamente con la especie *Diplodia corticola* (Figura 2).

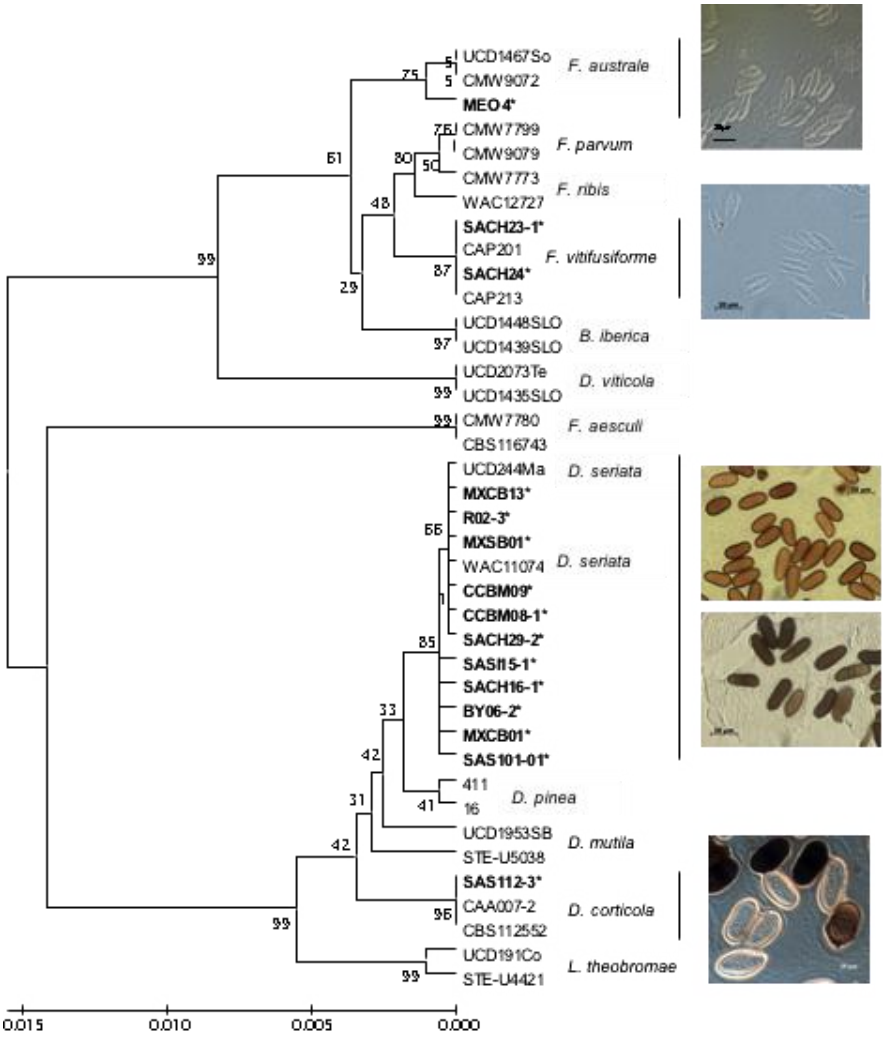


Figura 2. Arbol filogenetico generado a partir del analisis de las secuencias ITS de las cepas analizadas en este estudio, contrastadas con secuencias de otras cepas aisladas en diferenes partes del mundo con las que comparten relacion morfologica, disponibles en la red (NCBI). Se utilizó el metodo de Nehibor Joining.

DISCUSIÓN

En el estudio realizado en México en el 2008 (Urbez-Torres *et al*, 2008) se lograron aislar 2 especies de la familia Botryosphaeriaceae: *Diplodia seriata* y *Lasiodiplodia theobromae* de plantas con síntomas de brazo muerto y con cancros en forma de cuña. En nuestro estudio, de las lesiones en forma de cuña y lesiones concentricas se aislaron frecuentemente los hongos de la especie *Diplodia seriata*, mientras que de las lesiones de puntos negros y pudriciones concentricas se aislaron las especies del género *Fusicoccum* y *Neofusicoccum,* el hecho de que en el estudio anterior solo se hayan analizado troncos con lesiones en forma de cuña podría explicar porque no se encontraron las mismas especies reportadas aquí. Por otro lado, la especie *Diplodia corticola* ha sido reportada infectando *Quercus* spp. en España (Alves, et al., 2004) pero no vid. Es probable que su alta similitud morfológica con *B. stevensii* (*D. mutila*) la haya hecho pasar desapercibida en vid.

Respecto a las especies *D. seriata*, los aislados se separaron en 2 sub-clados cuya principal diferencia morfológica es la septacion en las conidias, carácter que separa también a *Diplodia pinea* del clado de *D. seriata*, por tal motivo se propone realizar un analisis mas a fondo de la informacion genética de los aislados, como lo es la secuenciacion de un segundo y tercer marcador molecular, lo que arrojaría informacion complemetaria para aclarar esta separación.

CONCLUSIONES

Existe una relacion entre las lesiones observadas y los hongos aislados, lo que permite saber de manera empírica los hongos presentes en la madera de vid.

La especie *Diplodia corticola,* reportada como patógeno de *Quercus* spp. produce infecciones en vid, lo que refleja que no existe especificidad por el hospedero.

El analisis morfológico por si solo no podía elucidar las identidades de los hongos encontrados, debido a que las especies guardan importantes similitudes y traslapes morfológicos que no permiten separarlas por especie, lo ideal es combinar los resultados con un análisis filogenético donde se utilicen secuencias de mas de un marcador molecular.

El análisis de las secuencias conservadas de la región ITS1 e ITS2 que incluye la región 5.8S no fue suficiente para identificar las diferencias entre las secuencias de los aislados que se ubicaron dentro del clado de la especie *Diplodia seriata.*

LITERATURA CITADA

Alves, A. A. Correia., J. Luque., A. Phillips. 2004. *Botryosphaeria corticola*, sp. nov. on Quercus species, with notes and description of *Botryosphaeria stevensii* and its anamorph, *Diplodia mutila*. Mycologia, 96:598-613.

Larignon, P., Fulchic, R., Cere, L., and Dubos, B. 2001. Observations of Black dead arm in French vineyards. Phytophathologia Mediterranea 40:336-342.

Phillips, A.J.L. 2002. Botryosphaeria species associated with diseases of grapevines in Portugal. Phytopathologia Mediterranea 41:3-18.

Úrbez-Torres, J.R., Leavitt, G.M., Guerrero, J.C., Guevara, J., and Gubler, W.D. 2008. Identification and pathogenicity of *Lasiodiplodia theobromae* and *Diplodia seriata*, the causal agents of bot canker disease of grapevines in Mexico. Plant Disease 92:519-529.

Úrbez-Torres, J.R., Leavitt, G.M., Voegel, T., and Gubler W.D. 2006. Identification and distribution of *Botryosphaeria* species associated with grapevines cankers in California. Plant Disease 90:1490-1503.

Van Niekerk, J.M., Crous, P.W., Groenewald, J.Z., Fourie, P.H., and Halleen, F. 2004. DNA phylogeny, morphology and pathogenicity of *Botryosphaeria* species on grapevines. Mycologia 96:781-798.

White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Pages 315-322 in: PCR Protocols, A Guide to Methods and Applications. M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, and T. J. White, eds. Academic Press, San Diego, CA. 50.

CONTROL *IN VITRO* DE HONGOS ASOCIADOS A ENFERMEDADES DE LA MADERA EN VID USANDO *TRICHODERMA SPP.*

Jorge Alejandro Plata-Caudillo[1], Liliana L. López-Zambrano[1]; Ofelia Candolfi-Arballo[1]; Rufina Hernández-Martínez[1]; y César Valenzuela-Solano[2]. [1] Depto. de Microbiología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Carr. Tijuana-Ensenada, No. 3918 Zona Playitas, Ensenada, Baja California, México. C.P. 22860. [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Av. Del puerto No. 375 locales 22 y 23 Fracc. Playas de Ensenada, Baja California, México. C.P. 22800. jplata@cicese.mx

Palabras clave: Enfermedad de Petri, brazo muerto, pie negro, biocontrol.

RESUMEN

El cultivo de la vid en Baja California es uno de los más importantes en la región, ya que genera el 95% de la producción del vino en México. Las enfermedades del tronco, producidas principalmente por hongos, constituyen uno de los principales factores que limitan la longevidad de las plantas y limitan su producción. En estudios recientes realizados en la zona vitivinícola de Ensenada, Baja California, se ha reportado la presencia de los hongos: *Botryosphaeria* spp, *Cylindrocarpon* spp, *Phaeoacremonium sp. y Phaeomoniella chlamydospora* asociados a enfermedades de la madera: Dada la importancia de estos patógenos en otras zonas del mundo, es necesario buscar métodos para su control. En este trabajo se evaluó el potencial de 6 cepas del genero *Trichoderma* aisladas de los viñedos infectados contra estos patógenos, también se incluyo una cepa tipo de *T. atroviride* y una comercial de *T. harzianum.* Los resultados mostraron que al menos dos cepas T5 y T6 aisladas en la zona mostraron mayor efectividad que las cepas de *T. atroviride* and *T. harzianum*. La cepa T5 inhibió a 7 de los patógenos probados, mientras que la T6 fue capaz de inhibir a los 8. Esto abre la posibilidad de usar a las cepas T6 y T5 solas o combinadas para controlar los hongos que afectan a la madera de la vid en la costa de Ensenada.

ABSTRACT

Grapevine is one of the most important industries in Baja California; it generates 95% of the wine production in Mexico. Grapevine trunk diseases, caused mainly by fungi, are among the main factors limiting vineyard longevity and productivity. Recent studies in the Ensenada coast of Baja California had reported the present of several fungi associated with trunk diseases, including members of the family Botryosphaeriaceae; *Cylindrocarpon* spp, *Phaeoacremonium sp.* and *Phaeomoniella chlamydospora*. Due to the importance of these pathogens worldwide, finding diseases control is a priority. Here, we evaluated six isolates of *Trichoderma* spp recovered from grapevines in their potential to control fungi associated with trunk diseases and compare them with a well characterized isolate of *T. atroviride* and a commercial strain of *T. harzianum*. Results showed that two isolates; T5 and T6 were more effective than *T. atroviride* and *T. harzianum* in controlling trunk disease pathogens. Isolate T5 inhibited 7 of the 8 tested pathogens while T6 inhibited all of them. These results open the possibility of using both isolates alone or as combination to control fungi affecting grapevine in the Ensenada coast.

INTRODUCCIÓN

La vid es uno de los frutales más importantes en Baja California, tanto en superficie, como en volumen y valor de producción. La industria vitivinícola de la región representa el 95.0 % de la producción nacional. Las enfermedades en el tronco de la vid son causadas por hongos patógenos que infectan las partes leñosas de la planta a través de las heridas producidas especialmente durante la poda. Los síntomas incluyen un lento decaimiento y acronecrosis (gangrena regresiva) de la vid como consecuencia de la interrupción de la conductividad del xilema o por la producción de toxinas por parte del hongo (Pascoe, 1998). Estas enfermedades pueden llegar a ser catastróficas en la industria del vino si no se controlan a tiempo por lo que es necesario tomar medidas preventivas. En general, para el control de enfermedades en plantas se utilizan compuestos químicos, pero el abuso en su empleo ha favorecido el desarrollo de agentes

patógenos resistentes (Tjamos *et al*. 1994). Por el contrario, el uso de microorganismos que antagonicen con fitopatógenos está exento de riesgos.
Estudios recientes en la región vitivinícola de Ensenada, Baja California, reportan la presencia de algunos géneros de hongos fitopatógenos causantes de enfermedades en el tronco como: *Botryosphaeria* spp*, Cylindrocarpon* spp*. Phaeoacremonium* spp*. y Phaeomoniella chlamydospora* (Urbez-Torrez et al., 2006; Hernandez-Martinez *et al*., 2008). Para el tratamiento de las enfermedades del tronco en la vid, las opciones de tratamiento han sido en gran medida preventivas y se limitan a minimizar el riesgo de infección durante la poda. Una opción relativamente nueva de protección es la aplicación de microorganismos benéficos como lo son varias especies del genero *Trichoderma.* Este hongo aislado del suelo puede ser aplicado al suelo como enmienda para mejorar el crecimiento de la raíz o como protector de heridas durante la poda (Hunt, 2004).
En este trabajo se evaluó el desempeño *in vitro* de varias cepas del genero *Trichoderma* (T1-T6) aisladas de plantas de vid de la zona vitivinícola de Ensenada, así como una cepa tipo de *T. atroviride* (T7) y otra comercial de *T. harzianum* (PHC®T22®) frente a 5 cepas de la familia Botryosphaeriaceae, *D. seriata (Dser), F. australe (Faus), N. vitifusiforme (Nvi), D. corticola (Dco)* y *L. theobromae (Lth*), una de *Cylindrocarpon sp. (Cyl),* una de *Phaeoacremonium aleophilum (Pal)* y otra de *Phaeomoniella chlamydospora (Pch).*

OBJETIVO

Evaluar los efectos de *Trichoderma spp in vitro* sobre el crecimiento de ocho hongos patógenos de la madera de vid aislados en viñedos de la costa de Ensenada, B.C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las cepas de *Dser, Faus, Nvi, Dco, Cyl, Pal* y *Pch* fueron aisladas en la región vitivinícola de la Costa de Ensenada, mientras que *Lth,* aislada originalmente de Sonora, nos fue amablemente proporcionada por el Dr. Gubler de UC-Davis.
Se evaluaron tres mecanismos de inhibición de crecimiento ejercido por las cepas de *Trichoderma*: por antagonismo, secreción de compuestos volátiles (CV) y secreción de compuestos no volátiles (CNV).

Antagonismo.
La evaluación de la inhibición de los hongos patógenos: *Dser, Fau, Nvi, Dco* y *Lth* con las diferentes cepas de *Trichoderma* se realizó mediante competencia directa de los organismos en medio PDA con tetraciclina a 25 mg/ml (PDA-tet). Se colocó un disco micelial del antagonista a una distancia de 10 mm del borde de la caja y a 80 mm del disco micelial del patógeno. Se incubaron durante 7 días a 25 ºC y se midió el crecimiento en mm (Fig.1). La inhibición del crecimiento del patógeno se hizo calculando el porcentaje de inhibición del crecimiento radial con la ecuación [100 x $(r_1-r_2)/r_1$]) (Royse *et al*. 1978).

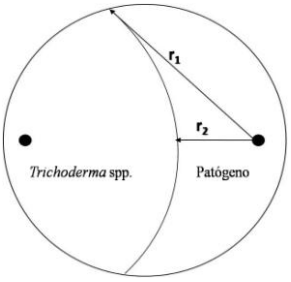


Fig.1.- Diagrama del modo de inoculación y las mediciones que se realizaron para el la ecuación de inhibición.

Para las cepas de *Cyl, Pal y Pch* primero se plaqueo una solución de esporas del hongo, después de incubar por 24 h se colocó al antagonista (cepas T3, T5 y T6) en el centro de la caja. La evaluación fue cualitativa, valorando únicamente si había crecimiento o no del patógeno. Todos los tratamientos incluyendo el control, tuvieron cinco replicas.

Inhibición por compuestos no volátiles
Para determinar la capacidad de las cepas de *Trichoderma spp.* para inhibir el crecimiento de los patógenos analizados se utilizó el método descrito por Dennis y Webster (1970a) y modificado por Chambers (1993). Este consistió en colocar membranas circulares para diálisis de 80 mm de diámetro, estériles, sobre medio PDA-tet en una caja de Petri de 90 mm, sobre la membrana se colocó un disco micelial de 5 mm del hongo antagonista en el centro de la caja y se incubaron en oscuridad a 25º C. Después de 36 horas se marcó sobre la base de la caja el área de cobertura que tuvo el micelio en el medio de cultivo, se retiró el disco de membrana junto con el micelio, se

reemplazó con un círculo de micelio del patógeno y se incubó a 25ºC en oscuridad durante una semana. Con el fin de determinar si la cepa antagonista tenía efecto fungistático o fungicida, los discos miceliales del patógeno que no mostraron crecimiento después de ese periodo, fueron transferidos a nuevas cajas con medio de cultivo fresco e incubados durante dos semanas bajo las mismas condiciones. Todos los tratamientos incluyendo el control, tuvieron cinco replicas.

Inhibición por compuestos volátiles

Para este análisis se utilizó el método descrito por Dennis y Webster (1970b). Se colocó un disco micelial del hongo patógeno en el centro de una caja de Petri de 90 mm con medio PDA-tet. Posteriormente las bases de las cajas se invirtieron sobre otra base que contenía un disco micelial del antagonista; las cajas fueron selladas herméticamente con Parafilm® e incubadas a 25ºC durante 7 días. El control consistió en cajas con el patógeno, invertidas sobre cajas con PDA-tet estéril. La evaluación fue cualitativa, valorando únicamente si había crecimiento o no del patógeno. Todos los tratamientos tuvieron 5 repeticiones.

Microscopía.

Las imágenes de microscopía se obtuvieron mediante un microscopio invertido modelo Axiovert 200 (Zeiss®) las imágenes se tomaron con una cámara AxioCam HRc y procesadas con el software Axiovision ver. 2.7 (Zeiss®).

RESULTADOS

Antagonismo.

Al evaluar las 6 cepas del género *Trichoderma* aisladas en la localidad, una cepa de *T.* atroviride (T7) y la cepa comercial (T22) frente a las especies de la familia Botryosphaeriaceae, todas presentaron inhibición, pero las cepas T3, T5 y T6 fueron las que presentaron los mayores porcentajes de inhibición del crecimiento (Fig. 2). De estas tres cepas, T6 fue la que tuvo los más altos niveles de inhibición llegando hasta valores del 95.74 y 94.43 % para *F. australe* y *D. corticola* respectivamente.

Cuando T3, T5 y T6 se analizaron contra *Cyl, Pal y Pch* se encontró que las tres mostraron inhibición para *Pch;* T5 y T6 inhibieron a *Pal,* y ninguna presentó resultados inhibitorios frente a *Cyl* (Tabla I).

Tabla I. Tabla I. Inhibición del crecimiento de *Cylindrocarpon sp. P. aleophilum y P. chlamydospora* por parte de tres cepas de *Trichoderma*. El signo (+) expresa inhibición mientras que (-) indica que hubo crecimiento del patógeno.

Cepa	***Pal****	***Pch****	***Cyl****
T3	-	+	-
T5	+	+	-
T6	+	+	-

**** Pal:** Phaeoacremonium aleophilum, **Pch:** Phaeomoniella chlamydospora,*
***Cyl:** Cylindrocarpon sp.*

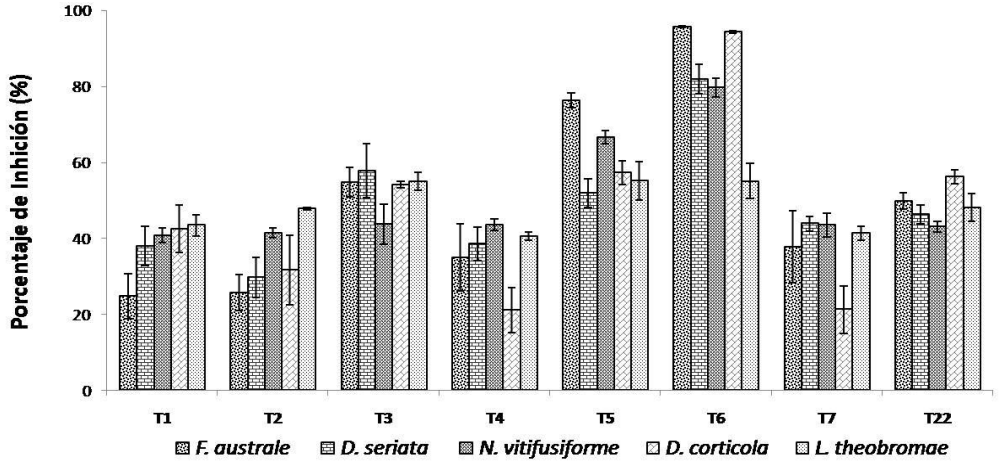


Fig. 2.- Porcentaje de inhibición del crecimiento de las cinco especies de la familia Botryosphaeriaceae por competencia con las ocho cepas evaluadas de *Trichoderma*. Los datos son las medias de las cinco replicas, y las barras de error denotan las desviaciones estándar de dichas replicas.

Dos de las tres cepas de *Trichoderma* que fueron evaluadas, T5 y T6 mostraron inhibición de crecimiento de las especies de la familia Botryosphaeriaceae tanto por medio de CV como CNV (Tabla II). La cepa de *Cyl* fue inhibida por los CNV de T5 y T6 pero no por CV de ninguna *Trichoderma* spp. La cepa de *Pch* fue inhibida por los CNV de T6 solamente. Finalmente, los tres antagonistas inhibieron el crecimiento de *Pal* por CNV pero no por CV. En el caso de los CNV, al transferir el disco micelial del patógeno a un medio estéril, no hubo crecimiento para las que estuvieron ante las cepas T5 y T6.

Tabla II. Resultados de las pruebas de inhibición de crecimiento por compuestos volátiles (CV) y compuestos no volátiles (CNV).

Cepa	***Faus****		***Dser****		***Nvi****		***Dco****		***Lth****		***Pal***		***Pch***		***Cyl***	
	CV	CNV	CV	CNV	CV	CNV	CV	CNV	CV	CNV	CV	CNV	CV	CNV	CV	CNV
T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
T5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
T6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+

* ***Faus,*** *F. austral;* ***Dser,*** *D. seriata;* ***Nvi,*** *N. vitifusiforme;* ***Dco,*** *D. corticola y* ***Lth,*** *L. theobromae.*
El signo (+) denota inhibición mientras que (-) indica que hubo crecimiento del patógeno.

Microscopía

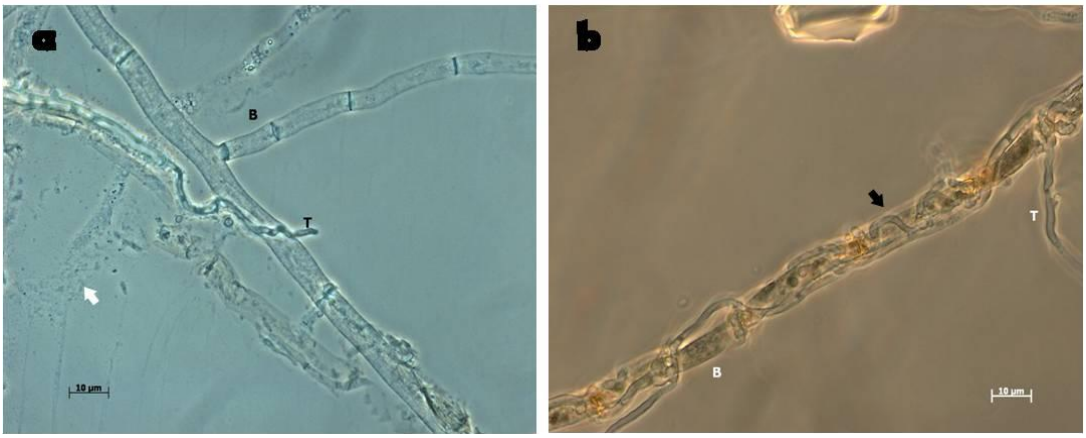


Fig 3.- Microscopía a) Cepa T6 frente a *D. seriata*, se observan hifas del patógeno colapsadas (flecha blanca). b) T3 frente a *D. seriata,* se observa el enrollamiento del antagonista sobre el patógeno (flecha negra). *D. seriata* está representada por la letra B, *Trichoderma spp*. por T.

Al observar en microscopio la interacción antagonista-patógeno, se pudieron diferenciar dos mecanismos de control por parte de las cepas de *Trichoderma:* micoparasitismo y secreción de CV y/o CNV. La cepa T3 mostró el micoparasitismo (Fig. 3b) como único mecanismo, lo que resulta coherente con los resultados obtenidos en las pruebas al no tener actividad de secreción de CV y CNV que inhiban el crecimiento de los patógenos (Tabla II), pero si al inhibirlos al estar en contacto directo (Fig. 2). Con las cepas T5 (datos no mostrados) y T6 se pudo observar, además del micoparasitismo, hifas colapsadas de los patógenos (Fig.3a), lo que podría indicar secreción de CV y/o CNV.

DISCUSIÓN

En estudios anteriores se evalúo el efecto de cepas de *Trichoderma* spp contra algunos hongos de la familia Botryosphaeriaceae (Hunt, 2004), también existen reportes de los efectos de *Trichoderma* sobre hongos asociados a la enfermedad de Petri (*Pch* y *Pal*) y pie negro (*Cyl*) (Fourie et al., 2001). En esos estudios se usaron cepas comerciales por lo que, hasta donde sabemos, nuestro trabajo es el primero en el cual se evaluaron cepas de *Trichoderma spp* que fueron aisladas de viñedos infectados con los patógenos que se busca controlar. Se encontró que al menos dos cepas (T5 y T6) aisladas en la zona vitivinícola de Ensenada, México, parecen mostrar mayor efectividad que la cepa comercial empleada como comparativo, especialmente la cepa T6. Esta cepa fue capaz de inhibir el crecimiento de los ocho patógenos contra los que se evaluó (Fig. 2) y presentó al menos dos mecanismos de control: secreción de CV y CNV (Tabla II y Fig. 3a). Los resultados obtenidos en este trabajo muestran a las cepa T5 y T6 como organismos potenciales para ser utilizados como control biológico de los hongos que afectan a la madera de la vid. Asimismo, esta cepa, podría estar mejor adaptada y tendría mejores resultados al aplicarse en los viñedos que una cepa foránea, sin embargo es necesario realizar estudios en invernadero y campo antes de recomendar su uso.

LITERATURA CITADA

Chambers S.M., 1993. Phytophthora *Root Rot of Chestnut.* PhD thesis, University of Adelaide, Adelaide, Australia.

Dennis, C. and J. Webster, 1971a. Antagonistic properties of species groups of *Trichoderma.* II. Production of volatile antibiotics. *Transactions of the British Mycological Society* 57, 41–48.

Dennis C. and J. Webster, 1971b. Antagonistic properties of species groups of *Trichoderma.* I. Production of nonvolatile antibiotics. *Transactions of the British Mycological Society* 57, 25–39.

Fourie, P.1; Halleen, F., 2006. Chemical and biological protection of grapevine propagation material from trunk disease pathogens. European Journal of Plant Pathology, 116 (4):255-265.

Hernández-Martínez R., C. Valenzuela-Solano, O. Candolfi-Arballo , J. A. Plata-Caudillo, 2008. Trunk-diseases on grapevine caused by fungi in Baja California, México. Phytopathology. 98:S67

Hunt H.S. 2004. Trichoderma and trunk disease fungi: prospects for new protective management options. The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker

Pascoe, I. 1998., Trunk diseases of grapevines, perspectives from a tour of California. Aust. Graper. Winem. 417:68-71.

Royse, D.J. and Ries, S.M., 1978. The Influence of Fungi Isolated from Peach Twigs on the Pathogenicity of Cytospora cincta. Phytopathology 68:603-607

Tjamos EC, Papavizas GC, Cook RJ (eds), 1992. Biological control of plant diseases. Progress and challenges for the future. Plenum Press, New York

Úrbez-Torres, J.R., Leavitt, G.M., Voegel, T., and Gubler W.D. 2006. Identification and distribution of *Botryosphaeria* species associated with grapevines cankers in California. Plant Disease 90:1490-1503.

EFECTO DE LA CIANAMIDA DE HIDRÓGENO EN LA BROTACIÓN Y ABORCIÓN DE RACIMOS DE VID CV PERLETTE

Martínez Díaz, G.[1], J. H. Núñez Moreno[1] y JL Miranda[1]. [1]Campo Experimental de la Costa de Hermosillo. INIFAP. Carr. a Bahía de Kino Km. 12.6. Hermosillo, Son., e-mail: germadz@hotmail.com

Palabras clave: primordios de inflorescencia, Dormex, inhibición de brotación.

RESUMEN

La cianamida de hidrógeno es un inductor de la brotación en frutales caducifolios que se utiliza regularmente en vid para producción de uva de mesa en la Costa de Hermosillo, Son. A este producto se le ha atribuido el incrementar la aborción de racimos en esta región sin que se tenga evidencia experimental al respecto. Si la cianamida de hidrógeno induce la aborción de racimos entonces al incrementar la dosis de este producto se espera observar un incremento en la aborción y, por lo tanto, una reducción de la cantidad de racimos en las plantas. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dosis de cianamida de hidrógeno en la brotación y en la aborción de racimos de vid cv Perlette. Los tratamientos evaluados fueron 0, 45, 90 y 126 L ha^{-1} de Dormex (520 g L^{-1} de Cianamida de hidrógeno). Se realizaron dos experimentos donde en cada uno de ellos los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y la unidad experimental fue una hilera de cinco plantas. La brotación final evaluada el 1 de abril fue de 43.6, 56, 41 y 23 % para las dosis de 0, 45, 90 y 126 Lha^{-1}; mientras que el número de racimos por planta fue de 18.8, 20, 16.5 y 9 para las mismas dosis. Los experimentos conducidos indicaron que la cianamida de hidrógeno estimuló la brotación de la vid Perlette a la dosis de 45 Lha^{-1} y que dosis mayores tuvieron un efecto inhibitorio ($p<0.05$) que repercutió en una reducción de la cantidad de racimos. No hubo evidencia de que al incrementar la dosis de cianamida de hidrógeno se incrementa la pérdida de primordios de inflorescencia antes de la brotación ($p<0.05$) ni que se incremente la aborción de inflorescencias después de la brotación.

ABSTRACT

Hydrogen cyanamide is a budbreak promoter commonly utilized in table grapes in la Costa de Hermosillo, Sonora. It has been hypothesized that abortion of inflorescences in early phases of grapevine development is caused partially by the application of this plant regulator. If hydrogen cyanamide stimulates abortion of inflorescences then it would be expected more abortion and less number of clusters per plant as the rate of the hydrogen cyanamide increases. The objective of this experiment was to determine the effect of different rates of hydrogen cyanamide on budbreak and abortion of clusters in the grape cv Perlette. The treatments were 0, 45, 90 and 126 L ha^{-1} of Dormex (520 g L^{-1} hydrogen cyanamide). Two experiments were conducted in a randomized block design with three replications and an experimental unit of five plants. Final budbreak on April1 for 0, 45,90 y 126 L ha^{-1} of Dormex was 43.6, 56, 41 y 23 %, respectively; while the number of cluster per plant was 18.8, 20, 16.5 y 9 for the same rates. The experiments showed that hydrogen cyanamide improved budbrek of Perlette at the rate of 45 L ha^{-1} and that higher rates were inhibitory and reduced the number of clusters per plant ($p<0.05$) . Higher rates of hydrogen cyanamide did not cause a loss of inflorescence primordia before budbreak ($p<0.05$) or abortion of inflorescences after budbreak.

Key words: inflorescence primordia, Dormex, inhibition of budbreak

INTRODUCCIÓN

La cianamida de hidrógeno es un inductor de la brotación en frutales caducifolios. El mecanismo y modo de acción aún no está completamente definido pero se conoce que este producto inhibe la enzima catalasa y consecuentemente reduce las concentraciones de peróxido en los tejidos (Faust et al., 1997). A estos cambios se adjudica la promoción de la brotación en los frutales después de su aplicación. La cianamida de hidrógeno actúa con mayor eficacia cuando se ha acumulado una

cierta cantidad de horas frío pero no substituye la totalidad de requerimientos de horas frío (Osorio et al., 2004).

La cianamida de hidrógeno puede ocasionar diferentes efectos en la brotación de acuerdo a la época y la dosis utilizada. En épocas tempranas en general se sugiere la utilización de dosis más altas que en las aplicaciones tardías (Osorio et al., 2004).

Uno de los problemas más comunes en la Costa de Hermosillo es la aborción de racimos que consiste en un desarrollo deficiente de las inflorescencias poco después de la brotación (Martínez et al., 2006). Esas inflorescencias al no lograr desarrollarse finalmente se secan y caen. La intensidad de aborción de racimos puede ser tan alta que finalmente se termina con una cantidad insuficiente de racimos que hacen injustificable continuar con el manejo de las parras para la producción en ese ciclo. Varios factores están involucrados en la aborción de racimos. La cianamida de hidrógeno parece ser uno de ellos ya que se ha observado que aún cuando sus aplicaciones mejoran la brotación esto no necesariamente se traduce en un equivalente incremento en el número de racimos y en el peor de los casos el número de racimos es incluso inferior (Martínez et al., 2008).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dosis de cianamida en la brotación y en la aborción de racimos de vid cv Perlette.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en el Campo La Ventanita, localizado en la Costa de Hermosillo, en un viñedo cv Perlette con riego por goteo, en el ciclo 2008/2009. Se realizó una poda mixta en donde se dejaron espuelas y cañas en las plantas.

Se realizaron dos experimentos por separado donde se evaluaron las dosis de 0, 45, 90 y 126 L ha^{-1} de Dormex (0, 1.25, 2.5, y 3.5 % de ingrediente activo de cianamida de hidrógeno), utilizando 1800 litros de agua por ha para realizar las aspersiones. La aplicación se realizó el 28 de Diciembre del 2008 con una mochila manual motorizada. Al momento de la aplicación se había acumulado alrededor de un 50 % de unidades frío con respecto a un año normal (Figura 1). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y la unidad experimental constó de 5 plantas.

Después de la aplicación de la cianamida de hidrógeno, se realizaron evaluaciones de brotación tanto de las espuelas como de las cañas hasta que esta se estabilizó esta etapa fenológica. También se realizaron recuentos del número de racimos por planta desde el inicio de la brotación hasta antes del raleo del los racimos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer experimento, los porcentajes de brotación en la evaluación conducida el 11 de febrero del 2009 fueron 0.8, 58, 39 y 21% para las dosis de 0, 45, 90 y 126L ha^{-1}, respectivamente, mientras que en el segundo experimento los porcentajes de brotación fueron 2.8, 54, 44 y 26% para las mismas dosis. El número de racimos por planta en esa misma fecha de evaluación para las dosis de 0, 45, 90 y 126 L ha^{-1} fue de 0, 21, 17 y 9 en el primer experimento y de 0, 20, 15, y 8 para el segundo experimento. La brotación continuó incrementándose en los testigos sin cianamida (Datos no presentados) y se estabilizó hasta el 1 de abril, fecha en la que la brotación final para los dos experimentos fue de 43.6, 56, 41 y 23 % para las dosis de 0, 45,90 y 126 L ha^{-1}, respectivamente (Figura 2). El número de racimos por planta final fue de 18.8, 20, 16.5 y 9 para las dosis de 0, 45, 90 y 126 L ha^{-1} , respectivamente (Figura 3).

Los resultados indicaron una clara estimulación de la brotación con la cianamida de hidrógeno, ya que para la primera fecha de evaluación había un bajo porcentaje de yemas brotadas en el testigo mientras, que en los tratamientos con cianamida de hidrógeno estos porcentajes fueron

claramente altos. Ya en la primera fecha de evaluación se empezó a notar un efecto negativo de la cianamida de hidrógeno al utilizar dosis de 90 L ha^{-1} o superiores.

En la evaluación final (1 de abril del 2009), se observó que la brotación se incrementó en el testigo contrastando con los tratamientos con cianamida de hidrógeno. En los tratamientos con cianamida se conservaron las mismas tendencias observadas en la primera fecha de evaluación. Los resultados indican que la cianamida de hidrógeno estimuló la brotación de la vid cuando se utilizó en dosis de 45 L ha^{-1} pero que empezó a mostrar efectos fitotóxicos al incrementar la dosis a 90 L ha^{-1} que es el equivalente a utilizar 45 kg i.a. de cianamida de hidrógeno. Dosis mayores redujeron aún más la brotación y provocaron también una reducción del número de racimos por planta.

Es importante observar que en el testigo absoluto de este experimento, el 57% de las yemas no brotaron y finalmente perecieron. Al igual que en el testigo, las yemas que no brotaron bajo los tratamientos con cianamida no mostraron síntomas de necrosis una semana antes de la fecha de brotación normal, según observaciones bajo el microscopio estereoscópico (datos no presentados). Las yemas que no brotaron a tiempo en el testigo y bajo los tratamientos con cianamida permanecieron sin brotar hasta la cosecha. Se observó que en ambos casos las yemas murieron presumiblemente por inanición y no por efectos directos de fitotoxicidad de la cianamida.

Or et al., (1999) reportaron que el testigo absoluto tuvo una brotación final similar a los tratamientos con cianamida en cualquiera de las fechas de poda pero que la cantidad de racimos fue inferior en las fechas de poda tempranas. Martínez et al (2008) también reportaron que la brotación del testigo absoluto fue similar a los tratamientos con cianamida de hidrógeno en dosis comerciales y que la tendencia fue a observar un menor número de racimos en las plantas tratadas con cianamida de hidrógeno. En este experimento fue evidente que la brotación final no fue similar al testigo y que se observó una estimulación con la dosis de 45 L ha^{-1} y una inhibición con dosis de 90 L ha^{-1} o mayores, contrastando con Or et al., (1999) y Martínez et al., (2008). Las diferencias en las respuestas pueden deberse a que en este año hubo una escasa acumulación de frío como se explicó anteriormente.

La Figura 4 presenta que existe una estrecha relación entre los porcentajes de brotación y la cantidad de racimos por planta bajo los tratamientos con Dormex, indicando que la cianamida de hidrógeno redujo la cantidad de racimos por planta principalmente al reducir la el porcentaje de brotación. De manera secundaria, la cianamida de hidrógeno pudo haber afectado el desarrollo de las inflorescencias en la fase temprana de brotación o bien a los primordios de inflorescencia antes de la brotación. No obstante, Martínez et al., (2008) indicaron que las dosis comerciales de cianamida de hidrógeno incrementaron la brotación pero no incrementaron la cantidad de racimos por planta, por lo que sugirieron que bajo los tratamientos con cianamida podría haber una pérdida de inflorescencias en postbrotación ya que no se encontró evidencia de un incremento de necrosis de primordios de inflorescencias bajo los tratamientos con cianamida de hidrógeno.

Los experimentos conducidos indicaron que la cianamida de hidrógeno estimula la brotación de la vid Perlette a 45 L ha^{-1}, después de la cual tiene un efecto inhibitorio en la brotación que repercute en una reducción de la cantidad de racimos. No existe evidencia de que al incrementar la dosis de cianamida se afecten otros procesos como incremento en necrosis de los primordios de inflorescencia antes de la brotación o de la aborción de las inflorescencias en postbrotación. Presumiblemente las yemas que no brotan bajo los tratamientos con cianamida, al igual que las del testigo, finalmente mueren por inanición.

LITERATURA CITADA

Faust, M., A. Erez, J.L. Rowland, S. Y. Wang y H.A. Norman. 1997. Bud Dormancy in perennial fruit trees: Physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. HortScience. 32(4):623-628.

Martinez DG, Márquez CJA y Osorio AG. 2006. Desórdenes fisiológicos de la vid. Folleto técnico 31. CECH-CIRNO-INIFAP. P:32.

Martínez, G, Márquez A, Miranda J and Valenzuela J. 2008. The effect of hydrogen cyanamide on the development of the inflorescence primordia of the grape (Vitis vinífera). Book of Abstracts. LIV Annual Meeting of the ISTH. Brasil. P: 45.

Or, E.,Nir, G. and Vilosny I. 1999. Timing of hydrogen cyanamide application grape vine buds. Vitis 38:1-6.

Osorio, A.G., Miranda, B.J.L., Márquez, C.J.A., Grageda, G.J. y D.G. Martínez, D.G. 2004. Regulación de la brotación y cosecha en vides del desierto de Sonora. Libro técnico 7. CEH-CIRNO-INIFAP.

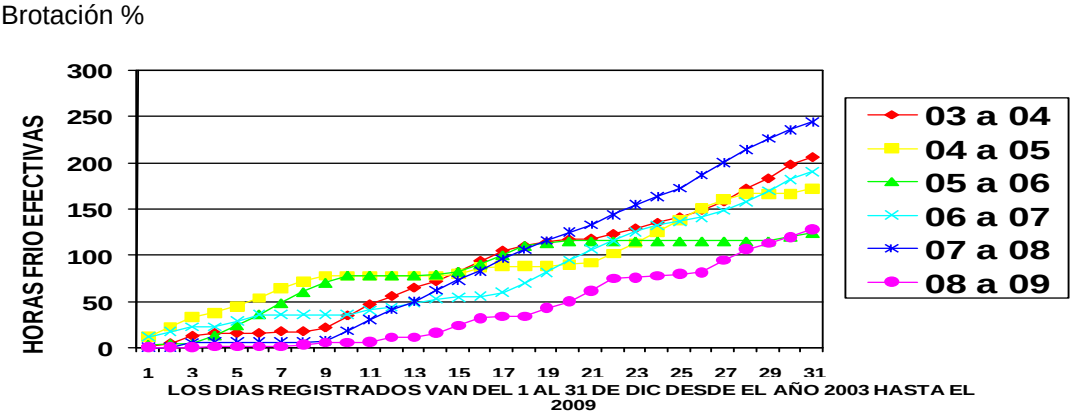


Figura 1. Unidades frio efectivas en los meses de diciembre en varios años. Nótese la baja acumulación de frio en el ciclo 2008/2009).

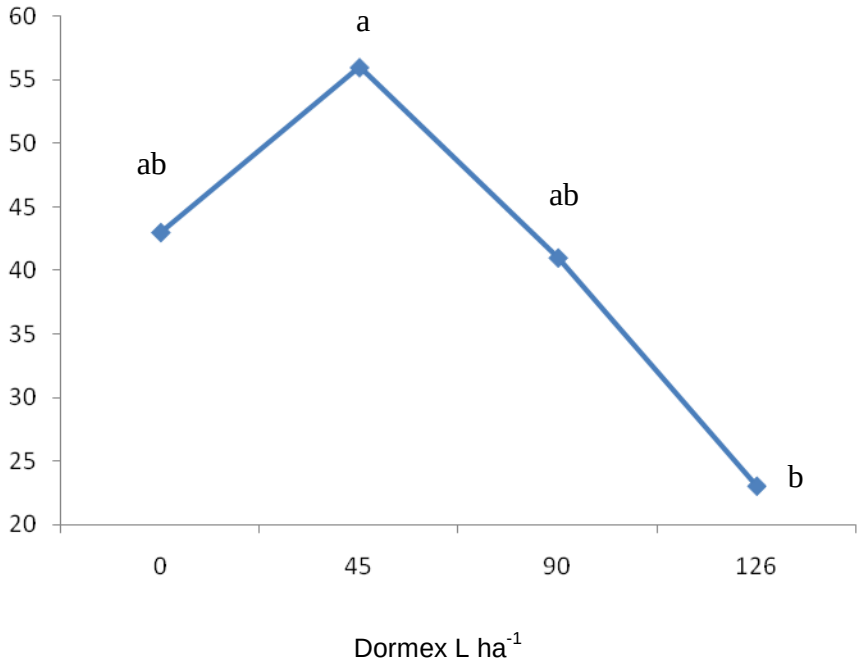


Figura 2. Efecto de Dormex en la brotación del cv Perlette. (Ciclo 08/09). Promedio de dos experimentos. *La aplicación de cianamida se realizó en 28 de diciembre del 2008. La evaluación de brotación se realizó el 11 de Febrero del 2009 en los tratamientos con Cianamida, cuando se había estabilizado la brotación, mientras que en el testigo fue el 1 de abril.

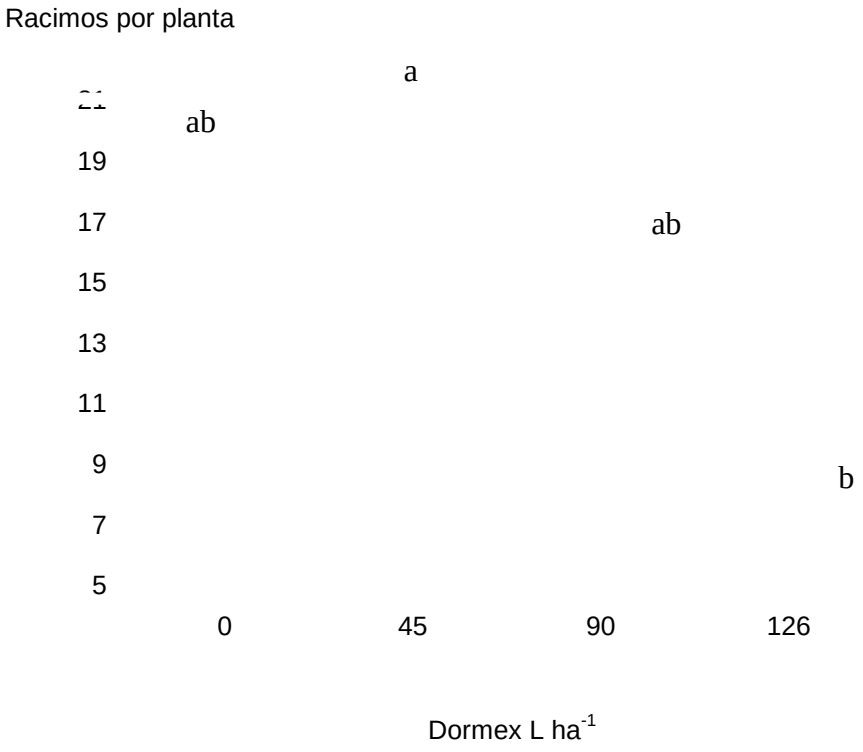


Figura 3. Efecto de la cianamida en la cantidad de racimos por planta en el cv Perlette. (Ciclo 08/09). Promedio de dos experimentos.

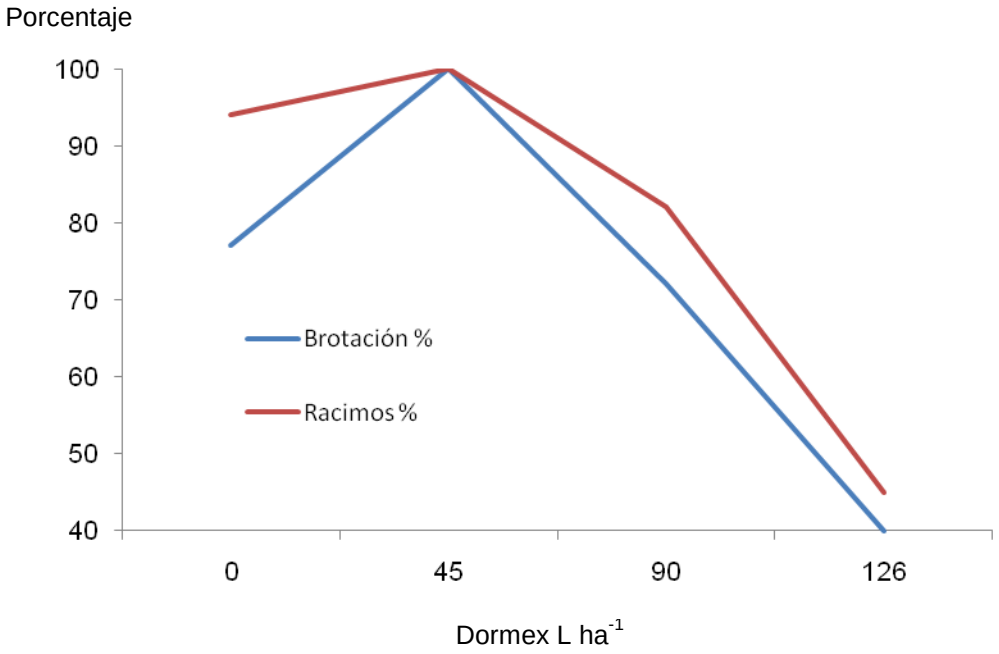


Figura 4. Porcentaje de brotación o de racimos con respecto al valor más alto encontrado en el tratamiento de 45 L ha^{-1} de Dormex.

MONITOREO DE SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL ARROYO DE GUADALUPE, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO UTILIZANDO EL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN

Michelle Hallack Alegría[1] y Jorge Ramírez Hernández[2]. [1]Centro de Ingeniería y Tecnología, UABC. [2]Instituto de Ingeniería, UABC.

Palabras clave: Región Climatológicamente Homogénea, Índice de Precipitación Estandarizado (SPI), El Niño Oscilación Sur (ENSO), Índice del ENSO Multivariado (MEI).

RESUMEN

Localizada en el Noroeste del estado de Baja California, México, la cuenca del arroyo Guadalupe se encuentra situada en un área semidesértica, donde se presentan períodos de sequía o años sucesivos con precipitaciones inferiores al promedio anual presentando un serio problema económico, social y ambiental. El presente estudio tiene como objetivo principal el llevar a cabo un análisis de precipitaciones para monitorear déficits en las mismas basándose en datos de precipitación media mensual para el período 1950-2008. Así, se divide en varias fases que pretenden integrar: la formación de regiones climatológicamente homogéneas para el área de estudio, la estimación del índice de precipitación estandarizada (SPI) para diferentes escalas de tiempo y, la relación entre precipitación y el fenómeno El Niño Oscilación Sur (ENSO) utilizando el Índice del ENSO Multivariado (MEI). Se encontró que las estimaciones de SPI aportan elementos para caracterizar sequías meteorológicas, y una fuerte correlación entre ENSO, SPI y altura de la precipitación en el área de estudio.

ABSTRACT

Located in Northwestern Baja California, Mexico, the Guadalupe River Basin is situated in a semiarid area where periods of drought or successive years with precipitation inferior to the annual average occur, posing a serious economic, social and environmental problem. The main objectives of this study are to analyze and monitor precipitation deficits based on mean annual precipitation for the period 1950-2008. Thus, they have been divided in several phases that include: formation of climatologically homogeneous regions for the study area, estimating the standardized precipitation index for different time scales, exploring correlations with El Niño Southern Oscillation using the Multivariate ENSO Index.Keywords: Climatologically homogeneous region, Standardized Precipitation Index, El Niño Southern Oscillation, Multivariate ENSO Index. It was found that SPI estimations contribute to characterize meteorological droughts, and presence of strong correlations among ENSO, SPI, and rainfall intensity in the study area.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la escasez de agua es una realidad que afecta la mayor parte del mundo. Mientras algunas regiones del Planeta históricamente se han enfrentado a sequías constantes, otras, como un efecto del cambio climático en los últimos años, las han enfrentado de manera irregular (Hallack-Alegría y Watkins, 2007). Las características poco predecibles de las sequías con respecto a su inicio, termino, frecuencia y severidad hacen de éstas una amenaza y un desastre; una amenaza por ser un accidente natural de impredecible ocurrencia pero reconocida recurrencia, y un desastre, porque corresponde a una falla en el régimen de lluvia, causando disrupción en el abastecimiento de agua para la naturaleza y las actividades humanas (Paulo et al., 2005). En Norte América, no es inusual que sequías e inundaciones se presenten al mismo tiempo para diferentes localidades (U.S. Climate Change Science Program, 2008).

En el caso específico de México, los recursos hídricos son generalmente abundantes aunque solamente el 25% de esta precipitación ocurre en la parte norte del país, la que representa el 50% del área superficial (CNA, 2004). Así, entre los Estados más secos ubicamos a Baja California donde tan solo llueve un promedio de 202 mm por año, en contraste con Tabasco, que recibe 2410 mm de agua cada año en promedio. (CONAGUA, 2007).
La Cuenca del arroyo Guadalupe está localizada en la porción Noroeste de la península de Baja California (Figura 1) utiliza su agua en actividades agrícolas, urbanas y se trasvasa para abastecer

Figura 1. Ubicación de la cuenca del arroyo Guadalupe

a la ciudad de Ensenada. Se encuentra en un área semidesértica, con frecuentes períodos de sequía (CNA, 2006). El Plan de Manejo Integral del agua en el acuífero del Valle de Guadalupe y la Misión propuso acciones encaminadas a hacer un uso sustentable del recurso (CONAGUA, 2008). Sin embargo, todas las acciones están condicionadas por la incertidumbre que existe en la precipitación, por lo que se propone el estudio su intensidad y ocurrencia, además de la instalación de estaciones climatológicas. La estimación de escenarios de precipitación permitirá adecuar los planes de manejo a situaciones que den mayor certidumbre y seguridad a los usuarios del agua tanto residentes de la cuenca como de la región. La sequía meteorológica ocurre, principalmente, cuando se presentan períodos prolongados con una deficiencia en precipitación que afecta la actividad humana; siendo frecuentemente descrita en términos de índices de sequía, los cuales son convenientes y relativamente fáciles de utilizar (Hallack-Alegría y Watkins, 2007) como el índice de precipitación estandarizado (SPI), introducido por Mckee y otros investigadores en 1993, basado en el uso de probabilidades y diseñado para cuantificar y monitorear deficiencias en precipitación para diferentes escalas de tiempo (Shin y Salas, 2000).

En este estudio se propone realizar un análisis estratégico para monitorear la frecuencia de un déficit en precipitación, enfocándose en sequías meteorológicas expresadas en función al grado de sequedad y la duración del período seco, así como analizar su correlación con el Niño Oscilación Sur en el área correspondiente a la cuenca del arroyo Guadalupe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de precipitación media anual utilizados han sido obtenidos del Extractor Rápido de Información Climatológica III, del IMTA y de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Gerencia Organismo de Cuenca Baja California. Se obtuvieron datos para 55 estaciones climatológicas ubicadas al noroeste de Baja California para un registro disponible de 1950-2008. La elección inicial de estas estaciones fue basada en las siguientes características: ubicación geográfica, patrones de precipitación, y período de registro. Se seleccionaron las estaciones con un período de registro de al menos 15 años, contando con una variabilidad de registros de 15 a 59 años.

Una vez discriminado las estaciones con errores o inconsistencia en los datos se procedió a formar zonas de precipitación identificando grupos con base en cuatro características principales: latitud, longitud, elevación, y precipitación media anual. Se identificaron las zonas climatológicamente homogéneas mediante la etapa inicial del análisis regional de frecuencias introducido por Hoskins y Wallis en 1997 en el cual se utiliza un algoritmo regional de L-momentos (Trefry et. al. 2005, Hallack-Alegría y Watkins, 2007) eligiendo la función de distribución de frecuencia de mejor ajuste y estimar los cuantiles de distribución.

Los datos históricos de precipitación para años calendario de cada estación se ajustan a una distribución gamma para calcular el SPI, ya que se ha encontrado que esta ajusta los datos de lluvia de forma apropiada (McKee et al. 1993). De esta manera, utilizando el software obtenido del Centro de Mitigación de Sequias de Estados Unidos de América (National Drought Mitigation Center, http://drought.unl.edu/) se obtiene el SPI para escalas de tiempo de 3, 6, 12 y 24 meses. Las escalas, 3 y 6 meses, son comúnmente utilizadas para identificar eventos de sequía a corto plazo o de temporada, que afectan la agricultura a través de déficits en la humedad del suelo o reducciones en los cultivos; las escalas 12 y 24 meses se manejan para la identificación de sequías que presentan una amenaza a largo plazo en los recursos hídricos, como son disminución en niveles de aguas subterráneas, y reducciones en almacenamiento en presas (Labedzki, 2007). Los eventos de sequía están definidos por cada escala de tiempo presentando SPI negativos de forma continua que alcanzan el valor de -1.0 o menos. La sequía comienza en el momento que el

SPI baja de cero y termina cuando el SPI alcanza condiciones de humedad indicados por valores positivos (McKee et al. 1995).
Asimismo, dado que el fenómeno El Niño Oscilación Sur (ENSO) explica el 30% de variabilidad de la precipitación interanual en el Noroeste de Baja California (Cavazos y Rivas 2004), se analizan correlaciones para la región de estudio, entre la intensidad de precipitación y el fenómeno ENSO utilizando el Índice del ENSO Multivariado (MEI). Los valores de MEI han sido obtenidos del Centro de Predicción Climática de Estados Unidos de América (Climate Prediction Center website, http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/). Valores de MEI positivos indican condiciones El Niño, mientras que MEI negativo representa episodios La Niña.
Finalmente, dado que los investigadores dedicados al estudio del ENSO discrepan en sus criterios en cuanto a la magnitud, inicio, y finalización de cada evento, en este estudio se incluyen aquellos años que han sido clasificados como ENSO por el Centro Climático de la Región Noroeste y el Centro de Predicción Climática de Estados Unidos de América (Western Region Climate Center, Climate Prediction Center, respectivamente): Eventos El Niño: 1957-1958, 1965-1966, 1972-1973, 1977-1978, 1982-1983, 1987-1988, 1991-1992, 1992-1993, 1994-1995, 1997-1998, 2002-2003. Eventos La Niña: 1950-1951, 1955-1956, 1956-1957, 1964-1965, 1970-1971, 1971-1972, 1973-1974, 1974-1975, 1975-1976, 1988-1989, 1998-1999, 2000-2001, y 2007-2008.

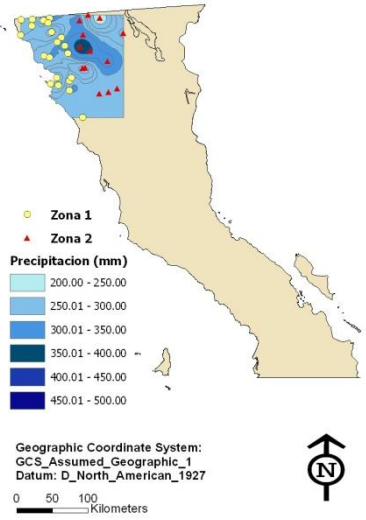


Figura 2. Zonas homogéneas y precipitación media anual.

Resultados y Discusión

Se encontraron dos zonas homogéneas utilizando algoritmos de análisis de agrupamiento: la Zona 1 con 21 estaciones y, la Zona 2 con 13 estaciones. La figura 2 muestra la ubicación de las estaciones de ambas zonas y la distribución de la precipitación en contornos obtenidos mediante la técnica de interpolación Kriging. Se observa una variabilidad en la precipitación media anual de 200 a 500 mm.
La figura 3, presenta la variabilidad en SPI para ambas zonas para la escala de tiempo 24 meses. En la Zona 1 se pueden observar dos períodos significativos de sequía 1954-1965 y 2000-2004, donde se llega a alcanzar categorías de sequía ligera a moderada según la clasificación de McKee et al. (1993). En la Zona 2 se destacan cuatro períodos de sequía, 1954-1958, 1960-1965, 1971-1972, y 2000-2004, donde al igual que la Zona 1 se clasifican como sequía ligera a moderada.
Adicionalmente, en la figura 4 se puede observar una alta correlación entre valores SPI y lluvia de invierno para ambas zonas. SPI positivos resaltan períodos de humedad, mientras que SPI negativos se presentan para precipitaciones aproximadamente por debajo de la media, 200 mm y 240 mm, para las zonas 1 y 2 respectivamente.

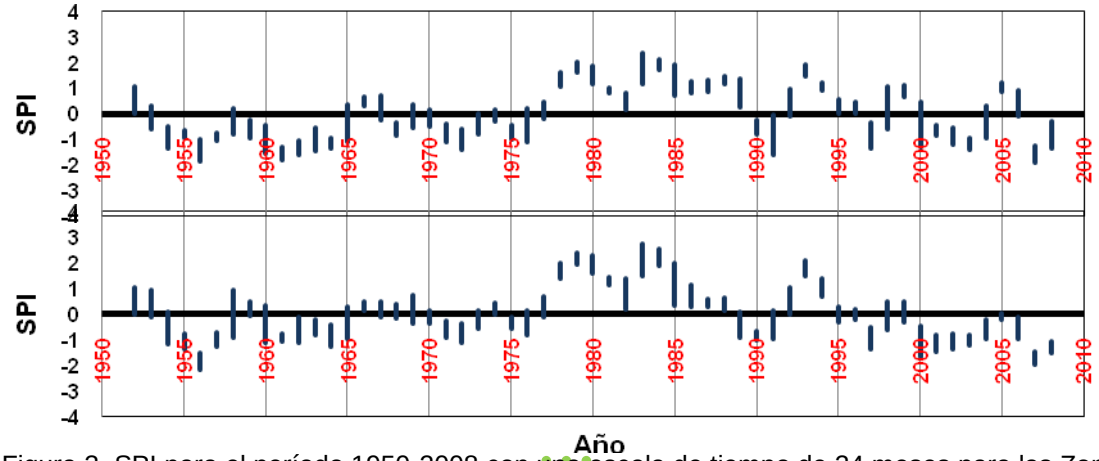


Figura 3. SPI para el período 1950-2008 con una escala de tiempo de 24 meses para las Zonas 1 (arriba), y, 2 (abajo)

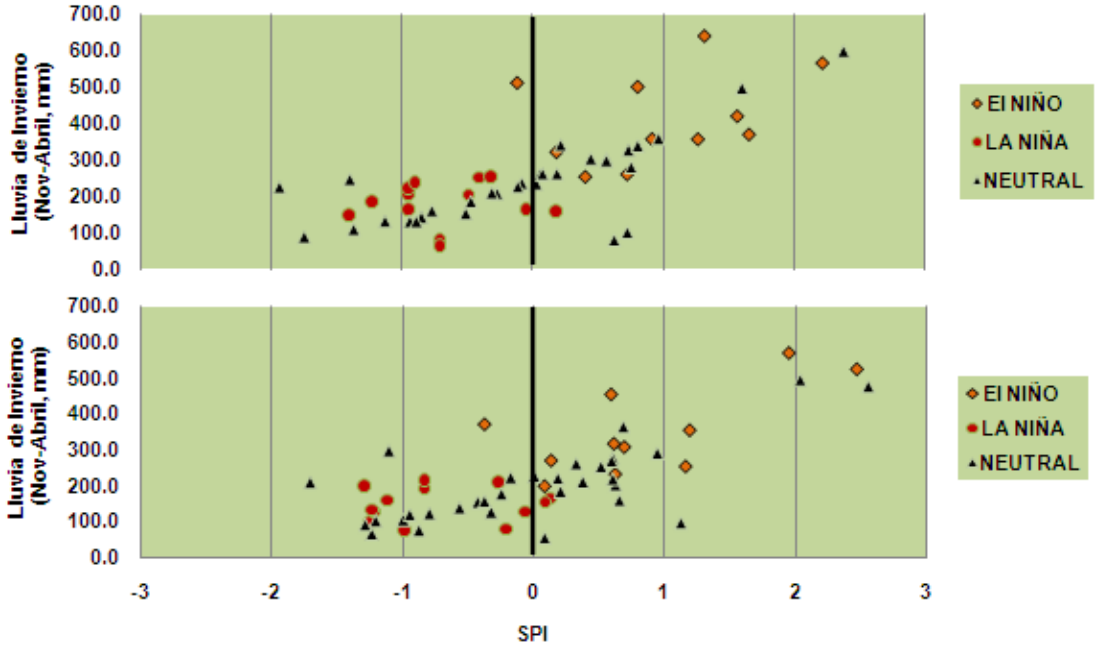


Figura 4. Relación de SPI con Precipitación de Invierno para Zona 1 (arriba) y Zona 2 (abajo).

Finalmente, se analizaron correlaciones con el fenómeno ENSO utilizando el MEI. En la figura 5 se presentan datos de precipitación media mensual normalizada para ambas zonas, donde se aprecia una alta correspondencia de MEI positivo con lluvias por arriba de lo normal durante eventos El Niño indicando años húmedos; y, MEI negativo con lluvias por debajo de lo normal durante episodios La Niña indicando años secos.

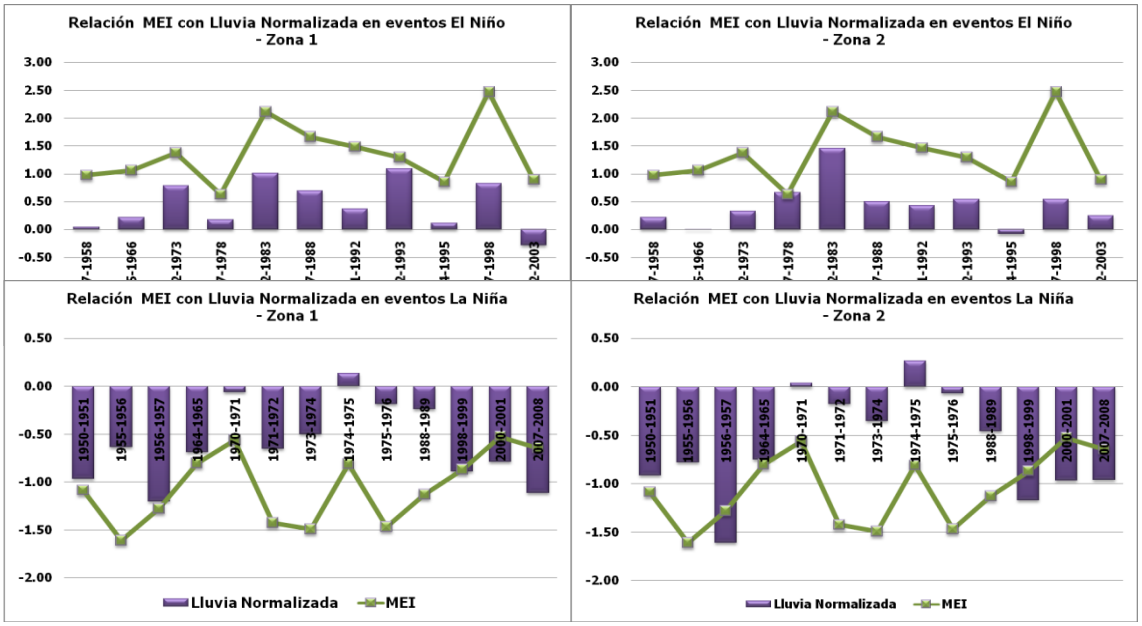


Figura 5. Relación MEI con Lluvia Normalizada en eventos ENSO.

CONCLUSIONES

Los algoritmos de análisis de agrupamiento utilizados en el presente estudio permitieron separar los registros de precipitación de las estaciones seleccionadas, con influencia en la cuenca del arroyo Guadalupe, en dos zonas climatológicamente homogéneas.

Los valores de SPI obtenidos para cada zona demuestran su utilidad para monitorear períodos secos y húmedos en la región. Los cálculos realizados para la escala de tiempo de 24 meses muestran los eventos de sequía más significativos en ambas zonas. A su vez se observó una fuerte correlación entre la intensidad de precipitación y el fenómeno ENSO utilizando el Índice del ENSO Multivariado (MEI).

LITERATURA CITADA

Cavazos, T., y Rivas, D. (2004). Variability of extreme precipitation events in Tijuana, Mexico. Climate Research, Vol. 25, 229-243

Comisión Nacional del Agua (2004). Estadísticas del agua en México, 2004. www.conagua.gob.mx.

Comisión Nacional del Agua (2006) Estudio para Actualizar la Disponibilidad Media Anual de las Aguas Nacionales Superficiales en las 85 (ochenta y cinco) Subregiones Hidrológicas de las 7 (siete) Regiones Hidrológicas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de la Península de Baja California, Mediante la Aplicación de la NOM-011-CNA-2000.

Comisión Nacional del Agua (2007). Programa Nacional Hídrico 2007-2012. www.conagua.gob.mx.

Comisión Nacional del Agua (2008) Manejo Integrado de las Aguas Subterráneas en los Acuíferos Guadalupe, Ensenada, La Misión y Maneadero, Estado de Baja California. Borrador de reporte.

Hallack-Alegría Michelle (2005). Drought Frequency Analysis and Prediction for Sonora, Mexico. Tesis de Maestría en Ciencias. Dept. of civil and Environmental Engineering, Michigan Technological University, Houghton, MI, 65 pp.

Hallack-Alegría, M., y Watkins., D.W. Jr. (2007) "Annual and Warm season Drought-Intensity-Duration-Frequency Analysis for Sonora, Mexico". Journal of Climate, Vol. 20, 1897-1909.

Hoskins, J.R.M., y Wallis, J.R. (1997). "Regional Frequency Analysis". Cambridge.

Labedzki L. (2007). Estimation of Local Drought Frequency in Central Poland using the Standardized Precipitation Index SPI. Irrigation and Drainage, Vol. 56, 67-77.

McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA. Amer. Meteor. Soc.,179-184.

McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. (1995) Drought monitoring with multiple time scales. Pre-prints, 9th Conf. on Appl. Clim., Dallas, TX. 233-236.

Paulo, A.A., Ferreira, E., Pereira, L.S. (2005). Stochastic Prediction of SPI Drought Class Transitions. ICID 21st European Regional Conference. 15-19 May 2005, Frankfurt (Oder) and Slubice, Germany and Poland.

Stedinger J.R, Vogel R.M., E Foufoula-Georgiou (1993) "Frequency analysis of extreme events" Handbook of Hydrology, McGraw-Hill Professional

Trefry, C.M., Watkins., D.W. Jr., and Johnson, D.L. (2005) Regional Rainfall Frequency Analysis for the State of Michigan" Journal of Hydrologic Engineering, ASCE, Vol. 10(6), 437-449.

Waller Barrera Cynthia (2008). Optimización del manejo del agua de uso urbano de Ensenada y uso agrícola de Mandadero y Valle de Guadalupe, B.C. Tesis de Maestría en Ciencias, Dept. of Sciences, Universidad Autonoma de Baja California, BC, Mexico, 103 pp.

Weather and Climate Extremes in a Changing Climate (2008) "Regions of focus: North America, Hawaii, Caribbean, and U.S. Pacific Islands". http://www.climatescience.gov.

HOGA 012, LÍNEA AVANZADA PROPUESTA COMO NUEVA VARIEDAD DE GARBANZO BLANCO DE EXPORTACIÓN PARA SONORA Y BAJA CALIFORNIA SUR

Pedro F. Ortega Murrieta[1], Gustavo A. Fierros Leyva[1], Pedro Manjarrez Sandoval[2], Rafael A. Salinas Pérez[3], Nemecio Castillo Torres[4], Erasmo Gutierres Perez[5], Isidoro Padilla Valenzuela[6], Jose A. Morales Gómez[7], Lauro Gómez Gómez[8]. [1] Campo Exp Costa de Hermosillo, Carr a Bahía de Kino Km 12.6, Col La Manga, Hermosillo, Sonora; [2] Campo Exp Valle de Culiacán, Culiacán, Sinaloa; [3] Campo Exp. Valle del Fuerte, Juan José Ríos, Sinaloa; [4,6] Campo Exp Valle del Yaqui, Cd Obregón Sonora; [5] Campo Exp. Todos Santos, La Paz, B.C.S.; [7,8] Ex Investigadores del INIFAP. ortega.pedro@inifap.gob.mx, ortegampedro@yahoo.com.

Palabras clave: garbanzo, nueva variedad.

RESUMEN

La producción de garbanzo blanco en los estados de Sonora y Baja California Sur se destina principalmente para el mercado de exportación. Se presentan diversos problemas tecnológicos para la producción de este cultivo, y las enfermedades de la raíz es una de las principales, y es causada por el hongo *Fusarium*. La manera más económica y eficiente de controlarla es a través de la generación de variedades con resistencia genética. El programa de Mejoramiento Genético de Garbanzo del INIFAP, ha generado líneas de garbanzo con características que superan a los testigos regionales (Blanco Sinaloa 92, Costa 2004), principalmente en incremento de potencial de rendimiento y resistencia a enfermedades de la raíz. La línea experimental HOGA 012, se propondrá como nueva variedad para los estados de Sonora y Baja California Sur, ya que ha superado a la variedad testigo Blanco Sinaloa 92 en 200 kg/ha, presenta tolerancia al hongo causante de la rabia del garbanzo (*Fusarium oxysporum f.sp ciceris*), además que tiene características de grano aptas para la exportación, tales como calibre de grano 43 (promedio de 43 granos en 30 g), además el color de grano y las características de las plantas son similares al testigo. Con el uso de esta nueva variedad en la totalidad de área sembrada se pudiera obtener 4,800 ton mas de producción anual, lo que representa un valor de 45.3 millones de pesos anuales.

ABSTRACT

Chickpeas in Sonora and Baja California Sur are grown for exporting. Several constraints reduce grain yield, and root rots are the most important diseases caused mainly by *Fusarium oxysporum f. sp. ciceris*. The most economical, efficent and ecological manner to control this disease is using new resistant varieties. The Chickpea Breeding Program at INIFAP developed several new lines that overyielded the ckecks (Blanco Sinaloa 92 and Costa 2004), in experiments conducted in Sonora and Baja California Sur. A new line was tested as HOGA 012, and yielded 200 kg/ha more than the check Blanco Sinaloa 92, it has similar seed size (caliber 43, which means 43 seeds in 30 g), compared to the check that had 44 seeds in 30 g. The seeds are similar in color and shape than the check. Evaluations in sick plots under field conditions, this line was resistant to *Fusarium oxysporum f.sp. ciceris.* This line will be proposed as a new variety for Sonora and Baja California Sur.

INTRODUCCIÓN

Los estados de Sonora y Baja California Sur han estado presentes en la producción de garbanzo blanco para exportación, y son regiones en donde se produce el grano de mejor calidad en México. En promedio de los últimos nueve años, se han sembrado un promedio 24,000 ha con garbanzo, con rendimiento promedio de 1,640 kg/ha, con volumen de exportación de 39,360 toneladas y valor de la producción de 371.9 millones de pesos.

La producción de garbanzo de estas áreas se basa en la producción de grano altamente diferenciado en calidad, lo que ha dado, junto con el garbanzo de Sinaloa, fama mundial al garbanzo mexicano. Gran parte de este éxito se ha debido a la producción de variedades con las características de grano que requiere el mercado internacional, y que en su proceso de producción muestren resistencia y/o tolerancia a la enfermedad de la raíz conocida como “rabia” del garbanzo, que es uno de los principales problemas fitopatológicos que presenta este cultivo. Un ejemplo típico de este tipo de variedades es la denominada Banco Sinaloa-92 que ha permitido que el

garbanzo mexicano se exporte a mas de 40 países, siendo España, Argelia e Italia los principales compradores del garbanzo (Manjarrez et al., 2004). Además de Blanco Sinaloa-92, recientemente se han liberado las variedades Suprema-03 (Gómez *et al*., 2003) para Sinaloa y Costa 2004 (Morales et al., 2005) para Sonora. Sin embargo, la presión de los competidores de garbanzo blanco grande en el mercado internacional, provocan que se sigan generando nuevas variedades con mejores características comparativas que permitan competir eficientemente en el sector de mercado internacional que atiende México.

Con este objetivo, se presenta la nueva línea de garbanzo blanco denominada HOGA 012 que tiene la ventaja de producir en promedio 200 kg/ha mas que Blanco Sinaloa 92, con calibre de exportación similar a esta variedad, de color ligeramente mas claro que el testigo, con forma y rugosidad aceptada en el mercado internacional. La producción de garbanzo con esta variedad permitirá producir un garbanzo de similar calidad que el de Blanco Sinaloa-92 que competirá con el garbanzo producido en otros países, y con resistencia a pudriciones de la raíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron validaciones con las líneas élite provenientes de ensayos regionales del programa de Mejoramiento Genético de Garbanzo del INIFAP de Sonora y Sinaloa, en terrenos de productores de los estados de Sonora (Costa de Hermosillo, Valle del Mayo y Valle del Yaqui) y Baja California Sur (Valle de Santo Domingo), durante los ciclos 2006-2007 y 2008-2009. Fueron evaluadas en condiciones de los productores, utilizando las fechas recomendadas para las diferentes regiones. Se evaluó el rendimiento de grano, y se consideró la adaptación, características de planta, calidad de grano (tamaño, rugosidad y color). Esta información fue soportada con ensayos de rendimiento realizados en tres años anteriores en los mismos estados, asi como en Sinaloa.

ORIGEN

La línea HOGA 012 se originó de la cruza triple de L4924-Hermosillo 93 x Blanco Lechoso. L4924 es un garbanzo tipo porquero de grano café chico resistente a rabia; Hermosillo 93 es una variedad de hoja simple y grano color café, ciclo semi-precoz, de perte erecto, liberada por el Campo Experimental Costa de Hermosillo. Blanco Lechoso es una variedad de orígen español de grano grande, color blanco y muy esponjoso, muy apreciado por los expertos por su alta calidad. La cruza se realizó en 1997 en el Campo Experimental Costa de Hermosillo. la identificación de la cruza fue la cruza número seis (IIGH97.6). A partir de la primera generación de segregación (F1) se cosechó en masa (M) seleccionando siempre por tamaño de grano grande y claro hasta la cuarta generación, en la quinta generación se realizó selección individual, la cual correspondió a la planta No. 12 en la localidad de Hermosillo (12H). De ahí en adelante se cosechó en forma masal hasta la séptima generación de segregación (F7), seleccionando por tamaño de grano y uniformidad en todos los aspectos, planta y calidad de grano, quedando su genealogía completa IIGH.97.6-M-M-M-M-12H-M-M. Durante el proceso de formación experimental fue evaluada contra rabia, *Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris,* resultando en las evaluaciones hechas en Sonora y Valle de Santo Domingo con tolerancia a rabia.

Todo el proceso de formación de la línea experimental se efectuó en el Campo Experimental Costa de Hermosillo del INIFAP. A partir del ciclo O-I 2004-2005 hasta el O-I 2008-2009, se evaluó como la línea HOGA-012 en el Ensayo Regional de Rendimiento y/o en parcelas de validación establecidas en el Noroeste de México, en las localidades: Costa de Hermosillo y los Valles del Yaqui, del Fuerte, Santo Domingo y Culiacán, mostrando mejor adaptación al estado de Sonora y Valle de Santo Domingo en B.C.S., por lo cual se propuso su liberación para estas localidades, aunque pudiera adaptarse a otras zonas agrícolas del Noroeste de México.

DESCRIPCIÓN VARIETAL

HOGA 012 posee una planta de hábito erecto y dosel similar a Erecta Progreso. Posee follaje verde de intensidad media muy similar al de Blanco Sinaloa-92 y Costa 2004. La hoja es de tipo compuesta, de foliolos medianos, ovalados, de color verde semiopaco; La flor es de color blanco, de vaina grande, con longitud de 30.5 mm y 15.6 mm de diámetro, cuando está en proceso de llenado de grano es de color verde claro similar a Costa 2004.

El peso promedio de 100 semillas de la línea HOGA 012 es de 69.7 gramos, equivalente a un

calibre de 43 (número de semillas en 30 g). El color de grano es blanco cremoso, de rugosidad pronunciada, similar a la de Blanco Sinaloa-92. La forma de la semilla es redonda angular, similar a la semilla de Jamu-96 en forma, aunque de mayor tamaño. La línea HOGA 012 tiene resistencia a *Fusarium oxysporum f.sp. ciceris.* El período de cocción es muy similar al de Blanco Sinaloa-92 (aproximadamente 10% mas de tiempo que Blanco Sinaloa 92, después de 12 horas de remojo de la semilla).
HOGA 012 es de ciclo de madurez similar al de Blanco Sinaloa-92, produce las primeras flores entre 37 y 50 días después de la siembra, termina de florecer a los 90 días y la madurez a corte fluctúa entre 110 a 125 días después de la siembra, y la madurez a cosecha entre 125 a 135 días. El hábito de crecimiento de la planta es determinado, como todas las variedades locales de garbanzo. Produce ramas de 64 cm de largo, con un promedio 3 ramas primarias y de 4 a 6 rama secundarias.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO
La línea HOGA 012 se evalúo en ensayos de rendimiento a partir de 2005 en el Noroeste de México, de donde se seleccionó para ser evaluada a nivel de validación en campos de productores. A partir del ciclo O-I 2007-2008 se evaluó, junto con otras líneas y variedades en parcelas de validación en 13 localidades del noroeste de México en los estados de Sonora y Baja California Sur (Cuadros 1, 2, 3).

Cuadro 1. Rendimiento de Grano de lineas y variedades de garbanzo en parcelas de validación en Sonora. Ciclo O-I 2007-2008.

Genotipos	Campo Nuevo[1]	El Mesquite[1]	Valle del Yaqui[2]	CEVY[2]	Valle del Mayo[3]	Promedio
HOGA 012	3.9	2.2	4.1	1.9	3.2	3.1
HOGA 447-6	3.8	1.5	3.8	1.8	3.3	2.8
HOGA 021	3.1	1.9	3.4	2.1	3.7	2.8
HOGA 490-2	3.0	2.2	3.4	2.1	3.2	2.8
COSTA 2004	3.2	1.5	3.8	1.8	3.4	2.7
BLANCO SIN	2.8	1.7	3.9	2.0	3.3	2.7
HOGA 508	3.0	1.3	3.3	1.8	3.3	2.5
HOGA 340-2	1.4	1.9	3.4	2.0	3.3	2.4
PROMEDIO	3.0	1.8	3.6	1.9	3.3	2.7

[1] Costa de Hermosillo, [2] Valle del Yaqui, Cd Obregón, Sonora; [3] Valle del Mayo, Navojoa, Sonora.

De acuerdo con los resultados de estas evaluaciones, se observó que HOGA 012 tiene adaptación especial en estos estados, en donde el rendimiento de grano fue superior en 200 kg/ha a Blanco Sinaloa 92. Evaluaciones realizadas anteriormenteen localidades del noroeste de México, en los ciclos 2005 al 2007, en ensayos de rendimiento, superó al testigo en 100 kg/ha (datos no mostrados). El tamaño de grano y porcentaje de exportación se presenta en el Cuadro 5, donde se observan las características de esta línea en comparación con otras líneas y variedades testigo. El porcentaje de grano de exportación obtenido por esta línea es 6% mas que el testigo Blanco Sinaloa 92, que representaría si se a regionalmente alrededor de 2,360 toneladas mas de rendimiento de exportación que Blanco Sinaloa 92.

Cuadro 2. Rendimiento de grano (ton/ha) de lineas y variedades de Garbanzo en Sonora. Ciclo O-I 2008-2009.

Genotipos	SPR Kino[1]	Campo Nuevo[1]	Chinotahueca[2]	Aquichopo[2]	Promedio
HOGA 012	2.8	2.0	3.0	4.7	3.1
HOGA 021	3.3	1.6	2.9	4.3	3.0
HOGA 067	3.7	2.5	2.8	3.7	3.2
MOGA 36	3.4	1.5	3.1	4.5	3.1
MOGA 490-2	2.9	2.1	2.6	4.4	3.0
COSTA 2004	3.0	1.7	2.5	4.1	2.8
BCO SIN	3.1	2.2	2.9	4.3	3.1
HOGA 508	2.3	2.1	-	-	2.2
PROMEDIO	3.0	2.0	2.8	4.3	3.0

[1,2] Costa de Hermosillo, [2] Valle del Mayo, Navojoa, Sonora.

Cuadro 3. Rendimiento de grano (ton/ha) de lineas y variedades en parcelas de validación de garbanzo en Baja California Sur. Ciclos O-I 2007-08 y 2008-09.

Genotipos	2008		2009		
	Colonia Cuauhtémoc	Colonia Rev. Mexicana	Col Fdo de la Toba, Lote 17	Col Fdo de la Toba, Lote 87	Promedio
HOGA 012	4.6	3	3.0	2.1	3.2
HOGA 447-6	3.9	2.9	-	-	3.4
HOGA 021	3.5	1.9	3.2	2.5	2.8
HOGA 490-2	4	2.5	2.9	2.3	2.9
COSTA 2004	5.3	2.9	2.4	2.4	3.3
BLANCO SIN	3.9	2.9	1.9	2	2.7
HOGA 508	2.8	2.2	-	-	2.5
HOGA 340-2	3.8	3	-	-	3.4
PROMEDIO	4.0	2.7	2.7	2.3	

Cuadro 4. Rendimiento promedio de grano (ton/ha) en parcelas de validación de lineas y variedades de garbanzo en Sonora y Baja California Sur. Ciclos O-I 2007-08 y 2008-09.

GENOTIPO	2008		2009		Promedio
	Sonora	Baja California Sur	Sonora	Baja California Sur	
HOGA 012	3.1	3.8	3.1	2.6	3.2
HOGA 447-6	2.8	3.4	-	-	3.1
HOGA 021	2.8	2.7	3.0	2.8	2.8
HOGA 490-2	2.8	3.3	3.0	2.6	2.9
COSTA 2004	2.7	4.1	2.8	2.4	3.0
BLANCO SINALOA 92	2.7	3.4	3.1	2.9	3.0
HOGA 508	2.5	2.5	2.2	-	2.4
HOGA 340-2	2.4	3.4	-	-	2.9
PROMEDIO	2.7	3.3	2.9	2.7	2.9

Cuadro 5. Calibre de grano y porcentaje de exportación de líneas y variedades de garbanzo, promedio de localidades. 2008 y 2009.

Genotipo	Calibre[1]	Porcentaje de Exportación[2]
HOGA 012	43	94
HOGA 447-6	44	91
HOGA 021	45	92
HOGA 490-2	45	88
COSTA 2004	46	91
BLANCO SINALOA 92	44	89
HOGA 508	39	96
HOGA 340-2	46	88
PROMEDIO	43	94

[1] Número de semillas en 30 g.
[2] Porcentaje de grano obtenido despues de pasar una muestra por una malla de 9 mm de diámetro.

MANEJO AGRONÓMICO.
El manejo agronómico para esta línea es muy similar al de Blanco Sinaloa-92. Debido a su habito de crecimiento erecto la cosecha se puede efectuar en forma mecánica sin ningún problema y con el mínimo de pérdidas con los ajustes adecuados a la combinada o trilladora.

ÁREA DE ADAPTACIÓN
El área de adaptación de la línea HOGA 012 son las regiones de la Costa de Hermosillo, los Valles del Yaqui y del Mayo, en Sonora, y el Valle de Santo Domingo en Baja California Sur, pudiendo tener buen comportamiento en otras regiones con condiciones de clima similares. Esto comprende una superficie potencial de hasta 40,000 ha.

AGRADECIMIENTOS.
Se agradece el apoyo económico recibido durante el desarrollo de la presente variedad a los siguientes instituciones y personas: al Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuacultura, Agrobiotecnología y Recursos Filogenéticos (Fondo Sectorial SAGARPA CONACYT), a través del Proyecto de Investigación 2005-12035: "*Obtención de variedades y desarrollo de tecnología para el manejo agronómico, fitosanitario y potencial industrial del garbanzo blanco en el noroeste de México".*
También a COFUPRO, a través del Fondo Regional para el Fomento de la Investigación, Transferencia de Tecnología, Innovación Agropecuaria, Forestal, Pesca y Acuacultura, por el apoyo financiero al proyecto *"Validación de líneas avanzadas y variedades de garbanzo blanco de porte erecto y resistentes a enfermedades para el Noroeste de México".*
Asimismo a las Fundación Produce Sonora, A.C., Fundación Produce Sinaloa, A.C y Fundación Produce Baja California Sur, A.C. por su apoyo económico durante el desarrollo de las evaluaciones de campo. Asimismo a los productores cooperantes de Sonora, Sinaloa y Baja California Sur, por su apoyo en la realización de las evaluaciones de campo de las líneas y variedades.

LITERATURA CITADA

Gómez G. R. M., L. Gómez G. y R. A. Salinas P. 2003. Blanco Sinaloa-92, Variedad de garbanzo blanco para exportación. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-C.E. Valle de Culiacán. Folleto Técnico No. 24.

Manjarrez S.,P., R.M., Gómez G., R.A. Salinas P. y J.L. Armenta S. 2004. Blanco Sinaloa-92: Caso exitoso del mejoramiento genético de garbanzo en Sinaloa. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-C.E. Valle de Culiacán. Folleto para Productores No. 52.

Morales G., J. y R.J. García. 1993. Pitic 93 y Hermosillo 93, nuevas variedades de garbanzo para la Costa de Hermosillo. Folleto Técnico No. 10. 16 p. Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIRNO-INIFAP. Hermosillo, Sonora, Mexico

Morales G., J.A., P. Manjarrez S., N. Castillo T., R.A. Salinas P., L. Montoya C., I. Padilla V. 2005. Costa 2004: nueva variedad de garbanzo blanco para la Costa de Hermosillo. C.E. Costa de Hermosillo. SAGARPA-INIFAP-CIRNO. Folleto Técnico No. 28. Hermosillo, Sonora, México.

SAGARPA, 2009. http://www.oeidrus-sonora.gob.mx/

Morales G.J.A., L. Jorge D. N., G. Martínes D., J. Humberto N.M., A. A. Fú C. 2004. El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. INIFAP-CIRNO-CECH. Libro técnico No. 6. Diciembre de 2004. P 1-269.

INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE Y ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE OCHO GENOTIPOS DE GARBANZO EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Gustavo A. Fierros Leyva[1], Pedro Francisco Ortega Murrieta[1], Pedro Manjarrez Sandoval, Rafael A. Salinas Pérez, Isidoro Padilla Valenzuela, Nemecio Castillo Torres y Erasmo Gutierres Pérez. INIFAP-CIRNO-CECH. Carretera a Bahía de Kino, Km. 12.6 Hermosillo, Sonora, México. fierros.gustavo@inifap.gob.mx.

Palabras clave: Ambientes, Calidad, Estabilidad, Genotipo, Interacción, Rendimiento.

RESUMEN

En el Noroeste de México se siembra garbanzo blanco para consumo humano, obteniéndose rendimiento y calidad aceptable de acuerdo a los requerimientos del mercado internacional, el área de siembra se extiende de la Costa de Hermosillo en Sonora hasta el Valle de Culiacán en Sinaloa, y el valle de Santo Domingo B.C.S., encontrándose climas, sistemas de producción y tipos de suelo variados.

En 2007 se establecieron 13 ensayos, de ocho genotipos, (6 líneas avanzadas y dos variedades), distribuidos de la siguiente manera: 2 en la Costa de Hermosillo, 2 valle del Yaqui, 2 valle del Mayo, 2 valle del Fuerte, 3 en Culiacán y 2 en Santo Domingo B.C.S., la parcela útil fue de 4 surcos por 5 metros de largo con cuatro repeticiones, el manejo agronómico fue de acuerdo al sistema de producción de cada sitio.

El modelo detectó significancia estadística, (DMS 0.05), en la interacción genotipo-ambiente en las tres variables, los ambientes como las interacciones influyeron significativamente en la respuesta de los genotipos. HOGA 012, rindió 2.90 t ha^{-1}, promedio de 13 ambientes, estadísticamente diferente al resto superando a Costa 2004 en 7% y 8% a Blanco Sinaloa 92. En calibre de grano HOGA 508 tuvo 39 semillas/ 30 gramos, HOGA 012 y Blanco Sinaloa, 43 y 44. En porcentaje de exportación, HOGA 508 y HOGA 012 tuvieron 95 y 94% respectivamente. La clasificación de los genotipos en función de los parámetros de estabilidad *bi y* S^2d, según Carballo y Márquez (1970), Blanco Sinaloa 92 con *bi*=1 *y* S^2d =0.019, es el genotipo con buena respuesta en todos los ambientes pero ligeramente inconsistente. HOGA 447-6 con *bi*=1.12 *y* S^2d =0.09, se define como un genotipo que responde mejor en buenos ambientes pero ligeramente inconsistente

ABSTRACT

In the Northwest of Mexico sowing white chick-pea for human consumption, obtaining yield and acceptable quality according to the requirements of the international market, the sowing area extends from the Coast of Hermosillo in Sonora until the Valley of Culiacan in Sinaloa, and the valley of Santo Domingo B.C.S., finding climates, production systems and variable types of ground.

In 2007 13 tests settled down, of eight genotypes, (6 lines and two varieties), distributed of the following way: 2 in the Coast of Hermosillo, 2 valley of Yaqui, 2 valley of Mayo, 2 valley of the Fuerte, 3 in Culiacan and 2 in Santo Domingo B.C.S., the useful parcel was of 4 furrows by 5 meters of length with four repetitions, the agronomic handling was according to the production system of each site.

The model detected statistical significance, (DMS 0,05), in genotype-environment interaction in the three variables, the environments as the interactions influenced significantly in the answer of the genotypes. HOGA 012, yield 2,90 t ha^{-1} , average of 13 environments, statistically different from the rest surpassing to Costa 2004 in 7% and 8% to Blanco Sinaloa 92. In grain caliber HOGA 508 it had 39 seeds/30 grams, 012 HOGA and Blanco Sinaloa 92, 43 and 44. In percentage of export, HOGA 508 and HOGA 012 they had 95 and 94% respectively. The classification of the genotypes based on the stability parameters *bi y* S^2d , according to Carballo and Márquez (1970), Blanco Sinaloa 92 with *bi*=1 and S^2d =0.019, is the genotype with best answer in all the environments but slightly inconsistent. HOGA 447-6 with *bi*=1.12 and S^2d =0.09, is defined as a genotype that responds better in good environments but slightly inconsistent

INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de detectar genotipos de garbanzo con buena estabilidad en rendimiento en el noroeste de México se realizaron estos ensayos, y asumiendo que el valor fenotípico de una planta puede ser mayor o menor a su valor genotípico como consecuencia del efecto ambiental, si dos o más genotipos modifican su expresión en manera distinta cuando se comparan en una misma muestra de ambientes existe interacción genotipo ambiente. Como primer requisito, se considera que el ambiente óptimo para la selección debe tener la capacidad de discriminar los genotipos de la población. Esto es la aptitud de clarificar las diferencias entre los genotipos, por la disminución del efecto, siendo esto una de las complicaciones que se producen en la selección donde algunos genotipos de garbanzo sufren cambios en su orden. Esta leguminosa se siembra en el noroeste de México donde la calidad para exportación y calidad es aceptable de acuerdo a los requerimientos del mercado de exportación, las áreas en donde se siembra esta leguminosa, se extiende desde la Costa de Hermosillo en Sonora hasta el Valle de Culiacán en el Estado de Sinaloa, y en la región del valle de Santo Domingo en Baja California Sur, encontrándose los climas mas variados, así como tipos de suelos y sistemas de producción. Cada región presenta retos diferentes e interesantes que superar, la presencia de enfermedades en la raíz ocasionadas por *Fusarium spp* o la acción conjunta de otros hongos como *Macrophomina, Phytium Sclerotium y Rhizoctonia*, constituyen el principal problema en la mayoría de las áreas garbanceras lo cual incrementa su complejidad al existir diversas razas de *fusarium oxisporum f.sp ciceris* detectándose hasta el momento en la región sur de Sinaloa las razas 1 A y 5 y en la costa de Hermosillo la raza 1 B/C, o bien en ciertas áreas pueden estar presentes las dos especies de fusarium.

En las regiones garbanceras de Sinaloa, el comportamiento de los materiales evaluados fue diferente al que se observó en el estado de Sonora, modificado principalmente por el factor clima, así como el mayor riesgo de presencia de enfermedades foliares como mildiu, roya y botrytis. El valor agregado que contienen los materiales de garbanzo en relación a resistencia a *Fusarium spp* y otras enfermedades foliares le dan la característica de sobresaliente involucrando además el rendimiento, calibre, color de grano, porcentaje de exportación rugosidad y tiempo de cocción. El objetivo consiste en detectar genotipos que tengan un amplio rango de adaptación a todos los ambientes de producción de garbanzo en el noroeste de México.

OBJETIVO

Detectar genotipo(s) con buen rendimiento, calibre y % de exportación, con buena adaptación a las condiciones del noroeste de México.

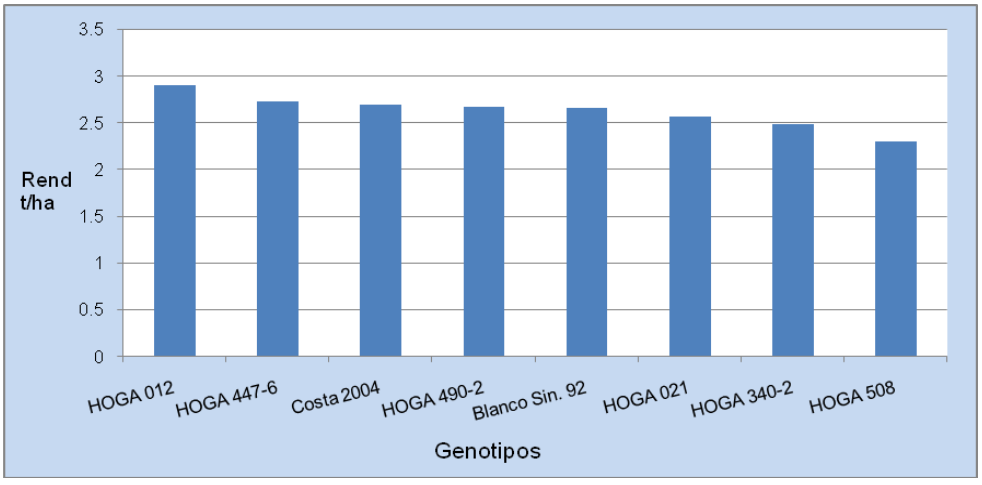
MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron en el ciclo 2007-08, 13 ensayos uniformes, de seis líneas avanzadas de garbanzo blanco generadas en el programa de mejoramiento genético del Campo Experimental Costa de Hermosillo dependiente del INIFAP, (HOGA 012, HOGA 447-6, HOGA 021, HOGA 490-2 y HOGA 340-2) y dos variedades comerciales (Costa 2004 y Blanco Sinaloa 92). La distribución fue la siguiente: 2 ensayos fueron establecidas en la Costa de Hermosillo, 2 en el valle del Yaqui, 2 en el valle del Mayo, 2 en el valle del Fuerte, 3 en el valle de Culiacán y 2 en el valle de Santo Domingo en B.C.S., la parcela experimental fue de 6 surcos de 20 metros de largo con cuatro repeticiones, la separación entre surcos fue variable dependiendo del sistema de producción de cada localidad, la parcela útil fue de 4 surcos por 5 metros de largo. la distribución de cada una de las parcelas fue la misma en cada región, el manejo agronómico de cada una de ellas fue de acuerdo al sistema de producción de cada localidad, involucrando la mejor fecha de siembra, calendario de riego, sistema de siembra, control de plagas y enfermedades. Las variables que se midieron fueron: Días a floración, altura de primera cápsula, altura de planta, número de vainas por planta, calibre de grano, porcentaje de exportación, rendimiento y reacción a enfermedades. Para este trabajo se consideraron únicamente las variables Rendimiento de grano, Calibre de grano y porcentaje de exportación. Se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, la parcela principal fue la localidad y la subparcela los componentes de rendimiento de los genotipos, Se tomó información adicional como reacción a *Fusarium spp*, reacción a mildiu y roya, color de grano y acame. Estas variables pueden definir la liberación de una posible línea en variedad comercial en función del valor de estas variables. Se usó la prueba de DMS al nivel de confianza del 95%, para

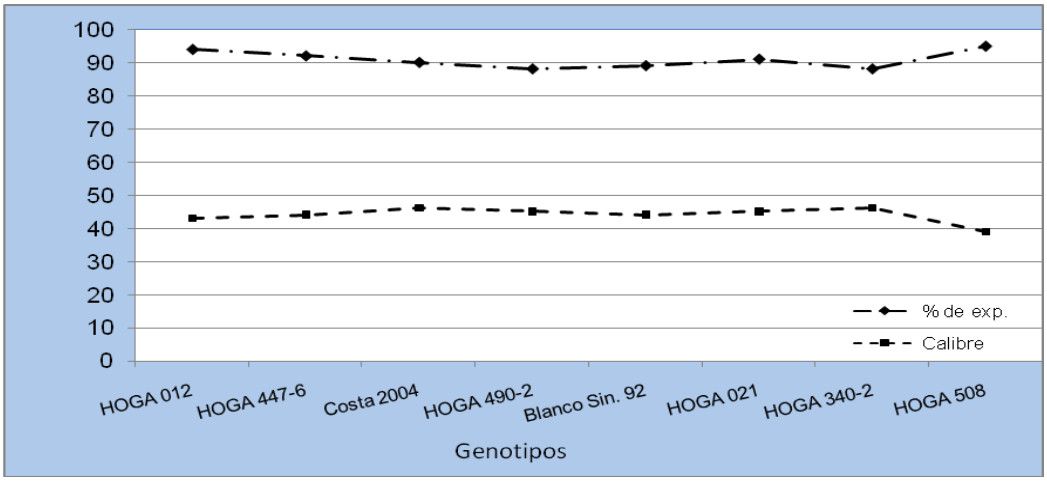
la separación de medias. Se calcularon los coeficientes de correlación de rendimiento y sus componentes. Se usaron los valores de desviación estándar para estimar la consistencia de los genotipos el modelo de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) y la clasificación de variedades propuesta por Carballo y Márquez (1970).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de grano y sus componentes: Se midieron las variables: rendimiento de grano, calibre de grano y porcentaje de exportación las cuales se analizaron estadísticamente utilizando el diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas donde la parcela principal fue la localidad o ambiente y la subparcela los componentes de rendimiento de grano. En la interacción genotipo-medio para rendimiento de grano, el modelo utilizado detectó significancia estadística (DMS 0.05), lo cual se reflejó en el comportamiento de los materiales, Se observaron diferencias significativas entre genotipos y por efecto de la interacción. La línea HOGA 012, presentó rendimiento promedio en los 13 ambientes explorados de 2.90 t ha^{-1} siendo estadísticamente diferente al resto de los materiales superando a las variedades testigo Costa 2004 en 7% y 8% a Blanco Sinaloa 92. (Gráfica 1), esta línea tuvo los rendimientos mas altos en las parcelas establecidas en el estado de Sonora debido a que fue desarrollada bajo esas condiciones, no así en el estado de Sinaloa en donde el comportamiento en rendimiento, calibre y porcentaje de exportación fueron diferentes a los obtenidos en el estado de Sonora, sin embargo fue consistentemente una de las mejores. HOGA 447-6, Costa 2004, HOGA 490-2 y Blanco Sinaloa 92 forman el siguiente grupo de significancia estadística con rendimientos de 2.73, 2.69, 2.67 y 2.66 t ha^{-1} respectivamente, HOGA 508, presentó el menor rendimiento de grano en todas los ambientes, pero en el sur del estado de Sinaloa fue la que tuvo mejor comportamiento. En el ciclo O-I 2005-2006, Manjarrez y colaboradores (2006), encontraron que las líneas con mejor respuesta en rendimiento de grano en promedio de cuatro localidades Culiacán, Mochis, Obregón y Hermosillo fueron: HOGA 447-6, HOGA 340-2, HOGA 011 y HOGA 012 con 2.932, 2.789, 2.779 y 2.771 t ha^{-1}, el mayor rendimiento por localidad de estas cuatro líneas fue en Valle de Culiacán con 3.494 t ha^{-1} seguido por la Costa de Hermosillo con 2.995 t ha^{-1}. El mejor porcentaje de exportación se obtuvo con las líneas HOGA 508 y HOGA 012 con 95 y 94% respectivamente indicando que la línea HOGA 012 además de tener buen rendimiento presenta buen porcentaje de exportación, el valor mas bajo de esta variable se obtuvo con las líneas HOGA 340-2 y HOGA 490-2 con 88%. En calibre de grano HOGA 508 fue la que obtuvo el valor mas alto con 39 semillas en 30 gramos, esta línea tiene la característica de grano grande y blanco por sus progenitores, HOGA 012 también sobresale en esta variable junto con Blanco Sinaloa con 43 y 44 granos en 30 gramos (Gráfica 2). Morales (2004) menciona que el programa de mejoramiento genético con sede en el Campo Experimental de la Costa de Hermosillo, tiene como objetivos principales entre otros, el obtener materiales de grano blanco y grande de acuerdo a las exigencias del mercado Internacional.

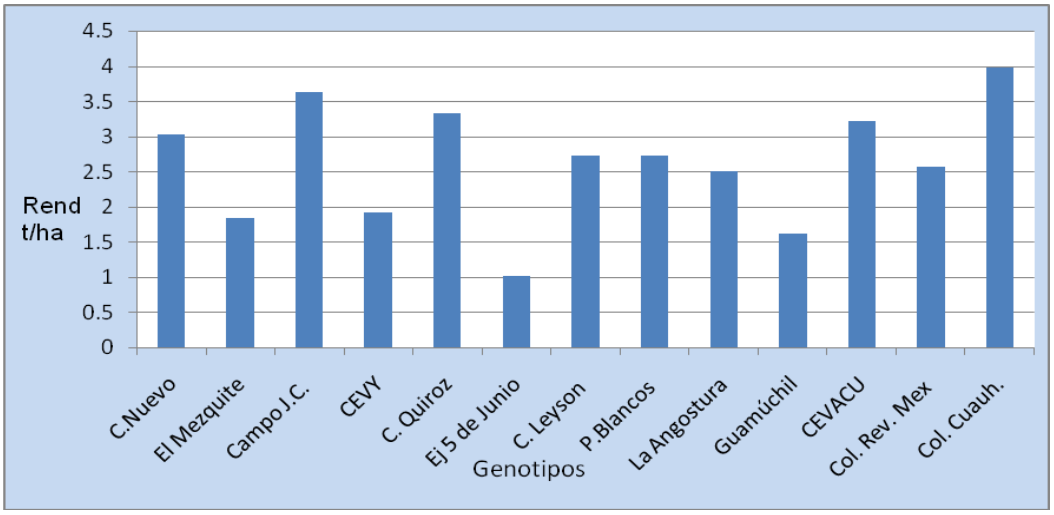


Gráfica 1. Rendimiento de grano promedio de los genotipos y variedades evaluadas en las 13 localidades del noroeste de México. C.E. Costa de Hermosillo. 2007-08



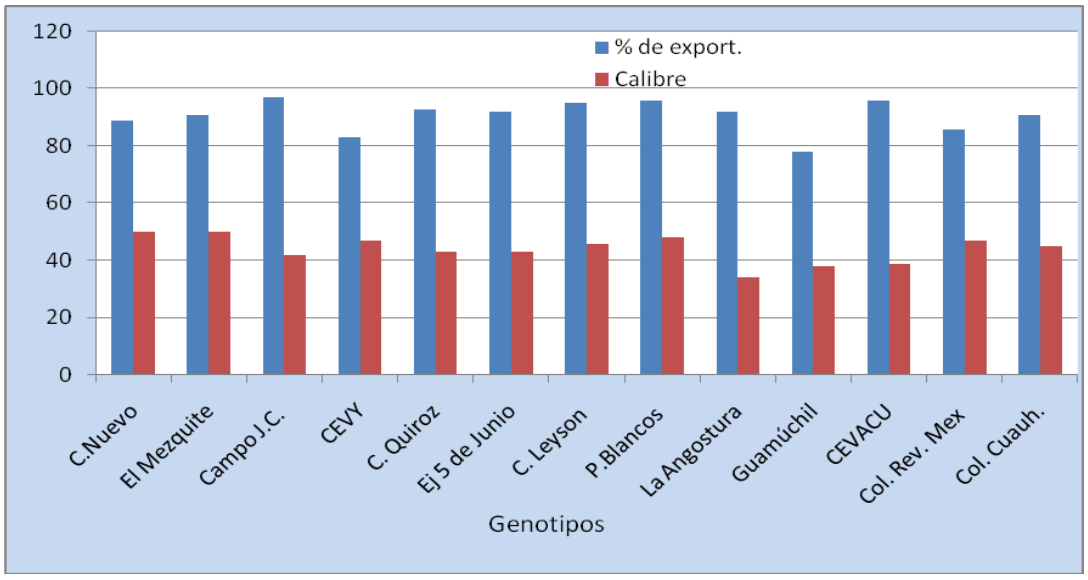
Gráfica 2. Porcentaje de exportación y calibre de grano promedios de los genotipos y variedades evaluadas en las 13 localidades del noroeste de México. C.E. Costa de Hermosillo. 2007-08

De los ambientes explorados, la mejor respuesta en rendimiento se tuvo en la Colonia Cuauhtémoc, del Valle de Santo Domingo en B.C.S, con 3.97 t ha^{-1} en donde las condiciones de clima y suelo son mas similares a los que se tienen en la Costa de Hermosillo, en el Valle del Yaqui el rendimiento promedio de los 8 genotipos fue de 3.62 t ha^{-1}, lo que indica que estas dos regiones tienen buen potencial de producción de garbanzo bajo el sistema de producción de cada región. En la Costa de Hermosillo en donde el sistema de producción de garbanzo en la mayor superficie de siembra consiste en solo riego de presiembra, se tuvo rendimiento de 3.02 t ha^{-1}, en donde el cultivo sufre estrés al final del ciclo lo que se refleja en rendimiento, porcentaje de exportación y calibre de grano. Las localidades de Guamúchil y del Valle del Mayo, presentaron los rendimientos mas bajos (1.61 t ha^{-1} y 1.02 t ha^{-1} respectivamente), estos rendimientos estuvieron afectados por déficit de agua al final del ciclo en el primer caso y riego de auxilio mal aplicados en el segundo caso Gráfica 3).



Gráfica 3. Rendimiento promedio de los genotipos de garbanzo por localidad en el Noroeste de México. C.E. Costa de Hermosillo. 2007-08.

La mejor respuesta en porcentaje de exportación se tuvo en la localidad del valle del Yaqui en el campo de Jorge Castro con 97%, siendo estadísticamente igual a los obtenidos en el CEVACU y en Palos Blancos (Valle del Fuerte) con 96% cada uno, en estas tres localidades además del efecto que tiene el ambiente sobre esta variable, la aplicación de riegos de auxilio
fue un factor importante que ayudó a mejorar esta variable, la localidad de Guamúchil Sinaloa, presentó el valor mas bajo con 78%. El mejor calibre se obtuvo en la localidad de La Angostura con 39 granos en 30 gramos, siendo estadísticamente diferente al resto de los materiales. En el Campo Experimental del Valle de Culiacán, Manjarrez (2007), encontró que las líneas que presentaron mayor porcentaje de exportación en el ciclo O-I 2006-2007 fueron: HOGA 508, HOGA 509, y HOGA 012 con 95.9, 94.3 y 93.4% de exportación, en calibre las mejores fueron: HOGA 509, HOGA PRO-23 y HOGA 508 CON 39.1, 39.4 y 39.5 granos en 30 gramos. Salinas (2007), en un ensayo de tres variedades de garbanzo blanco sembrado el día 15 de noviembre, con tres riegos de auxilio, encontró que el mejor porcentaje de exportación y el mejor calibre se obtuvo con la variedad Costa 2004 con 90.4% y 47 granos respectivamente, menciona además que el garbanzo responde cuando se le aplica riego de auxilio, lo que se refleja en rendimiento total y exportable.



Gráfica 3. Calibre de grano y porcentaje de exportación obtenidos en cada una de las localidades. C.E. Costa de Hermosillo. 2007-08.

Estabilidad de los genotipos: La variedad estable es aquella que muestra un coeficiente de regresión *bi* = 1 y una desviación de regresión S^2d = 0; si esta variedad presenta una media de rendimiento por arriba de la media general, se dice que es una variedad deseable, calculando el índice ambiental para cada ambiente con el promedio de todas las variedades en un ambiente, menos la media general en todos los ambientes, en el Cuadro 1, se muestran los coeficientes de regresión para cada genotipo, no se encontró diferencia significativa para rendimiento, lo que indica que todos son estadísticamente diferentes de cero al 5% de probabilidad de error tipo I, y por lo tanto no ayudan a explicar como reacciona en forma diferente un genotipo de otro. Blanco Sinaloa 92 con *bi* =1 y *S2d* = muy cercana a 0, (0.01948),y rendimiento por arriba de la media general, por lo que se puede considerar aun cuando no hubo diferencia significativa, que tiende a ser buena variedad con buena respuesta en todos los ambientes con tendencia a ser consistente (Carballo y Márquez, 1979). HOGA 447-6, con *bi*=1.12 y *S2d*=0.09, y superior a la media en rendimiento, se ubica como un genotipo que responde mejor en buenos ambientes con tendencia a ser consistente. HOGA 012, con *bi*=1.15 y *S2d*=0.12, superior a la media de rendimiento, tiene tendencia a responder en buenos ambientes con tendencia a ser consistente.

Cuadro 1. Clasificación de ocho genotipos de garbanzo en función del coeficiente de regresión (*bi*) y desviación de regresión (S^2d). C.E. Costa de Hermosillo. 2007-08.

Genotipo	Rend. Promedio t ha$^{-1.}$	*bi*	S^2d	Categoría
HOGA 012	2.87	1.15*	0 20	a**
HOGA 447-6	2.75	1.12*	0.09	a
COSTA 2004	2.69	1.23*	0.20	a
HOGA 021	2.57	0.89*	0.09	a
HOGA 490-2	2.67	0.90*	0.29	a
HOGA 508	2.30	0.82*	0.09	a
Blanco Sinaloa 92	2.66	1.00*	0.02	a
HOGA 340-2	2.49	0.90*	0.37	a
Promedio	2.62			

* No significativo DMS (0.05)

** a = Variedad estable; b = Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente; c = Mejor respuesta en ambientes desfavorables pero consistente; d = Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente; e = Responde mejor en buenos ambientes y es consistente; f = Responde mejor en buenos ambientes pero es inconsistente. (Carballo 1970).

LITERATURA CITADA

Carballo, A.C.F., y Márquez, S. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y de la Mesa central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia 5: 129-146.

Eberhart S.A., y W. A.Russell. (1966). Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40.

Manjarrez, S.P. *et al*. 2006. Variedades de garbanzo desarrolladas por INIFAP en Sinaloa y Sonora y la importancia de la biotecnología en su protección. In, Primer encuentro regional de integrantes del sistema producto garbanzo en Sinaloa. Memoria Técnica No. 1. P.11.

Manjarrez, S.P., Morales, G.J.A. y Salinas, P.R.A. 2007. Futuras variedades de garbanzo blanco a ser liberadas por el INIFAP para el estado de Sinaloa. In, Segundo encuentro regional de integrantes del sistema producto garbanzo en Sinaloa. Memoria Técnica No. 2. P.2.

Morales, G.J.A., Manjarrez S.P. y Salinas P.R.A. 2004. Mejoramiento genético y variedades. In El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. Libro técnico No. 6. INIFAP-CIRNO-CECH. p. 85-86.

Salinas, P.R.A. y Manjarrez S.P. 2007. Manejo agronómico del garbanzo. In, Segundo encuentro regional de integrantes del sistema producto garbanzo en Sinaloa. Memoria Técnica No. 2. p. 17-18.

Velarde, F.S. *et al.* 2009. Resistencia de variedades de garbanzo a rabia. *In* VI Jornada de transferencia de tecnología del cultivo del garbanzo. Memoria de capacitación 2009. Fundación Produce Sinaloa A.C., SAGARPA Y Gobierno del estado de Sinaloa. Pp 39-44.

PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS EN UN PROCESO DE FERMENTACIÓN DE DOS ETAPAS

Karina Contreras-Gómez[1], Elizabeth Ponce Rivas[1], Helmut Maske[2], J. Vinicio Macías-Zamora[3], Idania Valdez-Vazquez[1]. [1]Lab. de Biotecnología Ambiental y Biocombustibles, Depto. de Biotecnología Marina; [2]Depto. de Oceanografía Biológica. CICESE Km 107 Carretera Tijuana Ensenada CP 22860; kcontrer@cicese.com. [3]Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC.

Palabras clave: alcoholes, consorcio microbiano, hidrógeno, sustrato lignocelulósico.

RESUMEN

En este trabajo se desarrolló un sistema de fermentación en dos etapas para estudiar la generación de biocombustibles (H_2 y etanol) utilizando un consorcio microbiano. En la primera etapa, se montaron 9 reactores en fase acidogénica para la producción de H_2 utilizando subproductos agrícolas (hojas y tallos de maíz). En una segunda fase, el sustrato gastado fue acondicionado y re-utilizado en reactores solventogénicos para la producción de alcoholes. Se encontró que la operación de reactores acidogénicos con un TRH de 60h y una concentración de sustrato de 100 g/L resultó en la mayor productividad de 480 mL H_2/kg d. Mientras que en los reactores solventogénicos se logró la producción de alcoholes utilizando un sustrato lignocelulósico residual. Se determinó la actividad de celulasas y xilanasas en ambos tipos de fermentación, encontrándose que en ambos casos los niveles de actividad de xilanasas fueron 3 veces mayores.

ABSTRACT

In this work, a two-step fermentation system was developed with the aims of studying generation of two biofuels (H_2 and ethanol) through a microbial consortium. In the first stage, nine reactors at acidogenic phase were mounted for H_2 production using non-treated crop residues (corn leaves and stalks). The substrate obtained from the first stage was conditioned and re-used as substrate for production of alcohols using reactors at solvantogenic stages. We observed that operation of acidogenic reactors at a HRT of 60 h and substrate concentrations of 100 g l^{-1} gave the highest productivity (480 ml H_2 / kg d). While, production of alcohols from a residual lignocellulosic substrate was successfully achieved via fermentation in solventogenic reactors. Additionally, activity of cellulases and xylanases was determined for both types of fermentation. Activity of xylanases in the two types of fermentation was 3-fold higher than cellulases.

INTRODUCCIÓN

Los subproductos lignocelulósicos derivados de las actividades agrícolas tienen un elevado potencial para su transformación en bioenergéticos, como H_2 y etanol. Los residuos de maíz son los más abundantes en México (Valdez-Vazquez *et al*., 2010), y pueden servir como un modelo de estudio para la conversión de materiales lignocelulósicos en biocombustibles mediante un proceso de fermentación (Kumar *et al.,* 2009; Galbe *et al.,* 2007; Han *et al.,* 2008; Wang y Bo, 2009). Cuando se utilizan consorcios microbianos es posible enfrentar el reto que representa la degradación de este tipo de sustrato complejo formado por una matriz compacta de celulosa, hemicelulosa y lignina. Con esto, se elimina/reduce la necesidad de un pre-tratamiento al residuo, lo que reduce el número de operaciones necesarias para su transformación. El objetivo del presente trabajo fue utilizar subproductos lignocelulósicos sin pretratamiento para la producción de biocombustibles mediante un sistema de fermentación en dos etapas utilizando consorcios microbianos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Reactores y diseño experimental.

Se montaron 9 reactores de 0.5 L de volumen total operados a temperatura de 47ºC y bajo régimen acidogénico (pH 5.5 – 6.8). Se utilizó un diseño experimental $3^{(2)}$, para estudiar la concentración de sustrato y el tiempo de retención hidráulico (TRH) sobre la producción de H_2 (Tabla 1). Las variables de respuesta determinadas fueron productividad de biogás, concentración de H_2, crecimiento celular medido como proteína, actividad enzimática de celulasas y xilanasas. En el caso de los reactores solventogénicos, se montaron 3 reactores alimentados con diferentes

concentraciones de sustrato (25, 50 80 g/L) operados a 47ºC. El pH fue controlado con un buffer de fosfatos pH 5.5. Como sustrato se utilizaron los tallos y hojas de maíz deshidratados al sol, molidos a un tamaño menor a 250 micras y mezclados con buffer de fosfatos a pH 7.

.

Tabla 1. Diseño experimental.

Sustrato (g/L)	Tiempo de retención hidráulico (h)		
	240	120	60
100	R240-100	R120-100	R60-100
50	R240-50	R120-50	R60-50
25	R240-25	R120-25	R60-25

Métodos analíticos

La productividad de biogás se midió a través del desplazamiento de salmuera a pH 3. El porcentaje de H_2 en el biogás acumulado en los reactores, se determinó por cromatografía de gases con detector TCD mediante una columna empacada.

La cantidad de proteína total fue extraída de 2g de muestra húmeda de la purga de los reactores con 0.5 mL de NaOH 0.5 M e incubada durante media hora (Poggi-Varaldo y Rinderknecht., 1990). Luego, se neutralizó con HCl y se procedió a leer la cantidad de proteína presente en el sobrenadante por el método de Bradford siguiendo las indicaciones del kit de Biorad (protein assay).

Las actividades enzimáticas fueron expresadas en U de actividad enzimática que equivale a la cantidad de enzima (ug) necesaria para liberar 1 umol/mL/min de glucosa. Para ello, se utilizó el método de metanol-cloroformo para concentrar la proteína total contenida en 5 mL de sobrenadante de las purgas de los reactores. La proteína concentrada fue disuelta en 0.5 mL de aguas destilada. Posteriormente, se prosiguió con el análisis de actividad celulasa y xilanasa incubando 1 volumen de la proteína concentrada en 1 volumen de buffer citrato pH 6 durante 24h seguido de la lectura de azúcares reductores por el método de ácido 3,5-dinitrosalicílico (Poggi-Varaldo y Rinderknecht, 1990; Criquet, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de H_2 en reactores acidogénicos.

En el gráfico 1 se muestra la productividad de biogás en los reactores solventogénicos la cual tuvo una correlación inversa y significativa ($p< 0.05$) con respecto al TRH. Los mejores resultados se lograron a un TRH de 60h. Por otro lado, la productividad de biogás tuvo una correlación directa y significativa ($p< 0.05$) con respecto a la concentración de sustrato. Las mayores productividades se alcanzaron a 100 g/L alcanzando niveles de 800 mL/kg d.

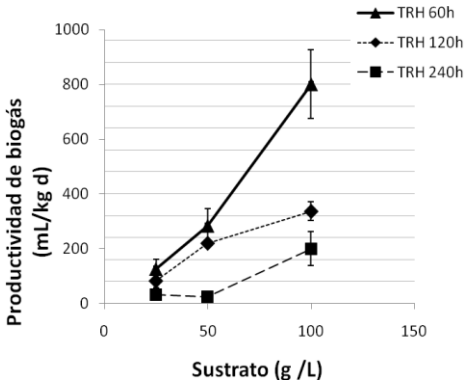


Gráfico 1. Efecto del tiempo de retención hidraúlico y concentración de sustrato sobre la productividad de biogás.

Del biogás acumulado en los reactores acidogénicos se cuantificó su contenido de H_2, el cual se muestra en el gráfico 2 en términos de porcentaje. Con el análisis de varianza se mostró que el TRH y la concentración de sustrato tuvieron un efecto significativo (p<0.05) sobre la concentración de H_2. En promedio, la concentración de sustrato tuvo una relación directa con el porcentaje de hidrógeno, donde el mayor porcentaje de 60% se obtuvo con una alimentación de 100 g/L. Por otro lado, el TRH mostró una relación inversa con el porcentaje de H_2, ya que a menores TRH se lograron los mejores resultados. Con los datos de productividad de biogás promedio y % de H_2, se determinó que la productividad de H_2 en los reactores con un TRH de 60h y 100g/L de sustrato fue de 480mL de H_2 / kg*d.

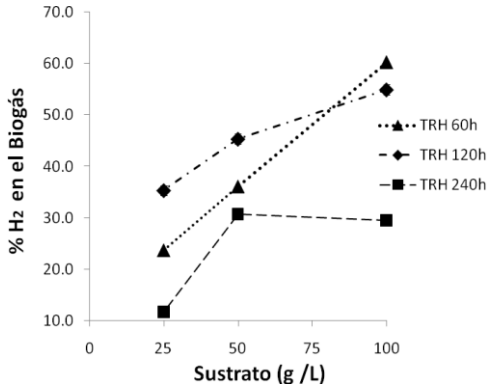


Gráfico 2. Efecto del tiempo de retención hidraúlico y concentración de sustrato sobre la producción de H_2

Por otro lado, el crecimiento celular promedio en los reactores acidogénicos se muestra en el gráfico 3. En general, se puede observar que el crecimiento celular del consorcio microbiano no se vió alterado por efecto del TRH ya que no tuvo un efecto significativo (p > 0.05) sobre este. Caso contrario a lo observado con la concentración de sustrato, la cual tuvo un efecto significativo (p < 0.05) y directo sobre esta variable de respuesta. Es decir, a mayor concentración de sustrato, mayor contenido de proteína celular, por lo que a una concentración de sustrato de 100g/L y un TRH de 60h, se alcanzaron concentraciones de proteína celular ligeramente mayores de 8mg/g*mh.

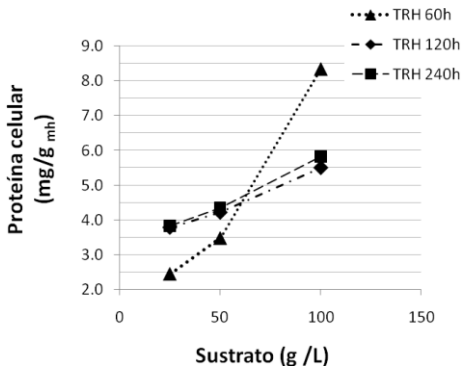


Gráfico 3. Crecimiento celular en los reactores acidogénicos medido como cantidad de proteína total. Nota: mh, materia húmeda.

El sustrato lignocelulósico, esta formado principalemnte por polimeros de celulosa y hemicelulosa, por lo que el consorcio de microorganismos necesita hidrolizarlos enzimáticamente para poder liberar los azúcares respectivos y poder fermentarlos. Así, se determinaron dos actividades

enzimáticas claves en el proceso: celulasas y xilanasas. De forma general, se encontró que en todos los reactores operados hubo una mayor actividad xilanasa que celulasa.

En el gráfico 4a, se observan las tendencias obtenidas para la actividad celulasa en los reactores acidogénicos. Con el análisis de varianza se pudo demostrar que en promedio, el TRH tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre esta variable de respuesta. De manera particular, se observó que los reactores con un TRH de 120 y 240h presentaron un comportamiento semejante y con actividades superiores a las obtenidas en los reactores con un TRH de 60h. En el caso de la concentración de sustrato, no se encontró un efecto significativo ($p > 0.05$) sobre esta variable.

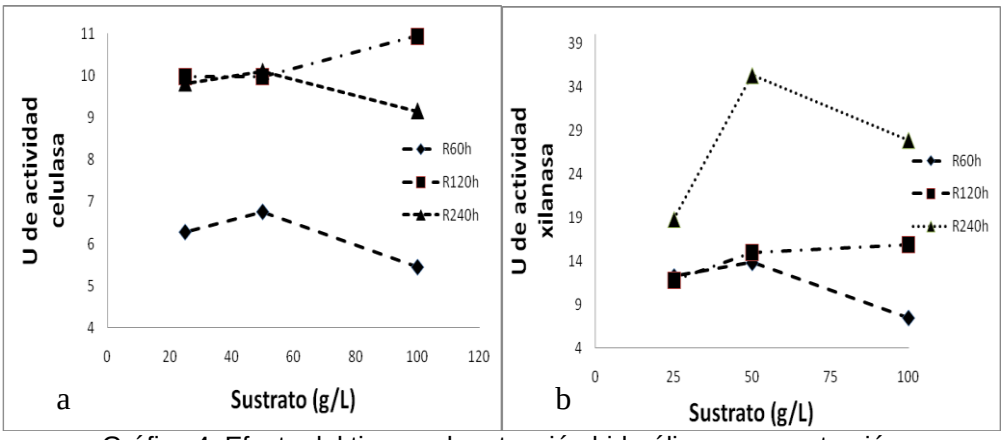


Gráfico 4. Efecto del tiempo de retención hidraúlico y concentración de sustrato sobre la actividad de a) celulasas y b) xilanasas.

En el caso de la actividad xilanasa, en el gráfico 4b se muestra su comportamiento presentado en los reactores acidogénicos. Con el análisis de varianza se encontró que ninguno de los factores estudiados (TRH y concentración de sustrato) tuvieron un efecto significativo sobre esta variable de respuesta. Sin embargo, se puede observar que los reactores con un TRH de 60h presentaron una mayor actividad xilanasa, que los reactores de 120 y 240h los cuales tuvieron un comportamiento semejante.

Producción de alcoholes en reactores solvetogénicos.

El sustrato gastado obtenido de las purgas de los reactores en fase acidogénica fue acondicionado con un buffer pH 5.5, para re-utilizarse como sustrato en una segunda fase de fermentación. En esta fase, el consorcio microbiano fue aclimatado a un pH inferior, de 6.5 a 5.5 en promedio, para lograr la acumulación preponderante de alcoholes. De esta forma, se encontró que la concentración de sustrato gastado tuvo un efecto positivo sobre la actividad microbiana medida como producción de CO_2. Es decir, a mayor concentración de sustrato gastado en la alimentación, hubo mayor actividad microbiana. La producción de alcoholes (etanol + metanol) parece no verse influenciado por la concnetración de sustrato. La determinación de las actividades enzimáticas, mostró que al igual que en los reactores acidogpenicos, la actividad de xilanasas fue mayoritaria en comparación con la de celulasas. Esto indica que la hemicelulosa fue el polisacárido que mayoritariamente hidrolizó y fermentó el consorcio microbiano.

CONCLUSIONES

- A menor TRH y mayor concentración de sustrato se incrementó la productividad de H_2. A un TRH de 60h junto con una alimentación de 100g/L, se alcanzó la mayor productividad de 480mL de H_2/kg*d.
- El crecimiento celular sólo se afectó por la concentración de sustrato, mostrando una relación positiva.
- La actividad de xilanasas tanto en los reactores acidogénicos como solventogénicos fue mayor que para las celulasas, siendo hasta tres veces mayor.

En general, se demostró la obtención de dos biocombustibles (H_2 y etanol) usando un sustrato lignocelulósico sin pre-tratamiento utilizando consorcios microbianos especializados.

LITERATURA CITADA

Criquet, S. 2002. Measurement and characterization of cellulase activity in sclerophyllous forest litter. Journal of Microbiological Methods, 50 (2):165-173.

Galbe M, Zacchi G. 2007. Pretreatment of lignocellulosic materials for efficient bioethanol production. Adv Biochem Eng Biotechnol.108:41-65. Review.

Han Y, Chen H.. 2008. Characterization of beta-glucosidase from corn stover and its application in simultaneous saccharification and fermentation. Bioresour Technol. Sep;99(14):6081-7.

Kumar R, Mago G, Balan V, Wyman CE.. 2009. Physical and chemical characterizations of corn stover and poplar solids resulting from leading pretreatment technologies. Bioresour Technol. Sep;100(17):3948-62.

Poggi-Varaldo HM, Rinderknecht N (1990) Mini-handbook of solid waste analysis. CINVESTAV del IPN, Mexico DF.

Valdez-Vazquez, JA Acevedo-Benítez, C Hernández Santiago. 2010. Distribution and potential of bioenergy from agricultural activities in Mexico. Energy for Sustainable Development. Submitted.

Wang X, Bo J. 2009. Process optimization of biological hydrogen production from molasses by a newly isolated Clostridium butyricum W5, J Biosci Bioeng ,107 (2), 138–144.

EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS HERBICIDAS GLUFOSINATO DE AMONIO Y GLIFOSATO EN ALGODÓN LIBERTYLINK - GLYTOL (LL25XGLYTOL) TOLERANTES A AMBOS HERBICIDAS EN EL CICLO AGRÍCOLA PRIMAVERA-VERANO 2008 EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Luis Miguel Tamayo Esquer[1] y Luis Miguel Tamayo Peñuñuri[1]. [1]Campo Experimental Valle del Yaqui (CIRNO-INIFAP). tamayoluis@gmail.com

Palabras clave: Resistencia, transgénico, Algodón, selectividad, control

RESUMEN

Las variedades de algodonero transgénicas actuales, cuentan con una ventana de aplicación muy limitada; lo que ocasiona reinfestación en maleza perenne; por lo que se requiere de materiales con mayor flexibilidad en su época de aplicación y evaluar si éstas afectan su desarrollo, lo que coincide con el objetivo del presente, confirmar la efectividad de los herbicidas glufosinato de amonio y glifosato en las distintas malas hierbas, bajo las condiciones del Valle del Yaqui, Sonora para desarrollar la recomendación del sistema de control de maleza LibertyLink - GlyTol. El ensayo se realizó en el Valle del Yaqui; usándose una variedad convencional y una mejorada genéticamente con el evento LL25xGlyTol (FM Convencional y FM GTLL). Se usó un diseño completamente al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones. Se realizaron tres aplicaciones con varias dosis y mezclas de ambos herbicidas (1121 g ia/ha de glifosato y/o 600 g ia/ha de glufosinato), en 3 épocas; en algodón con dos hojas verdaderas, 6-8 hojas y al cierre del cultivo. Se llevó un registro de los siguientes datos de las especies de maleza presentes en el momento de la aplicación, su altura al momento de cada aplicación y porcentaje de control por especie. Se inspeccionó la parcela útil, y se estimó el porcentaje de control por especie, mediante el uso de la escala del 0 a 100. Se realizaron tres muestreos: a los 0, 7 y 14 días DDA. Los resultados que sólo las mezclas de Liberty + Glyfos, controlan eficientemente el complejo de maleza desde los siete días después de la primera aplicación; asimismo, se requieren de cuando menos de 21 días para un control eficiente de maleza con Glyfos . Además, son necesarios 28 días para controlar eficientemente la maleza con las aplicaciones de Liberty. Para la segunda y tercer aplicación, se requirieron de sólo siete días para controlar excelentemente las poblaciones de maleza

ABSTRACT

The present transgenic varieties of cotton plant, count on a window of application very limited; what causes reinfestación in perennial weeds; reason why it is required of materials with greater flexibility at his time of application and to evaluate if these affect their development, which agrees with the aim of the present, to confirm the effectiveness of weed killers glufosinato of ammonium and glifosato in different the bad grass, under the conditions of the Valley of the Yaqui, Sonant to develop the recommendation of the control system of weeds LibertyLink - GlyTol. The test was realised in the Valley of the Yaqui; being used a Convencional variety and one improved genetically with the LL25xGlyTol event (FM Convencional and FM GTLL). A design at random with 9 treatments and 4 repetitions was used completely. Three applications with several doses and mixtures of both weed killers were realized (1125 g ia/ha de glyphosate and 600 g ia/ha de glufosinate), at 3 times; in cotton with two true leaves, 6-8 leaves and to the closing of the culture. A registry of the following data of the present species of weeds at the time of the application, its height at the time of each application took and percentage of control by species. The useful parcel was inspected, and the percentage of control by species was considered, by means of the use of the scale from the 0 to 100. Three samplings were realised: to the 0, 7 and 14 days DDA. The results that only the mixtures of Liberty + Glyfos, efficiently control the weeds complex from the seven days after the first application; also, they are required of at least of 21 days for an efficient control of weeds with Glyfos. In addition, 28 days are necessary to efficiently control the weeds with the applications of Liberty. For the second and third application, they were required of only seven days to control the weeds populations excellently

INTRODUCCIÓN

El algodón LL25xGlyTol fue producido por cruzamiento convencional de los eventos LL25 (LibertyLink) y GlyTol (Glyphosate tolerant) que le confieren tolerancia a los herbicidas glufosinato de amonio (LIBERTY 200) y glifosato (Glyfos), respectivamente. El gen *bar*, el cual le confiere tolerancia al herbicida glufosinato de amonio al organismo receptor, fue aislado a partir del microorganismo *Streptomyces hygroscopicus*, cepa ATCC21705 (Murakami *et al*., 1986), el cual tiene una amplia distribución en la naturaleza, especialmente en el suelo. El gen *bar* se encuentra en cepas de *Streptomyces* que producen bialaphos, y codifica la enzima PAT que metaboliza el componente fosfinotricina a un derivado acetilado inactivo; este gen bacteriano ha sido expresado en plantas bajo el control de un promotor de plantas específico (Thompson *et al*., 1987). En México se han efectuado liberaciones experimentales en las regiones algodoneras del Sur de Tamaulipas, La Laguna, Chihuahua y Mexicali. Los resultados de los trabajos no mostraron efectos fitotóxicos del glufosinato de amonio en las variedades tolerantes a este herbicida, las cuales mostraron una fenología y rendimiento similar a las variedades convencionales sin la aplicación de glufosinato. Las variedades convencionales fueron severamente dañadas (>60%) por la aplicación de glufosinato a las dosis evaluadas. De manera general, los resultados de los trabajos mencionados sobre el uso de las variedades tolerantes a glufosinato y el uso del herbicida en México constituyen una buena alternativa para el control postemergente de maleza en algodonero (Rosales, 2005).

Lo anterior muestra que las variedades transgénicas han venido a ocupar un lugar importante en la superficie sembrada con este cultivo en la región (más de 17,000 ha); sin embargo, la correspondiente a las variedades usadas actualmente a nivel comercial, cuentan con una ventana de aplicación muy limitada (2 a 3-5 hojas), lo que permite en el caso de especies perennes, la rebrotación y establecimiento de las poblaciones de las especies dentro de la etapa de período crítico de competencia. Lo que hace necesario la liberación de variedades con un margen mas amplio en su época de aplicación como el algodón LL25xGlyTol; para las que se requiere evaluar la eficacia de los transgenes con respecto a la tolerancia a ambas clases de herbicidas y subsecuentemente determinar si alguna de las varias aplicaciones de los herbicidas afecta el crecimiento de la planta o su desempeño agronómico, lo que coincide con los objetivos del presente estudio que consisten en confirmar la efectividad de los herbicidas glufosinato de amonio y glifosato en las distintas malas hierbas, bajo las condiciones de la región algodonera del Valle del Yaqui, Sonora para desarrollar la recomendación del sistema de control de maleza LibertyLink - GlyTol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en los terrenos del Campo Experimental Valle del Yaqui en condiciones de aislamiento (27º 21’ 58” N, 109º 55’ 39 O). El cultivo del algodonero con una variedad convencional y una variedad mejorada genéticamente con el evento LL25xGlyTol. (FM Convencional y FM GTLL). Se usó un diseño estadístico completamente al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones. Cada tratamiento se compuso de cuatro surcos de aproximadamente 30 metros de largo. Los tratamientos se presentan en el Cuadro 1, los cuales consistieron en tres aplicaciones de diferentes dosis y mezclas de los herbicidas glufosinato de amonio (nombre comercial LIBERTY 200) y/o glifosato (nombre comercial Glyfos); los cuales, fueron aplicados en parcelas experimentales de cuatro surcos separados a un metro por 30 metros de largo (120 m^2). La siembra de realizó con una densidad de 22-23 semillas por metro lineal; donde la parcela útil fue de dos surcos centrales por cinco metros de largo (10 m^2), separándose por un surcos entre parcelas (1 m). Las aplicaciones de los herbicidas se efectuaron en tres etapas de crecimiento del algodón; la primera cuando el algodón contaba con dos hojas verdaderas, la segunda en la etapa de 6-8 hojas verdaderas y la tercera en la etapa de cierre del cultivo, por lo que se realizaron tres aplicaciones independientemente de la maleza presente. Para la aplicación de los tratamientos herbicidas, se utilizó una aspersora de mochila motorizada (Murayama) provista de un aguilón con boquillas de abanico plano 8002, con un gasto de aproximadamente 200 litros de agua por hectárea. Las variables a evaluar y metodología, consideraron la evaluación de la efectividad biológica de los herbicidas glufosinato de amonio y glifosato; para lo cual, se llevó un registro de los siguientes datos de las especies de maleza presentes en el momento de la aplicación, su altura al momento de cada aplicación y porcentaje de control por especie. Se inspeccionó la parcela útil, y

se estimó el porcentaje de control por especie, mediante el uso de la escala del 0 a 100. Se realizaron tres muestreos: a los 0, 7 y 14 días después de la aplicación DDA.

CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS PARA DETERMINAR LA SELECTIVIDAD DE GLUFOSINATO DE AMONIO Y GLIFOSATO EN TRES FECHAS DE APLICACIÓN BAJO LAS CONDICIONES DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Variedad	Herbicida (dosis)
1. FM Convencional	Testigo enhierbado todo el ciclo
2. FM GlyTol LL	Testigo limpio todo el ciclo
3. FM GlyTol LL	Glyfos+ Glyfos+ Glyfos (1121 IA gr/ha por aplicación)
4. FM GlyTol LL	LIBERTY 200+ LIBERTY 200+ LIBERTY 200 (600 gr IA/ha por aplicación)
5. FM GlyTol LL	LIBERTY 200 (600 gr IA/ha) + Glyfos (1121 IA gr/ha)+ LIBERTY 200 (600 gr IA/ha)
6. FM GlyTol LL	Glyfos (1121 IA gr/ha) – LIBERTY 200 (600 gr IA/ha) – Glyfos (1121 IA gr/ha)
7. FM GlyTol LL	Mezcla de tanque: LIBERTY 200 (600 gr/ha) + Glyfos (1121 gr/ha) por cada aplicación
8. FM GlyTol LL	Mezcla de tanque: LIBERTY 200 (1200 gr/ha) + Glyfos (2242 gr/ha) por cada aplicación

IA = ingrediente activo = ia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados sobre las especies de maleza presentes en el momento de la primera aplicación, se presentan en el Cuadro 2; donde se registraron ocho especies, sobresaliendo con infestaciones severas, el chual morado *Chenopodium murale* L. con una población de 1’364,000 plantas por hectárea en promedio. En segundo orden, con infestaciones fuertes, se encuentran las poblaciones de quelite *Amaranthus* spp., con 544,000 plantas por hectárea; seguidas de infestaciones leves de verdolaga con 261,000, chual de castilla *Chenopodium* sp. con 187,000, zacate salado *Leptochloa spp.* con 151,000, chual blanco *Chenopodium álbum* L. con 137,000, girasol silvestre *Helianthus annuus* L. con 33,000 y malva con una población de sólo 20,000 plantas por hectárea en promedio.

CUADRO 2. ESPECIES DE MALEZA PRESENTES EN EL MOMENTO DE LA PRIMERA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA DEL ALGODONERO PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

	Población por metro cuadrado								
Nº de Trat	Quelite	Malva	Tomatillo	Chual morado	Chual Blanco	Verdolaga	Girasol	Zacate pinto	Chual castilla
1	84	1	0	44	6	63	1	39	3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	74	0	0	71	4	46	0	37	4
4	30	4	0	227	19	5	6	4	12
5	36	0	0	139	15	17	3	4	8
6	105	1	0	155	13	32	3	13	5
7	11	4	0	82	26	15	5	4	95
8	41	4	0	237	13	5	5	5	4
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	**381**	**14**	**0**	**955**	**96**	**183**	**23**	**106**	**131**
Media	**54.4**	**2**	**0**	**136.4**	**13.7**	**26.1**	**3.3**	**15.1**	**18.7**

Los resultados concernientes a las poblaciones de maleza presentes en el momento de la segunda aplicación, se presentan en el Cuadro 3; donde se registraron nueve especies en total,

sobresaliendo con infestaciones medias, el zacate salado y el quelite con poblaciones de 460,000 y 351,000 plantas por hectárea en promedio respectivamente. En segundo orden se encuentran las infestaciones leves de verdolaga con 207,000, chual morado con 101,000, chual blanco con 61,400, tomatillo con 14,200, chual de castilla con 11,400, zacate pinto con 4,300 y girasol silvestre con sólo 1,400 plantas por hectárea.

El Cuadro 4, presenta los resultados concernientes a las poblaciones de maleza presentes en el momento de la tercera aplicación; donde se registraron nueve especies en total, en el rango de infestaciones leves, sobresaliendo el zacate salado y el quelite con poblaciones de 217,000 y 138,000 plantas por hectárea en promedio respectivamente. Seguidas de verdolaga con 85,700, tomatillo con 48,600, chual morado con 22,900, malva con 10,000, zacate pinto con 8,500, girasol silvestre con 1,400 y chual de castilla con 1,400 plantas por hectárea en promedio.

CUADRO 3. ESPECIES DE MALEZA PRESENTES EN EL MOMENTO DE LA SEGUNDA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA DEL ALGODONERO PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Población por metro cuadrado								
	Quelite	Tomatillo	Chual morado	Chual Blanco	Verdolaga	Girasol	Zacate salado	Zacate pinto	Chual castilla
1	87	3	39	5	54	1	32	2	4
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	27	1	5	0	47	0	208	0	0
4	24	3	7	6	2	0	4	0	1
5	22	0	7	13	12	0	8	0	2
6	54	1	7	8	14	0	67	0	0
7	16	2	1	0	14	0	2	1	0
8	16	0	5	11	2	0	1	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	**246**	**10**	**71**	**43**	**145**	**1**	**322**	**3**	**8**
Media	**35.1**	**1.42**	**10.1**	**6.14**	**20.7**	**0.14**	**46.0**	**0.43**	**1.14**

CUADRO 4. ESPECIES DE MALEZA PRESENTES EN EL MOMENTO DE LA TERCERA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA DEL ALGODONERO PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Población por metro cuadrado									
	Quelite	Malva	Tomatillo	Chual morado	Chual Blanco	Verdolaga	Girasol	Zacate salado	Zacate pinto	Chual castilla
1	68	0	2	13	0	32	0	13	5	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	7	1	5	1	0	13	0	91	1	0
4	3	2	3	0	0	2	0	3	0	0
5	5	1	6	2	0	4	1	4	0	0
6	12	0	6	0	0	5	0	37	0	0
7	1	2	5	0	0	4	0	2	0	0
8	1	1	7	0	0	0	0	2	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	**97**	**7**	**34**	**16**	**0**	**60**	**1**	**152**	**6**	**1**
Media	**13.8**	**1.0**	**4.86**	**2.29**	**0**	**8.57**	**0.14**	**21.7**	**0.85**	**0.14**

En el Cuadro 5, se presentan los resultados del control de maleza como resultado de la primera aplicación de herbicidas en la postemergencia del cultivo del algodonero; donde puede apreciarse

que en la evaluación realizada 7 días después de la aplicación de los tratamientos, se registra sólo un control regular del complejo de maleza con los tratamientos a base de Glyfos-Glyfos-Glyfos, Glyfos-Liberty-Glyfos, Liberty-Glyfos-Liberty y Liberty-Liberty-Liberty (80, 81.9, 85 y 88.1% respectivamente). En esta fecha de observación, sólo los tratamientos a base de mezclas de Liberty + Glyfos (600+1121 y 1200+2242 g i.a./ha), presentaron un 95 por ciento de control del complejo de maleza. Para la evaluación realizada 14 días después de la aplicación de los tratamientos, los resultados son similares; aunque los tratamientos a base de Liberty-Liberty-Liberty y Glyfos-Liberty-Glyfos, presentan un buen control del complejo de maleza (90.6%) y sólo los tratamientos con Glyfos-Glyfos-Glyfos y Liberty-Glyfos-Liberty presentan controles regulares en esta fecha de observación (85 y 83.8% respectivamente). Los resultados muestran que 21 días después de la aplicación de los tratamientos, sólo el tratamiento con Liberty-Glyfos-Liberty, continúa presentando un control regular; aunque el tratamiento con Liberty-Liberty-Liberty presentó una disminución de su control en esta fecha de observación (de 90.6 a 83.1%), el resto de los tratamientos a base de herbicidas presentan muy buen control del complejo de maleza (>97.5%).

CUADRO 5. PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZA COMO RESULTADO DE LA PRIMERA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA DEL ALGODONERO PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Control (%)			
	7	14	21	28 dda
1	0.0 f	0.0 e	0.0 d	0.0 c
2	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
3	80.0 e	85.0 d	97.5 b	97.5 b
4	88.1 c	90.6 c	83.1 c	96.9 b
5	85.0 d	83.8 d	82.5 c	97.5 b
6	81.9 e	90.6 c	97.5 b	97.5 b
7	95.0 b	97.5 b	97.5 b	100.0 a
8	95.0 b	97.5 b	97.5 b	100.0 a
9	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
Dda= días después de aplicado		C. V. =	1.84% 2.05%	0.50% 0.48%
		DMS =	2.1517 2.4682	0.6046 0.6046

En la evaluación realizada 28 días después de la aplicación, se aprecia muy buen control del complejo de maleza para la mayoría de los tratamientos con herbicidas y excelente control para la mezcla con dosis duplicada. Lo anterior, indica que sólo las mezclas de Liberty y Glyfos, controlan eficientemente el complejo de maleza desde los siete días después de la primera aplicación; asimismo, que se requieren de cuando menos de 21 días para que se controlen eficientemente las poblaciones con la aplicación de Glyfos (tratamientos 3 y 6); además, son necesarios 28 días después de la aplicación, para controlar eficientemente la maleza con las aplicaciones de Liberty.

CUADRO 6. PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZA COMO RESULTADO DE LA SEGUNDA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Control (%)			
	7	14	21	28 dda
1	0	0	0	0
2	100	100	100	100
3	100	100	100	100
4	100	100	100	100
5	100	100	100	100
6	100	100	100	100
7	100	100	100	100
8	100	100	100	100
9	100	100	100	100

Los Cuadros 6 y 7, presentan los resultados del control del complejo de maleza como resultado de la segunda y tercera aplicación de los herbicidas; donde puede apreciarse en general, un control excelente del complejo de maleza con cualquiera de los tratamientos, a partir de los siete días después de aplicados los tratamientos. Lo cual, indica, que se requieren de sólo siete días para controlar excelentemente las poblaciones de maleza a partir de la segunda época de aplicación.

CUADRO 7. PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZA COMO RESULTADO DE LA TERCERA APLICACIÓN DE HERBICIDAS EN LA POSTEMERGENCIA PARA EL CONTROL DE MALEZA. VALLE DEL YAQUI, SONORA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 2008.

Nº de Trat	Control (%)			
	7	14	21	28 dda
1	0	0	0	0
2	100	100	100	100
3	99.4	100	100	100
4	100	100	100	100
5	100	100	100	100
6	100	100	100	100
7	100	100	100	100
8	100	100	100	100
9	100	100	100	100

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones particulares en las que se realizó este estudio, se deducen las siguientes conclusiones:

En la primera aplicación, se registraron ocho especies, sobresaliendo con infestaciones severas, el chual morado con una población de 1’364,000 plantas por hectárea en promedio; seguida de las poblaciones de quelite, con 544,000 plantas por hectárea, verdolaga con 261,000, chual de castilla con 187,000, zacate salado 151,000, chual blanco 137,000, girasol silvestre 33,000 y malva con una población de sólo 20,000 plantas por hectárea en promedio.

En el momento de la segunda aplicación, se registraron nueve especies, sobresaliendo el zacate salado y el quelite con poblaciones de 460,000 y 351,000 plantas por hectárea; seguidas de verdolaga 207,000, chual morado 101,000, chual blanco 61,400, tomatillo 14,200, chual de castilla 11,400, zacate pinto 4,300 y girasol silvestre con 1,400 plantas por hectárea.

En la tercera aplicación se registraron nueve especies, sobresaliendo el zacate salado y el quelite con 217,000 y 138,000 plantas por hectárea en promedio; seguidas de verdolaga 85,700, tomatillo 48,600, chual morado 22,900, malva 10,000, zacate pinto 8,500, girasol silvestre 1,400 y chual de castilla 1,400 plantas por hectárea.

Sólo las mezclas de Liberty + Glyfos, controlan eficientemente el complejo de maleza desde los siete días después de la primera aplicación; asimismo, se requieren de cuando menos de 21 días para un control eficiente de maleza con Glyfos . Además, son necesarios 28 días para controlar eficientemente la maleza con las aplicaciones de Liberty.

Para la segunda y tercer aplicación, se requirieron de sólo siete días para controlar excelentemente las poblaciones de maleza.

LITERATURA CITADA

Murakami, T., Anzai, H., Imai, S.,Sathah, A., Nagaoka, K. and Thompson, C.J. 1986. The bialaphos biosynthetic genes of Streptomyces hygroscopicus : Molecular cloning and characterization of the gene cluster. Molecular and General Genetics, 205, 42-50. #A50613 .

Rosales, R. E. Y Sánchez de la C. R. 2005. Control post-emergente de maleza en variedades de algodonero tolerantes a glufosinato de amonio. Memorias del XXVI Congrso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Cd Victoria, Tamaulipas, México. (En anexo en letra I).

Thompson, C.J., Movva Rao, N., Tizard, R., Crameri, R., Davies, J.E., Lauwereys, M., Botterman, J. 1987. Characterization of the herbicide resistance gene *bar* from *Streptomyces hygroscopicus*. The EMBO Journal, 6(9), 2519-2523. # A40266.

OBTENCIÓN DE CURVAS PARA ESTIMAR LA EXTRACCIÓN DE MACRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L. VAR. ALPHA) EN EL NORTE DE SINALOA, MÉXICO

[1]Hilario Flores Gallardo , Ernesto Sifuentes Ibarra[2], Waldo Ojeda Bustamante[3], Hugo Gómez Arroyo[4], Jaime Macías Cervantes[2] y Héctor Flores Magdaleno[1]. flores.hilario@colpos.mx. [1]Colegio de Postgraduados - Programa de Hidrociencias. Carretera México - Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56230. [2]INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Valle del Fuerte. Km. 1609, Carretera México - Nogales, Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa, México. [3]Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac No. 8535, Colonia Progreso, Jiutepec, Morelos, México. C.P. 62550. [4]CONPAPA. Blvd. 10 de Mayo 228-3 Poniente, Fraccionamiento Las Fuentes, Los Mochis, Sinaloa, México. C.P. 81223.

Palabras clave*:* Nutrientes, muestreos vegetativos, producción.

RESUMEN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los mas caros por sus altos costos de producción, lo cual genera la necesidad de buscar nuevas alternativas y metodologías que optimicen su manejo cultural y agronómico para reducir los costos de producción conservando el ambiente. La presente investigación se realizo en el Campo Experimental del Valle del Fuerte del INIFAP “CEVAF-INIFAP” ubicado en el norte de Sinaloa, derivándose de la necesidad de buscar información clara y precisa para los productores de la región, los cuales puedan tomar decisiones mas apegadas a lo científico e integral con respecto al manejo de los recursos. Se realizaron muestreos vegetativos diarios de los diferentes órganos de la planta una vez que esta emergió para analizarse en laboratorio y obtener la extracción de los macronutrientes en los tejidos de los mismos, lo cual genero una extracción total de cada macronutriente y se obtuvieron unas curvas de gran aplicación para futuras referencias y sobretodo, para saber que cantidad de los elementos puede extraer la planta para fijar una producción deseada. Además, es importante conocer los requerimientos y extracción de los nutrientes del cultivo para evitar la alteración de algún otro y aplicar la mezcla mas adecuada de fertilizante asegurando así una calidad y cantidad de la producción esperada.

ABSTRACT

The potato crop (*Solanum tuberosum L.),* is one of the most expensive potato types because of its high costs and production. This takes us to look for new alternatives and methods that will optimize the production culturally and agriculturally in order to reduce the costs of production and at the same time conserving the environment. This research was carried out in an experimental field of valley of Fuerte that belongs to the INIFAP “CEVAF-INIFAP”, which is located in the north of Sinaloa. This research was derived from the need of looking for more information that can be more understandable and precise for producers from the area, and therefore they can make decisions that can be more likely to the scientific and integral part of the management of the resources. A series of vegetative samples were performed daily from different organs of the plants when they were already grown up. Then, they were analyzed in a laboratory in order get the extraction of macronutrients from the tissues of the plants. This process generated a general extraction of each macronutrient and we were able to obtain plots that will be of great application for future references, but more importantly the plots will allow us to know the quantity of the elements that the plant can extract to set a desire production. Moreover, it is very important to know the requirements and the proper extraction of the nutrients of the crop in order to avoid an alteration of any other nutrients. Thus, the best fertilizer mixture can be applied to ensure a good quantity and quality of the expected production.

INTRODUCCIÓN

En México, el estado de Sinaloa es el principal productor de papa a nivel nacional a pesar de que no cuenta con una ubicación apta para la producción del cultivo debido a la constante variabilidad

climática e inadecuadas condiciones geográficas de latitud y longitud, llegando a establecerse alrededor de 14,000 ha^{-1} anualmente durante el ciclo agrícola otoño-invierno tan solo en la parte norte del estado, representando el 22% de la superficie establecida de papa a nivel nacional (CONPAPA, 2003). Una de las principales características sobre este cultivo es que sus costos de producción son muy elevados debido a su manejo cultural y agronómico, oscilando entre los $60,000.00 (SAGARPA, 2006) pero es importante mencionar que no se cuenta con semilla certificada la cual pueda asegurar a los productores una adaptación del genotipo a las condiciones de la región y por ende, tener una producción comercialmente deseada. Por tal motivo, es muy importante conocer los genotipos ya utilizados debido a que son importados de otros países como Estados Unidos y Canadá lo cual genera la necesidad de estudiarlos en la zona de interés aunque los productores aplican su criterio y experiencia dejando a un lado la parte científica, lo cual es consecuencia de que no existe material bibliográfico generado localmente, provocando cierta incertidumbre en la aplicación de los riegos y otros insumos agrícolas (Sifuentes y Ojeda, 2005). La utilización de literaturas foráneas sobre interpretación de análisis foliares solo presentan un numero reducido de valores de referencia y si el muestreo no corresponde con la etapa fenológica del cultivo que indica dicha literatura, la interpretación no es adecuada y el análisis foliar pierde valor como herramienta de diagnostico (Jones *et*. *al*., 1991). Por lo tanto, es importante contar con estándares de referencia para todo el ciclo fenológico del cultivo para así interpretar correctamente los análisis foliares en función de las etapas en que se realizan los muestreos (Badillo *et*. *al*., 2001). En la presente investigación se presentan resultados sobre las extracciones nutrimentales de N-P-K del cultivo de papa variedad alpha establecido en el norte de Sinaloa, lo cual se deriva para utilizarse en referencias futuras sobre demandas nutrimentales en investigaciones y producción comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizo durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2008-2009 en los terrenos del CEVAF-INIFAP los cuales tienen una textura Arcillosa, están ubicados en el norte de Sinaloa con unas coordenadas geográficas (25° 45’ 49’’ N, 108° 48’ 41’’ O y 32 msnm) estableciendo el cultivo de papa variedad alpha en una superficie de 2,500 m^2 con un sistema de riego por goteo, una profundidad de siembra de 15 cm, fecha de siembra del 31-octubre-2008, fecha de defoliación del 09-febrero-2009 y una fecha de cosecha del 27-febrero-2009. Antes de establecer el cultivo se realizo un análisis de suelo para conocer el estado de los nutrientes en el mismo y saber la cantidad de elementos que se utilizarían de acuerdo a los requerimientos del cultivo con respecto a la producción esperada (Mendoza, 1998).

Cuadro 1. Demanda de N-P-K para diferentes niveles de producción del cultivo de papa en el norte de Sinaloa, México (Mendoza, 1998).

Producción de tubérculo (ton/ha)	Demanda de Nitrógeno (kg/ha)	Demanda de fósforo (kg/ha)	Demanda de potasio (kg/ha)
25	125	17	215
30	150	20	258
35	175	24	301
40	200	27	344
45	225	31	387

Para la realización de los muestreos vegetativos de los diferentes órganos de la planta fue muy importante conocer la fenología del cultivo (Jefferies and Lawson, 1991) así como sus dos sistemas (parte aérea y subterránea de la planta) para tener un mejor manejo de las muestras (Flores, 2007), estas ultimas características se presentan en la **Figura 1**. Para obtener el rendimiento se realizaron muestreos en cada 4 m^2 de los 2,500 m^2 totales donde se estableció el experimento.

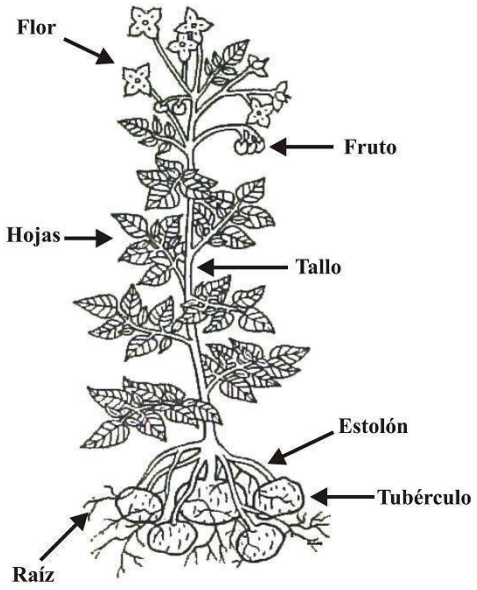


Figura 1. Diferentes órganos que conforman el sistema aéreo y subterráneo de la planta de papa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron muestreos vegetativos de los diferentes órganos de la planta de papa los cuales implican los dos sistemas, dichos muestreos se realizaron diariamente implicando el cálculo de la extracción diaria y total de la planta (muestreos destructivos) obtenidos mediante análisis minuciosos de laboratorio. En la **Figura 2** y **3** se puede observar la extracción diaria y total de N-P-K, respectivamente.

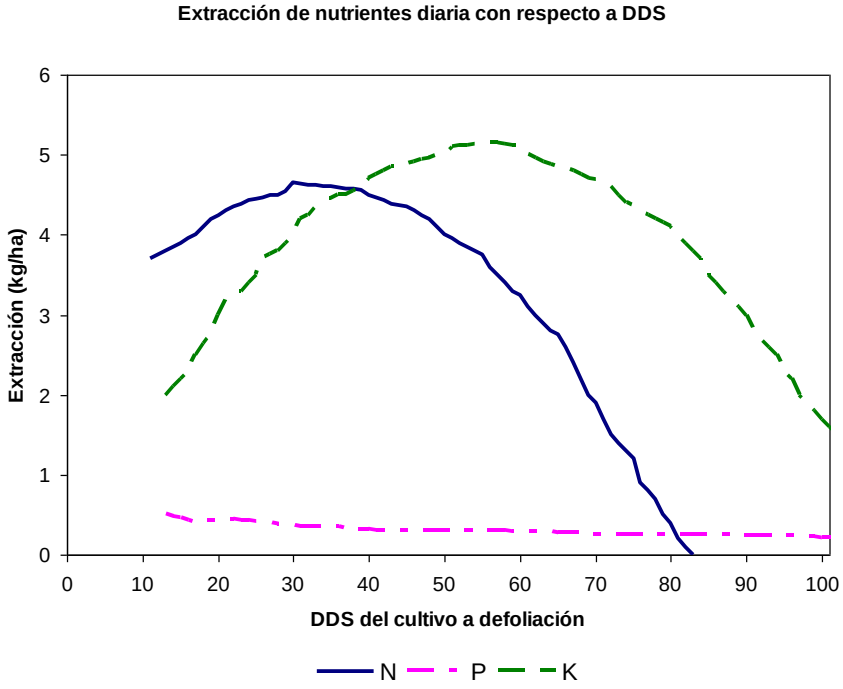


Figura 2. Extracción de N-P-K diaria del cultivo de papa variedad alpha.

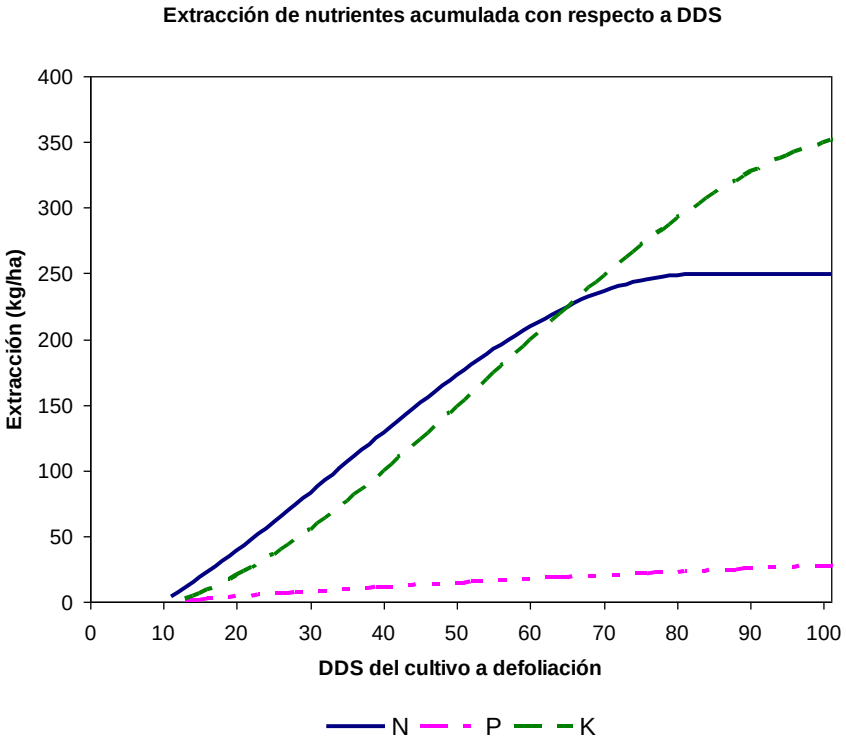


Figura 3. Extracción total de N-P-K del cultivo de papa variedad alpha.

Como se puede observar en las dos graficas anteriores, el fósforo (P) no es tan demandado por la planta pero es importante señalar que es igual de importante que los otros dos elementos (N y K) debido a que impacta en la calidad de los tubérculos. La baja demanda del fósforo se debe a que no es un elemento muy dinámico a comparación de los otros dos elementos en el suelo y su aplicación depende de los siguientes factores (Alvarado *et. al*., 2009): 1: Cantidad de fósforo total y orgánico los cuales determinan la disponibilidad (por esta razón es muy importante un análisis previo de suelo) y 2: La cantidad de fósforo disponible que aumenta con los años del terreno. En el **Cuadro 2** se muestran los valores máximos de la extracción de nutrientes diaria y acumulada. Con estas extracciones de macroelementos se obtuvieron 30.92 ton/ha en promedio.

Cuadro 2. Valores máximos de extracción diaria y acumulada de nutrientes.

Nutriente	Extracción diaria (kg/ha)	Extracción acumulada (kg/ha)
N	4.65	245
P	0.50	28
K	5.20	352

CONCLUSIONES

Los datos mostrados por Mendoza (1998) son un tanto similares a los obtenidos en esta investigación, por lo cual es muy importante realizar estudios similares en otras variedades del cultivo observar el comportamiento de la extracción y requerimientos nutrimentales obteniendo una referencia mas precisa a las condiciones de suelos predominantes de la región de interés. Los datos muestran una panorámica de los requerimientos nutrimentales del cultivo en donde se puede

tener una base mas sólida para obtener y elegir la mezcla mas adecuada de fertilizante evitando así la elevación de los costos de producción.

Agradecimientos
Se agradece al CEVAF-INIFAP por las facilidades brindadas para la realización del presente experimento en sus terrenos así como al personal de campo involucrado en la realización del mismo.

LITERATURA CITADA

Alvarado, A., Iturriaga, I., Smyth, J. T., Ureña, J. M. y Portuguez, E. 2009. Efecto de la fertilización con fósforo sobre el rendimiento y la absorción de nutrientes de la papa en un andisol de Juan Viñas, Costa Rica. Agronomía Costarricense 33(1): 45-61.

Badillo, T. V., Castellanos, J., Sánchez, G. P., Galvis, S. A., Álvarez, S. E., Uvalle, B. J. X., González, E. D. y Enríquez, R. S. A. 2001. Niveles de referencia de nitrógeno en tejido vegetal de papa var. Alpha. Agrociencia 35: 615-623.

CONPAPA, 2003. Importancia de la cadena productiva de papa. Confederación Nacional de Productores de Papa de la República Mexicana. México, DF. 3 pp.

Flores, G. H. 2007. Validación de un modelo basado en el concepto grados día (ºD) para el pronostico del riego en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el norte de Sinaloa. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Sinaloa "UAS" - Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte "ESAVF", Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa. 115 pp.

Jefferies, R. A. & Lawson, H. M. 1991. A key for the stages of development of potato (*Solanum tuberosum*). Scottish Crop Research Institute, Invergowrie, Dundee, United Kingdom. *Ann. Appl. Biol.* 119: 387-389.

Jones Jr. J., Wolf, B. and Mills, H. A. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro Macro Pub. Athens. Pp. 39-187.

Mendoza, R. J. L. 1998. Nutrición del cultivo de papa en el norte de Sinaloa. Folleto INIFAP-CIRNO-CEVAF 13: 18 pp.

SAGARPA, 2006. Comportamiento del mercado de papa en México. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural. México, DF. Pp. 1-3.

Sifuentes, I. E. y Ojeda, B. W. 2005. Métodos de conservación del agua en riego superficial (Una alternativa para incrementar la eficiencia en el uso del agua). En memorias del XIII Congreso Nacional de Irrigación (Mesa 4: Innovaciones tecnológicas, de información y servicios de Internet). Acapulco, Guerrero, México.

ESTUDIO DE FECHAS DE SIEMBRA PARA PRODUCCIÓN DE AJO JASPEADO (*Allium sativum* L.) EN EL DISTRITO DE RIEGO DE SAHUARIPA, EN LA SIERRA DE SONORA

Patricio Valenzuela Cornejo[1], Manuel Chávez Cajigas[2], Erasmo Valenzuela Cornejo[2], Alfonso Álvarez Aviles[1], Jesús López-Elías[1], Marco A. Huez López[1], Manuel A. Valenzuela Irigoyen[3]. [1]Universidad de Sonora; [2] INIFAP, [3]Estudiante DAG, UNI-SON. Luis y Encinas y Rosales s/n Col. Centro, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora. paval02@prodigy.net.mx

Palabras clave: peso de bulbo, rendimiento estimado, calidad de ajo.

RESUMEN

En la sierra de Sonora algunos productores inician sus siembras a principios de septiembre, otros en octubre, noviembre o incluso en diciembre. En este estudio se establecieron ocho fechas de siembra. El objetivo fue determinar en cual fecha se obtiene mayor rendimiento y calidad. Los rendimientos y porcentaje de bulbos grandes de las siembras del 8 y 15 de septiembre estadísticamente fueron superiores, seguidos del 30 de septiembre y 15 de octubre. En las siembras del 30 de octubre y 15 de noviembre disminuyó significativamente el rendimiento estimado por hectárea y el porcentaje de bulbos grandes. En las siembras del 30 de noviembre y 15 de diciembre la caída del rendimiento resultó prácticamente exponencial así como la cantidad de bulbos chicos fue muy alta (91 a 100%), por lo cual se consideran inapropiadas para sembrar ajo en esta región. En este estudio las mejores fechas de siembra fueron del 8 de septiembre al 15 de octubre, con mayor cosecha y calidad y, mejores oportunidades de mercado entre más temprano se siembre.

ABSTRACT

In the low highland region of Sonora, some growers begin garlic sowing from early September until December. In this study eight planting dates were evaluated. The objective was to select the best date to obtain better yield and quality. There were significant differences between treatments. The best date to obtain better yield, quality and opportunities for marketing were from September 8 to October 15. The planting dates October 30 and November 15 bulb weights percentage, yield, and garlic size significantly decreased; while the dates November 30 and December 15 were too much reduced yield, and garlic size, resulting inapropiattes to plant garlic in these dates in this area.

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) se considera originario de Europa y Asia, pero se cultiva ampliamente en países tropicales y templados (Buwalda, 1986, citado por Castellanos *et*. *al*., 2006). Alrededor de 80 países son productores de ajo en el mundo y es una de las 20 hortalizas de mayor importancia; de acuerdo con la FAO en 2004, el ajo ocupa el decimocuarto lugar de las hortalizas producidas a nivel mundial, con una producción de 14.5 millones de toneladas (Trejo, 2006).

México tiene poca relevancia en la producción mundial de ajo, ya que China produce alrededor del 75% y el 25% restante es producido por varios países, donde sobresalen Estados Unidos, La India y Corea; sin embargo, México aparece entre los principales exportadores de ajo, aunque con baja participación con respecto a las ventas mundiales (Robles *et*. *al*., 2006). México se ubica en el lugar 22 con una superficie variable de 6,000 a 10,000 ha, aportando poco mas del 0.4% de la producción mundial. Zacatecas, Guanajuato, Aguascalientes, Baja California, Puebla y Sonora son los estados productores de mayor importancia en el país (Trejo, 2006).

China domina las exportaciones de ajo, con una supremacía creciente de 52% en 2000 a un 77% del total de las exportaciones mundiales para el 2004; le siguen Argentina, España, Estados Unidos, México y Malasia; según datos de FAO, México y Estados Unidos presentan porcentajes relativamente similares en cuanto a su participación en las ventas mundiales de ajo (Robles *et*. *al*., 2006).

Por otra parte, los rendimientos son variables en los diferentes países; de Estados Unidos se menciona un promedio de 18.16 t ha^{-1} de 1994 a 1998; China 14.25 t ha^{-1}; Corea del Sur 18.6 t ha^{-1}; España 10.46; India 4.24 t ha^{-1}; el promedio mundial en ese período fue de 10.8 t ha^{-1} (Claridades Agropecuarias, 2008, www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/068/ca068.pdf). En Argentina obtienen rendimientos de 12 t ha^{-1} de ajo seco y limpio en los productores de primera línea, con 85% exportable (Burba, 2006). En México los rendimientos andan por debajo del promedio mundial señalado anteriormente, por ejemplo en Guanajuato considerado el primer productor en el ámbito comercial señalan 8.0 t ha^{-1}, pero hasta 42 t ha^{-1} experimentalmente (Heredia, 1992, citado por Castellanos *et*. *al*., 2006). En Sonora los rendimientos también son bajos, los promedios oscilan entre 7.0 y 8.0 t ha^{-1}.

Burba (2006) menciona que los factores que comprometen la calidad del producto son: la calidad de la "semilla", la oportunidad de plantación, riego y fertilización, manejo sanitario, la oportunidad y modo de cosecha, acondicionamiento, limpieza y ambiente de conservación. Castellanos *et*. *al*. (2006) indican que el bajo potencial de rendimiento del ajo está asociado con ataque de enfermedades e inadecuado manejo de la nutrición y el agua.

En Sonora se tienen problemas de competitividad en la cadena productiva de ajo, de manera que en los últimos años ha habido una tendencia a reducción de la superficie sembrada de este cultivo. Entre los principales problemas que agravan la situación tenemos: falta de variedades con calidad de exportación, altos costos de producción, dificultades en la comercialización y bajos rendimientos; estos últimos ocasionados principalmente por siembras en fechas inadecuadas, baja densidad de plantas por hectárea, mal manejo de la fertilización y agua de riego, etc. (Valenzuela *et. al.,* 2008). Ante esta problemática se planteó el proyecto de investigación que se está desarrollando en tres localidades de la sierra Sonorense, encaminado a mejorar la competitividad de la cadena productiva del producto ajo en Sonora. En esta ocasión se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de ocho fechas de siembra establecidas en la sierra baja del río Sahuaripa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se realizó con un agricultor cooperante, en el predio el "Pilar" en Bacanora. Ubicado en el Distrito de Riego de Sahuaripa, en la sierra de Sonora. La primera siembra se hizo el 8 de septiembre de 2008, en surcos a 0.8 m de ancho; se sembraron tres hileras por surco, la separación fue de 15 cm entre hileras y de 7 cm entre plantas; se utilizó ajo jaspeado variedad "Tacatzcuaro". El diseño experimental fue bloques al azar, la parcela experimental consistió de un surco de veinte metros de longitud, la parcela útil fue de un metro, con cuatro repeticiones por tratamiento, en total fueron ocho fechas de siembra. Se utilizó sistema de riego por goteo, se colocó una cinta por cama, las cintas presentaban tres goteros por metro. Los riegos y fertilizantes, fueron suministrados por el agricultor, de acuerdo a las recomendaciones para la región. Para control de malezas se aplicó el herbicida: oxifluorfen (goal 1 L ha^{-1}) después de la siembra, pero preemergente al cultivo y maleza; se hicieron dos aplicaciones mas del mismo herbicida a intervalos aproximados de 45 días, además de una escarda manual. Con enfermedades no hubo problemas. Hubo presencia de trips pero no se aplicaron medidas de control ya que las poblaciones fueron bajas. Las variables evaluadas fueron: peso de bulbos por calibre, peso de bulbo, rendimiento por hectárea, porcentaje de rendimiento por calibre, los calibres con su diámetro de bulbo en milímetros se enlistan a continuación: extra flor 38 mm, gigante 44, extra gigante 51, jumbo 57, super jumbo 63, colosal 70 y super colosal mayor de 70 milimetros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable peso de bulbos por calibre se encontraron diferencias significativas entre las fechas de siembra y entre calibres (véase el cuadro 1). Las fechas del 8 de septiembre al 15 de octubre presentaron la mayor producción jumbo y superjumbo, un poco de colosal y extragigante y menor cantidad de supercolosal y gigante, lo cual es aceptable. En las fechas del 30 de octubre y 15 de noviembre ya se observó un decaimiento en los calibres ya que tuvieron la mayor parte de la producción de jumbo hacia abajo (jumbo, extra gigante y gigante); mientras que las fechas del 30

de noviembre y 15 de diciembre tuvieron la mayor parte de la producción en los calibres extra gigante, gigante y extra flor, que son los calibres mas chicos (ver cuadro 1). Se estimó el peso promedio de bulbo, este fue aceptable y, los mayores pesos se obtuvieron del 15 de septiembre al 15 de octubre; las siembras del 8 de septiembre, 30 de octubre y 15 de noviembre su peso de bulbo fue intermedio; mientras que el 30 de noviembre y 15 de diciembre el peso de bulbo decreció mas del 50%, prácticamente no comerciales (Cuadro 1). En el mismo cuadro se puede ver el número de bulbos cosechados por tratamiento (NB) con mayor cantidad en la fecha del 8 de septiembre y menor cantidad en el resto de las fechas de siembra.

Cuadro 1. Peso (g) de bulbos por calibre, peso de bulbo (g) y número de bulbos (N.B.), obtenido de las fechas de siembra de ajo jaspeado evaluadas en el ciclo 2008-09, Bacanora, Son.

F. siembra	Extra flor	Gigante	Extra gigante	Jumbo	Super jumbo	Colosal	Super Colosal	PB(g)	N.B Total
1. 8/09/09	0.0 b	8.3 c	13.85 bc	48.6 a	20.15 ab	9.0 7 bc	0.0 a	31.7	**38**
2. 15/09/09	0.0 b	3.8 c	12.1 bc	39.15 a	23.07 a	18.1 ab	3.75 a	38.4	31.25
3. 30/09/09	0.0 b	4.15 c	11.27 c	35.82 ab	23.97 a	**24.8 a**	0.0 a	39.2	24.25
4. 15/10/09	0.0 b	4.92 c	10.3 c	**50.7 a**	**24.7 a**	7.0 bc	2.32 a	39.9	23.5
5. 30/10/09	0.0 b	6.87 c	**41.0 a**	40.3 a	11.87 ab	0.0 c	0.0 a	32.6	22.75
6. 15/11/09	0.0 b	9.65 c	23.32 ab	**53.97 a**	13.03 ab	0.0 c	0.0 a	31.6	20.5
7. 30/11/09	**2.7 b**	**52.9 b**	34.95 ab	9.37bc	0.0 b	0.0 c	0.0 a	15.7	13
8. 15/11/09	**14.2 a**	**72.2 a**	10.6 c	0.0 c	0.0 b	0.0 c	0.0 a	9.19	20.5
C.V.	66.3	40.9	49.48	34.17	60.1	78.3	419.5		

Con base en las muestras se estimó el rendimiento por calibre por hectárea y el rendimiento total (cuadro 2); las fechas del 8 y 15 de septiembre estadísticamente tuvieron mayor rendimiento, seguidas del 30 de septiembre y 15 de octubre; el 30 de octubre y 15 de noviembre fueron estadísticamente iguales, pero con menor producción que las primeras tres fechas; además, no presentaron cosecha en los bulbos más grandes. Finalmente, las fechas del 30 de noviembre y 15 de diciembre tuvieron una fuerte caída en el rendimiento y la mayor patre con bulbos chicos (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento (kg/ha) por calibre, obtenido de las fechas de siembra de ajo jaspeado evaluadas en el ciclo 2008-09, Bacanora, Son.

F. siembra	Extra flor	Gigante	Extra Gigante	Jumbo	Super jumbo	Colosa	Super colosal	Total Kg/ha
1. 8/09/09	0.0 b	1258.8 ab	2053.5 ab	**7261.3 a**	3066.3 a	1391.9 ab	0.0 a	**15031.6 a**
2. 15/09/09	0.0 b	573.8 b	**1808.2 ab**	**5861.3 ab**	**3446.9 a**	2723.5 a	**548.4 a**	14962.8 a
3. 30/09/09	0.0 b	483.1 b	1303.8 b	4268.8 b	2916.3 a	**2871.6 a**	0.0 a	11843.1 b
4. 15/10/09	0.0 b	577.9 b	1189.4 b	**5910.0 ab**	2880.0 a	801.3 b	267.2 a	11625.6 bc
5. 30/10/09	0.0 b	627.2 b	**3874.7 a**	3632.5 b	1007.9 ab	0.0 b	0.0 a	9142.2 cd
6. 15/11/09	0.0 b	764.7 b	1897.5 ab	4370.0 b	1049.4 ab	0.0 b	0.0 a	8081.6 d
7. 30/11/09	**64.38 b**	**1415.7 ab**	907.5 b	229.4 c	0.0 b	0.0 b	0.0 a	**2616.9 e**
8. 15/11/09	**390.35 a**	**2105.7 a**	**247.2 b**	**0.0 c**	**0.0 b**	**0.0 b**	0.0 a	2743.1 e
C.V.	83.17	49.67	57.37	29.20	62.55	75.75	431.06	11.66

La producción en porcentaje por calibre se muestra en el cuadro 3, Las fechas del 8 de septiembre al 15 de octubre presentaron entre el 78 y 85% de producción en calibres grandes: jumbo,

superrumbo y colosal, lo cual es bueno. En las fechas del 30 de octubre y 15 de noviembre ya se observa un decaimiento en los calibres ya que tuvieron respectivamente el 88 y 87% de la producción de jumbo hacia abajo (jumbo, extragigante y gigante); mientras que las fechas del 30 de noviembre y 15 de diciembre tuvieron la mayor parte de la producción (91 y 100%) en los calibres extragigante, gigante y extraflor, que son los calibres más chicos Cuadro 3.

Cuadro 3. Porcentaje de producción por calibre, obtenido de las fechas de siembra de ajo jaspeado evaluadas en el ciclo 2008-09, Bacanora, Son.

F. siembra	Extra Flor	Gigante	Extra gigante	Jumbo	Super jumbo	Colosal	Super colosal	Total
1. 8/09/09	0	8	14	49	20	9	0	100
2. 15/09/09	0	4	12	39	23	18	4	100
3. 30/09/09	0	4	11	36	24	25	0	100
4. 15/10/09	0	5	10	51	25	7	2	100
5. 30/10/09	0	7	41	40	12	0	0	100
6. 15/11/09	0	10	23	54	13	0	0	100
7. 30/11/09	3	53	35	9	0	0	0	100
8. 15/11/09	14	75	11	0	0	0	0	100

De acuerdo con estos resultados los mejores rendimientos se obtuvieron el 8 y 15 de septiembre, seguido del 30 de septiembre y 15 de octubre; el rendimiento se puede atribuir al peso y al número de bulbos cosechados. La fecha del 15 de septiembre fue la que ligeramente tuvo mayor rendimiento; ésta no tuvo el mayor peso de bulbo, pero si presentó mayor cantidad de bulbos cosechados lo que se considera contribuyó a que tuviera mayor rendimiento. Es importante considerar que en la siembra del 15 de septiembre se obtuvo un bulbo mas chico y a nivel campo también se observó menor vigor (grosor del tallo) de la planta que en las siembras del 15 de septiembre al 15 de octubre, pero también se observó que la siembra del 8 de septiembre fue entre 10 y 15 días más precoz que las otras fechas.

Es importante que en futuras investigaciones se pusieran fechas de siembra mas tempranas que el 8 de septiembre para confirmar si ya empieza a decrecer el tamaño del bulbo y ver que tanta precocidad se puede lograr, para poder establecer la fecha de siembra más temprana que combine buena producción y buena venta en el mercado, ya que es muy importante salir temprano debido a que en los últimos dos años se han tenido problemas muy fuertes para comercializar el ajo.

En las siembras del 30 de octubre y 15 de noviembre como ya se mencionó disminuyó significativamente el rendimiento y la mayor parte de la producción fue calibre jumbo hacia abajo (chicos). En las siembras del 30 de noviembre al 15 de diciembre la caída del rendimiento fue dramática así como la cantidad de bulbos chicos fue muy alta (91 a 100%), por lo cual se consideran inapropiadas para sembrar ajo en esta región.

CONCLUSIONES

Las mejores fechas de siembra fueron del 8 de septiembre al 15 de octubre. Dentro de ellas las siembras mas tempranas tienen mayor posibilidad de salir primero y tener mejor comercialización.
Las fechas del 30 de octubre y 15 de noviembre presentaron significativamente menor rendimiento y mayor cantidad de bulbos chicos, la cosecha fue más tardía.
Las siembras del 30 de noviembre y 15 de diciembre la caída del rendimiento resultó muy fuerte así como la cantidad de bulbos chicos fue muy alta (91 a 100%), por lo cual se consideran inapropiadas para sembrar ajo en esta región.
Es importante evaluar fechas de siembra desde principios de septiembre o más tempranas buscando un equilibrio que combine buena producción y buena ventana de mercado.

LITERATURA CITADA

Burba, J.L. 2006. Panorama Sobre la Producción y Comercialización de Ajo en la Argentina. En II Foro Nacional del Ajo, Memorias. Gobierno de Zacatecas; INIFAP, Fundación Produce,

Zacatecas; SAGARPA; FIRA; Consejo estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A.C. Zacatecas, Zac., México. p. 1-6.

Burba, J.L. 2006. Manejo Poscosecha y Sistema Multimodal de Empaque de Ajo. En II Foro Nacional del Ajo, Memorias. Gobierno de Zacatecas; INIFAP, Fundación Produce, Zacatecas; SAGARPA; FIRA; Consejo estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A.C. Zacatecas, Zac., México. p. 14-34.

Castellanos, R.J.Z.; J.L. Ojodeagua A.; F.S. Méndez G. y P. Vargas T. 2006. Estudios sobre la fertilización del ajo morado en Guanajuato. En II Foro Nacional del Ajo, Memorias. Gobierno de Zacatecas; INIFAP, Fundación Produce, Zacatecas; SAGARPA; FIRA; Consejo estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A.C. Zacatecas, Zac., México. p. 7-13.

Robles, P.J.; R.A. Armenta C. y E. Valenzuela C. 2006. México en el Contexto Global de Producción de Ajo. En memorias, Seminario Técnico: Tecnología para la Producción de ajo en la Sierra de Sonora. Universidad de Sonora, INIFAP, Municipio de Arizpe, Fundación Produce Sonora. p. 7-14.

Trejo, P.P. 2006. Presentación, II Foro Nacional del Ajo, Memorias. Gobierno de Zacatecas; INIFAP, Fundación Produce, Zacatecas; SAGARPA; FIRA; Consejo estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A.C. Zacatecas, Zac., México. P. v.

Valenzuela, C., P., M. Chávez C., E. Valenzuela C., A. Alvarez A, J. López E. y M.A. Huez L. 2008. Evaluación de fechas de siembra de ajo jaspeado (*Allium sativum* L.) cultivar inifap, en la sierra baja del río Sonora. En XI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas, Memorias. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Mexicali, Baja California. p. 390-394.

*Los autores expresan su agradecimiento a Fundación Produce Sonora por el apoyo para la realización de este proyecto.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE RIEGO EN HUERTAS DE NOGAL EN LA COSTA DE HERMOSILLO

Benjamín Valdez Gascón[1], Luis J. Durón Noriega[1], José E. Ortiz Enríquez[1], Ramón Sesma León[1] , Uriel B. Valdez Nevarez[1] y Sergio Payan Ochoa[1]. [1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Carr. A Bahía de Kino Km. 12.6. Hermosillo, Sonora. México. valdez.benjamin@inifap.gob.mx.

Palabras clave: Aprovechamiento del agua, riego por goteo, frutales, evapotranspiración.

RESUMEN

Mediante el proceso de transferencia de tecnología (TT) contemplado en el INIFAP, se busca llevar hasta el productor de nogal tecnología de riego que propicia incrementos en el aprovechamiento del agua en el orden del 30%, comparado con los manejos convencionales de la región. La tecnología consiste en la programación del riego con base en demandas reales de agua del cultivo, considerando la evapotranspiración potencial (ETo), registrada en estaciones climáticas automatizadas de la región y los coeficientes de cultivo (Kc) determinados experimentalmente. La programación del riego en el ciclo del cultivo se ajusta con lecturas de humedad en centibars (cb), que registran en el suelo sensores de resistencia eléctrica estratégicamente distribuidos en la huerta. En el ciclo 2007-08, se inició la transferencia en tres campos agrícolas de productores cooperantes, sumando una superficie de 104 ha, para el siguiente ciclo, la superficie se incremento hasta 964 ha. Los ahorros de agua obtenidos en el primer año con la aplicación de la tecnología fueron de 509 millares de m3, mientras que para el segundo ciclo el ahorro fue de 2,237 millares de m3, entre huertas jóvenes y adultas. Los rendimientos obtenidos en el primer ciclo alcanzaron hasta 3.5 ton/ha, con nuez de buena calidad. Para el segundo ciclo el rendimiento bajó por la condición alternante de las huertas obteniéndose en promedio 1.9 ton/ha, con nuez de buena calidad. También se realizaron acciones de capacitación a los técnicos, mayordomos y regadores en cada una de las huertas.

ABSTRACT

Through the process of technology transfer (TT) referred to in INIFAP, it seeks to bring to the producer of pecans, irrigation technology that facilitates increases in water use in the order of 30% compared with conventional management of the region . The technology consists of irrigation scheduling based on real demands of crop water, considering the potential evapotranspiration (ETo), automated weather station recorded in the region and the crop coefficients (Kc) determined experimentally. The scheduling of irrigation on the crop cycle is adjusted centibars moisture readings (cb), who recorded in soil electrical resistance sensors strategically distributed in the orchard. In the cycle 2007-08, the transfer will start on three farm fields of cooperating producers, covering an area of 104 ha, during the next cycle the surface will increase to 964 ha. The water savings achieved in the first year with the implementation of the technology were of 509 thousand m3, while for the second cycle was 2,237 saving thousands of m3, between young and adult fields. Yields obtained in the first cycle reached up to 3.5 ton/ha, with good quality nut. For the second cycle decreased performance by the condition of the orchards alternating thus obtaining an average 1.9 ton/ha, with good quality nut. Actions were also training for technicians, field managers and irrigators in each of the orchards.

INTRODUCCIÓN

La tecnología de riego generada en el CECH-CIRNO en el cultivo de nogal, propicia incrementos en el aprovechamiento del agua, comparada con los manejos convencionales de la región. Mediante el proceso de transferencia de tecnología (TT) contemplado en el INIFAP, se busca llevar hasta el productor de nogal esta tecnología de riego, considerando la problemática de la constante disminución de las fuentes de agua en la región. En el estado de Sonora existen cerca de 10,000 ha plantadas con nogal, de las cuales más del 90% tiene sistemas de riego presurizado. Las huertas adultas, que suman unas 5,000 ha se irrigan con el sistema de riego por goteo, dominando la modalidad de goteo enterrado. Esta opción de riego fue adoptada en parte por

experiencias de otras regiones nogaleras del país, al respecto, Zoldoske (2004), señala que el manejo del riego con manguera de goteo enterrada, se está convirtiendo en la opción preferida en los huertos por varias razones, entre ellas: ausencia de evaporación superficial y crecimiento de malas hierbas, reducción de vandalismo y daños al sistema, menores costos por trabajo, productos químicos y uso del agua. El problema principal es la intrusión de raíces, sin embargo las nuevas estrategias disponibles hacen del goteo enterrado una alternativa viable. En este sentido Burt, et.al. (1999), mencionan que con goteo enterrado prácticamente todas las operaciones de fumigación, poda y cosecha pueden llevarse a cabo sin tener que limitarse a la aplicación del riego, cuidado especial debe tenerse en la selección de la filtración, intrusión de raíces, daño por roedores, y la colocación de manguera. Valdez y Durón (2004) y Hanson, et.al.(2004) citan que la base del éxito en el manejo de los sistemas de riego por goteo, está en una programación eficiente del riego durante todo el ciclo del cultivo. La programación del riego consiste en determinar cuándo y cuánto regar el cultivo. En el **cuándo regar** se deben considerar intervalos tales, que la producción del cultivo no sea adversamente afectada por insuficiente humedad del suelo, por ello independientemente del método de riego, se debe realizar la medición o monitoreo de la humedad en el perfil de desarrollo de raíces para asegurar el éxito de un programa de riego. En el nogal cuando se quiere calidad de la nuez, el contenido de agua en el suelo tiene más efecto que cualquier otro factor del medio. El estrés hídrico afecta el tamaño y llenado de la nuez, también afecta el crecimiento del brote y la hoja. Una adecuada humedad del suelo es importante para la brotación, para estimular crecimientos vigorosos, es importante desde la floración hasta el endurecimiento de la cascara para el tamaño de la nuez y durante el llenado de la nuez para optimizar el porcentaje de almendra (Wells y Harrison, 2007). Para el **cuánto regar**, se considera que el agua es indispensable para el crecimiento de las plantas, sin embargo la máxima producción se obtiene solo si se aplica la cantidad adecuada de agua en los tiempos correctos. Demasiada agua reduce la producción e incrementa las perdidas, mientras que poca agua también reduce la producción. Ambos pueden reducir los beneficios, por ello es importante conocer la respuesta de la planta al agua para una buena programación del riego.

En la región de la Costa de Hermosillo se estima que las huertas de nogal son irrigadas con volúmenes anuales promedio de 18,000 m3/ha los cuales se consideran muy altos. La aplicación de estos volúmenes de agua, es principalmente por el desconocimiento en el manejo adecuado de los sistemas de riego y el efecto sobre la producción y calidad de la nuez con la aplicación de menores volúmenes de agua. La problemática anterior condujo al INIFAP en coordinación con la Asociación de Usuarios del DR 051, el apoyo económico de la Fundación Produce Sonora y la aportación directa de los productores, a transferir tecnología de riego en campos agrícolas con huertas de nogal.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue incrementar el aprovechamiento del agua en huertas de nogal en al menos un 25%, respecto al manejo convencional del productor.

MATERIALES Y MÉTODOS

La tecnología transferida consistió en establecer en diferentes campos agrícolas con huertas de nogal una programación del riego con base en demandas reales de agua del cultivo, considerando la evapotranspiración potencial (ETo), registrada en estaciones climáticas automatizadas de la región y los coeficientes de cultivo (Kc) determinados experimentalmente. La programación del riego en el ciclo del cultivo se ajustó con lecturas de humedad en centibars (cb), que registraban en el suelo los sensores de resistencia eléctrica ó tensiómetros. La tecnología inició con el riego para la formación de bulbo de humedad a mediados de marzo, antes del inicio de la brotación, dándose riegos frecuentes hasta la cosecha y posteriormente riegos de mantenimiento en poscosecha.

Se evitó en lo posible provocar abatimientos de la humedad en el suelo por debajo de límites que afectaran el rendimiento de las huertas, atendiendo la regla básica de que la transpiración es el principal componente de la evapotranspiración de los cultivos (ETc), y esta es afectada principalmente por los cambios en el contenido de humedad del suelo (Hanson, et.al. 2004).

Esta regla básica es muy importante conocerla para su aplicación en regiones de baja disponibilidad de agua, donde los cultivos como el nogal pasan por etapas no críticas de demanda de agua como es el caso de la etapa de poscosecha (mediados de octubre hasta mediados de marzo), donde el consumo de agua disminuye considerablemente y resulta innecesario mantener altos niveles de humedad en el suelo. Las reducciones en la aplicación del agua en estas etapas permiten ahorros significativos en los volúmenes disponibles.
Investigaciones locales sobre manejo del agua en nogal, han mostrado que aplicando agua con suficiencia en sistemas de riego con goteo enterrado, el comportamiento de la humedad en el suelo presenta niveles por debajo de los 30 cb en etapas criticas de desarrollo de la nuez (figura 1), favoreciéndose la calidad de la nuez, incrementando el porcentaje de almendra y reduciendo la germinación, pero no incrementa el rendimiento respecto a otros niveles más bajos de humedad registrados con sistemas de aspersión (Valdez et.al., 2005a).

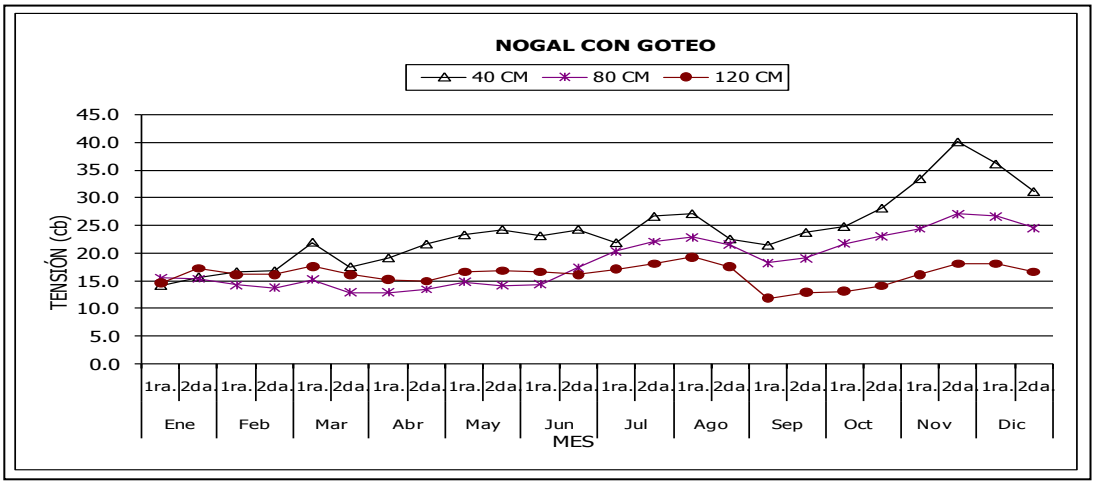


Figura 1. Comportamiento de la humedad del suelo en tres profundidades con riego por goteo enterrado en nogal.

Con estas bases se procedió a identificar campos dispuestos a implementar los programas de riego y dispuestos también a adquirir la infraestructura en equipo para monitoreo de la humedad en el suelo, la cual básicamente consiste del establecimiento de estaciones de monitoreo en número aproximado de una cada 10 ha. Cada estación de monitoreo consta de tres sensores de humedad del suelo del tipo “Watermark” modelo 200SS, los cuales se entierran a profundidades de 40 cm, 80 cm y 120 cm. Las estaciones fueron establecidas dentro de la zona de mayor consumo de humedad del árbol. Además se contó con un medidor digital de la misma marca por cada huerta para realizar las lecturas de las diferentes estaciones de monitoreo. La siguiente figura muestra el establecimiento de las estaciones de monitoreo de la humedad.

Figura 2. Establecimiento de estaciones de monitoreo de humedad y toma de lecturas con medidor digital.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las láminas de agua aplicadas en promedio para los programas de riego establecidos en huertas adultas y jóvenes de nogal, así como los coeficientes de cultivo (Kc), respecto a la evapotranspiración potencial (ETo) registrada en la estación agro climatológica ubicada en el campo "El Perico" de la Costa de Hermosillo, Sonora., se ilustran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Demandas de agua y coeficientes de cultivo (Kc), en huertas adultas (H.A.) y jóvenes (H.J.) de nogal en la Costa de Hermosillo.

	LÁMINA DE CONSUMO				ETo		Kc	
	Mensual		Acumulado					
	H.A.	H.J.	H.A.	H.J.	Mes	Acumulada	H.A.	H.J.
ENERO	14.4	9.6	14.4	9.6	88.8	88.8	0.1	0.1
FEBRERO	14.4	9.6	28.8	19.2	114.3	203.1	0.1	0.1
MARZO *	111.6	86.4	140.4	105.6	174.7	377.8	0.4	0.2
ABRIL	90.0	60.8	230.4	166.4	192.5	570.3	0.5	0.3
MAYO	157.2	105.6	387.6	272.0	219.7	790.0	0.7	0.5
JUNIO	194.4	144.0	582.0	416.0	213.3	1003.3	0.9	0.7
JULIO	223.2	148.8	805.2	564.8	193.4	1196.7	1.2	0.8
AGOSTO	223.2	148.8	1028.4	713.6	177.9	1374.6	1.2	0.8
SEPTIEMBRE	190.8	120.0	1219.2	833.6	174.5	1549.1	1.2	0.7
OCTUBRE	99.6	55.6	1318.8	889.2	151.2	1700.3	0.7	0.4
NOVIEMBRE	19.2	12.8	1338.0	902.0	104.8	1805.1	0.2	0.1
DICIEMBRE	19.2	12.8	1357.2	914.8	81.8	1886.9	0.2	0.1

*Se incluye fondo de humedad

Las huertas adultas de nogal consumieron 135.7 cm en todo el ciclo, mientras que huertas jóvenes de entre 5 y 6 años consumieron 91.4 cm. La mayor demanda se tuvó en los meses de julio a septiembre en huertas adultas y de julio a agosto en las jóvenes, lo que propició alcanzar valores de Kc de 1.2 y 0.8 respectivamente en cada huerta.

En el ciclo 2007-08, al inicio de la la transferencia, se establecieron los programas de riego en tres campos agrícolas de productores cooperantes, las huertas de nogal son conocidas como: "Costa Rica", "Kino" y "Moctezuma", con 40 ha, 44 ha y 20 ha, respectivamente. Para el ciclo siguiente se sumaron al proyecto cinco huertas más con una superficie de 860 ha, para totalizar 964 ha en dos años.

Los ahorros de agua obtenidos en el primer año con la aplicación de la tecnología fueron de 509 millares de m3, mientras que para el segundo ciclo el ahorro fue de 2,237 millares de m3, entre huertas jóvenes y adultas. Los rendimientos obtenidos en el primer ciclo alcanzaron hasta 3.5 ton/ha, con nuez de buena calidad. Para el segundo ciclo el rendimiento bajó por la condición alternante de las huertas obteniéndose en promedio 1.9 ton/ha, con nuez de buena calidad. También se realizaron acciones de capacitación a los técnicos, mayordomos y regadores en cada una de las huertas.

El comportamiento de la humedad en el suelo, varío en cada estación de monitoreo, pero en general se buscó ajustar las lecturas de medición a la presentada en la propuesta de la figura 1. La variabilidad se daba por diferentes condiciones como son: tipo de suelo, profundidad de manguera, oportunidad de riego, separación y gasto de emisores. Las siguientes gráficas muestran algunas variaciones durante todo el ciclo de desarrollo y producción del árbol, en una huerta de nogal adulto.

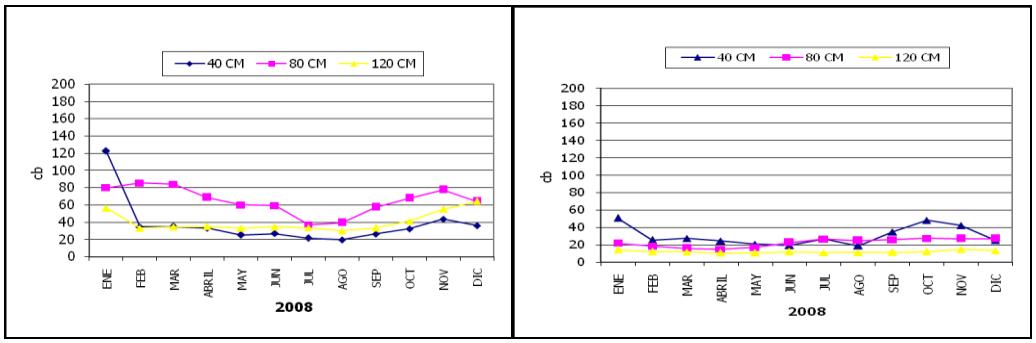


Figura 3. Comportamiento de la humedad del suelo en dos estaciones de monitoreo, con sensores de resistencia eléctrica del tipo “Watermark”.

El INIFAP desarrolla importantes proyectos de transferencia de tecnología (TT) para beneficio de los productores, pero aún falta mayor esfuerzo para mejorar este importante proceso. Actualmente se tienen proyectos de TT de riego en nogal en regiones como la Costa de Hermosillo, Sonora y otras regiones del país, como en Durango y Coahuila encaminados a eficientar el uso del agua y apoyándose en las redes de estaciones agro-meteorológicas automatizadas (INIFAP-SAGARPA, 2008).

LITERATURA CITADA

Burt, Ch. M., Stuart, W. S. y Styles, P. E. 1999. Riego por goteo y por micro aspersión para árboles, vides y cultivos transitorios. Versión en español. California Polytechnic Stata University. San Luis Obispo, California 93407. pp.269-276.

Hanson, B., Schwankl, L., and A. Fulton. 2004. Scheduling Irrigations: When and How Much Water to Apply. University of California Irrigation Program. University of California, Davis. 202 p.

INIFAP-SAGARPA. 2008. III Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Memoria. Mérida, Yucatán. 364 p.

Valdez, G.B. y L. J. Durón. 2004. Manejo del riego en vid de mesa. Seminario de Viticultura 2004. INIFAP-CIRNO-CECH. Publicación Especial No.18. p.47-54.

Valdez, G.B., L.J. Durón, P.R. Saborí, M.J.H. Nuñez, y J.G. Grageda. 2005. Comportamiento productivo de nogal pecanero bajo riego por aspersión y goteo enterrado. Seminario de nogal pecanero 2005. INIFAP-CIRNO-CECH. Publicación Especial No. 19. p.61-67.

Wells, M.L. and K. Harrison. 2007. Water Requirements in: Southeastern Pecan Growers´Handbook. Bulletin 1327. Cooperative Extension Service. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. P. 72-75.

Zoldoske F. David. 2004. El futuro de la irrigación es subterráneo. Center for Irrigation Technology at California State University, Fresno. 6 pp.

EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN TIPO AVANCE FRONTAL EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays, L.*) DE OTOÑO-INVIERNO: TRES AÑOS DE EVALUACIÓN EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

José Eliseo Ortiz Enríquez[1], Benjamín Valdez Gascón[1], Isidoro Padilla Valenzuela[1] y Pedro Félix Valencia[1]. [1]INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644) 4145753 y 4145700. ortiz.eliseo@inifap.gob.mx, eo.eliseo@gmail.com

Palabras clave: *Zea mays, L.*, riego presurizado, ahorro de agua, eficiencia, productividad del agua y ahorro de energía.

RESUMEN

En un análisis de 17 años de 1998-90 al 2005-06 que comprende el volumen de agua aplicado en Millones de metros cúbicos (MM^3) en el Distrito de Riego del Valle del Yaqui en toda la superficie de siembra que se tuvo en todo el año, donde se incluye el agua que proviene del sistema de presas y el agua del acuífero, igualmente se tiene la lámina aplicada o el volumen/ha. El volumen total aplicado varió de 0.00 a 3,182.5 MM^3, el 0.00 significó que en el ciclo 2003-04 no se sembró ninguna hectárea por falta de agua producto de la sequía que se tuvo por aproximadamente doce años, de 1998 al 2006, al ir bajando los volúmenes y la superficie de siembra. En los sistemas de riego presurizado el gobierno federal y estatal participan con apoyo económico desde 1996. Así, en Sonora se tenían 16,830 ha y actualmente son 45,000 ha de las cuales 4,000 corresponden al sur de la entidad. En maíz de otoño-invierno bajo riego por gravedad se aplican 9.0 millares de m^3/ha. Se han realizado estudios previos sobre esta modalidad del sistema de riego por aspersión, por la situación anterior es necesario buscar sistemas de riego que utilicen más eficientemente el agua y que sean rentables, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar un sistema de riego por aspersión tipo avance frontal en el cultivo de maíz del ciclo otoño-invierno durante tres años 2005-06, 2006-07 y 2007-08 en el block 511 en un campo comercial de productor cooperante. El rendimiento fue de 12,025, 10,475 y 11,365 kg/ha para los ciclos 2005-06, 2006-07 y 2007-08, respectivamente, con un volumen aplicado de 4.6, 5.0 y 3.8 millares de m^3/ha, respectivamente y una eficiencia de 337, 477 y 337 litros para producir un kilo de grano de maíz. En riego por gravedad es de 1300 litros/kilo.

ABSTRACT

In an analysis of 17 years from 1998-90 to the 2005-06 is shown the volume of water applied in Million cubic meters (MM^3) in the District of Irrigation of the Yaqui Valley in all the surface of sowing that was irrigated all the long year where the water is included that comes from the system of dams and also the underwater, the applied water table its also available. The applied total volume ranked from 0,00 to 3.182,5 MM^3, the 0,00 meant that in season 2003-04 any hectare was seeded due to the drought that was present for approximately twelve years, as it is observed from 1998 the 2006, when being lowering to the volumes and the surface of sowing. In the systems of pressurized irrigation the federal and state government participates with economic support from 1996. Thus, in Sonora 16.830 ha were under pressurized irrigation while in 2009, it has 45.000 ha from which 4.000 correspond to the southern Sonora. In maize of autumn-winter under surface irrigation, 9000 m^3/ha of water are applied. By the previous situation, it is necessary to look for irrigation systems that use the water more efficiently and that are profitable, reason why the objective of this study was to evaluate a system sprinkler irrigation type lateral move in the maize of the season autumn-winter during three years 2005-06, 2006-07 and 2007-08 in the block 511 in a commercial field. The yield was of 12,025, 10,475 and 11,365 kg/ha for seasons 2005-06, 2006-07 and 2007-08, respectively, with a applied volume of 4600, 5000 and 3800 m^3/ha, respectively and an efficiency of 337, 477 and 337 liters to yield 1 kg of maize grain. In surface irrigation it is of 1,300 liters/kg.

INTRODUCCIÓN

En un análisis de 17 años de 1998-90 al 2005-06 se muestra el volumen de agua aplicado en Millones de metros cúbicos (MM^3) en el Distrito de Riego del Valle del Yaqui en toda la superficie de siembra que se tuvo en todo el año donde se incluye el agua que proviene del sistema de

presas y el agua del acuífero, igualmente se tiene la lámina aplicada o el volumen/ha. El volumen total aplicado varió de 0.00 a 3,182.5 MM^3, el 0.00 significó que en el ciclo 2003-04 no se sembró ninguna hectárea por falta de agua producto de la sequía que se tuvo por aproximadamente doce años, como se observa de 1998 al 2006, al ir bajando los volúmenes y la superficie de siembra (Distrito de Riego del Río Yaqui, Sonora). La lámina aplicada promedio independientemente del cultivo varió de 0.00 a 101.6 cm (10.16 millares de m^3/ha), se observa que la menor lámina aplicada fue en los años en que se aplicaron menores volúmenes de agua como lo muestran los años del 2000 al 2005 y es también donde hubo menor superficie de siembra. Bajo esta situación desde hace seis años a sido necesario utilizar el agua del acuífero en mayor superficie y realizar nuevas perforaciones de pozos profundos.

En el cultivo de maíz de otoño-invierno la fecha de siembra se recomendaba del 10 de agosto al 10 de septiembre y fechas de siembra después de la segunda decena de septiembre corren el riesgo de ser dañadas por heladas (Cota, 1992), en este período las aseguradoras no tomaban el riesgo de heladas para asegurar el maíz de otoño-invierno por lo que los agricultores rara vez sembraban después del 20 de septiembre.
En relación a las estadísticas de maíz de otoño-invierno del ciclo 1981-82 al 2007-08, es decir, 27 años de información donde se muestra la superficie cosechada y el rendimiento medio comercial de esa superficie y de ese año. De 1981-82 a 1989-90 la superficie varió de 12,000 a 40,000 ha y el rendimiento de 3,800 a 4,200 kg/ha, posteriormente de 1990-91 a 1998-99 la superficie se incrementó sustancialmente en un rango de 42,000 a 80,000 ha esto debido a apoyos económicos que implementó el gobierno federal como una forma de incentivar el precio del maíz, el rendimiento osciló de 3,800 a 5,600 kg/ha, ya el incremento del rendimiento a más de 5 ton fue posible del ciclo 1994 al 2001 al recorrer las fechas de siembra a finales de septiembre y donde las aseguradoras ya empezaron a considerar el riesgo de heladas en sus programas de aseguramiento (SAGARPA, 1996 y 2009).
Por la situación anteriormente planteada es necesario buscar metodologías o sistemas de riego que utilicen mas eficientemente el agua además que sean rentables, así se planteó como objetivo el sistema de riego por aspersión en su modalidad avance frontal o lateral en el cultivo de maíz otoño-invierno como una manera de ahorrar agua e incrementar el rendimiento de grano con respecto al riego por gravedad. Está claro que la escasez de agua en el sistema de presas, la reserva estratégica insuficiente y la creciente demanda de uso agrícola entre otros, configuran una problemática apremiante que exige atención prioritaria en la que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) está contribuyendo a encontrar opciones de solución vía tecnología de riego en diversas especies cultivadas (Ortiz, *et al*., 2003).
En relación a los sistemas de riegos presurizados el gobierno federal a través de la SAGARPA impulsó a partir de 1996 bajo el esquema de ferti-irrigación, así en Sonora en 1995 se tenían instaladas 16,830 ha de riegos presurizados, de las cuales 1000 ha se encontraban en los Valles del Yaqui y Mayo, para 1996 en un solo año se instalaron 8,500 ha adicionales, de las cuales fueron 1,200 ha en el Yaqui y Mayo, la mayor parte se instaló en el norte del estado (SAGARPA, 1996). En Sonora actualmente se tienen instaladas 45,000 ha de riegos presurizados como riego por goteo, aspersión y riego por microaspersión de las cuales 4000 ha aproximadamente corresponden para el sur de Sonora.

MATERIALES Y METODOS

Se llevaron a cabo tres estudios consecutivos en los ciclos otoño-invierno 2005-06, 2006-07 y 2007-08 en el Block 511 del Valle del Yaqui, en un suelo de textura media conocido en la región como Aluvión pesado. En estos tres ciclos se utilizó un sistema de riego por aspersión tipo avance frontal que más adelante se describe. Enseguida se describen las labores llevadas a cabo en cada uno de los ciclos:

Ciclo 2005-006
Cultivo anterior: Papa. Preparación del terreno: Cinceleo, Barbecho, doble paso de rastra, empareje o tabloneo, zanjeo o surcado a 92 cm y al mismo tiempo se fertilizó con el surcado aplicando la dosis de 120-00-00 (N-P-K) unidades de nitrógeno/ha como fuente urea, no se aplicó

fósforo ni potasio. Posteriormente se aplicaron 82 unidades/ha en banda como fuente amoníaco a los 40 días después de la siembra (etapa fenológica V4-V5) en planta para completar una dosis total de 308-00-00.

Trazo o hechura de cajetes o micro cuencas (contras) a todo lo largo del surco, un surco sí y otro no con el fin de retener el agua y evitar el escurrimiento, posteriormente se volvió a realizar cuando la planta tenía 50 cm de altura. Aplicación del riego de presiembra con el sistema de riego por aspersión: 2 de septiembre del 2005. Revestimiento de surcos para formar la cama de siembra y eliminar la primera generación de maleza.

Fecha de siembra: 15 de septiembre del 2005 en húmedo con sembradora de precisión marca Monosem. Densidad de población: Se depositaron 8.5 semillas/metro lineal para dar una población de 92,395 semillas/ha y una población de 83 mil plantas/ha al momento de la cosecha. Superficie de siembra: 38 ha. Híbridos: Dekalb 2020 y Asgrow Puma. Aplicación de insecticidas: Se aplicó Lorsban (Clorpirifos) más karate (lambda cyhalotrina) y se realizaron otras dos aplicaciones a través del sistema de riego por aspersión como ferti-irrigación, en total tres con los mismos productos. Fecha de cosecha: 8 al 15 de abril del 2006, la cosecha la realizó el productor en forma tradicional con cosechadora mecánica y la evaluación del rendimiento se estimó con la misma cosechadora y se pesó en un carro báscula (207 días a cosecha) (Ortiz, 2008).

Ciclo 2006-07

Cultivo anterior: Papa. Preparación del terreno: Fue la misma que en el ciclo 2005-06. Aplicación del riego de presiembra con el sistema de riego por aspersión: 18 de septiembre del 2006. Revestimiento de surcos para formar la cama de siembra y eliminar la primera generación de maleza y fertilización al mismo tiempo con 200 kg/ha de fosfonitrato (46-06-00 de N-P-K) más 100 kg/ha de fósforo MAP (polifosfato de amonio 11-52-00), para dar una dosis de 112-112-00 unidades/ha de Nitrógeno y Fósforo, respectivamente aplicados al momento de dar tierra, posteriormente se realizaron dos aplicaciones de fosfonitrato a través del sistema de riego como ferti-irrigación para completar una dosis total de 204-124-00 de N-P-K.

Fecha de siembra: 29 de septiembre del 2007 en húmedo y con sembradora de precisión marca Monosem. Densidad de población: 8.0 semillas/metro lineal para dar una población de 86,956 semillas/ha y una población de 78,300 mil plantas/ha al momento de la cosecha. Superficie de siembra: 42 ha. Híbridos: Dekalb 2020, Asgrow Puma, CERES XR45 y CRM-50.
Aplicación de insecticidas: Se realizaron en total 3 aplicaciones con Lorsban (Clorpirifos) en dosis de 2 litros/ha a través del sistema de riego como ferti-irrigación, dirigidas a la plaga gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Fecha de cosecha: 8 al 15 de mayo del 2007, la cosecha la realizó el productor en forma tradicional con cosechadora mecánica y la evaluación del rendimiento se estimó con un carro báscula (Ortiz, 2003)

Ciclo 2007-08

Cultivo anterior: Papa. Preparación del terreno: La misma del ciclo 2006-07, surcado a 92 cm y al mismo tiempo se fertilizó con 140 unidades de nitrógeno/ha como fuente amoníaco, posteriormente se aplicaron 160 unidades/ha en banda con amoníaco a los 35 días después de la siembra para completar una dosis de 300 unidades de nitrógeno/ha, se aplicaron10 unidades/ha de fósforo a través del sistema de riego como ferti-irrigación como fosfonitrato en la etapa V4. Posteriormente se trazaron la microcuencas tres surcos si y dos no, posteriormente se volvieron a realizar cuando la planta tenia 50 cm de altura. Aplicación del riego de presiembra con el sistema de riego por aspersión: 4 de octubre del 2007.

Revestimiento de surcos para formar la cama de siembra y eliminar la primera generación de maleza. Fecha de siembra*:* 16 de octubre del 2007 en húmedo con sembradora de precisión marca Monosem. Densidad de población*:* 9.0 semillas/metro lineal para dar una población de 97,830 semillas/ha y una población de 83 mil plantas/ha al momento de la cosecha**.** La superficie de siembra fue de 40 ha. Híbridos: Asgrow Puma y Asgrow Bisonte. Se aplicó el insecticida Lorsban 2

litros/ha en forma terrestre y se realizaron otras dos aplicaciones a través del sistema de aspersión en dosis de 2 litros/ha del mismo producto. Fechas de cosecha: 8 al 15 de mayo del 2008, la cosecha la realizó el productor con cosechadora mecánica y la evaluación del rendimiento se estimó con carro báscula.

El Sistema de riego por aspersión tipo Avance Frontal o de Avance Contínuo

Los sistemas de riego de movimiento frontal tiene soportes estructurales y sistemas de guía similares al pivote central, pero no la hidráulica, su diseño y operación es algo diferente. La hidráulica de un sistema de movimiento frontal es equivalente a aquella de las laterales de un sistema de riego por aspersión estándar. Los sistemas frontales se operan en campos rectangulares y pueden irrigarlos completamente. La longitud de tramos (distancia entre las torres) varía desde 39 a 62 m, la fuente de abastecimiento de agua puede ser una tubería o un canal en un extremo o centro del campo a ser regado. En campos de tamaño pequeño o mediano, un lateral remolcable es comúnmente usado teniendo una longitud igual aproximadamente a la mitad del ancho del campo. Alternativamente se puede tener un solo lateral con longitud igual al ancho del campo. En terrenos más grandes, los sistemas consisten de dos laterales que cubren todo el ancho del campo y toman el agua desde un canal o tubería ubicado en el centro del campo y corre paralelo a la dirección del viaje (Slack, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primer año 2005-06

El ciclo 2005-06 el rendimiento fue de 12,025 kg/ha al 14% de humedad con un volumen total de 4.6 millares de m^3/ha (mm^3/ha), en este ciclo no se presentaron lluvias, la eficiencia fue de 383 litros de agua para producir un kilo de grano de maíz. En riego por gravedad la eficiencia anda alrededor de 1,300 litros/kilo. En relación a los híbridos que se probaron el de mayor rendimiento fue el Dekalb 2020 con 12,300 kg/ha, también el más eficiente en la conversión grano-agua, un 5% arriba del Asgrow Puma (Cuadro 1). En el Cuadro 2 se muestra la información, promedio de veinte boletas donde viene cada una de las variables de comercialización por cada carro que se entrega por parte del productor a la industria que recibe el grano en este caso fue la comercializadora industrial de Cajeme, S.A. de CV, la cual hace los descuentos de humedad, impurezas, etc. y estandariza el rendimiento al 14 % de humedad.

Cuadro 1: Rendimiento de maíz de otoño-invierno (o-i) con riego por Aspersión tipo Avance Frontal. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2005-06.

Híbridos	Rendimiento kg/ha (14 % humedad)	Volumen aplicado en mm^3/ha	Eficiencia: Litros por kilo de grano
Dekalb-2020	12,300	4.6	392
Asgrow-Puma	11,750	4.6	374
Promedio	12,025	4.6	337

Cuadro 2: Características de comercialización del grano de maíz. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2005-06 y 2006-07.

Características	Ciclo 2005-06	Ciclo 2006-07
Humedad en %	18.56	18.61
Impurezas en %	1.06	1.40
Grano quebrado en %	1.72	1.98
Grano dañado en %	2.53	5.62
Peso especifico	74.97	70.21
Otros colores en %	3.04	0.00
Rendimiento total en kg	436,635	493,835
Castigos en kg	27,284	31,178
Rendimiento en kg neto a pagar	409,351	493,835
Superficie	38	41.5
Rendimiento de campo en kg/ha	11,490	11,899
Rendimiento a pagarse en kg/ha	10,772	11,148

Segundo año 2006-07

El ciclo 2006-07 el rendimiento fue de 10,475 kg/ha con un volumen total de 5.0 mm^3/ha, en total fueron 42 mm de lluvia y 458 mm de riego, la eficiencia fue de 477 litros de agua para producir un kilo de grano. El rendimiento final del productor comercial ya con boletas fue de 11,300 kg/ha al 14% de humedad. En relación a los híbridos que se probaron el de mayor rendimiento fue el Asgrow Puma con 10,964 kg/ha, también el más eficiente en la conversión grano-agua, un 3% arriba del Asgrow Puma (Cuadro 3). Gurovich, 2009 y Slack, 2003, menciona que una de las ventajas del aspersión es el ahorro de agua. En el Cuadro 2 se muestra la información, promedio de catorce boletas donde viene cada una de las variables de comercialización por cada carro que se entrega por parte del productor a la industria (comercializadora industrial de Cajeme, S.A. de CV) la cual hace los descuentos de humedad, impurezas, etc. y estandariza el rendimiento al 14 % de humedad.

Figuras 1y 2: Maíz regado con aspersión tipo avance frontal e implemento para realizar las microcuencas o contras. CEVY-INIFAP. 2009.

Cuadro 3: Rendimiento de maíz de o-i con riego por aspersión tipo avance frontal. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2006-07.

Híbridos	Rendimiento kg/ha (14 % humedad)	Volumen aplicado en mm^3/ha	Eficiencia: lts por kilo
Asgrow-Puma	10,964	5.0	456
Dekalb-2020	10,682	5.0	468
C-XR45	10,336	5.0	484
CRM-50	9,918	5.0	504
Promedio	10,475	5.0	477

En total se aplicaron 16 riegos, es decir, el riego de presiembra más 15 riegos de auxilió, la frecuencia de riego fue de 33 días al primer riego de auxilio (etapa V3-V4) pero de allí en adelante se redujo la frecuencia a 9 días y de aquí en adelante los riegos se aplicaron cada 10 a 15 días a excepción de finales de noviembre y la primera semana de diciembre donde los riegos fueron dirigidos a disminuir los daños por heladas. En relación a las láminas de riego aplicadas estas variaron de 6 a 87 mm por riego, siendo la mayor la del riego de presiembra, en riego por gravedad se aplican 230 mm. El ahorro de agua es precisamente en la cantidad de agua que se aplica por riego.

Tercer año 2007-08
El ciclo 2007-08 el rendimiento fue en promedio de 11,365 kg/ha con un volumen total de 3.83 mm^3/ha, en total fueron 65 mm de lluvia y 313 mm de riego, la eficiencia fue de 393 litros de agua/kilo. .En relación a los híbridos el de mayor rendimiento fue el Asgrow Bisonte con 11,627 kg/ha, también el más eficiente en la conversión grano-agua, un 5% arriba del Asgrow Puma (Cuadro 4). De acuerdo con Ortiz, 2009 en cuatro ciclos 2004-08 se han determinado consumos de agua como evapotranspiración potencial (Eto) por medio de la estación de clima automatizada de un promedio de 718 mm/ciclo del maíz de otoño-invierno al cual al ser afectado por su coeficiente de desarrollo (Kc) da un consumo de agua o Evapotranspiración real de 539 mm y la cantidad de agua aplicada fue de 470 mm, un 12% abajo, lo que lleva con esto es que en riego por gravedad se está aplicando un 100% más de la evapotranspiración.

En relación a las características de las variables de comercialización estas variaron así: Humedad: 18.9%, impurezas 1.01%, grano quebrado 1.8%, peso específico 74.65, otros colores 2.76 %, así el rendimiento de campo fue de 12,213 kg/ha en una superficie de 40 ha y un rendimiento de 11,368 kg/ha a pagarse. En relación al agua en total se aplicaron 13 riegos, La frecuencia de riego fue de 34 días al primer riego de auxilio (etapa V3-V4) pero de allí en adelante se redujo 16 días a excepción donde llovió, posteriormente cada 4 días y de febrero a marzo ésta frecuencia se alargó debido a las bajas temperaturas (menor Evapotranspiración Potencial) y al sombreado que da la planta reduciéndose la evaporación del suelo.

Cuadro 4: Rendimiento de maíz con riego por aspersión tipo avance frontal. CEVY-INIFAP. Ciclo o-i 2007-08.

Híbridos	Rendimiento kg/ha (14 % humedad)	Volumen aplicado en mm^3/ha	Eficiencia: lts por kilo
A-Bisonte	11,627	3.83	329
A-Puma	11,103	3.83	345
Promedio	11,365	3.83	337

En relación a las láminas de riego éstas variaron de 7 a 101.6 mm por riego, siendo la mayor la del riego de presiembra en tierra seca, en riego por gravedad se aplican 230 mm. El ahorro de agua es precisamente en la cantidad de agua que se aplica por riego. Para programar los riegos se instalaron sensores de humedad marca Watermark a tres profundidades 20, 40 y 60 cm en una estación de monitoreo de la humedad del suelo a todo lo largo del sistema de riego y en función de las lecturas dadas en centibars se realizó la programación del riego

Rentabilidad del maíz de otoño-invierno bajo riego por aspersión tipo avance frontal (Apoyos del 2009).
1.- En la SAGARPA el apoyo para el sistema de riego por aspersión fue de $11,000 a $14,000/ha dependiendo de la superficie de siembra.
2.- En la Comisión Nacional del Agua (CNA) es del 50% hasta $20,000/ha y un límite del costo total del sistema de $40,000/ha.
3.-En el FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). El apoyo es hasta el 50% del costo total de los sistemas de riego, sin rebasar $11,500/ha.

Condiciones para realizar los ejercicios de rentabilidad:
*****Rendimiento de 10.0 ton/ha para una superficie de 50 ha con un período de 4 años de amortización del equipo de riego de acuerdo a lo que propone el FIRA. Costo promedio/ha del sistema de riego 2,666 dólares/ha ($36,000/ha).
*****Precio/tonelada, ciclo 2008-09: $2,700. Entrada económica: $27,000/ha
TIIE (Tasa de Interés Interbancaria), para el 2009 fue de 6.5%, a esto hay que sumarle lo que cobra el banco de interés por el crédito. TIIE: 6.5 más 5% = 11.50%.
*****Costos directos de producción: En el primer año: $15,000/ha (datos de FIRA), en segundo año el costo irá aumentando un 15%.

Ejercicio #1, El sistema de riego por aspersión sin subsidio, (es el peor escenario), la utilidad es baja siendo ligeramente rentable.
Ejercicio #2, El sistema de riego con subsidio de la SAGARPA del 50% o de $11,000/ha queda una utilidad de $5,000/ha el riego por aspersión es más rentable.
Ejercicio #3, El sistema de riego con subsidio con la CNA del 50% o de $18,000/ha queda una utilidad de $7,000/ha el sistema de riego por aspersión es rentable.
Ejercicio #5, Bajo el escenario de ahorro de agua el sistema de riego por aspersión tipo avance frontal se aplicó un volumen promedio de 4.5 millares de m^3/ha, se podrían sembrar dos ha con riego por aspersión y una en gravedad.

CONCLUSIONES

*El maíz de otoño-invierno bajo el sistema de riego por aspersión tipo avance frontal sin subsidio es poco rentable con rendimiento de 10.0 ton/ha.

***El maíz de otoño-invierno bajo el sistema de riego por aspersión tipo avance frontal con subsidio de la SAGARPA y CNA 2009 es rentable con rendimiento de 10.0 ton/ha.

*El ahorro de agua utilizando el riego por aspersión tipo avance frontal es del 85 al 100% con respecto al riego por gravedad.

*La eficiencia de la productividad del agua fue de 384 litros para producir un kilo de maíz contra 1300 litros/kilo del riego por gravedad.

*Con el agua que se utiliza en riego por gravedad, utilizando el riego por aspersión tipo avance frontal en maíz de otoño-invierno se pueden sembrar 2 ha y 1 ha en riego por gravedad.

LITERATURA CITADA

Cota, A. O. 1992. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia de los campos experimentales del sur de Sonora. SARH-INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México. P.1-282.

Distrito de Riego del Río Yaqui. 2009. Estadística de Volúmenes de agua en el Valle del Yaqui. Sociedad de Usuarios S. de R.I. Cd. Obregón, Sonora, México. P. 1-105.

Gurovich, L. 2009. Fundamentos y diseños de sistemas de riego. http://.agronet.com.mx/cgi/articles.cgi? Fecha de consulta junio del 2009.

Ortiz, E.J.E., Félix, V.P y Cortés, J.J.M. 2003. Manejo de riegos para los principales cultivos del Sur de Sonora. SAGARPA-INIFAP-Campo Experimental Valle del Yaqui. Folleto Técnico número 51. Cd. Obregón, Sonora, México. P. 1-136.

Ortiz, E.J.E. 2008. Parcela de validación de maíz otoño-invierno 2004-05, 2005-06, 2006-07 y 2007-08 bajo el sistema de riego por aspersión tipo avance frontal. Informe técnico del proyecto Uso de estaciones de clima para aplicar el riego en parcelas con productores. Campo Experimental Valle del Yaqui-CIRNO-INIFAP. P.1-75.

Marsh, B., Dowgert, M**.**, Hutmacher, R. and Phene, C. 2008. Low pressure drip system in reduced tillage cotton. Water Resources Management IV. Transactions of the Wessex Institute.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1999. Estadísticas de Alianza para el campo. P.1-52. Cd. Obregón, Sonora.

Slack, C. Donald. 2003. Sistemas de Pivote central y de Movimiento Continuo. Capítulo 6. IX Curso Internacional de Sistemas de Riego. Sistemas de Riego por Aspersión y Equipos de Bombeo. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irrigación. P.1-200. Texcoco, estado de México.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1996. Estadísticas de Alianza para el campo. Cd. Obregón, Sonora.

EVAPOTRANSPIRACIÓN Y COEFICIENTE DE CULTIVO EN CHILE BANANA (*CAPSICUM ANNUUM* L) EN EL VALLE DEL YAQUI, MÉXICO

Julio Cesar Rodríguez[1], Christopher Watts[2], Jaime Garatuza Payan[3], Miguel Rivera[3], Carlos lizárraga Celaya[2], Jesús López Elias[1], Julio Rodríguez Casas[1]. [1]UNISON-DAG, [2]UNISON-Física, [3]ITSON-DCAMA. jcrod@fisica.uson.mx

Palabras clave: Evapotranspiración, coeficiente de cultivo, correlación turbulenta, chile banana.

RESUMEN

Durante el invierno y primavera 2008 fueron realizados una serie de experimentos simultáneos para determinar y modelar la evapotranspiración (ET) de varios cultivos en el Valle del Yaqui, México. Uno de estos cultivos fue chile banana (*Capsicum annuum* L) bajo acolchado y protegido con Agribon. La técnica para medición de ET fue la correlación turbulenta (EC). Los resultados muestran que el Agribon además de proteger al cultivo contra bajas temperaturas, plagas y enfermedades reduce fuertemente la ET, posteriormente al retiro de esta película esta se incremento en un 57%. Altos valores de humedad relativa (HR) persistieron durante todo el periodo de estudio. Los valores máximos medidos de Evapotranspiración del cultivo (ET_c) fueron 5.5 mm día^{-1} previos a la cosecha y durante esta de alrededor de 5.0 mm día^{-1}. El coeficiente de cultivo (K_c) previo a la cosecha alcanzo cercanos a 1, para posteriormente mantenerse entre 0.80 y 0.90.

ABSTRACT

During winter and spring 2008 were taken several experiments at same time to measure and modeling of Evapotranspiration (ET) on some crops on the Yaqui Valley Mexico. One of these crops was banana chili pepper (*Capsicum annuum* L) under mulching and protected it by Agribon film. Correlation technique (EC) was used to measure ET. The results shown that Agribon film protected the crops from low temperature, disease and pests and reduced strongly the ET, after that this film was removed it increased on 57%. High values of relative humidity persisted on this period. The maximum ET value measured was about 5.5 mm day^{-1} previous to harvest and during this time these were of 5.0 mm day^{-1}. Crop coefficient (K_c) previous to the harvest reached value close to 1 and after that it kept between 0.80 and 0.90.

INTRODUCCIÓN

El agua es la principal limitante para el desarrollo de la agricultura en las zonas áridas en el noroeste de México (Watts *et at.,* 1999). La determinación de los requerimientos de agua por los cultivos, ha sido y continúa siendo una necesidad científica y tecnológica para ahorrar agua, nutrientes, etc. En este sentido se han propuestos metodologías para medir el consumo de agua de los cultivos o evapotranspiración (ET) a diferentes escalas espaciales y temporales usando sensores remotos (SR), balance hídrico y energía, coeficientes de cultivos (K_c) y modelos-sensores remotos (Samani *et al*., 2009; Anderson *et al*., 2007; Garatuza y Watts, 2005; Anderson *et al*., 2003; Watts *et al*., 1999). En el cálculo de Kc, están incluidas dos variables, la Evapotranspiración de referencia (Et_o) y la evapotranspiración del cultivo (ET_c). ET_o es un parámetro relacionado con el poder evaporante de la atmósfera y se calcula para una superficie de referencia, "pasto hipotético" con características específicas (altura 12 cm, albedo 0.23, resistencia superficial 70 s m^{-1}) y sin restricciones de agua. Asemejando a una superficie extensa de pasto verde bien regado, de altura uniforme, crecimiento activo y cobertura total (Allen et al., 1998). La magnitud de K_c, generalmente es una función de tipo de cultivo o planta, cobertura, ruta metabólica, etapa fenológica en análisis, metodología de riego, estado nutricional y estatus del agua en el suelo. La metodología basada en K_c ha sido ampliamente utilizada para determinar ET_c en cultivos anuales (trigo y algodón, Garatuza *et al*., 1998) y perennes (Vid, Rodríguez *et al*., 2008) en el noroeste de México. Sin embargo, en el caso de hortalizas (chiles) al parecer no existe mucha información sobre metodologías para la determinación ET_c y K_c sobretodo en cultivos con acolchado y técnicas turbulentas (EC) para determinar la ET. El chile es una de las hortalizas que más son sembradas en el sur de Sonora para la exportación y requiere un manejo cuidadoso, sobre todo en la etapa de floración-fructificación, cuando es sensible al déficit de agua en el suelo. En este sentido se

presenta este estudio para determinar la ET_c y K_c sobre una extensa superficie sembrada con chiles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sobre una superficie de 1600 ha en el valle del Yaqui en el 2008, se realizaron mediciones micrometeorológicas para determinar el consumo de agua de cultivos anuales. En 94 ha sembradas de diversas variedades de chiles, en el centro de esta sobre chile banana fue instalada una torre micrometeorológica para medir las componentes de la ecuación de balance de energía (Radiación neta Rn, flujo de calor latente LE y sensible H y flujo de calor de suelo G) y otras mediciones meteorológicas y del suelo (Cuadro 1, Figura 1). Los flujos turbulentos (flujo de calor sensible y latente) fueron medidos bajo la técnica de correlación turbulenta (EC).

Cuadro 1 Sensores instalados sobre una superficie de 10 ha en chile banana, Valle del Yaqui, México.

Sensor, Fabricante	**Variable**	**A. sensor (m)**
Radiómetro neto, Rn-lite, Kipp and Zonen	Radiación neta	2.80
Higrómetro, KH_20, Campbell Sci	Humedad en el aire	3.30
Anemómetro sónico, CSAT3, Campbell Sci	Velocidad de viento (x, y, z)	3.30
Piranómetro cm3, Kipp and Zonen	Radiación solar	2.80
HMP45, Vaisala	Temperatura y humedad en el aire	2.90
Piranómetro, Kipp and Zonen	Albedo	2.80
Radiómetro, Apogee	Temperatura de la superficie	2.75
Radiómetro, Delta_T	PAR	3.00
TDR 616, Campbell Sci	Humedad de suelo	- 0.15 y -0.30
Termómetro 109, Campbell Sci	Temperatura de suelo	- 0.15 y -0.30
SHP, Campbell Sci	Flujo de calor en el suelo	- 0.025 y -0.05
Adquisidor de datos CR5000		

Todos los sensores fueron conectados a un adquisidor de datos CR5000 (Campbell SCI) y los datos almacenados en una tarjeta compact flashcard. Los sensores para determinar los flujos turbulentos fueron muestreados a 20 Hz y el resto de sensores a 0.1 Hz. Los datos EC fueron reprocesados usando el programa ECPACK desarrollado por el grupo de calidad en el aire del Universidad de Wageningen (Holanda) e incluye las correcciones a la temperatura por la presencia de humedad, del oxigeno para el higrómetro y correcciones a vientos (Van Dijk *et al*., 2003; Webb *et al*., 1980; Wilczak *et al*., 2001). Considerando que la falta de cierre en la ecuación de balance fue del 10% no fue aplicada la corrección de la relación de Bowen sugerida por Twine *et al.* (2000), para la obtención de los flujos turbulentos (Evapotranspiración LE y calor sensible H).

Figura 1. Instrumentación meteorológica en chile banana, Valle del Yaqui, 2008.

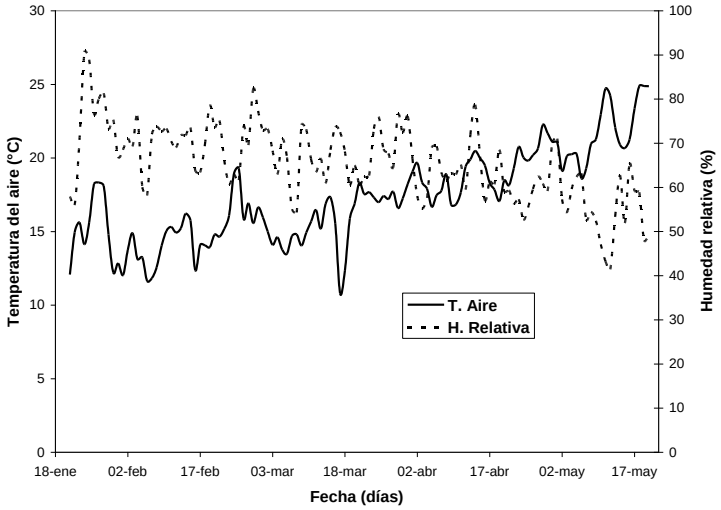


Figura 2. Comportamiento diario de la temperatura y humedad del aire en el 2008, Valle del Yaqui.

El calculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) y Coeficiente de cultivo (K_c) fue realizado utilizando la propuesta por Allen *et a*l. (1998), y Doorenbos y Pruitt, (1977).

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad \textbf{(1)}$$

donde; ET_o evapotranspiración de referencia (mm día^{-1}), Rn 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), u velocidad de viento promedio diario a 2m de elevación (m s^{-1}).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad \textbf{(2)}$$

donde; ET_c es la evapotranspiración medida (mm día^{-1}).

Al Considerar que el agua disponible como humedad de suelo para evapotranspirar era menor al 50% de la diferencia de capacidad de campo y punto de marchitez permanente, no se realizo corrección por estrés hídrico (K_s) al cálculo de K_c (Allen *et al*., 1998).

Manejo agronómico. Las plantas de chile banana fueron transplantadas el 21 de enero y el inicio de cosecha 28 de abril y cosechada periódicamente durante 2 meses. La superficie fue cubierta con plástico y agribon. El sistema de riego fue presurizado (goteo). La ferti-irrigación fue maneja por el productor y el riego varió de 3 a 6 horas diarias. El agribon fue instalado 15 de febrero y retirado previo a la cosecha (abril 7).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 2, muestra el comportamiento de la temperatura del aire (Ta) y humedad relativa (HR) media diaria. En el caso de la Ta se observa el incremento gradual estacional (invierno-primavera) de 12.7 a 24.8 °C como media diaria. Durante todo el periodo la Ta mínima y máxima fueron de 2.4

°C en enero 24 y 35.8 °C en mayo 11, respectivamente. Por otro lado, la HR tuvo su mínimo de 14% en mayo 14 y máximo de 99% en enero 24, pero en general la HR máximas oscilaron entre 75 y 99% y las mínimas de 14 a 78%. Lo anterior muestra la alta presencia de HR sobre el cultivo durante buena parte de su ciclo y el riesgo a plagas y enfermedades tales como (mosquita blanca, paratrioza y virosis, entre otras) se incrementa considerablemente.

Posterior al retiro del Agribon la temperatura de la superficie (follaje) se incremento, pasando de 31.4 a 34.3 °C, pero no así la temperatura del suelo a 15 cm y 30 cm (23.8 a 23.6°C), debido a que el follaje cubría toda el área del acolchado. Al principio cuando el chile tenia la mínima cobertura la diferencia entre las temperaturas fue positiva (T15cm > que a 30 cm de profundidad), mientras que con el incremento en la cobertura (T30cm > que 15 cm), contrario al observado por Inzunza e*t al.* (2007), para acolchado de color similar.

La evapotranspiración requiere gran cantidad de energía o calor, por lo siguiente este proceso es controlado por intercambio de energía entre la superficie y la atmósfera y limitado por la energía disponible (principio de conservación de energía). La figura 3 muestra las componentes de la ecuación de balance de energía (ET, Rn, H y G, Rn-G = ET+H) de plantación hasta un mes después de iniciada la cosecha, en este caso, convertidas a lamina (mm/día, L calor latente de vaporización, 2.45 10^6 J Kg^{-1}). En ella se observa que la energía disponible (Rn-G), varia de 2.5 a 6.7 mm $día^{-1}$, mientras que G se mantiene positiva durante el tiempo que la cobertura es baja y tiende a cero o negativa al incrementarse la cobertura del chile banana. El Flujo de calor sensible (H) inicia con valores positivos ~ 2.5 mm $día^{-1}$ y termina con valores negativos cercanos a 1 mm $día^{-1}$, posteriormente al retiro del Agribon. La ET en chile banana vario de 0.5 mm a 5.5 mm posteriores al retiro del Agribon, valores cercanos al energía disponible.

La figura 4, muestra la ET_c, ET_o y K_c medidos en chile bajo acolchado y cubierto con Agribon desde el transplante hasta un mes posterior a la cosecha. En ella se observa que los valores ET_o oscilaron de 2.7 a 6.8 mm $día^{-1}$ durante el periodo de plantación a cosecha. El valor es dependiente del clima, así que con el incremento en la temperatura y radiación de invierno a primavera, este presento un comportamiento típico para estas regiones áridas. La ET_c inmediatamente después del transplante fue principalmente el agua derramada por el sistema de riego por inadecuada aplicación del riego y de la cubierta plástica. Durante el periodo de floración/fructificación estos valores fueron de alrededor de 2 mm $día^{-1}$, mientras que en la etapa de maduración de fruto la ET_c se incremento linealmente hasta alcanzar valores de 3.5 mm $día^{-1}$, previo al retiro del Agribon. Posterior al retiro del Agribon la ET_c se incremento de manera importante, alcanzando valores hasta 5.5 mm $día^{-1}$, significando un incremento de 57%, valores inferiores a los observador por Klar y Jadoski (2004) en acolchado e inferiores a los observados por Miranda *et al.* (2006), en chile tabasco en ambientes tropicales bajo riego presurizado pero sin acolchado. Durante la cosecha la ET_c se mantuvo en valores promedio de 5 mm $día^{-1}$. En la misma figura se observa el K_c y su valor inicial en la etapa de crecimiento fue 0.20 - 0.30, mientras que la etapa de desarrollo alcanzo valores de 0.40 a 0.60, estos valores son bajo a los observador por Miranda *et al.* (2006). Durante la etapa de madurez del fruto y cosecha los valores Kc fueron alrededor de 0.85 y en algunos días valores superiores a 1, principalmente después del retiro del Agribon y posterior la primera cosecha, donde se aplica un riego pesado. Estos máximos valores observados son inferiores a los reportados por Allen *et al*. (1998) y Miranda *et al*. (2006) de 1.0 y 1.2 para sistemas de riego no presurizados.

El consumo total de agua por el chile banana (ET) fue de 327 mm durante los 120 días que duro el experimento, valor muy inferior a lo reportado por Figueroa *et al*. (2006) y Miranda *et al*. (2006) para zonas semi-áridas y tropicales, respectivamente.

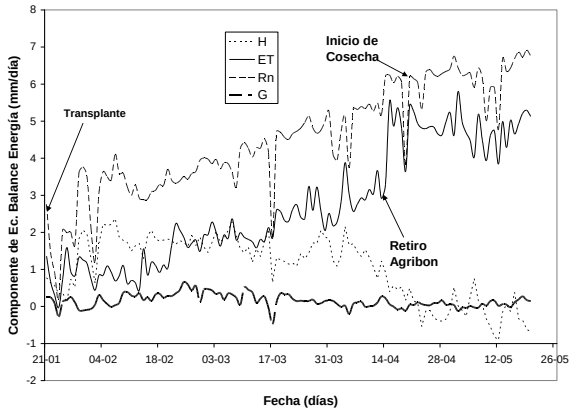


Figura 3. Componentes de la ecuación de balance de energía en chile banana, Valle del Yaqui 2008.

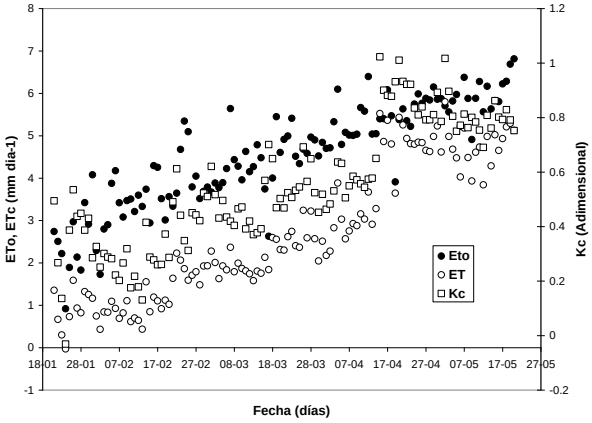


Figura 4. ETo, ETc y Kc en chile banana, Valle del Yaqui, México, 2008.

CONCLUSIONES

El chile es una de las principales hortalizas sembrada en el sur de Sonora, sensible al estrés hídrico por lo que la medición de ET_c es una prioridad en su manejo. La EC es una manera determinar las necesidades hídricas de los cultivos y la calidad de sus datos permite validar modelos espaciales de ET. Los resultados observados muestran que la temperatura el aire denota pocos cambios durante el periodo, mientras que la humedad relativa se mantiene alta, lo cual la hace susceptible a plagas y enfermedades. La temperatura del suelo y del cultivo tuvieron pocos cambios durante el periodo evaluado por la presencia de Agribon al inicio y la alta cobertura posteriormente. Los valores de ETc fueron altos posterior al retiro del Agribon el cual reduce significativamente la ET en un 57%, por lo que esta superficie cumple varias funciones (proteger de bajas temperaturas, plagas y enfermedades y reducir la evapotranspiración). El valor de K_c fue inferior a lo reportados por Allen *et al.* (1998) y Miranda **et al.** (2006), por lo que se requiere hacer más investigación para validar los valores bajos de ET_c previos al retiro del Agribon.

Agradecimientos.

A el programa de repatriación y retención del CONACYT, al proyecto PLEIADES y a la Universidad de Sonora que apoyaron mi retención y financiaron la serie de trabajos realizados en el Valle del Yaqui y la Costa de Hermosillo. Así mismo, deseamos agradecer al Ing. José Antonio Gándara Terrazas como productor cooperante por los apoyos para la realización de este experimento y a todos los estudiantes que participaron en el.

LITERATURA CITADA

Anderson, C., Kustas, W.P., Norman, J.M, 2003, Upscaling and downscaling- a regional view of the soil-plant-atmosphere continuum, Agronomy Journal, 95:1408-1423.

Anderson, C., Kustas, W.P., Norman, J.M, 2007, Upscaling flux observation from local to continental scales using thermanl remote sensing, Agronomy Journal, 99:240-254.

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., . Smith M, 1998, Crop evapotranspiration- guidelines for computing crop water requierements- FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO, Rome, 339 pp.

Doorenbos J., Pruit E.O., 1977, Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 24, FAO, Rome, 144 pp.

Garatuza-Payan J., W.J. Shuttleworth, D. Encinas, D. McNeil, J.B. Stewart, H. de Bruin y C. Watts, 1998, Measurement and modelling evaporation for irrigated crops in north-west Mexico, Hydrol. Process., 12:1397-1418.

Garatuza-Payan J., Watts C., 2005, The use of remote sensing for estimating ET of irrigated wheat and cotton in Northwest Mexico, Irrig. Drain. Sys., 19:301-320.

Inzunza-Ibarra, M.A., Mendoza-Moreno, S.F., Catalán-Valencia, E.A., Villa-Castorena, M.M., Sánchez-Cohen, I., Román-López, A., 2007, Productividad de chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico, Fitotecnia, 30(4): 429-436.

Klar, A.E., Jadoski S.O., 2004, Irrigation and mulching management for sweet pepper crop in protected environment, Irriga Botucatu, 9(3):217-224.

Miranda F.R., Gondim R.S., Costa C.A.G., 2006, Evapotranspiration and crop coefficients for Tabasco pepper. Agric. Water. Manag., 82:237-246.

Rodríguez J.C., J. Grageda-Grageda, C. Watts, J. Garatuza-Payan, A. Valenzuela-Martínez, S. Moreno-Salazar y A. Ochoa-Meza, 2008, Evapotranspiración y coeficiente de cultivo en cultivares de uva de mesa en la Costa de Hermosillo, Sonora, México, XI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas, 23-24 Oct. Mexicali BC MX, 46-51.

Samani, Z., Bawazir, A.S., Bleiweiss, M., Skaggs, R., Longworth, J., Tran, V.D., Pinon, A., Using remote sensing to evaluate the spatial variability of evapotranspiration and crop coefficient in the lower rio Grande Valley, New Mexico, Irrigation Science, DOI 10.1007/s00271-009-0178-8.

Twine, T.E., Kustas, W.P., Norman, J.M., Cook, D.R., Houser, P.R., Meyers, T.P., Prueger, J.H., Starks, P.J., Wesely, M.L., 2000, Correcting eddy-covariance flux underestimates over a grassland, Agric. For. Meteorol., 103:279-300.

Van Dijk, A., Kohsiek, W., De Bruin, H.A.R., 2002, Oxygen sensitivity of Kripton and Lymann- hygrometers. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 20: 143-151.

Watts C.J., Rodríguez J.C., Garatuza Payan J., de Bruin H.A.R., Stewart J.B., 1999, Estimación de evaporación y radiación solar en el valle del Yaqui Sonora usando datos de satélite. Ingeniería Hidráulica en México, Vol XIV, Num 3, o 45 - 53.

Webb, E.K., Pearman, G.I., Leuning, R., 1980, Correction of flux measurements for density effects due to heat and water vapour transfer. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 106: 85-100.

Wilczak, J., Oncley, S., Stage, S.A., 2001, Sonic anemometer tilt correction algorithms. Boundary-Layer Meteorology 99: 127-150.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL INSECTICIDA SPIROTETRAMAT EN EL CONTROL DEL PIOJO HARINOSO DE LA VID *Planococcus ficus* (HEMIPTERA:PSEUDOCOCCIDAE) EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA 2007

Agustin A. Fu Castillo[1], Aldo A. Del Real Valdez; INIFAP-CIRNO-CECH. Carretera a Bahía de Kino, Km. 12.6 Hermosillo, Sonora, México. e-mail: fuca40@yahoo.com.mx.

Palabras clave: Daño, eficacia, residualidad.

RESUMEN

La uva de mesa en Sonora es considerada como uno de los principales soportes socioeconómicos, debido a la gran cantidad de empleos y ganancias económicas que genera. Anualmente en la región se producen 13 millones de cajas con un valor promedio de $13 dólares/caja, lo cual representa un ingreso de $170 millones de dólares al año. *Planococus ficus* es una plaga de reciente aparición y grave amenaza para la viticultura en Sonora, ya que es uno de los insectos más dañinos y difíciles de controlar en el complejo tradicional de plagas que atacan la vid. El presente trabajo se realizo en dos viñedos comerciales de productores cooperantes en las variedades “Superior Seedless” y “Red Globe” los cuales se llevaron acabo en las regiones de Pesqueira y Costa de Hermosillo. El ensayo consistió en evaluar 5 diferentes dosis del producto Spirotetramat, una dosis de Imidacloprid y un testigo sin aplicar. La aplicación se realizó durante la primavera, el día 10 de Abril del 2007. En los diferentes tratamientos aplicados con insecticidas se encontró una reducción considerable en la población de ovisacos y piojos totales a los 14 días después de la aplicación, manteniéndose reducidas hasta los 63 días posteriores a la aplicación, La dosis baja de Imidacloprid (60 g.i.a/ha) no mostró una buena efectividad en el control de la plaga, sin embargo el resto de los tratamientos fueron significativamente diferentes al testigo sin aplicación, siendo la dosis de 90, 90 (Nueva formulación), 120, 60 + 60 (fraccionado) g.i.a/ha y 525g.i.a/ha de IMidacloprid los más efectivos en el control de la plaga y mostrando un periodo de protección mayor a los 60 días contra la plaga.

ABSTRACT

The table grape in Sonora is considered one one of the main socio-economic crops, because generate to much jobs and benefits economic. Annually in the region the production is 13 million boxes with a value average of $ 13 U.S. dollars / box, which represents an income of $ 170 million for year. *Planococus ficus* is a pest with high potential of damage to viticulture in Sonora, it is one of the most damaging insect and difficult to control in the complex traditional pests that attack the vine. This work was realized in two vineyards commercial in the varieties "Superior Seedless" and "Red Globe" in Pesqueira and Costa de Hermosillo, Sonora. The test evaluated five doses of insecticide Spirotetramat, a dose of Imidacloprid and a check. The application was made during the spring, on April 10, 2007. The treatments applied insecticide registered a considerable reduction in the population of mealybug to 14 days after application, during to 63 days after the application, Spirotetramat (60 g.i.a/ha) not show a effectiveness in controlling the pest, however the rest of the treatments were significantly different to check, being the dose of 90, 90 (New formulation), 120, 60 + 60 (Fracc.) gia / ha and Imidacloprid 525g.ia/ha of the most effective in controlling the pest and showing a period of 60 days greater protection against the pest.

INTRODUCCIÓN

La uva de mesa en Sonora es considerada como uno de los principales soportes socioeconómicos, debido a la gran cantidad de empleos que genera y ganancias económicas. Anualmente en la región se producen 13 millones de cajas con un valor promedio de 13.00 dólares/caja, lo cual representa un ingreso de $170 millones de dólares al año. Además de la importancia económica, este cultivo genera 220 jornales por ha/temporada, es decir, que en las 8,500 hectáreas que existen en las regiones de la Costa de Hermosillo y Pesqueira proporcionan empleo para mas de 1,870,000 jornales por temporada (Fundación Produce Sonora, 2002). Los piojos harinosos se alimentan sobre tejido verde y directamente bajo la corteza de la planta, succionando la savia del floema. Los insectos secretan abundante mielecilla que atrae hormigas y otros insectos, lo que

además favorece el desarrollo del hongo negro conocido comúnmente como "fumagina". El principal daño causado por el insecto es la contaminación de los racimos con masas blancas algodonosas, ovisacos y piojos harinosos, así como presencia de "mielecilla", reduciendo considerablemente la calidad de la fruta. La presencia del insecto en racimos puede causar rechazo de la fruta de exportación (Fu *et al*., 2002).En un período muy corto de tiempo, posterior a la aparición de piojo harinoso de la vid, el insecto ha causado fuertes daños económicos en la calidad y productividad a la viticultura (Godfrey *et al*., 2002). *P. ficus* es considerado por la Comisión Californiana de Uva de mesa, como la plaga más importante y dañina de vid en Norteamérica (Geiger *et al*., 1998; Bentley *et al.*, 2002). En la Costa de Hermosillo, Sonora en el 2001, la plaga afectó el 100% de la producción en 150 has de vid de mesa del Cv. "Flame Seedless", estimándose pérdidas económicas mayores a los 2 millones de dólares. A partir del 2005 la plaga se distribuyó en la totalidad de viñedos en las regiones de Pesqueira y Costa de Hermosillo en el estado de Sonora (Fu, 2006). *P. ficus* es una plaga de reciente aparición y grave amenaza para la viticultura en Sonora, ya que es uno de los insectos más dañinos y difíciles de controlar en el complejo tradicional de plagas que atacan la vid. Además los estrictos estándares de calidad de la industria de uvas de mesa y alta demanda de los consumidores exigen muy baja tolerancia de daños en calidad de la fruta (Flaherty *et al*. 1992). Actualmente existe un reducido número de insecticidas efectivos para el control de esta plaga, motivo por el cual es necesario identificar moléculas alternativas que reduzcan las altas poblaciones de la plaga en el cultivo de vid. El objetivo de este trabajo es de evaluar la eficacia biológica y residualidad del insecticida en diferentes dosis para el control de piojo harinoso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevo acabo en los siguientes campos: Don Luís ubicado en el Km. 40 carretera a Bahía de Kino y en el viñedo Terramara ubicado en la carretera internacional Hermosillo-Nogales. Los ensayos se efectuaron en la variedad de mesa "Superior Seedless" y en la variedad "Red Globe" durante la etapa de desarrollo del cultivo (primavera). Los tratamientos evaluados consistieron en tres diferentes dosis de Spirotetramat 150 OD (60, 90 y 120g.i.a/ha), una dosis fraccionada de Spirotetramat 150 OD (60+60g.i.a/ha) a los 0 y 7 días después de la primer aplicación, una dosis con nueva formulación de Spirotetramat 150 OD (90g.i.a/ha), un testigo comercial Confidor SC 35 (525g.i.a/ha) y un testigo sin aplicación. Los diferentes tratamientos (Spirotetramat 150 OD) se aplicaron al follaje de la planta. Los tratamientos fueron aplicados con aspersora mecánica calibrada para asperjar una solución de 2,000 litros de agua/ha. El tratamiento comercial (Imidacloprid 35 SC) aplicado al suelo se dosificó y aplicó manualmente en una solución calibrada en cada gotero, utilizando 100 cc de solución, para lo cual se utilizó un vaso de plástico. La caída de la gota en la línea regante se determinó como el sitio de aplicación. Posteriormente se efectuó un riego de incorporación, con 4 horas de riego continuas para asegurar el desplazamiento del producto hasta la zona radicular de la planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran el comportamiento poblacional de la plaga donde se observó que el testigo sin aplicación mostró la mayor densidad de ovisacos (Figura 1 y 3) y piojos harinosos totales (Figura 2 y 4) durante todo el desarrollo del experimento. En los diferentes tratamientos aplicados con insecticidas se encontró una reducción considerable en la población de ovisacos a los 14 días después de la aplicación, manteniéndose reducidas hasta los 63 días posteriores a la aplicación (Figura 1 y 3). Este resultado es muy importante desde el punto de vista del manejo de la plaga ya que de acuerdo con Fu *et al*. (2005) Cada ovisaco contiene hasta un máximo de 800 huevecillos con un promedio que varía entre 300 y 400, por lo que la disminución observada en el número de ellos, contribuye sustancialmente a evitar que la población de inmaduros se incremente, manteniéndola a un nivel que pueda ser impactada con mayor eficiencia por otros agentes de control como *Anagyrus pseudococci* y *Chrysoperla carnea,* los cuales alcanzan controles de 20 a 30%, respectivamente. En la Figura 2 y 4 se presenta la tendencia poblacional del total de piojos harinosos, observando que el testigo sin aplicación tuvo una tendencia lineal de crecimiento en todo el período de muestreo, mientras que en los tratamientos insecticidas se mostraron las menores densidades de la plaga, encontrando que a los 14 días después de la aplicación se tuvo

la menor densidad poblacional del insectos y manteniéndose baja hasta la ultima evaluación (63 DDA), fecha en que se observó un ligero incremento poblacional de la plaga en las dosis bajas de Spirotetramat 150 OD (60 g.i.a/ha); mientras que las dosis de 90, 90 (nueva formulación), 120 g.i.a/ha se mantuvieron por debajo de los 5 piojos por planta desde los 21 a los 63 días después de la aplicación siendo estos los mejores tratamientos.

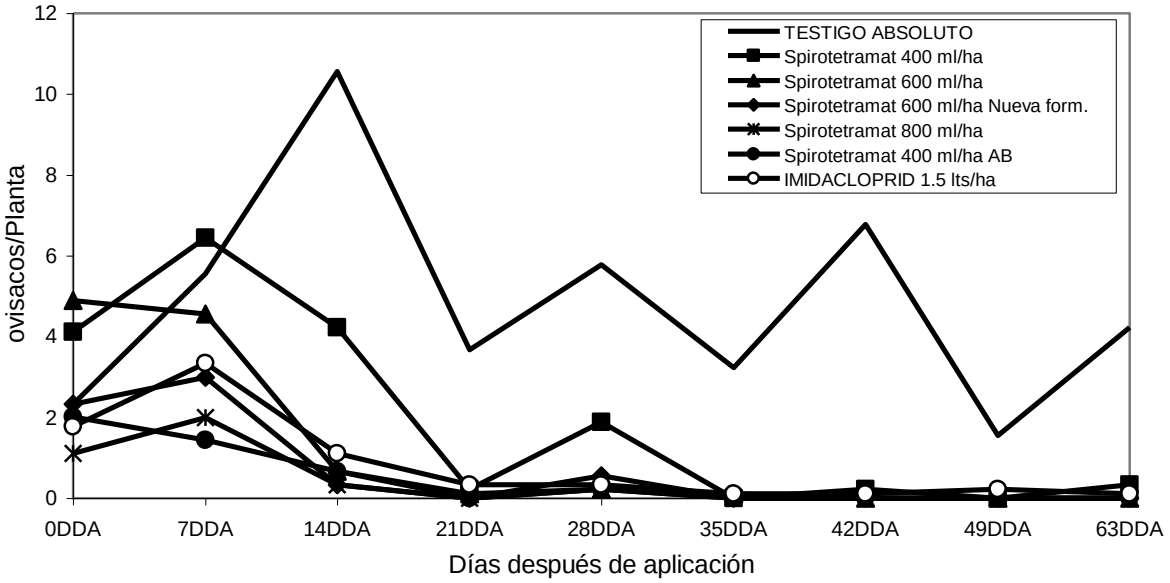


Figura 1. Número de ovisacos de piojo harinoso *Planococcus ficus* en un muestreo de planta completa por 2 minutos de vid de mesa cv. Superior Seedless, 2007 realizada en el viñedo Don Luis ensayo. DDA= Días después de la aplicación.

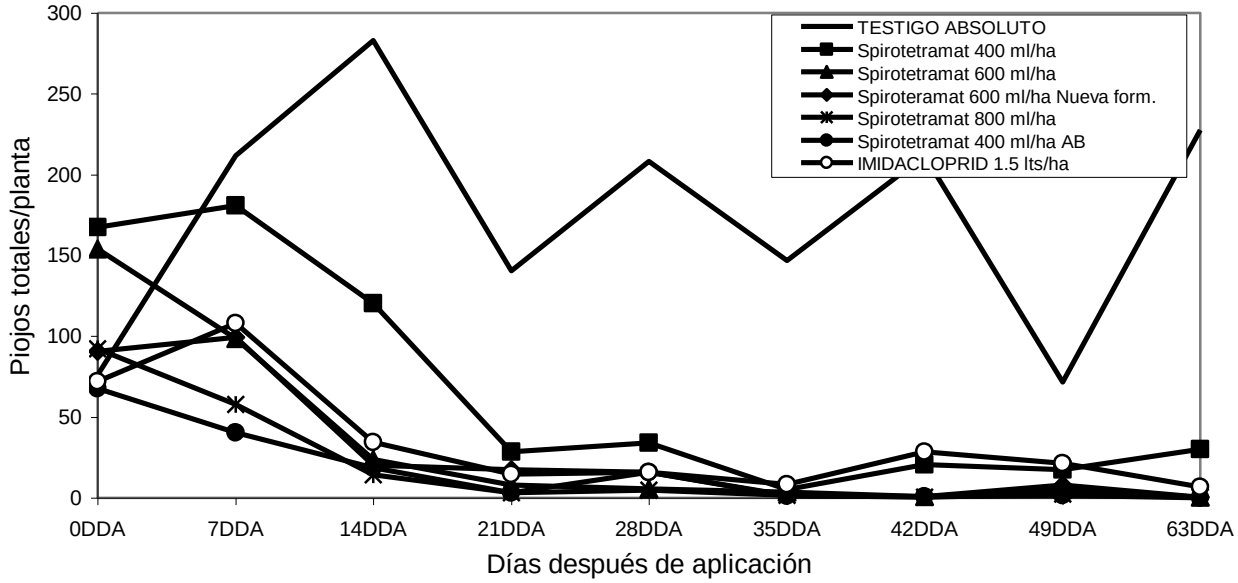


Figura 2. Número de piojos harinosos totales (Caminantes+Inmaduros+Hembras adultas) de piojo harinoso *Planococcus ficus* en un muestreo de planta completa por 2 minutos de vid de mesa cv. Superior Seedless, 2007 realizada en el viñedo Don Luis. Resumen de todas las evaluaciones. DDA= días después de aplicación

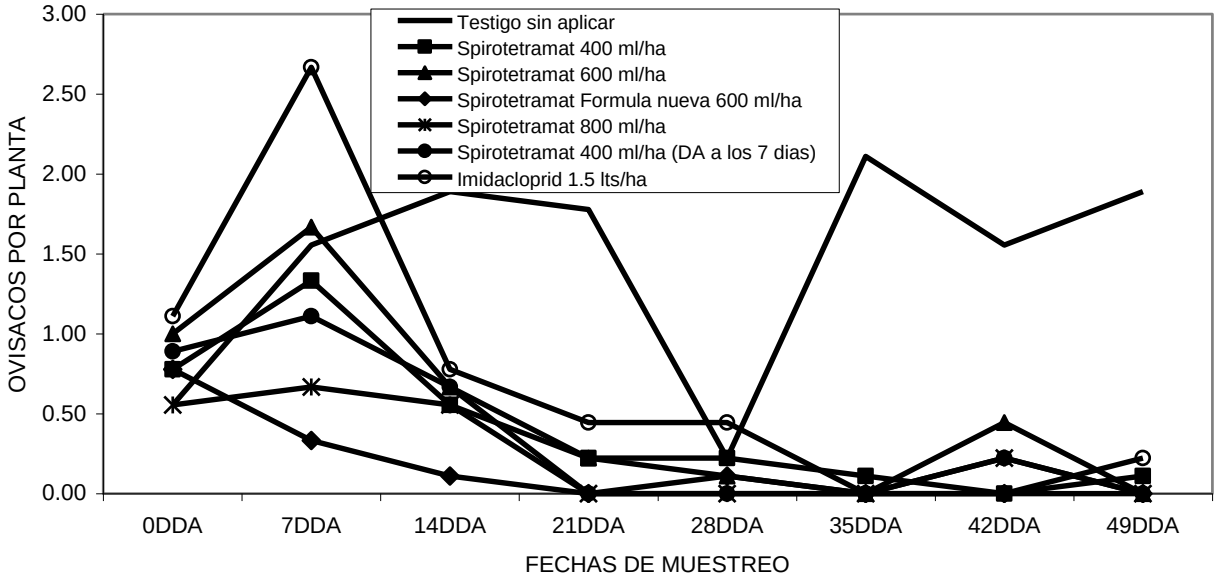


Figura 3. Ovisacos totales por planta muestreadas cada 7 días después de la aplicación, donde fueron evaluadas diferentes dosis del insecticida Spirotetramat en el viñedo Terramara.

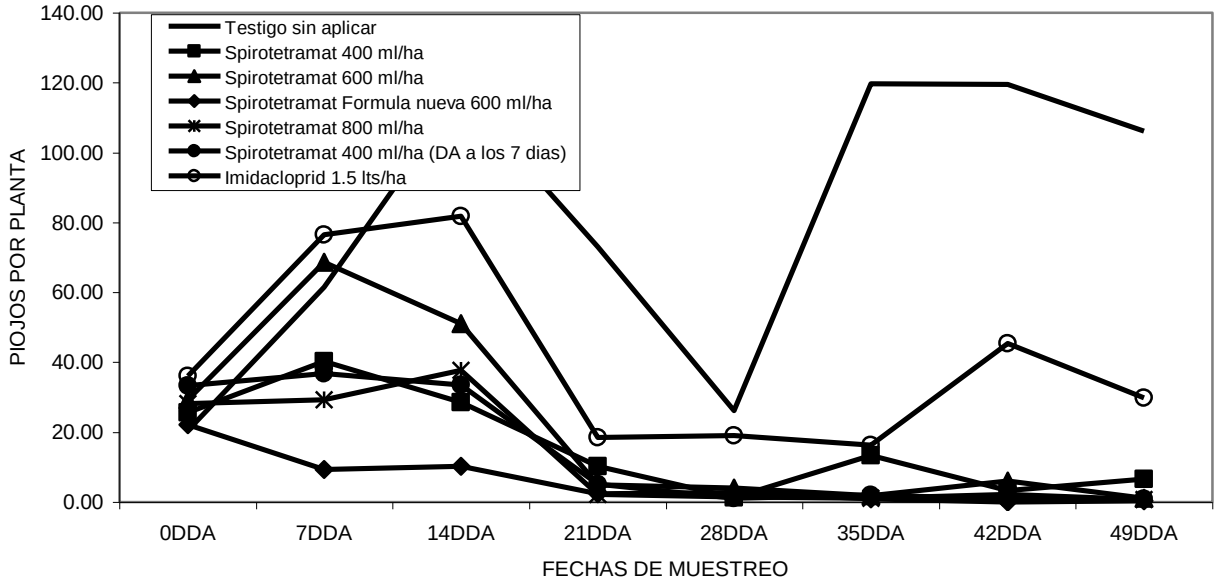


Figura 4. Promedio de piojos totales encontrado en los muestreos realizados, donde se aplicaron distintas dosis del insecticida Spirotetramat en el viñedo Terramara en primavera del 2007.

LITERATURA CITADA

Flaherty, D. L; L. Christiensen y W.T. Lanini. 1992. Mealybugs. In: Grape Pest Management (D.L. Flaherty, L.P. Christensen, W.T. Lanini; J.J. Marois y L.T. Wilson Eds.). Univ. Calif. Div. Agric. Nat. Res. Publ. 3343. P. 159-165.

Fu, C., A. A. 2002. Avances de Investigación en Piojo Harinoso, Planococcus ficus en Vid. Seminario de Viticultura. CECH-INIFAP. P: 56-72.

Fu, C. A. A. 2005. Quimigación. Recomendaciones. Aplicaciones de insecticidas en el riego por goteo. Ficha Técnica. INIFAP-CESAVE-JLSV.

Fu, C.A.A. 2006. Control químico del piojo harinoso de la vid Planococcus ficus Memoria Seminario de Viticultura 2006. Memoria técnica No. 22. INIFAP-CECH.

Geiger, C.A; K.M. Daane; C.R. Anderson; W.J. Bentley y M. Bianchi. 1998. New efforts to explore augmentative biological control of the Pseudococcus maritimus in California vineyards. Pp. 178-182. In. Proc. Calif. Conf. on Biological Control. 10-11 June 1998. Berkeley, CA. Univ. Calif. Oakland, CA.

Godfrey, K.E; K. Daane M; W. J. Bentley; R. J. Gill y R. Malakar-Kuenen. 2002. Mealybugs in California vineyards. University of California. Agricultural & Natural Resources. Pub. 21612. 16 pp.

Fundación Produce, Sonora. 2002. Cadena Agroalimentaria/Agroindustrial Uva de Mesa. http://www.produce.org.mx.

EL CULTIVO DE ORÉGANO *Lippia palmeri* Watson, EN EL ESTADO DE SONORA

Corella-Bernal Rubén Armando[1], Ortega-Nieblas, María Magdalena[1], McCaughey-Espinoza, Diana[1] Robles-Burgueño María del Refugio[2], Vázquez-Moreno, Luz[2]. [1]Profesor-Investigador del Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. D.I.C.T.U.S. Blvd.. Luis Encinas y Rosales s/n. C.P. 83000. Hermosillo, Sonora. [2]Investigadora del Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo. C.I.A.D. Apartado Postal 1735. rub_co@hotmail.com.

Palabras clave: Cultivo de orégano, *Lippia palmeri*, orégano.

RESUMEN

El orégano es una planta distribuida en México; solo son comercializados nueve géneros y 14 especies de la familia Verbenacea, Labiadas y Compuestas. La familia Verbenacea es considerada de mayor importancia de acuerdo a sus características aromáticas y a su distribución. A esta familia pertenecen los géneros *Lippia* con tres especies y *Lantana* con dos especies . La especie de orégano *Lippia palmeri* Watson, es localizada en el Noroeste de México, abarcando principalmente a la península de Baja California y a los estados de Sonora y Sinaloa. Se realizaron varios trabajos con *Lippia palmeri* W., para conocer su comportamiento bajo condiciones de cultivo, entre ellos tenemos pruebas de germinación, utilizando Acido Giberélico en concentraciones de 100, 200 y 300 ppm. También se han hecho pruebas de propagación por estacas utilizando el Acido Indolbutírico en dosis de 2000, 3000, 4000 y 5000 ppm., así como el estudio fenológico de plantas bajo condiciones de cultivo propagadas por semilla, donde mediremos la altura, diámetro y época de floración, para concluir con el rendimiento por planta y por hectárea. Así mismo, se realizaron análisis sobre le contenido de aceite esencial y sobre el uso de este aceite para el control de dos gorgojos *Zabrotes subfaciatus* y *Acanthocelides obectus*, plagas consideradas de gran importancia económica en la región en granos almacenados principalmente frijol.

ABSTRACT

Oregano is a plant distributed in Mexico are sold only nine genera and 14 species of the family Verbenaceae, Labiatae and Compositae. Verbenaceae family is considered most important according to their aromatic characteristics and distribution. To this family belong to the genus Lippia three species and two species Lantana. The species of Oregano Lippia palmeri Watson, is located in northwestern Mexico, mainly covering the peninsula of Baja California and Sonora and Sinaloa. We work with several Lippia palmeri W., to know their behavior under growing conditions, among them we have a germination test, using Gibberellic acid at concentrations of 100, 200 and 300 ppm. There has also been evidence of propagation by cuttings using indole butyric acid in doses of 2000, 3000, 4000 and 5000 ppm. As well as the phenological study of plants under cultivation conditions propagated by seed, which will measure the height, diameter and age of flowering, concluding with the yield per plant and per hectare. Likewise, it analyzes were performed on essential oil content and the use of this oil for control of two weevils and subfaciatus Zabrotes Acanthocelides obectus, pests considered of great economic importance in the region mainly in stored grains beans.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor producción y exportación de orégano en el mundo, superado solo por Turquía. El orégano mexicano actualmente se encuentra distribuido en los estados de Chihuahua, Durango, Tamaulipas, Coahuila, Jalisco, Zacateca, Querétaro. Hidalgo y Baja California Sur a menor escala, y Sonora no figura entre los estados productores de orégano. La introducción del orégano a cultivo, vendría a ayudar a la conservación de las poblaciones naturales, ya que actualmente las explotaciones de este recursos son de origen silvestre, lo cual va mermando las poblaciones debido a que la época de recolección sucede cuando la planta se encuentra con un 30 a 40% de floración, no logrando la regeneración de nuevas plantas debido a que no llega a producir semilla ni caer nuevamente en el suelo. Es una planta con muy buenas

características de manejo, alta residencia a sequía, desarrolla en terrenos de bajo contenido nutricional, tiene una gran demanda a nivel local, nacional e internacional, lo que lo hace atractivo para su introducción. Viendo estas características, se pretende introducir como cultivo a esta especie de orégano *Lippia palmeri* Watson, el cual vendría a ayudar en la introducción de un nuevo cultivo para la región agrícola de la Costa de Hermosillo, región muy afectada por la falta de agua y la intrusión salina en los mantos freáticos.
Actualmente se tienen parcelas experimentales en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, donde se hacen las primeras evaluaciones como cultivo, mostrando características muy aceptadas en cuanto a su germinación, desarrollo vegetativo, rápido crecimiento, buena calidad así como presentación de hoja (producto comercial), fácil manejo, buen contendido de aceite esencial, en fin, un buen comportamiento como cultivo, pero aun hay mucho por hacer, como el de conocer sus requerimientos de agua, plagas y enfermedades que se le puedan presentar, requerimientos nutricionales para una buna producción, etcétera, todo lo que se le tiene que hacer a un cultivo tradicional para la obtención de altas producciones.

El nombre "orégano" constituye a más de dos docenas de diferentes especies de plantas, con flores y hojas que presentan un olor característico a "especie". La hoja del orégano se usa no solo como condimento de alimentos, si no también en perfumería, licorería, refresquería, como fijador de olor, sabor y color, pero en estudios recientes se han encontrado actividad anti-microbiana (contra hongos, bacterias, insectos y virus), antioxidante y desinfectantes; también se emplea en la medicina tradicional como antiespasmódico, motivo por el cual se han convertido en un producto de exportación. Adicionalmente, la Organización Mundial de la Salud estima que cerca del 80% de la población en el mundo usa extractos vegetales o sus compuestos activos, por ejemplo los terpenoides, para sus cuidados primarios de salud (Dafarera,y col., 2000).

Lippia palmeri Watson, pertenece a la familia Verbenaceae. Es una planta con tallos leñosos rectos, alcanzan de 0.5 a 2.5 m de alto. Las hojas brotan de dos en dos en cada nudo, son ovaladas acabadas en punta, su longitud es de 0.5 hasta 2 cm. Poseen pecíolos y aparecen cubiertas de glándulas. Las flores son blancas amarillentas cambiando de color con el tiempo a violáceas, forman espiguillas de 3 cm; los pétalos son de 2 a 3 mm de longitud florece en verano de julio a octubre y su fruto es ovoide, globoso y en forma de capsulado donde se encuentran las semillas. *Lippia palmeri* Watson se encuentra distribuida en el Estado de Sonora, Sinaloa y Baja California. Se desarrolla en zonas cálidas, en suelos pobres de materia orgánica, es fácil de encontrarla en las laderas de los cerros y en raras ocasiones en terrenos planos (Maldonado, 1991).

En el Estado de Sonora se encuentran dos zonas naturales con altas poblaciones de orégano (*Lippia palmeri* W.),en las cuales se han llevado a cabo varios estudios sobre su comportamiento bajo condiciones silvestres, asi como el de la obtención material vegetativo (semillas, estacas, hojas, plantas adultas para establecimiento de banco de germoplasma),para la realización de los estudios de germinación, siembras, fenología, contenido de aceites y controles de plagas en granos almacenados. Los sitios referidos son: San Agustín, San Nicolás, El Colorado, El Cerro de la Minita, localidades con menos abundancia de plantas, y en la localidad de Puerto del Orégano y Álamos fueron localizadas en mayor densidad de plantas (Ortega y col., 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

En lo referente a la propagación del orégano (sexual y asexual), se han hecho estudios con semilla y estacas provenientes de el sitio conocido como Puerto del Orégano. La colecta de semillas se llevó a cabo en el mes de junio del 2007. Se probaron tres tiempos de remojo de la semilla por 30, 60 y 120 minutos en cinco concentraciones de ácido giberélico (GA_3), 0 100, 200 300 400 y 500 ppm, utilizando en el testigo solo agua destilada.
Para conocer la influencia del ácido giberélico sobre la germinación de las semillas, se utilizaron 100 semillas secas sanas y maduras, previamente identificadas y cuidando que no tuvieran daños mecánicos ni de insecto, estas fueron colocadas en cajas petri las cuales en la parte inferior se coloco algodón y en la parte superior papel filtro donde se colocaron las semillas de orégano una

vez que se remojaron en los tiempos antes mencionados. Las cajas de petri fueron colocadas en una cámara de germinación marca Seedburo Modelo D7440, controlando la temperatura en un rango de 25 a 27^{0}C.Los muestreos se realizaron cada dos día a partir de la siembra, por un tiempo de 30 días, iniciando la germinación al tercer día, considerando la plántula germinada al momento de mostrar las hojas cotiledonarias .Todos estos resultados obtenidos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento. Encontrando que los mas altos porcentajes de germinación con Ácido Giberélico fue el de 100 ppm. en 60 minutos, obteniendo el 90% de germinación a los 15 días de muestreo, siendo menores para las demás dosis.

En lo referente a la propagación por estacas, se utilizaron estacas de madera joven, tejidos aun no lignificados, los cuales contaban con un promedio de 5 pares de yemas vegetativas, haciendo un corte en la base de la última yema y posteriormente fueron sumergidas en Ácido 3-Indolbutírico por espacio de 5 segundos. Las dosis utilizadas fueron 2000, 3000, 4000 y 5000 ppm. utilizando como sustrato peat moss (mezcla de musgo-perlita-vermiculita) utilizando 50 estacas por cada tratamiento; posteriormente las estacas fueron colocadas en recipientes cilíndricos utilizados para propagación de plantas. Las charolas con las estacas estuvieron en un invernadero con temperatura y humedad controladas, realizando los muestreos cada 5 días, los resultados obtenidos muestran que el mayor porcentaje de estacas enraizadas fue el tratamiento de de 2000 y 3000 ppm con un 70% de estacas enraizadas en un período de 15 días. En el tratamiento de 4000 ppm se obtuvo un 38% de enraizado y un 29%, en el de 5000 ppm con lo cual demuestra la fototoxicidad que caracteriza al ácido 3-Indolbutirico, no se continuaron mas días porque algunas estacas se encontraban secas o empezaba a presentar podredumbres en las bases.

Los estudios fenológicos, se llevaron a cabo con plantas que inicialmente fueron sembradas en invernadero y transplantadas a campo una vez que alcanzaron una altura de 15 centímetros, plantando un lote experimental con 375 plantas, colocadas a una distancia de 2 metros entre surco y un metro entre plantas; se seleccionaron 10 plantas para tomar los datos de altura, diámetro de copa, formación de ramas laterales, época de floración, y cosecha (peso fresco y peso seco) si lo comparamos con el comportamiento de las poblaciones silvestres, son muy diferentes ya que las poblaciones naturales dependen de las precipitaciones para desarrollar y estas se encuentran muy delimitadas por las lluvias o presencia de humedad, no así en las cultivadas donde si existe disponibilidad de agua en el momento que requiere la planta. En base a los resultados obtenidos, tenemos que la altura promedio alcanzada por la planta en el primer corte fue de 47 centímetros con un diámetro promedio de 35 centímetros; para el segundo corte, la altura promedio de la planta fue de 85 centímetros de altura y 78 centímetros de diámetro. Para el tercer corte las plantas habían alcanzado una altura de 90 centímetros y 85 centímetros de diámetro. Con respecto a las épocas de floración, esta inició al tercer mes de plantada, pero la época de cosecha se realiza cuando las plantas tengan entre un 20 y 30 % de floración, momento en que los recolectores de orégano silvestre realizan la cosecha, ya que si dejaran mas tiempo, bajaría la calidad del producto en cuanto a que habria mas flores que hojas; las plantas que no fueron cosechadas continuaron su desarrollo pero aumentó la producción de flores y frutos (semillas), con lo cual podemos tener una buena producción de semillas para siembras posteriores. Los rendimientos obtenidos en cada corte fueron los siguientes, en el primer corte se tuvo un rendimiento promedio de 170 gramos de hoja fresca, 604 gramos en el segundo corte y 661 gramos en el tercer corte, siendo el peso seco promedio de los 3 cortes de 56, 132 y 260 gramos de hojas secas, las cuales contenían un promedio de 35 % de humedad. Si tenemos una población de 5000 plantas por hectárea, y tenemos un rendimiento promedio por planta de 448 gramos, entonces tendríamos un rendimiento aproximado de 2,240 kilogramos por hectárea, lo cual es atractivo como cultivo alternativo. Los cortes se realizaron cada 3 meses y los riegos se aplicaban cada 2 meses con una lámina aproximada de 10 centímetros por riego.

En cuanto al aceite obtenido de las dos localidades Puerto del Orégano y Álamos, Sonora, regiones productoras de orégano silvestre, en el cual se ha encontrado mayor contenido de aceite por planta en el sitio de Álamos que en el de Puerto del Orégano, el uso de ambos aceites esenciales aplicados para el control de las plagas en granos de frijol almacenado provocaron la muerte tanto de *Zabrotes subfaciatus* y *Acanthocelides obectus* variando esta en la dosis aplicada y el tiempo de efecto. La mayor mortalidad se encontró en las dosis de 20 µl. a los 20 minutos de

aplicado en ambos insectos, y en la menor dosis (0.5 µl.) el tiempo fue de 150 minutos en *Z.subfaciatus*, y el *A. obectus* el tiempo de mortalidad fue de 210 minutos. En el caso del testigo los insectos se siguieron reproduciendo de manera natural. La residualidad del aceite fue de 40 días en los tratamientos de 15 y 20 µl.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la fecha, se ha visto que esta especie de Orégano (*Lippia* palmeri Watson) , se comporta de una manera satisfactoria como un nuevo cultivo para estas regiones donde el principal problema es la escasez de agua, y se ha visto que pese a la gran variabilidad genética manifestado en plantas de mas de 3 años de edad, en plantas juveniles provenientes tanto de semilla como de estacas, se ve uniformidad de crecimiento en estas, en su tamaño de hoja, presenta una estructura foliar de fácil manejo como cultivo, muy visitado este cultivo por diferentes tipos de insectos tanto plagas como insectos benéficos, no mostrando daño alguno por ellos, sus etapas de desarrollo bien definidas y sobre todo sus rendimientos muy alentadores para esta región. En lo referente a la propagación sexual encontramos que con dosis de 100 ppm. de Acido Giberélico se obtuvo el 90%. En lo referente a la propagación por estacas, se encontró que en la dosis de 2000 y 3000 ppm. de Acido Indolbutírico presentó el mayor porcentaje de enraizamiento 70%. Con respecto a los estudios fenológicos se encontró que la planta tiene un promedio de crecimiento de 70 cm. en 3 meses de desarrollo (período de febrero a noviembre), y de 65 cm. de diámetro promedio en los tres cortes, con un rendimiento promedio por planta de 448 gramos

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y observaciones realizadas hasta el momento, podemos concluir que el cultivo de esta especie de orégano *L. palmeri* Watson, promete como alternativa de cultivo para el estado de Sonora.

LITERATURA CITADA

Dafarera, D.J., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G. 2000. GC-MS Analysis of essential oils from some greek aromatic plants and their fungitoxicity on Penicillium digitatum. J Agric Food Chem. 48, 2576-2581.

Maldonado, A. L. 1991. Descripción Botánica y Usos del Orégano en México. Memorias sobre el estado actual del conocimiento del Orégano en México. pp. 41-52

Ortega N.M., R. Corella B. y M.R. Robles B. 2006. OREGANO Lippia palmeri Watson. Especie de importancia comercial para las Zonas Semiáridas del estado de Sonora-México. CONAFOR-CONACYT. Septiembre 2006.

CALIDAD DE FRUTA 25 SELECCIONES DE GUAYABO EN EL SUR DE SONORA

Jesús Arturo Samaniego Russo[1], Ernesto Sánchez Sánchez[1], Alfonso Ramírez Arredondo[1], Rafael Valenzuela Borbón[1], Manuel Madrid Cruz[1]. [1]Investigadores del Campo Experimental del Valle del Mayo. INIFAP. Navojoa, Sonora, México. Fax 01(642)4233045. samaniego.arturo@inifap.gob.mx

Palabras clave: *Psidium guajava,* Calidad, tamaño de fruta, contenido de pulpa.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el ciclo 2008-2009 en el Sahuaral, Etchojoa situado al Suroeste del estado de Sonora. El material de guayabo utilizado se obtuvo de las selecciones del Banco de Germoplasma del INIFAP, propagado por acodo aéreo, con excepción del material Cubano que se propagó por injerto (inj) y semilla (S) y Hawai-71 también por injerto. Se incluyeron 22 selecciones y tres materiales adicionales que ya se habían evaluado en la Región. Fueron plantados en Marzo del 2006 a una densidad de 500 plantas ha^{-1} (5 x 4 m). El diseño experimental fue Completamente al azar, con cuatro repeticiones, las variables evaluadas fueron calidad de fruta (peso, dimensiones, Grados Brix y contenido porcentual de pulpa y semilla).
En peso de fruto fue superior Hawaii 71 con 206.5 g por fruto, le sigue S-56, Cubana (S), Cubana (Inj), y S-54 con 137.7, 134.2, 130.2 y 128.6 respectivamente. Los genotipos con mayor porcentaje de pulpa en el fruto fueron S-54 y S-61 con 80.5 y 80.1 % respectivamente. Los valores mas altos para grados brix fueron en S-42, S-85 y S-61 con 16.1, 15.3 y 13.8

ABSTRACT

Southern Sonora has the recognition of a region represent free of Mexican fruit fly by the Department of Agriculture United States, this a comparative advantage to other productive regions. The aim of this study was to evaluate 25 outstanding materials of guava under agro-ecological conditions of southern Sonora in 2008 – 2009 years. The research was conducted in Sahuaral, Etchojoa, Sonora, and México. The material assessed was guava spread Seed Bank of INIFAP, (22 selections and 3 additional materials and evaluated in the Region). They were planted in March 2006 at a density of 500 plants ha-1 (5 x 4 m). The experimental design was a completely random, with four replications. It was evaluated performance genotypes with greater weight fruit were Hawaii 71 with 206.5 g, S-56, Cubana (S), Cubana(Inj), and S-54 con 137.7, 134.2, 130.2 y 128.6 g. the percentage was higher soluble solids in the selections S-42, S-85 y S-61 with values of 16.1, 15.3 y 13.8 correspondingly

INTRODUCCIÓN

El sur de Sonora tiene una superficie bajo condiciones de riego de 377, 125 ha, de las cuales 127,000 reúnen las características físico-químico de suelo, condiciones climáticas y calidad de agua adecuada para el desarrollo de diferentes especies frutícolas ya que nos encontramos libres de la presencia de mosca mexicana de la fruta, reconocidos por USDA, que le da un valor agregado a la región al poder exportar fruta fresca de diferentes especies frutales, sin tratamiento previo. El Campo Experimental del Valle del Mayo realiza investigación en frutales desde el inicio de la década de los 90^{s} con el objetivo de evaluar nuevas alternativas de producción más rentables ya que es necesario realizar una reconversión productiva, entendido como un cambio hacia la siembra o plantación de especies más eficientes en el uso de los recursos, que generen mayor ocupación de mano de obra, que sean más redituables y que vengan a reactivar la actividad agrícola. El productor del Sur de Sonora ha iniciado la reconversión frutícola, con la plantación de naranja en mas de 2000 ha, sin embargo es necesario diversificarse mediante la plantación de diferentes especies y variedades frutícolas, que presenten ventajas comparativas en su producción y comercialización. Así es como el cultivo de Guayabo se presenta como una atractiva alternativa de producción, ya que somos el único Estado en el País que puede exportar fruta fresca a Estados Unidos de Norteamérica. Y otros Países ventaja que no tienen otras Regiones productoras, incluso Hawaii que es un Estado de la Unión Americana y no puede introducir fruta fresca al resto de su País.

En México se tiene una superficie plantada de guayabo de 23, 900 hectáreas con una producción anual de 300 000 toneladas. En el sur de Sonora se presentan condiciones adecuadas para el desarrollo y producción de esta especie. Por su composición nutrimental, la guayaba podría considerarse como un fruto nutracéutico, aportando a la dieta principalmente vitamina C (200 a 400 mg/100 g de peso fresco), cantidad de cinco a ocho veces mayor que la aportada por el jugo de limón o naranja, razón a la que debe su apelativo de "reina de la vitamina C", la cual es un importante antioxidante natural (Vasco, Padilla y Toro 2003).
Se adapta con facilidad a distintas condiciones climáticas pese a su origen tropical; sin embargo su área ecológica se encuentra en la faja paralela al Ecuador, con límites que no van mas allá del paralelo 30º de cada hemisferio (Villaseñor, 1977).
El guayabo se desarrolla mejor en clima seco, sin embargo son mejores las áreas secas que reciban lluvia que no exceda los 1000 mm, es mas resistente a la sequía que la mayoría de los árboles frutales tropicales (El-Baradi, 1975). Así se ha observado que en países donde la estación seca es prolongada (cinco meses o mas) en un año se obtiene una producción, cuya floración se dispara por la entrada de las lluvias; mientras que en los climas tropicales con precipitaciones altas estacionada durante el año, con insolación suficiente que permite la actividad de insectos, se han observado dos producciones al año. (Le Burdelles y Estenove 1967). Rendimientos mayores se obtienen con una temperatura anual media de 23 a 28 ºC, sin embargo el guayabo tolera temperaturas de 45 ºC o más. Es sensible a bajas temperaturas; las plantas jóvenes pueden morir a - 1.7 ºC, mientras que los árboles maduros toleran períodos cortos a -3.3 ºC (Rhuele, 1964).

Padilla, S. et al en el 2002 señalan que la guayaba puede producir mejor en áreas donde el invierno es mas marcado, en comparación a regiones mas tropicales. Sin embargo puede ser dañado severamente a temperaturas de solo unos cuantos grados bajo cero, aunque se ha observado que algunos árboles con ramas dañadas hasta el nivel del suelo, han producido nuevos brotes capaces de producir en 2 a 3 años. La variedad Lucknow 42 tiene frutos de tamaño medio, de forma redonda, pulpa blanca cremosa, sabor dulce agradable, buena calidad, buena producción, no recomendable para enlatado.

El estudio de 24 selecciones de guayabo en Zacatecas, México mostró oscilaciones en contenido de Vitamina C de 217 a 485 mg/100g de tejido, en las selecciones 116 y 10 respectivamente, el peso de semilla por fruto oscilo de 1.2 a 3.0 g en la selección 29 y 85 correspondientemente, el porcentaje de sólidos solubles varió de 10.4 en la selección 106 a 14.6 en la selección 37. Las selecciones superaron de 2 a 5 veces la media de rendimiento de fruto en la Región de estudio (Padilla et al. 2003).

Durante el año 2006 se evaluaron 24 selecciones de guayabo, la producción en número de frutos por planta osciló de 69 en la selección 56 a 718 en el genotipo 48; en kg/planta de 3.2 en los materiales 42 y 115 a 32.9 en la selección 48; en cuanto a precocidad denotada por número de días de la poda al inicio de cosecha fluctuó de 194 en la mas precoz con la selección 111 y 253 días la mas tardía que fue la 56 (Padilla, et al , 2007)

Resultados de investigación en el sur de Sonora indican rendimientos de 20 y 15 ton/ha para las variedades Hawaii 71 y Lucknow, la primera de pulpa rosa y la segunda pulpa blanca con tamaño de fruto que oscila en el primer caso de 110 a 160 g y en el segundo material de 85 a 110 g. Es importante señalar que los rendimientos aquí señalados se pueden mejorar sustancialmente mediante el manejo de poda y cierre del marco de plantación a 5 x 5 m. (Samaniego- Russo, 2005).

En otra evaluación en el sur de Sonora, se reportan rendimientos de las selecciones 54, 106, 11, 47 y 37 con 17.5, 15, 14.6, 10.6 y 10 kg por árbol en el periodo de agosto a diciembre (Samaniego-Russo et al, 2007).

En el sur de Sonora al evaluar 25 selecciones de guayabo se encontraron diferencias notables en peso de fruto al oscilar de 24 a 218 g, el contenido de semilla por fruto de 4 a 39 g, en cuanto al porcentaje de sólidos solubles fluctuaron de 8 a 16.1 (Samaniego-Russo et al 2008)

Se realizaron colectas de guayaba en 11 diferentes Estados de la República mexicana, desde 0 a 2000 msnm, se evaluaron algunas características de fruto como tamaño y forma, color, número de semillas, grosor de pulpa, contenido de vitamina C, encontrándose una amplia variabilidad del fruto con respecto a forma, tamaño, color de cascara y pulpa, y número de semillas (Padilla, González y Osuna, 2008).

Los principales consumidores de la guayaba en el mundo son los grupos étnicos de origen latino, hindú y arábigo residentes en Europa y Estados Unidos. Si consideramos que la población de origen latino radicada en Estados Unidos asciende a mas de 20 millones de personas y que estos tienen poder de compra anual del orden de los 40 mil millones de dólares, este se visualiza como el principal mercado potencial, sobre todo de fruta fresca, ya que el Sur de Sonora esta reconocido por USDA como región libre de mosca mexicana de la fruta, no existiendo restricción alguna para su exportación.

Alrededor del 85% de la producción nacional se orienta al consumo en fresco, la superficie promedio de huertas registradas llegó a 21,300 ha, con una producción de 266 mil toneladas de las cuales Michoacán, Aguascalientes y Zacatecas aportan el 94% de este volumen. La oferta de guayaba se concentraron un 70% en el período de Septiembre a Enero y el 30% de Febrero a Agosto, se considera que los meses de Mayo a Junio es la época de menor disponibilidad (Fundación Produce Sonora ,2004).

OBJETIVO

Encontrar al menos tres materiales de guayabo con fruta de calidad de exportación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el ciclo 2008-2009 en el Sahuaral, Etchojoa situado al Suroeste del estado de Sonora que presenta un clima muy seco o desértico, muy cálido con temperatura media anual de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C con régimen de lluvias de verano y muy extremoso con oscilaciones anuales de las temperaturas medias mensuales mayor de 14°C representado por BW (h') w (e'). El material de guayabo utilizado se obtuvo de las selecciones del Banco de Germoplasma del INIFAP, propagado por acodo aéreo, con excepción del material Cubano que se propagó por injerto (inj) y semilla (S) y Hawai-71 también por injerto. Se incluyeron 22 selecciones y tres materiales adicionales que ya se habían evaluado en la Región. Fueron plantados en Marzo del 2006 a una densidad de 500 plantas ha^{-1} (5 x 4 m). El diseño experimental fue Completamente al azar, con cuatro repeticiones, con una planta como unidad experimental. Las variables evaluadas fueron calidad de fruta (peso, dimensiones, Grados Brix y contenido porcentual de pulpa y semilla).

RESULTADOS

Al realizar el análisis de varianza para la variable peso de fruto nos indica diferencias altamente significativas entre las selecciones con superioridad de Hawaii 71 con 206.5 g por fruto, le sigue S-56, Cubana (S), Cubana (Inj), y S-54 con 137.7, 134.2, 130.2 y 128.6 respectivamente. Los materiales con fruta mas pequeña fueron S-42 y S-57 con 59.1 y 49.2 g en ese orden (cuadro 1).La mayor longitud de fruto (diámetro polar) se tuvo en los genotipos Hawai-71, Cubana(inj), S-10, Cubana (S) y S-45 con cifras de 68.9, 65.7, 64.1, 63.5 y 61 mm correspondientemente, .El ancho de fruto (diámetro ecuatorial) fue mayor en Hawaii- 71, S-56, Cubana(S) y Cubana (Inj) con 71, 62.8, 59.6 y 58.4 mm en ese orden, éstas medidas nos dan idea de la forma aproximada que tiene la fruta. La proporción de contenido de pulpa y semilla en fruto es importante tanto para la industria como para el consumidor en fresco, , los genotipos con mayor porcentaje de pulpa en el fruto fueron S-54 y S-61 con 80.5 y 80.1 % respectivamente, , en el caso de Hawaii 71 , Cubana (S) y

Cubana (Inj) fueron de 77.9, 77 y 74 % ; los contenidos mas bajos en pulpa fueron para los materiales S-85, S-118 y S-11 con 72.5, 72.4 y 68.7 en ese mismo orden. En lo relativo al contenido porcentual de semilla los de menor contenido fueron S-48, S-61 y S-54 con 21.1, 19.2 y 18.2 % del peso total de fruto. El contenido de grados brix (PSS) de la pulpa nos indica lo "dulce " de la fruta y en esta variable encontramos diferencias altamente significativas entre selecciones con los valores mas altos para S-42, S-85 y S-61 con 16.1, 15.3 y 13.8 ; las cifras mas pequeñas fueron para S-56, S-106 y S-54 con 11.0, 10.8 y 9.4 respectivamente (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

En los primeros ensayos se tienen genotipos con características sobresalientes en porcentaje de sólidos solubles como S-42, S-85, y S-61.
En contenido porcentual de pulpa sobresalen S-54 y S-61.
En tamaño de fruta los más altos valores son para Hawaii-71, S-56 y Cubana (S).

Cuadro 1.- CALIDAD DE FRUTA DE 26 SELECCIONES DE GUAYABO 2008-09

		Diámetro de fruto(mm)							
SELECCIÓN	Peso Fruto(g)	Largo	Ancho	Grosor Pulpa	Peso Semilla	Peso Pulpa	Grados Brix	% SEMILLA	% PULPA
SEL. - 10	94.9	64.1	52.1	10.3	22.3	72.2	11.9	23.7	75.8
SEL. - 11	78.1	59.5	48.9	9.4	20.0	57.8	12.9	25.6	74.0
SEL. - 12	72.5	60.6	47.4	9.6	16.6	55.4	11.8	23.1	76.3
SEL. - 20	74.9	60.3	48.4	9.6	18.0	56.5	11.6	24.2	75.3
SEL. - 37	59.6	53.5	44.4	9.4	13.7	45.5	12.9	23.1	76.2
SEL. - 42	59.1	41.7	46.8	12.6	21.8	42.4	16.1	40.7	73.0
SEL. - 45	84.4	61.0	50.1	9.6	21.8	61.8	11.8	25.9	73.2
SEL. - 46	78.1	59.8	48.5	10.0	19.0	58.6	12.2	23.8	75.6
SEL. - 47	67.6	54.8	46.9	9.6	15.3	51.9	12.7	22.7	76.8
SEL. - 48	85.9	56.3	50.7	10.6	18.4	67.1	12.0	21.1	78.5
SEL. - 54	128.6	75.5	57.3	13.2	22.8	104.1	9.4	18.2	80.5
SEL. - 56	137.7	59.6	62.8	11.7	31.7	104.8	11.0	23.4	75.6
SEL. - 57	49.2	48.4	42.3	8.8	12.7	36.3	12.1	26.1	73.5
SEL. - 61	62.6	54.8	45.5	10.3	12.0	50.2	13.8	19.2	80.1
SEL. - 85	61.1	50.3	45.4	9.2	15.3	45.4	15.3	26.9	72.5
SEL. - 106	91.6	55.9	51.9	10.5	21.3	70.2	10.8	25.3	74.5
SEL. - 111	61.2	48.2	46.9	8.8	17.9	42.8	11.8	30.6	68.7
SEL. - 115	59.4	51.5	44.8	9.3	14.1	45.3	12.2	24.1	76.0
SEL. - 116	73.4	60.2	47.9	8.8	19.5	53.6	11.8	26.7	72.9
SEL. - 117	76.1	59.5	48.3	13.3	24.2	56.6	14.8	36.0	76.1
SEL. - 118	65.1	56.3	46.0	8.7	17.5	47.3	11.6	26.9	72.4
SEL. - 126	65.1	53.9	46.4	9.4	15.6	49.1	12.9	24.4	74.8
Hawaii 71	206.5	68.9	71.0	13.9	45.3	160.3	11.9	21.6	77.9
Cubana(S).	134.2	63.5	59.6	12.0	29.1	104.8	12.7	22.7	77.0
Cubana (Inj)	130.2	65.7	58.4	11.1	31.6	97.7	11.8	25.2	74.0

LITERATURA CITADA

El-Baradi, T.A.1975. "Guava. Review article". Abstr. Trop. Agric 1: 9-16.
Faostat.2005. http://faostat.fao.org/default.aspx.

Fundación Produce Sonora, A.C. 2004. Agenda de agronegocios, Guayaba una Nueva Alternativa de Producción. Folleto de Divulgación. Hillo, Sonora.

Le-Burdelles, J. y P. Estonove 1967, La goyave aux Antillas. Fruits22 (9):397-412.

Padilla, R.S. et al. 2002. Guayaba su cultivo en México.INIFAP-CIRNOC-C.E. Pabellón.

Padilla, R. S., E. González, G. E., L. Reyes M., M. Perales., E. Mercado S., y N Mayek. 2003. Caracterización de germoplasma de guayabo de la región de Calvillo-Cañones. En Memoroa del primer Simposio Internacional de Guayabo. Aguascalientes. México.

Padilla, R. S., E. González, G. E., L. Reyes M., M. Perales., F. Gutiérrez A. y E. Osuna C. 2007. Precocidad y rendimiento de fruto de Selecciones de guayabo (Psidium guajabum) en la Región de Calvillo-Cañones. En Memoria del XII Congreso de la SOMECH. Zacatecas. México.

Padilla, R. S., E. González and E.S. Osuna-Ceja. 2008. Collection and characterization of Mexican guava (*Psidium guajava L*.), germplasm.

Rhuele, G.D. 1964. "El cultivo de la guayaba en florida". Agric. Trop. (Bogotá) 20:555-564.

Samaniego-Russo J.A. 2005. Guayabo; una alternativa de producción para el sur de Sonora. En Memoria del VII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, México.

Samaniego-Russo J.A. et al . 2007. Rendimiento de 26 selecciones de guayabo en el Sur de Sonora. IX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, México.

Samaniego-Russo J.A. et al 2008. Rendimiento de 26 selecciones de guayabo en el sur de Sonora. En memoria de 54th Annual meeting of the interamerican Society for Tropical Horticultural". Vitoria, Brasil.

Vasco, M.N., S. Padilla R. y J.F Toro V.2003 Composición nutrimental de la guayaba y sus semillas .En memoria del primer simposio internacional de la guayaba. Aguascalientes México.

Villaseñor, L.C.A. 1977. Perspectivas del mercado de la guayaba *Psidium guajava* L. en México. Tesis profesional, ENA Chapingo; México.

INSECTICIDAS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DEL PULGÓN, APHIS CRACCIVORA KOCH, EN FRIJOL YORIMÓN EN BAJA CALIFORNIA SUR

José G. Loya-Ramírez[1], Alfredo Beltrán-Morales[1], Liborio Fenech-Larios[1], Francisco H. Ruiz-Espinoza[1], Sergio Zamora-Salgado[1] y Luís Emiterio Morales Prado. [1]Departamento de Agronomía de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. jloya@uabcs.mx.

Palabras clave: Manejo integrado, Abonos verdes, Efectividad de insecticidas

RESUMEN

El frijol yorimón, *Vigna unguiculta* L. ha resultado sobresaliente como abono verde en la agricultura orgánica en Baja California Sur. Sin embargo, es susceptible a *A. craccivora*, el cual causa un daño severo cuando no se maneja adecuadamente. El objetivo fue evaluar tres insecticidas, solos y mezclados para el control del pulgón del yorimón. Tres bioensayos fueron realizados usando diferentes concentraciones de 2.0, 6.0 y 12 cc L^{-1} de agua. En la mezclas de dos productos, se utilizó la mitad de cada componente, mientras que en la mezcla triple, se utilizó un tercio de cada uno. Las variables medidas fueron mortalidad de adultos y crías producidas después del tratamiento. En la dosis de 2.0 ccL^{-1} de agua, las medias de mortalidad estuvieron entre 59.8% en Verti-sin® y 17.3% en Pire neem®, sin diferencias significativas entre medias. En cuanto a las ninfas procreadas, la media inferior fue para Pire-neem® (16.5 ninfas), seguida de Verti-sin® (26.5 ninfas), Pire-neem® + Agro-soap® (29.7 ninfas) y Verti-sin® + Agro-soap® (33.0 ninfas). En la dosis de 4.0 cc L^{-1} de agua, la mortalidad superior fue para la mezcla triple Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap® (92.7%). El numero menor de ninfas fue para Verti-sin® (11.4%), Verti-sin® + Agro-soap® (11.4%) y Pire-neem® (33.0%). En la dosis de 12.0 cc L^{-1} de agua, no hubo diferencias significativas, el rango estuvo entre 100% para Pire-neem® y 38.9 % para Pire-neem® + Agro-soap®. En cuanto a ninfas procreadas, las medias inferiores fueron para Verti-sin® (17.3ninfas) y Pire-neem® (26.5 ninfas).

ABSTRACT

The cowpea bean, *Vigna unguiculta* L. has been outstanding as green manure on organic agriculture in Baja California Sur. However, is susceptible to *A. craccivora*, which causes severe damage when not managed properly. The objective was to assess three insecticides, alone and mixed for the control of the cowpea aphid. Three bioassays using three different concentrations: 2.0, 6.0 y 12 cc/L of water. In the mixtures of two products, half of each component was used, while in the triple mix, a third of each insecticide was used. The variables adult mortality and nymphs produced by 10 females were measured. In the concentration of 2.0 ccL^{-1}, mortality was between 59.8% in Vert-sin ® and 17.3% in Pire neem ®. There were not significant differences between means. Regarding nymphs, the lowest mean was for Pire-neem® (16.5), followed by Verti-sin® (26.5), Pire-neem® + Agro-soap ® (29.7) and Verti-sin® + agro-soap® (33.0). In the concentration of 6.0 ccL^{-1} of water, the highest mortality mean was for the triple mix Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap® (92.7). In second place were Agro-soap® (77.9 %), Pire-neem® + Agro+soap® (77.9 %) and Verti-sin® (76.2 %). The lowest nymphs mean was for Vert-sin® (11.4), Verti-sin® + Agro-soap® (11.4) and Pire-neem® (33.0). In the concentration of 12 ccL^{-1} of water, there were not significant differences for adult mortality. The range was between 100% for Pire-neem® and 38.9% for Pire-neem® + Agro-soap®. Regarding nymphs, the lowest mean were for Verti-sin® (17.3) and Pire-neem® (26.5).

INTRODUCCIÓN

Una de las medidas más seguras para mejorar la fertilidad del suelo para la agricultura orgánica es el uso de abonos verdes (Beltrán *et al*., 2006). Los más valiosos son aquellos que se adaptan mejor a cada zona, de tal manera que no hay una opción de uso general, sino que en cada región deben seleccionarse las más favorables.

Dos géneros (*Vigna* y *Dolichos*) de la Familia Leguminoseae han resultado sobresalientes para Baja California Sur en lo que a producción de materia verde se refiere. Una debilidad importante de estas leguminosas es la susceptibilidad al pulgón negro (*A. craccivora)*. Esta plaga es igualmente

dañina cuando se trata de producir semilla de ambos géneros ya que reduce el rendimiento en más del 75 % si el pulgón no se maneja adecuadamente; incluso, hay plantas que llegan a morir por el ataque severo de *A. craccivora*. Carpio (1993) recomienda el uso de una mezcla de jabón chile y ajo para el control de pulgones en cultivos agrícolas. Barry *et al*. (2005) evaluaron insecticidas para el control del gusano del arándano y encontraron que la efectividad azadiractina fue equivalente a spinosad, piretro e imidan a las 2 y 24 horas después de la aplicación tópica. Sin embargo, después de las 24 horas la mortalidad inferior correspondió a azadiractina, lo que indica un efecto residual más breve en que en los otros insecticidas. Karagounis *et al*. (2006) evaluaron algunos producto contra el pulgón, *Myzus persicae* (Sulzer) y encontraron que Kaolin causó un nivel de mortandad de 31% en huertos de pera. En cambio, los jabones no causaron un impacto de importancia en los pulgones. *Bidhan et al*. (2008) evaluaron extractos de diferentes plantas nativas contra *A. craccivora* y encontraron que el extracto con agua caliente de neem (*Azadiracta indica* A. Juss) fue uno de los mas efectivos con medias de mortalidad de 89.6%. Este resultado fue reflejado en el rendimiento, ya que quedó en segundo lugar con una media de 3.15 Kg./planta en promedio. Dimetry *et al*. (2008) señala a los derivados del árbol de neem como insecticidas orgánicos valiosos en el manejo integrado de *A. craccivora* en Egipto.

La mezcla de insecticidas ha sido una práctica usual para los productores porque se asume que la combinación tendrá un efecto sinérgico. Sin embargo, esto no siempre ocurre, ya que hay algunas mezclas cuya efectividad es inferior al efecto de los componentes de la mezcla aplicados por separado. Este efecto es conocido como antagonismo. El-Hawary y Abd El-Salam (2008) indican que un extracto comercial de neem mezclado con un antitranspirante de la hoja fue más efectivo que el extracto de neem solo. Loya (2008) evaluó dos mezclas de cinco insecticidas para el control de minador en albahaca orgánico. Una de las mezclas resultó sobresaliente con 98.5% de larvas muertas, pero la otra resultó con un 62.8% de muertos, el cual fue inferior al testigo. Por lo tanto, el efecto sinérgico esperado fue logrado solo en un 50%.

OBJETIVOS

El objetivo fue generar información sobre la efectividad de tres insecticidas orgánicos, disponibles en el mercado local, para el control del pulgón *A. craccivora*. Adicionalmente, evaluar estos productos en mezclas dobles y triples a fin buscar una combinación que mostrara una efectividad superior a la de los componentes aplicados solos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una colonia de pulgones, *A. craccivora*, fue mantenida en una parcela de frijol yorimón establecida en el Campo Agrícola del Departamento de Agronomía de la Universidad Autónoma de BCS (24°10' N, 110°19' W). Los bioensayos fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Manejo Integrado de Plagas de la Universidad Autónoma de B.C.S. Las condiciones ambientales fueron: temperatura de 26±2°C, HR 60±5% y fotoperiodo 14+10 de luz y oscuridad, respectivamente. Para los bioensayos se usaron hembras adultas, partenogénicas y vivíparas.

Tres insecticidas fueron evaluados: Verti-sin de Agrobiológicos del Noroeste, S.A. de C.V., Pire-neem de PASSA Agroservicios y Agro soap (sin especificación del fabricante en la etiqueta). Las diferentes concentraciones de los insecticidas fueron preparadas en agua purificada comercial. La aplicación de las diferentes dosis de los insecticidas fueron aplicados con un aspersor convencional de 60.0 cc de capacidad y con un gasto en la boquilla de 0.12 cc por disparo. La aplicación fue realizada mediante un solo disparo enfocado al haz de la hoja de frijol yorimón, donde previamente se habían colocado 10 hembras adultas. Las lecturas tanto de mortalidad como de ninfas procreadas fueron tomadas 48 horas después de la aplicación, en virtud de que la mortalidad continuó en aumento entre las 25 y las 48 horas,

Las variables medidas fueron porcentaje de muertos y numero de ninfas procreadas por 10 hembras después de la aplicación. Esta segunda variable tiene importancia porque algunos insecticidas, como el neem, tienen efectos sobre el sistema hormonal de los insectos que altera desarrollo y funciones reproductivas. De tal suerte que un impacto sobre la actividad reproductiva es un atributo de un insecticida que debe ser evaluado.

Tanto los porcentajes de muertos como el número de ninfas en cada bioensayo fueron corregidos por la fórmula de Abbott (1925). De esta manera, se toma en cuenta tanto las individuos muertos

como las ninfas nacidas en el testigo, el cual solo recibió una aspersión de agua purificada comercial. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza utilizando el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994).

RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra los resultados del primer bioensayo en el cual se usó una concentración de 2.0 cc L^{-1} agua. La diferencia entre las medias de mortalidad no fue significativa. No obstante, es notable una tendencia a favor de tres tratamientos: Verti-sin® (59.8%), la mezcla triple Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap® (58.3%) y la mezcla doble Pire-neem® + Agro-soap® (61.3%). La media de la mezcla triple fue superior a la de dos de los componentes, pero fue superada por un tercer componente: Verti-sin®.

En cuanto el efecto de los tratamientos sobre la procreación de ninfas, la media inferior de ninfas procreadas fue para Pire-neem® con 16.5 ninfas. En segundo lugar quedaron Verti-sin® (26.5 ninfas), Pire-neem® + Agro-soap® (29.7 ninfas) y Verti-sin® + Agro-soap® (33.0 ninfas). Es importante resaltar que la media de ninfas en la mezcla triple fue, con mucho, más alta que el resto de los tratamientos (76.2 ninfas). Lo cual indica que la mezcla triple no solamente no superó en porcentaje de muertos a los tres componentes de la mezcla, sino que el efecto sobre la reproducción resultó contra producente. El número mayor de ninfas en la mezcla triple tiene, por lo menos, dos explicaciones: una hembra en situación de estrés reacciona acelerando su procreación o, bien, el efecto que de un insecticida que reduce la tasa de reproducción resulta inhibida por la acción de los dos insecticidas adicionales.

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad de pulgón, *A. craccivora,* del yorimón y ninfas procreadas después de 48 horas de la aplicación de tres insecticidas orgánicos solos y en mezcla (P ≤ 0.05).

Tratamiento	**% de muertos**	**Num. de ninfas/10 hembras**
Verti-sin®	59.8 a	26.5 ab
Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap®	58.3 a	76.2 c
Pire-neem® + Agro-soap®	61.3 a	29.7 ab
Agro-soap®	44.1 a	53.8 bc
Verti-sin® + Agro-soap®	22.6 a	33.0 ab
Pire-neem®	17.3 a	16.5 a

C.V. para % de muertos = 44.8 %. C.V. para Num. de ninfas = 32.3 %

El Cuadro 2 muestra los resultados del segundo bioensayo, en el cual se usó una concentración de 6.0 cc L^{-1} de agua. La mortalidad superior fue para la mezcla triple Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap® con media de 92.7%. En segundo lugar quedaron tres tratamientos: Agro-soap® (77.9%), Pire-neem® + Agro-soap® (77.9%) y Verti-sin® (76.2%). Es claro que al triplicar la concentración la efectividad de los tratamientos fue diferente. En este caso, la mezcla triple superó a cada uno de los componentes por separado. Por el contrario, en cuando al efecto de los tratamientos sobre la reproducción, el número menor de ninfas fue para Verti-sin® (11.4ninfas), Verti-sin® + Agro-soap® (11.4 ninfas) y Pire-neem® (33.0 ninfas). Una vez más, la tasa de reproducción mayor fue para la mezcla triple con 81.5 ninfas. A diferencia del bioensayo con la concentración de 2.0 cc L^{-1} de agua, con la concertación de 6.0 cc L^{-1} de agua, la mortalidad fue superior a la de la mezcla triple. Sin embargo, el efecto en la tasa de reproducción fue nuevamente la más alta. Una vez más, un buen efecto letal, pero una tendencia a estimular la reproducción.

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de pulgón, *A. craccivora,* del yorimon y ninfas procreadas después de 48 horas de la aplicación de tres insecticidas orgánicos solos y en mezcla (P ≤ 0.05).

Tratamiento	**% de muertos**	**Num. de ninfas/10 hembras**
Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap®	92.7 a	81.5 b
Pire-neem® + Agro-soap®	77.9 ab	81.5 b
Agro-soap®	77.9 ab	79.7 b
Verti-sin®	76.2 ab	11.4 a
Verti-sin® + Agro-soap®	56.8 bc	11.4 a
Pire-neem®	49.5 c	33.0 a

C.V. para % de muertos = 11.5 %, C.V. para Num. de ninfas = 28.3 %

El Cuadro 3 muestra los resultados del tercer bioensayo, en el cual se usó una concentración de 12.0 cc L^{-1} de agua. La diferencia entre las medias de mortalidad no fue significativa. No obstante, es notable una tendencia a favor de Pire-neem® (100.0%), seguido de la mezcla doble Pire-neem® + Agro-soap® (92.7%). En cambio, la mezcla doble Verti-sin®+ Agro-soap® quedó en último lugar (38.9%). La mezcla triple quedó en el penúltimo lugar (50.9%). En relación al efecto sobre la tasa de reproducción, los tratamientos con una tasa significativamente menor fueron Verti-sin® y Pire-neem® con 17.3 y 26.5 ninfas, respectivamente. Un segundo grupo quedó conformado por la mezcla doble Verti-sin®+ Agro-soap® (58.3 ninfas) la otra mezcla doble Pire-neem® + Agro-soap® (83.3ninfas). La mezcla triple (85.1 ninfas) y Agro-soap® (94.6 ninfas). En este bioensayo el efecto de Pire-neem® resultó sobresaliente, ya que además de causar un 100.0% de muertos tuvo un numero menor de ninfas. Por tercera ocasión el número de ninfas en la mezcla triple fue el segundo más alto. Lo cual concuerda con los dos ensayos previos en donde las medias de ninfas en la mezcla triple quedaron en primer lugar. Estos resultados confirman un efecto que de la mezcla triple que estimula la reproducción, lo cual es altamente desfavorable en el manejo integrado del *A. craccivora*.

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de pulgón, *A. craccivora,* del yorimón y ninfas procreadas después de 48 horas de la aplicación de tres insecticidas orgánicos solos y en mezcla (P ≤ 0.05).

Tratamiento	**% de muertos**	**Num. de ninfas/10 hembras**
Pire-neem®	100 a	26.5 a
Pire-neem® + Agro-soap®	92.7 a	83.3 b
Agro-soap®	77.9 a	94.6 b
Verti-sin®	76.2 a	17.3 a
Verti-sin® + Pire-neem® + Agro-soap®	50.9 a	85.1 b
Verti-sin®+ Agro-soap®	38.9 a	58.3 b

C.V. para % de muertos = 30.2 %, C.V. para Num. de ninfas = 18.8 %

Agradecimientos
Los autores agradecen la participación entusiasta de la estudiante del Departamento de Agronomía de la Universidad Autónoma de B.C.S. Cinthia Cuevas Angulo en el manejo de los bioensayos.

LITERATURA CITADA

Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18:265-267.

Barry J. D., Sciarappa, W. J., Teixeira, L A. F. y Polavarapu, S. 2005. Comparative effectiveness of different insecticides for organic management of blueberry maggot (Diptera: Tephritidae). Journal of Ecnomic Entomology 98(4). P 1236-1241.

Bidhan C. D. Pankoj K. S. y Matiur R. 2008. Aphidicidal activity of some indigenous plant extracts against bean aphid *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). Journal of Pest Science. Vol. 81 (3). P.1612-4766.

Dimetry N.Z., Abd El-Salam A.M.E. Y El-Hawary F.M.A. 2008. Importance of plant extract formulations in managing different pests attacking beans in new reclaimed area and under storage condictions. Archives of Phytopathology and Plant Protection.

Karagounis C., Kourdoumbalos A. K., Margaritopoulos, J. T., Nanos G. D. y Tsitsipis J. A. 2006. Organic farming-compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards. Journal of Applied Entomology. Vol. 130 (3). P. 150-154.

Beltrán-Morales F.A., García-Hernández J.L., Zamora-salgado, S., Fenech-Larios, L. y Murillo-Marcial, R. 2006. El uso de abonos verdes en la agricultura orgánica p.159-205. En: Murillo-Amador, B., Beltrán-Morales, F.A., García-Hernández J.L. y Fenech-Larios, L. (Ed.). La agricultura orgánica en baja California Sur. Esdit. CIBNOR-UABCS. México.

Carpio, E. 1993. Recomendaciones para e productor. Revista La Era Agrícola. Una visión Alternativa del campo Venezolano. Edit. Fundación La Era Agrícola. Num. 15. P. 1.

El-Hawary F.M. y Abd El-Salam A.M.E. 2008. Effect of neem and antitranspirant products against *Aphis craccivora* Koch and its biology. Egypt Acad. J. Sci. 1(2): 189-196.

Loya, R. J. 2008. Control del minador de la hoja en albahaca. Ciencia, Tecnología e innovación para el desarrollo. Año1, No. 16. El Sudcaliforniano. 14 de Dic. P. 4A.

Olivares, S. E. 1994. Paquete de Diseño Estadístico Experimental. F.A.U.A.N.L. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. México.

SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN MASIVA DE *Trichoderma* sp. (H264)

R. D Núñez-Cebreros[1], M. A. Soto-Carrillo[1], G. Félix-Castro[1], P. Sánchez-Peña[1], S. Hernández-Verdugo[1], J. L. Corrales-Madrid[1], S. Parra-Terrazas[1], M. Villarreal-Romero[1] y S. O. Cauich-Pech[1]. Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía, Km. 17.5 Carr. Culiacán- ElDorado, Apdo. Postal 726, Culiacán, Sinaloa, México CP80000. dave@ uas.uasnet.mx

Palabras clave: Sustratos, Producción, Trichoderma.

RESUMEN

El presente fue una evaluación de sustratos orgánicos para la producción masiva de *Trichoderma* sp. Para lograr este propósito se realizó un ensayo en condiciones de laboratorio. Se utilizó la cepa H 264 de *Trichoderma* sp. Se evaluaron 9 tratamientos (alpiste, arroz, garbanzo quebrado, maíz quebrado, olote molido, paja de fríjol, paja de garbanzo, paja de zacate Johnson y paja de maíz) y 5 repeticiones. Los sustratos se colocaron en bolsas de plástico y fueron esterilizados. Los sustratos fueron inoculados con 5 ml de $3x10^8$ de una suspensión de conidios de *Trichoderma* sp. y fueron incubados durante 21 días a temperatura ambiente. La evaluación final consistió en contar el número de conidios total/tratamiento y total de conidios viables y por ciento de germinación. Se encontró que el arroz y el olote de maíz molido fueron los mejores sustratos para la producción masiva de *Trichoderma* sp. con 4.66 y 4.84 x 10^8 conidios/ml. respectivamente.

ABSTRACT

This was an evaluation of organic substrates for mass production of Trichoderma sp. For this purpose a test was conducted under laboratory conditions. We used the H264 strain of Trichoderma sp. 9 treatments were evaluated (birdseed, rice, chickpea broken, cracked corn, ground corncob, straw, bean, pea straw, grass straw and corn straw Johnson) and 5 repetitions. The substrates were placed in plastic bags and were sterilized. The substrates were inoculated with 5 ml of a suspension of 3x108 conidia of Trichoderma sp. and were incubated for 21 days at room temperature. The final evaluation consisted of counting the total number of conidia / total conidia treatment and viable and percent germination. It was found that rice and ground corn cob were the best substrates for mass production of Trichoderma sp. with 4.66 and 4.84 x 108 conidia / ml. respectively.

INTRODUCCIÓN

La eficacia de *Trichoderma* para el control biológico de diversos fitopatógenos de cultivos económicamente importantes justifica el desarrollo de tecnologías para su producción masiva y formulación comercial. El hongo *Trichoderma* se desarrolla bajo diferentes condiciones ambientales y de nutrientes, tiene capacidad de cultivarse sobre diferente sustratos de bajo costo (Michel *et al.,* 2004). El sustrato más utilizado es el grano de arroz, el cual tiene un inconveniente su costo es relativamente alto. También, para su utilización comercial existen diferentes formulaciones de Trichoderma y su uso depende del modo de acción. El hongo produce diferentes tipos de propágulos: hifas, clamidosporas y conidios. Estas estructuras son activas contra hongos fitopatógenos en diferentes fases de su ciclo de vida, desde la germinación de los conidios hasta la esporulación. El hiperparasitismo puede ocurrir mediante la penetración, engrosamiento de las hifas, producción de haustorios y desorganización del contenido celular. La competencia por el espacio, oxigeno y los nutrimentos es más favorable para los hongos que se desarrollan en las superficies de las hojas antes de efectuar la penetración, pero no actúan contra aquellos patógenos que penetran rápidamente el follaje; también puede colonizar extensivamente una superficie foliar intacta. El material seco es el más usado por la importancia del peso y la manipulación de los productos durante la comercialización. Las hifas son poco resistentes al secado, por lo que existen formulaciones de las estructuras reproductoras (conidios y clamidosporas) como polvos humectábles secos, formulaciones en aceite y encapsulados que contienen inóculo del hongo. Los conidios son más resistentes que las clamidosporas y se producen en mayor cantidad por diferentes medios. La versatilidad, adaptabilidad y fácil manipulación de *Trichoderma* ha permitido su uso en el control biológico de fitopatógenos. Sin embargo, las deficiencias en el desarrollo de tecnologías de producción y formulación son una limitante para su desarrollo tecnológico

(Fernández, 2004).Dicha tecnología podrían ofrecer una alternativa ecológica para el control de enfermedades, especialmente causadas por *Fusarium oxysporum* f sp *lycopersici* en tomate (Urías, 2006; Fernández, 2004). Por lo consiguiente el objetivo de este trabajo fue evaluar sustratos orgánicos para la producción masiva de *Trichoderma* sp en condiciones de laboratorio**.**

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Se utilizó la cepa nativa (H264) de *Trichoderma* sp. de la colección de cepas antagonistas del laboratorio de Fitopatología FA-UAS . Se evaluaron nueve sustratos orgánicos (alpiste, arroz, grano de garbanzo quebrado, grano de maíz quebrado, olote molido, paja de frijol, paja de garbanzo, paja de zacate Johnson, y paja de maíz). Los sustratos se lavaron y desinfectaron y se colocaron en bolsas de plástico, se esterilizaron por 30 min. a 15 lb. de presión. Por cada tratamiento se utilizaron cinco repeticiones. Las bolsas con sustrato estéril fueron inoculadas con 5 mL de 3 x 10^{8} UFC/mL de una suspensión de conidios de *Trichoderma* sp. Se incubó durante 21 días a temperatura ambiente (28° C ± 4).Las variables de respuesta fueron: el número total de conidios por mL, el número de conidios viables y el por ciento de conidios

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 1). Se observa que el olote molido y el grano de arroz fueron los mejores sustratos para la producción de *Trichoderma* sp. con un número total de conidios por mL de 4.66 x 10^{8} y 4.84 x 10^{8} UFC/mL respectivamente, (Cuadro1). Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos olote molido y el arroz Sin embargo, si existen diferencias en cuanto al costo ya que el olote molido es un sustrato de muy bajo costo comparado con los granos de arroz, maíz, alpiste y garbanzo.

Cuadro 1. Total de conidios y conidios viables de *Trichoderma* sp. (H264) en diferentes sustrato orgánicos.

Tratamientos	Conidios	
	Total x 10^{8}/mL	Viables x 10^{8}
1. Alpiste	2.84[z]ab*	1.76 a b
2. Arroz	**4.84 a**	**2.98 a b**
3. Garbanzo	0.71 c	0.26 c
4. Maíz	3.32 a b	1.82 a b
5. Olote	**4.66 a**	**3.24 a**
6. P. de Fríjol	1.80 a b	0.96 a b
7. P. de Garbanzo	1.14 a b	0.62 a b
8. P. de Jhonson	0.66 c	0.13 c
9. P. de maíz	2.05 a b	0.90 a b

z Promedio de cinco repeticiones.
*Valores con letra diferente son significativamente diferentes a P = 0.05 de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis.

En relación al número de conidios viables se obtuvo un número mayor de conidios en el olote molido ya que presentó 3.24 x 10^{8} UFC/mL mientras que en grano de arroz se obtuvo 2.98 x 10^{8} UFC/mL. Los datos obtenidos difieren de lo mencionado por Michel *et al.* (2004), quienes encontraron que tanto el olote molido, la paja de maíz y el grano de alpiste fueron los mejores sustratos que el grano de arroz. En relación con la producción total de conidios x 10^{8} de *Trichoderma* sp, (H264) el grano de arroz presentó mayor número de conidios. Sin embargo, coinciden en que los granos de arroz y el alpiste son granos costosos por lo que no se recomiendan, En el cuadro 2 se presenta los resultados del análisis estadístico de la variable por ciento de germinación de conidios de *Trichoderma* sp se observa que el mayor por ciento de germinación de conidios se presentó en olote molido, grano de alpiste y el grano de arroz de los

cuales el mejor fue el olote molido con 69.56% de germinación. Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos los granos de alpiste, arroz, garbanzo, y maíz, y olote molido, paja de frijol y paja de garbanzo.

Cuadro 2. Porcentaje de germinación de conidios de *Trichoderma* sp. (Cepa H 264).

Tratamientos	%de germinación de conidios
1. Alpiste	**62.36[z] a b***
2. Arroz	**60.44 a b**
3. Garbanzo	37.64 c d
4. Maíz	51.28 a b c
5. Olote	**69.56 a**
6. Paja de Frijol	55.74 a b c
7. Paja de Garbanzo	52.28 a b c
8. Paja de zacate Jhonson	20.92 d
9. Paja de Maíz	46.40 b c

Coeficiente de variación 18.69

z Promedio de cinco repeticiones.

*Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan, P< 0.05).

LITERATURA CITADA

Fernández, L. V. O. 2004. Tecnologías para la producción de biopesticidas a base de hongos entomopatógenos y su control de calidad. www.aguascalientes.gob.mx. [En línea].

Larena, I., Melgarejo, P., and De Cal. A. 2002. Production, Survival, and Evaluation of Solid-Substrate Inocula of Penicillium oxalicum, a Biocontrol Agent Against Fusarium Wilt of Tomato. Phytopathology 92(8): 863-869.

Larena, I., Melgarejo, P., and De Cal. A. 2003. Drying of Conidia of Penicillium oxalicum, a Biological Control Agent against Fusarium Wilt of Tomato. Journal of Phytopathology 151(11-12): 600-606.

Lewis, J. A. and G. C. Papavizas 1987. Application of Trichoderma and Gliocladium in alginate pellets for control of Rhizoctonia damping-off. Plant Pathology 36(4): 438-446

Michel, A. A. C. 2001. Cepas nativas de Trichoderma sp. su antibiosis y micoparasitismo contra Fusarium conglutinans y Fusarium oxysporum. Tesis de Doctorado en Ciencias, Universidad de Colima.

Michel, A. A. C., Otero, S. M. A., Montes, G. A. y Rodríguez, M. N. L. 2004. Substratos orgánicos en la producción masiva de Trichoderma harzianum. Memorias del XXXI Congreso Nacional de Fitopatología-VI Congreso Internacional de Fitopatología. Veracruz, Veracruz del 25 al 28 de Julio de 2004. P. L-54.

Sabuquillo, P., De Cal, A., and Melgarejo, P. 2005. Dispersal Improvement of a Powder Formulation of Penicillium oxalicum, a Biocontrol Agent of Tomato Wilt. Plant Disease 89(12): 1317-1323.

Samuels, G. J. 2006. Trichoderma: Systematics, the Sexual State, and Ecology. Phytopathology 96(2): 195-206.

Urías, G. J. S. 2006. Efecto antagónico y biocontroladores de cepas nativas de Trichoderma contra la Fusariosis del tomate (Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici). Tesis de maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa. P. 13.

VARIACIÓN *IN SITU* EN CARACTERÍSTICAS DE MAZORCA EN POBLACIONES DE MAÍCES CRIOLLOS DEL ESTADO DE SINALOA, MÉXICO

P. Sánchez-Peña[1], R. Ortega-Paczka[2], J. A. López-Valenzuela[3], J. F. Leyva[1], Hernández-Verdugo[1], M. Villarreal-Romero[1], S. Parra-Terrazas[1], J. L. Corrales-Madrid[1], J. Sánchez-Peña[1]. [1]Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, km 17.5 Carretera Culiacán-Eldorado, Apdo. Postal 726. Culiacán, Sinaloa, México; [2]Dirección de Centros Regionales. Universidad Autónoma Chapingo. CP 56230. Texcoco, México; [3]Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Av de las Américas y Josefa Ortíz S/N, Culiacán, Sin., 80010. psanchez@ecologia.unam.mx

Palabras clave: Maíces criollos, variación *in situ*, características de mazorca.

RESUMEN

Se estudió la variación *in situ* para características de mazorca en 10 poblaciones de maíces criollos del estado de Sinaloa. Un análisis de varianza de una vía fue realizado para probar diferencias entre poblaciones para los caracteres; longitud de mazorca (LM), número de hileras (NH), diámetro de mazorca (DM), peso de olote (PO), diámetro de olote (DO), peso de 100 granos (P100), promedio de longitud y diámetro de grano (PRL y PRD), rendimiento de grano (REG) y relación grano-olote (RGO); comparando sus medias por el método de Tukey (α = 0.05). Asimismo, con los comportamientos promedios de cada población y variable y se realizó el agrupamiento de los maíces criollos. Los resultados indican que las poblaciones de maíz de Sinaloa difieren significativamente para todos los caracteres de mazorca evaluadas, siendo FAUAS-SIN-253 la población que reportó los más altos promedios para ocho de los diez caracteres evaluados, incluyendo el rendimiento de grano. El agrupamiento poblacional separó a las poblaciones en tres grupos. Estos resultados demostraron que existe una amplia base genética para características de mazorca en las poblaciones de maíces criollos de Sinaloa.

ABSTRACT

Ten accessions of maize landraces from the state of Sinaloa were evaluated in their variation for several ear traits. A one way analysis of variance was conducted to test differences among the landraces accessions for ear length (LM), number of rows (NH), ear diameter (DM), cob weight (PO), cob diameter (DO), weight of 100 grains (P100), average kernel length and diameter (PRL and PRD), grain yield (REG), and kernel cob ratio (RGO). The means of each variable was compared using the Tukey's test. Also, with the average behavior of each population and trait developed a clustering of maize landraces. The results showed that the maize landraces accessions differ significantly in all traits evaluated. The accessions FAUAS-SIN-253 showed the highest averages for eight of ten traits evaluated, including grain yield. Population clustering divided the populations into three groups. These results demonstrated a broad genetic base in ear traits for maize landraces from the state of Sinaloa.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L*) es el tercer grano en importancia en el mundo seguido de trigo y el arroz si consideramos la superficie cultivada; sin embargo de acuerdo a la FAO, para 2007 paso a un segundo lugar dado que alrededor de 157 874 343 hectáreas se cultivaron en el mundo de maíz por las 217 432 668 y 156 952 666 hectáreas sembradas de trigo y arroz respectivamente (FAO, 2009). En México, ningún cultivo tiene tanta importancia como el maíz ya que constituye parte de la dieta alimenticia de la población (Kato y McClintock, 1981; Figueroa y Aguilar, 1995), al grado de tener una de las tasas más altas de consumo per cápita en el mundo, 328 g (Figueroa *et al*., 2001). El maíz se originó y domesticó en México a partir de las formas silvestres y de las selecciones realizadas por los grupos indígenas, y hoy día, los diferentes grupos étnicos del país lo consideran como su patrimonio y lo han conservado por generaciones, encontrando por esto una gran diversidad que se han venido ampliando, gracias a la variación de condiciones ambientales y la multiplicidad de culturas asociadas a su cultivo. La variación del maíz en México ha sido motivo de diferentes estudios. El trabajo pionero de la descripción de la variación del maíz en México fue

realizado por Chávez (1913), quien después de estudiar diferentes maíces cultivados en todo el país logró describir 56 variedades con base en caracteres de mazorca, grano, olote y ciclo vegetativo en relación a la época de siembra. Posteriormente surgieron trabajos a nivel regional (Cuevas, 1947; Bautista, 1949; Ortega, 1973) para describir los diferentes tipos de maíz; sin embargo, fue a partir de los estudios y exploraciones de Wellhausen *et al*. (1952) que la variación de maíz en México se agrupa en razas. Otros estudios analizan la variación de los maíces del territorio nacional (Sánchez-Peña, 1983; Sánchez *et al*., 2000). El conocimiento de los materiales criollos y la caracterización regional permite hacer un mejor aprovechamiento de los mismos (Castillo *et al.,* 1999). En el estado de Sinaloa existe una riqueza genética en sus maíces criolllos que podría perderse si no se implemente una coordinación estratégica entre el gobierno, las instituciones de educación públicas y privadas, fitomejoradores y productores de maíz, que permitan, por un lado, conservar la diversidad presente y por otro mejorar el rendimiento de las poblaciones de maíz en los lugares donde estas son cultivadas. Los trabajos de investigación en los maíces criollos de Sinaloa muestran que las poblaciones de maíz presentan diferencias en sus características morfológicas (Gutiérrez, 2005; Parente, 2005; Sánchez-Peña *et al*., 2008) y genéticas, (Chávez-Ontiveros, *et al.*, 2007; Méndez-Marroquín *et al.*, 2008); sin embargo, es necesario continuar estudiando estos materiales, debido a que su conocimiento regional permitirá no solamente elaborar estrategia para su conservación, si no hacer un mejor aprovechamiento de los mismos. El presente trabajo se realizó con la finalidad de estudiar la variación *in situ* en características de mazorca en maíces criollos del estado de Sinaloa, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron 10 poblaciones de maíz que se colectaron en marzo del 2008; en el municipio de San Ignacio en el estado de Sinaloa, México; utilizando las metodologías propuestas por Hernández y Alanis 1970 y Ortega y Hernández, 1975. Sin embargo, de 32 a 100 mazorcas se utilizaron para realizar el análisis de las poblaciones obtenidas de las localidades indicadas en el Cuadro 1. Diez características de mazorca: longitud de mazorca (LM), número de hileras (NH), diámetro de mazorca (DM), peso de olote (PO), diámetro de olote (DO), peso de 100 granos (P100), promedios de longitud y diámetro de grano (PRL y PRD), rendimiento de grano (REG) y la relación grano-olote (RGO) fueron analizadas. Los datos obtenidos para cada carácter y población fueron sujetos a análisis de varianza de una vía, usando el procedimiento General Linear Model y las medias de cada uno de ellos se compararon por el método de Tukey con una α del 0.05. Adicionalmente, con los comportamientos promedios de cada carácter se realizó el agrupamiento de las poblaciones, Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico JPM y SAS (SAS Institute Inc, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados nos indican que los maíces criollos de Sinaloa difieren significativamente para las características de mazorca analizadas (Cuadro 2). Respecto a LM la población FAUAS-SIN-240 presentó mayor promedio (192.70 mm) seguida de la población FAUAS-SIN-226, con un promedio de (180.67 mm); en cambio, la población FAUAS-SIN-234 fue la población que reportó el menor promedio (133.09 mm) para este carácter (Cuadro 2). En NH por mazorca las poblaciones de maíz los promedios varían desde 8.46 hileras en la población FAUAS-SIN-224 a 12.76 hileras en la población FAUAS-SIN-241 (Cuadro 2). Los caracteres DM y PO presentaron un mismo comportamiento, al tener a FAUAS-SIN-253 como la población con los más altos promedios (47.20 mm y 36.66 g respectivamente), en cambio la población FAUAS-SIN-224 tuvo los promedios más bajos (35.44 mm y 14.87 g respectivamente) en los caracteres indicados (Cuadro 2). Para DO se encontró que la población FAUAS-SIN-253 presentó el más alto promedio (29.93 mm) mientras que la población FAUAS-SIN-231 tuvo el promedio más bajo (19.95 mm) para este carácter (Cuadro 2). En P100 se encontró que la población FAUAS-SIN-253 manifestó el mayor promedio (37.74 g), en cambió la población FAUAS-SIN-240 reportó los valores más bajos (27.27 g) en el carácter referido (Cuadro 2). Para las características tamaño de granos, evaluadas a partir PRL y PRD se encontró que para el carácter longitud, la población que reportó el promedio más alto (11.16 mm) de nuevo FAUAS-SIN-253 (Cuadro 2); sin embargo, para el carácter PRD la población FAUAS-SIN -224 fue la que mostró el valor más alto (10.68 mm) (Cuadro 2). Por el contrario, la

población FAUAS-SIN-240 mostró tener los promedios más bajos para ambos caracteres, 8.65 mm y 9.14 mm para los caracteres PRL y PRD respectivamente (Cuadro 2). Para el carácter de mayor importancia económica que es REG, de nueva cuenta la población FAUAS-SIN-253 fue la que promedió los más altos rendimientos (167.08 g), en cambio la población FAUAS-245 reportó los menores promedios (75.12 g) en este carácter (Cuadro 2). Por último, al analizar la RGO, se encontró que la población FAUAS-SIN-224 presentó el más alto promedio (6.15) y el más bajo (4.06) se encontró en la población FAUAS-SIN-234 (Cuadro 2). Estos resultados nos indican que la población FAUAS-SIN-253 fue la más sobresaliente al presentar los promedios más altos en ocho de los diez caracteres de mazorca estudiados y solamente fue superada por dos poblaciones FAUAS-SIN-224 y FAUAS-SIN-225 en los caracteres PRD y RGO respectivamente (Cuadro 2). Resultados similares han sido reportados por Sánchez-Peña *et. al.* (2008) que analizó las mismas características, exceptuando RGO, en 17 poblaciones nativas de Sinaloa. Por otro lado, los resultados aquí obtenidos están en concordancia con los obtenidos por Gutiérrez (2005) y Parente (2005) que caracterizaron en un ambiente común a materiales nativos de Sinaloa encontrando diferencias significativas para los caracteres mazorca y los estudios realizados por Sánchez-Peña, 1983 y Sánchez *et al.,* 2000 que encontraron que las características de mazorca como los que más variación tienen en las poblaciones de maíz. Esto posiblemente es el resultado de los cambios que ha sufrido el maíz durante el proceso de domesticación y mejoramiento por campesinos y fitomejoradores, que han dirigido la selección a caracteres de importancia económica, como es el caso de todos aquellos relacionados con la mazorca. En el análisis de agrupamiento a partir de los comportamientos promedios de todos los caracteres en las 10 poblaciones nos generó un dendograma que agrupó a las poblaciones en tres grupos (Figura 1). El grupo uno (I) está constituido por las poblaciones FAUAS-SIN-224, FAUAS-SIN-225, FAUAS-SIN 246, FAUAS-SIN-231 y FAUAS-SIN-226. El grupo 2 (II) se divide en dos subgrupos cada uno con dos poblaciones; en el primero (2.1) se agrupan las poblaciones FAUAS-SIN-234 y FAUAS-SIN-241 y en el subgrupo dos (2.2) encontramos la población FAUAS-SIN-240 y FAUAS-SIN-245 (Figura 1). La población FAUAS-SIN-253 que fue la población más sobresaliente se separó de los otros dos grupo y constituyó ella sola el grupo III (Figura 1). Estos resultados nos indican que las poblaciones que tienen una relación más estrecha, considerando el conjunto de los diez caracteres de mazorca son las poblaciones FAUAS-SIN-225 y FAUAS-SIN-246 del grupo I. Por otro lado, las población más diferente es la población FAUAS-SIN-253 que se separó de todas las poblaciones. Esto está en concordancia con los datos de comportamiento promedios analizados previamente en donde la población FAUAS-SIN-253, aparece como solitaria en el grupo III y reportó los mayores promedios para ocho de los diez caracteres de mazorca estudiados.

Agradecimientos.
Este trabajo fue financiado por el FONDO MIXTO CONACYT-GOBIERNO DEL ESTADO DE SINALOA, al proyecto con clave de registro Sin-2007-C01-68997 y el SINAREFI en los proyectos con claves BI-MZ-09-m y BI-MZ-09-v. A los campesinos del municipio de San Ignacio del estado de Sinaloa por facilitarnos las muestras de sus maíces y a los estudiantes de la Facultad de Agronomía por su asistencia en el trabajo de campo y toma de datos.

Cuadro 1. Ubicación y tamaño de muestra en las poblaciones de maíces criollos utilizadas

Población	Lugar	Ubicación geográfica		Tamaño de muestras (mazorcas)
		Latitud	Longitud	
FAUAS-SIN-224	El Carmen	23° 51′ 510″	106° 30′ 232″	100
FAUAS-SIN-225	Camacho, San Javier	23° 55′ 941″	106° 12′ 066″	100
FAUAS-SIN-226	San Juan	23° 52′ 668″	106° 19′ 483″	100
FAUAS-SIN-231	El Tecolote	23° 55′ 762″	106° 35′ 786″	98
FAUAS-SIN-234	Cabazan	23° 03′ 927″	106° 29′ 348″	100
FAUAS-SIN-240	Los Humayes	23° 55′ 739″	106° 22′ 293″	100
FAUAS-SIN-241	El Coacoyoc	23° 57′ 502″	106° 29′ 243″	95
FAUAS-SIN-245	San Juan	23° 52' 678"	106°19' 557"	32
FAUAS-SIN-246	Camacho, San Javier	23° 55' 941"	106° 32' 040"	100
FAUAS-SIN-253	Tacuitapa	23° 50' 369"	106° 21' 027"	57

Cuadro 2. Comportamiento promedio en las poblaciones de maíces criollos en los caracteres de mazorca indicados

	CARACTERES									
POBLACIÓN	LM	NH	DM	PO	DO	P100	PRL	PRD	REG	RGO
FAUAS-SIN-224	148.12^{e}	8.46^{e}	35.44^{e}	14.87^{d}	22.54^{de}	34.69^{ab}	9.60^{bc}	10.68^{a}	87.76^{ef}	6.15^{a}
FAUAS-SIN-225	168.89^{bc}	8.88^{de}	36.13^{de}	17.19^{cd}	20.08^{fg}	34.27^{b}	9.89^{bc}	10.49^{ab}	107.63^{bc}	6.47^{a}
FAUAS-SIN-226	180.67^{ab}	10.04^{c}	38.01^{cd}	22.49^{b}	23.04^{d}	35.19^{ab}	9.45^{c}	10.15^{bc}	114.98^{b}	5.28^{bc}
FAUAS-SIN-231	150.35^{de}	9.35^{cd}	36.20^{de}	15.51^{cd}	19.95^{g}	30.46^{dc}	9.72^{bc}	9.84^{c}	87.60^{ef}	5.82^{ab}
FAUAS-SIN-234	133.09^{f}	11.62^{b}	43.63^{b}	23.83^{b}	28.95^{a}	29.67^{dc}	9.95^{b}	9.86^{c}	91.50^{de}	4.06^{e}
FAUAS-SIN-240	192.70^{a}	11.82^{b}	38.45^{c}	24.33^{b}	25.09^{c}	27.27^{d}	8.65^{d}	9.14^{d}	97.91^{de}	4.22^{de}
FAUAS-SIN-241	163.78^{cd}	12.76^{a}	45.17^{b}	25.05^{b}	27.32^{b}	31.97^{bc}	10.95^{a}	9.20^{d}	116.30^{b}	4.83^{cd}
FAUAS-SIN-245	150.46^{de}	10.06^{c}	37.09^{cd}	18.49^{c}	23.37^{d}	30.37^{dc}	9.98^{b}	9.08^{d}	75.12^{f}	4.13^{de}
FAUAS-SIN-246	173.96^{bc}	8.62^{de}	35.86^{e}	17.23^{dc}	21.46^{ef}	33.00^{bc}	9.55b^{c}	10.66^{a}	103.28^{cd}	6.18^{a}
FAUAS-SIN-253	179.89^{ab}	12.32^{ab}	47.20^{a}	36.66^{a}	29.93^{a}	37.74^{a}	11.16^{a}	9.98^{c}	167.08^{a}	4.70d^{e}
N	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882
CV	14.68	13.92	8.24	29.10	10.14	17.75	8.32	7.98	23.44	22.81

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \geq 0.05$)

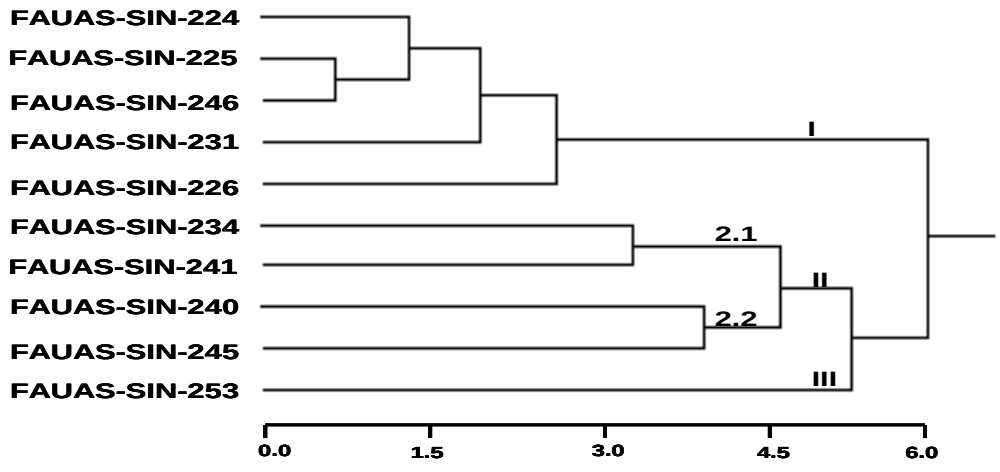


Figura 1. Dendograma de las poblaciones de maíces criollos del estado de Sinaloa

LITERATURA CITADA

Bautista, R. N. 1949. Tipos de maíz de la Mesa Central. Tesis Profesional ENA. Universidad Autónoma de Chapingo (México).

Chávez-Ontiveros, J., Méndez-Marroquín, K. P., Pineda-Hidalgo, K. V., López-Orozco, L., Sánchez-Peña, P., Garzón-Tiznado, J. A., López-Valenzuela, J. A. 2007. Análissi de diversidad genética de maíces nativos del estado de Sinaloa. Resúmenes de VII congreso del noroeste, segundo nacional en ciencias alimentarias y biotecnología. Hermosillo, Son. Mex.

Castillo, F., Herrera, E.; Romero, J.; Ortega, R.; Goodman, M.; Smith, M. E. 1999. Diversidad genética del maíz y aprovechamiento in situ a nivel regional. . Simposio internacional y talleres sobre fitomejoramiento participativo en América l.atina y el Caribe: un intercambio de experiencias. Quito, Ecuador.

Chávez, E. 1913. El cultivo de maíz. Secretaría de Fomento. Dirección general de Agricultura. Boletín No 74 de la Estación Agrícola Central. México.

Cuevas, R. A. 1947. Tipos de maíz de Chiapas. Tesis Profesional ENA. Universidad Autónoma de Chapingo (México).

FAO, 2009. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [En Línea] http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor.

Figueroa, C. J. D., Acero-Godinez, G. G., Vasco-Méndez, N. L., Lozano-Guzman, A., Flores-Acosta, L. M., González-Hernández, J. 2001. Fortificación y evaluación de tortillas de nixtamal. Nutrición 51 (3) 293-302.

Figueroa, C. J. D y Aguilar R. 1995. El origen del maíz. Avance y Perspectiva 16: 91-98.

Gutiérrez, S. M. 2005. Caracterización de 36 materiales criollos de maíz de los municipios de Badiraguato, Culiacán, Cosalá y San Ignacio de Sinaloa. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Sinaloa. México.

Hernández, X. E y Alanis, F. 1970. Estudio morfológico de 5 nuevas razas de maíz de la sierra madre occidental de México: implicaciones filogenéticas y fitogeograficas. Agrociencia 5(1): 3-30.

Kato, Y. A. y McClintock, B. 1981. The chromosome constitution of races of maize in north and middle America. In Chromosome Constitution of races of maize. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. pp: 9-67.

Méndez-Marroquín, K. P., Pineda-Hidalgo, K. V., Chávez –Ontiveros, Sánchez-Peña, P., Garzón-Tiznado, J. A., López-Valenzuela, J. A. 2008. Molecular Genetic Diversity of Maize Landraces from the State of Sinaloa in Mexico. 3rd International Congress. Food Science and Food Biotechnology in Developing Countries. Queretaro, Mex. pp:439-444.

Ortega, P. R. 1973. Variación en maíz y cambios socioeconómicos en Chiapas México 1946-1971. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Rama de Botánica. Chapingo, México. 200p.

Ortega, P. R. y Hernández, X. E. 1975. Algunas ideas sobre variación, colección y documentación de cultivares nativos. INIA, Campo Agrícola Experimental Valle de México. Mecanoescrito.23 p.

Parente, S. J. M. A. 2005. Caracterización de 36 materiales nativos de maíz de Badiraguato, San Ignacio y Mocorito de Sinaloa. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Sinaloa. México.

Sanchez, G. J. J., Goodman M. M., Stuber C. W. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. Econ Bot 54:43–59

Sánchez-Peña, P. 1983. Estudio de estabilidad de caracteres y razas de maíz de México. Tesis de Maestría. Universidad de Chapingo (México).

Sánchez-Peña, P., López-Valenzuela, J. A., Lugo-Melchor, R., Leyva, O. J. F., Hernández-Verdugo, S., Cauich-Pech, S. O., González-Galindo. R. Villarreal-Romero, M., Parra-Terraza, S., Corrales-Madrid, J. L., Sánchez-Peña, J., Quintero-Arce, J. R., Garzón-Tiznado, J. A., Palacios-Velarde, O., Armenta-Soto, J. L. 2008. Variación fenotípica de maíces nativos del estado de Sinaloa, México. Memorias del XI congreso, Internacional en Agrícolas, Mexicali B. C. México. 638-642.

SAS institute. 1985. SAS user's guide: statistic. Fifth Ed, SAS institute, Cary NC.

Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., Hernandez, X. E. 1952. Races of maize in Mexico. The Bussey Institution, Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.

PRESENCIA DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen EN CULTIVOS DE TOMATE EN SINALOA, MÉXICO

S. O. Cauich-Pech[1], P. Sánchez-Peña[2], R. D. Núñez-Cebreros[2], J. Núñez-Farfan[3], R. González-Galindo[1], S. Hernández-Verdugo[2], M. Villarreal-Romero[2], S. Parra-Terrazas[2], J. L. Corrales-Madrid[2] y J. Sánchez-Peña[2]. [1]Esudiantes de la Maestría en Ciencias de la Producción Agrícola, Universidad Autónoma de Sinaloa; [2]Profesores Investigadores de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, km 17.5 Carretera Culiacán-Eldorado, Apdo. Postal 726. Culiacán, Sinaloa, México; [3]Profesor Investigador del Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. tegui_honz@hotmail.com

Palabras clave: Patogenicidad, Sintomatología, Razas.

RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L) es el principal cultivo hortícola en México y su producción enfrenta serios problemas con fitopatógenos, siendo *Fusarium oxysporum* f. sp*. lycopersici* (Sacc) Snyder & Hansen (Fol) el factor que limita más la producción de este cultivo al grado de ocasionar pérdidas totales. Sinaloa es el principal productor de tomate en México y año con año las pérdidas ocasionadas por este patógeno en los campos agrícolas son cuantiosas, además en la actualidad no se dispone de información sobre la distribución de razas en el estado, por lo que esta investigación tuvo como objetivo estudiar la presencia de Fol en Sinaloa. Se utilizaron ocho aislamientos de Fol colectados en Sinaloa y un grupo de líneas diferenciales para la prueba de patogenicidad. Plántulas diferenciales de 30 días de edad se inocularon con el método de raíces sumergidas con las cepas de Fol y se colocaron en cámaras de ambiente controlado a 23-27 °C y 60-75 % de H. R; los síntomas de Fol se presentaron de los 15 a 20 días después de la inoculación. Los resultados obtenidos indican que el 88 % de los aislamientos corresponden a la raza 3 de Fol y el 12 % restante a la raza 2.

ABSTRACT

The tomato (*Solanum lycopersicum* L) is the main horticultural crop in Mexico and its production is facing serious problems with plant pathogens, being *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersic*i (Sacc) Snyder & Hansen (Fol) the limiting factor over the production of this crop to the point of causing a total loss. Sinaloa is the largest producer of tomatoes in Mexico and every year the losses caused by this pathogen in agricultural fields are large, well now there is no information on the distribution of races in the state, so this research was aimed at studying the presence of Fol in Sinaloa. Eight isolates were used to Fol collected in Sinaloa and a group of lines to test differential pathogenicity. Differential seedling 30 days old were inoculated with the method of submerged roots with isolates of Fol and placed in controlled environment chambers at 23-27 ° C and 60-75% of H. R; Fol symptoms occurred 15 to 20 days after inoculation. The results showed that 88% of the isolates belong to race 3 of Fol and the remaining 12% of race 2.

INTRODUCCIÓN

La producción de tomate se realiza en dos sistemas de producción, a campo abierto y bajo sistemas protegidos. En ambos sistemas, la producción de tomate enfrenta multiples problemas con hongos del suelo, siendo la marchitez del tomate o fusariosis ocasionada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp*. lycopersici* (Sacc) W. C. Snyder & H. N. Hansen (Fol), el factor que limita más la producción de esta hortaliza en muchas regiones del mundo al grado de ocasionar pérdidas totales. Actualmente se han descrito tres patotipos o razas fisiológicas de Fol en el mundo y se distinguen por su virulencia en las plantas de tomate que presentan genes simples de resistencia (McGrath *et al*., 1987).). La raza 1 de Fol fue reportada en 1886 (Booth, 1971) y se ha reportado en la mayoría de las áreas geográficas del mundo. La raza 2 se reportó por primera vez en Ohio, USA en 1940 (Alexander y Tucker, 1945), en Florida obtuvo su importancia en 1961 (Stall, 1961), además se ha reportado en Israel (Katán y Ausher, 1974). La raza 3 fue identificada en Australia en 1978 (Grattidge y O'Brien, 1982) Posteriormente se detectó en Florida en 1982 (Volin y Jones, 1982), y se ha encontrado en otros sitios como California (Davis *et al*., 1988; Cai *et al*.,

2003), Tennessee (Bost, 2001); también se ha reportado en Brasil (Reis *et al*., 2005). En México, la enfermedad se encuentra distribuida en Sinaloa, Morelos, Estado de México, San Luis Potosí, Michoacán, el Bajío y en otras áreas de menor importancia, Mendoza (1996). En Sinaloa, el mayor productor de tomate en México, son pocos los estudios que analizan esta enfermedad. González (1974) estudió 81 aislamientos de *F. oxysporum* colectados en tomate en el Valle de Culiacán, Sinaloa, determinando que nueve aislamientos no eran patógenos a ese cultivo, 30 pertenecían a la raza 1 y 42 corresponden a la raza 2 de este hongo. Estudios más recientes sobre la presencia de esta enfermedad en los campos agrícolas de Sinaloa; donde 20 campos agrícolas del Valle de Culiacán fueron monitoreados, determinaron que el 60 % de los aislamientos corresponden a la raza 2 y el 40 % restante a la raza 3, no se encontró la raza 1 (Carrillo *et al.,* 2003). Dado que no se dispone de información del tipo de raza que está ocasionando el daño de fusariosis en la mayoría de los campos hortícolas y por tanto la distribución del hongo, en la zona productora de tomate más importante de México, la presente investigación se planteo con el objetivo de estudiar la presencia de Fol en los campos hortícolas del estado de Sinaloa y de esta manera saber como está distribuido Fol a nivel estatal y por último tener información que nos permita tener las mejores alternativas de control para este patógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, localizado en la región central del estado de Sinaloa, en el kilómetro 17.5 carretera Culiacán–El Dorado, ubicadas en las coordenadas geográficas 24º37'29" de latitud norte y 107º26'36" de latitud oeste a una altura de 38 m. Se utilizaron ocho aislamientos del estado de Sinaloa (Tabla 1) y un grupo de líneas diferenciales para la prueba de patogenicidad (Tabla 2). Las cepas se sembraron en cultivos de Papa Dextrosa Agar (PDA). Posteriormente se depositó una sección del medio de cultivo con crecimiento del hongo en un matraz Erlenmeyer con capacidad de 250 ml conteniendo Caldo de Papa-Dextrosa (CPD), manteniendose en agitación constante durante siete días a 110 rpm y 28 ºC en un termoagitador, Lugo (1998). Se utilizaron cinco plántulas de cada diferencial (20 en total) para cada cepa probada. Plántulas diferenciales de aproximadamente 30 días de edad se inocularon por el método de raíces sumergidas durante 10 minutos con las cepas de Fol; para esto las raíces fueron lavadas, para después provocarles heridas y sumergirlas en una suspensión de conidios de Fol ajustado a una concentración de $1x10^6$ UFC/mL. La concentración del inóculo de Fol se determinó con un hematocitómetro o cámara de Neubauer de acuerdo con la metodología de Tuite (1969). Las plántulas diferenciales de tomate recién inoculadas se replantaron en macetas de 1 kg de capacidad conteniendo sustrato estéril y posteriormente se colocaron en una cámara de ambiente controlado a 23-27 °C y 60-75 % de H. R. Se evaluó la reacción de las líneas diferenciales hacía Fol, hasta los 25 días después de la inoculación. Las plántulas al mostrar los síntomas de Fol, se les reaisló el hongo para confirmar que efectivamente éste había causado la muerte de los vegetales. Se lavaron las raíces con agua destilada y con navajas esterilizadas se hicieron pequeños cortes entre tejido necrosado y sano; se sumergieron en hipoclorito de sodio al 13 % durante un minuto, luego se enjuagaron en agua destilada esterilizada por un minuto, para después introducirlas en cajas petri con medio de cultivo PDA y finalmente colocarla en una incubadora a 28 °C por cuatro días para la formación de las colonias.

Tabla 2**.** Reacción de líneas diferenciales de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) inoculados con *Fusarium oxysporum* f. sp*. lycopersici* (Sacc.) W. C. Snyder & H. N. Hansen.

Genotipo	Raza 1	Raza 2	Raza3
IR-3 *	Resistente	Resistente	Resistente
F1 MH-1 *	Resistente	Resistente	Susceptible
UC-82-L *	Resistente	Susceptible	Susceptible
Bonny Best *	Susceptible	Susceptible	Susceptible

*Material AVRDC, Asia Vegetable Research and Development Center, proporcionada por el Dr. Peter Hanson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las líneas diferenciales al ser inoculadas con las cepas de Fol, mostraron los síntomas típicos de esta enfermedad como epinastia, amarillamiento, necrosis de haces vasculares y marchitez a los 15-20 días después de la inoculación. En la Figura 1 se ilustra la sintomatología de Fol raza 3, por lo que las diferenciales Boony Best, UC-82-L, F1 MH-1 se marchitaron y murieron, no así con el diferencial IR3 que presentó resistencia a la raza 3 de Fol. Estos resultados indicaron que la raza 3 es la que mayormente prevalece en Sinaloa, ya que de los ocho aislamientos, siete corresponden a la raza 3 y uno a la raza 2, la raza 1 de Fol no se encontró (Tabla 1). La raza 3 de Fol se encontró con una frecuencia de 88% y la raza 2 con una frecuencia de 12%. Estos resultados difieren de los obtenidos por González (1974) que reportó la presencia de Fol raza 1 en el 40% y 60% de Fol raza 2 en los aislamientos del Valle de Culiacán y no reportó la presencia de raza 3. Por otro lado, también difieren de los obtenidos por Carrillo *et al*., (2003) que reportan el 60% de los aislamientos de la raza 2 y 40 % de Fol raza 3 también para el Valle de Culiacán. Esto posiblemente se deba a la evolución natural que ha experimentado el hongo hacia formas más patogénicas, situación que se sustenta con el hecho de no encontrar la presencia de raza 3 en el estudio reportado para 1974 (González, 1974) y solamente la presencia de raza 2 y 3 (Carrillo *et al.,* 2003) 29 años después.

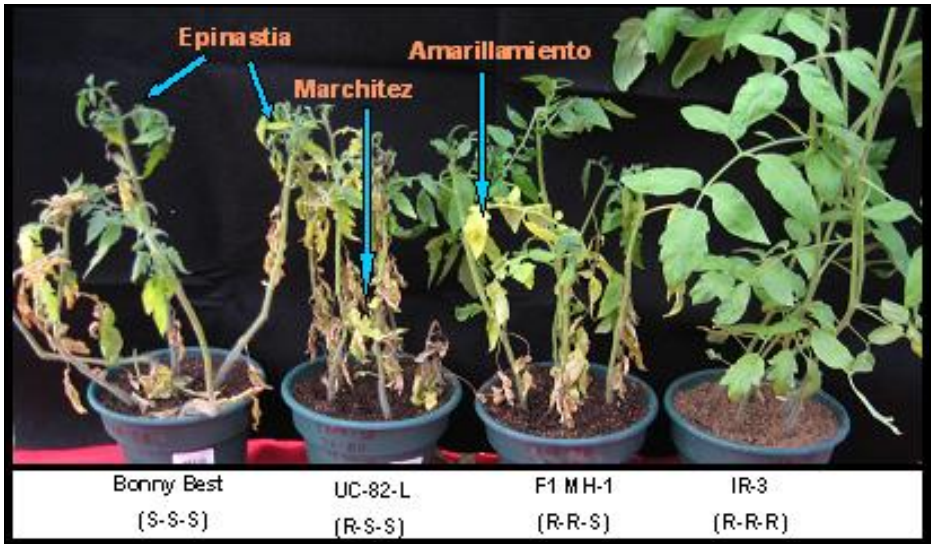


Figura 1**.** Síntomas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 3 en líneas diferenciales de tomate.

Tabla 1**.** Origen de aislamientos de Fol y respuesta de líneas diferenciales.

		Líneas diferenciales					
Cepa	Origen	Bonny Best SSS	UC-82-L RSS	F1 MH-1 RRS	IR-3 RRR	Raza	Conc. (UFC/mL.
Fol-ca14	Rosario	M	M	M	V	R3	1 X 10^6
Fol-ca18	Concordia	M	M	M	V	R3	1 X 10^6
Fol-ca5	Elota	M	M	M	V	R3	1 x 10^6
Fol-ca7	Elota	M	M	M	V	R3	1 x 10^6
Fol-ca4	Culiacán	M	M	M	V	R3	1 x10^6
Fol-ca11	Culiacán	M	M	V	V	R2	1 x 10^6
Fol-ca9	Navolato	M	M	M	V	R3	1 x 10^6
Fol-ca10	Navolato	M	M	M	V	R3	1 x 10^6

M = planta muerta **V** = planta viva

Agradecimientos.
Los autores agradecen el apoyo brindado para realizar esta investigación a CECyT de Sinaloa, a PROMEP y PROFAPI, al programa de apoyo a la investigación nacional CONACYT-81490 y al Dr. Peter Hanson por líneas diferenciales proporcionadas.

LITERATURA CITADA

Alexander, L. J., and Tucker, C. M. 1945. Physiologic specialization in the tomato wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici.* Journal of Agricultural Research J. 70:303-313.

Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium.* Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 237 pp

Bost, S. C. 2001. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 on tomato in Tennessee. Plant Dis. 85:802.

Cai, G., Gale, L. R., Schneider, R. W., Kistler, H. C., Davis, R. M., Elias, K. S., and Miyao, E. M. 2003. Origin of race 3 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* at a single site in california. Phytopathology 93:1014-1022.

Carrillo-Fasio J.A., Montoya-Rodriguez T.J., García-Estrada R.S., Cruz Ortega J.E., Marquez-Zeguera I., Sañudo-Barajas A.J. 2003. Razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. l*ycopersici* Snyder y Hansen, en Tomate (*lycopersicum esculentum* Mill) en el valle de Culiacán,Sinaloa, México. Revista Mexicana de Fitopatología. Vol. 21, No. 2. pp. 123-126.

Davis, R. M., Kimble, K. A., and Farrar J. J. 1988. A third race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* identified in California. Plant Dis. 72:453

Gonzalez, G. R. 1974. Estudio sobre la marchitez del tomate causada por *Fusarium oxysporum* f sp. *lycopersici*, en el valle de Culiacán, Sinaloa. Tesis de maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados- ENA.

Grattidge, R., and O'Brien, R. G. 1982. The occurrence of a third race of Fusarium wilt of tomato in Queensland. Plant Dis. 66:165-166.

Katan J. and Ausher R. 1974. Distribution of race 2 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato fields in israel. *Phytoparasitica* 2(2): 83-90.

Lugo Faría, Z.C. 1998. Identificación de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Zinder and Hansen en algunas zonas productoras de los estados de Aragua y Norte de Guárico. Tesis de Maestría, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.

McGrath, D. J., Gillespie, G., and Vawdrey, L. 1987. Inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races 2 and 3 of *Lycopersicon pennellii.* Aust. J. Agric. Res. 38:729-733.

Mendoza, Z.C. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 7-8,21-24.

Reis, A., Costa, H., Boiteux, L.S. & Lopes C. A. 2005. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 on tomato in Brazil. Fitopatologia Brasileira 30:426-428.

Stall, R. E. 1961. Development of Fusarium wilt on resistant varieties of tomato caused by a strain different from race 1 isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici.* Plant Dis. Rep. 45:12-15.

Tuite, J. 1969. Plant Pathological Methods. Fungi and Bacteria. Burgess Publishing Company. Minneapolis, MN, USA. 299 p.

Volin R.B., and Jones, J. P. 1982. A new race of Fusarium wilt of tomato in Florida and sources of resistance. Proc. Fla. State Hort.. Soc. 95:268-270. 1982.

MERCADO Y ORGANIZACIÓN EN EL SISTEMA VID DE MESA DE SONORA

Robles P. Jesús[1], Garza L. Cristina[1], Taddei B. Cristina[1]. [1]CIAD Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Km. 0.6 Carretera a la Victoria, Hermosillo, Son. CP 83000. jrobles@ciad.mx

Palabras clave: consumidor, producción, estructura organizativa

RESUMEN

El Sistema Vid de Mesa sonorense se ve inmerso en procesos de cambios organizativos derivados de modificaciones en las preferencias de los consumidores, las cuales a su vez, son resultado de una preocupación de éstos por el entorno en cual se desarrollan todas las actividades productivas relacionadas con el sistema.

El propósito básico de este trabajo es evaluar cómo los factores de mercado coadyuvan a una mejor estructura organizativa de las unidades productivas del Sistema Vid de Mesa.

La base metodológica se sustenta en el análisis de datos directos mediante la aplicación de la técnica Delphi con actores estratégicos del sistema.

ABSTRACT

The Sonora table grape system is immersed in processes of organizational changes resulting from changes in consumer preferences, which ones are a result of their concern for the environment in which it is develop all productive activities linked to the system.

The aim of this paper is evaluate how the market factors contribute to a better organizational structure for productives units of the table grape system.

The methodological basis is supported on the analysis of the direct data obtained through the application of the Delphi technique with strategic actors of the system.

I. Relevancia económica del sistema vid de mesa

La producción comercial de uvas en Sonora se remonta hacia finales de la década de los cincuenta, con la venta de aproximadamente 300 toneladas a una planta vinícola de Baja California[3]. Con el tiempo se definirían cuatro regiones productoras de las que destaca la región de Hermosillo y Caborca, después sea abrirían las regiones de Carbó y Pesqueira.

Actualmente Sonora es el principal productor y exportador de uva de mesa en el país con alrededor de 40 productores que cultivan una superficie aproximada de 12,917 has. y generan cerca de siete millones de jornales al año. Tiene una capacidad de producción de más de veinte millones de cajas al año, de las cuales se exportan cerca de 96%, mientras que sólo un 4% va al mercado interno. Las compras de uva por parte de Estados Unidos representan 78% de la producción total, lo que habla de un alto grado de concentración y vulnerabilidad del sistema, ya que otros mercados como el de Canadá y la Unión Europea, carecen de importancia. Las variedades que se cosechan son Sugarone, Flame y en un volumen menor, Perlette; recientemente se introdujo en los viñedos, la variedad Red Globe, cuyos niveles de producción aún son moderados. La salida al mercado comienza a principios de mayo y tiene una duración de alrededor de 20 días.

Mercado y organización

El mercado constituye un elemento condicionante de la organización según Milgroms y Roberts (1990). Esta aseveración ha sido ampliamente validada en sistemas manufactureros altamente expuestos al mercado de los cuales los autores dan sobradas evidencias. Sin embargo, en sistemas alimentarios y particularmente agrícolas este principio ha sido escasamente evaluado, de ahí que surja la interrogante respecto a cuáles son los elementos básicos de mercado a considerar para evaluar la evolución de la organización, en este caso, del sistema vid de mesa; la respuesta la encontramos en la evolución misma de los consumidores, o sea el mercado.

---

vinícola en Sonora" en La industria en la Historia de Sonora. E INFOCIR Boletín quincenal de investigación agroindustrial, No. 10 Vol. 1, octubre de 2005.

II. Cambios en el mercado vía cambios en el consumidor

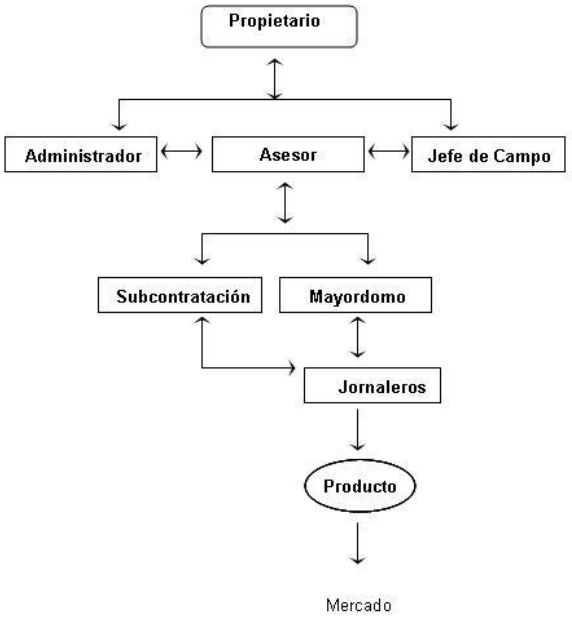
Hasta antes de la apertura comercial el sector productor de uvas, mantenían una estructura organizativa definida por el núcleo familiar guiado por un interés común y que poseían además, una mayoría en los puestos clave de las actividades de la empresa[4]. Esta estructura familiar se guiaba por una dinámica de producción orientada a atender un mercado de escasas exigencias, motivadas por una ventana de mercado perfectamente definida, con una demanda y precios crecientes. Las regulaciones para la comercialización internacional, particularmente de uva de mesa (requerimientos sobre inspección aduanal, inspección fitosanitaria y control de calidad, entre otras), no eran tan estrictas como en la actualidad.

La estructura organizativa de estas unidades de producción soportaba la toma de decisiones en sus propietarios, ya que a ellos llegaba directamente la información de mercado que transmitían a los administradores y jefes de campo, cuyo objeto dentro de la organización, era el de auxiliar al propietario. Mientras los primeros estaban encargados de las labores vinculadas al mercado, los segundos tenían la responsabilidad operativa de la producción y, a su vez, se auxiliaban de los mayordomos de campo y en algunos casos, de subcontrataciones eventuales para tareas agronómicas específicas y de supervisión. Los jornaleros agrícolas, eran los operarios responsables de las tareas agrícolas y estaban subordinados al mayordomo o al subcontratista.

Las funciones que se llevaban a cabo dentro de la empresas eran definidas (técnicas, comerciales, financieras, de seguridad, contables y administrativas) a través de una jerarquía rígida, con el objeto de planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar. Por tanto, dentro de la unidad productiva, los jornaleros desarrollan las funciones técnicas mientras que el propietario del campo se responsabiliza de las funciones administrativas.

El control, vigilancia o seguridad, son conceptos clave en este esquema enfocado a la productividad. La critica en el modelo de organización vertical de la empresa productora de uva de mesa, además de sacrificar la calidad del producto, dejaba de lado elementos de la vida y del bienestar del jornalero (ver figura 1).

Figura. 1.
Sistema vid de mesa: estructura de una organización lineal que produce para vender.



Fuente: elaborado en base a Robles y Garza (2009)

[4] Una interpretación más amplia sobre la empresa familiar puede encontrarse en Erdenet y Shapiro (2005)

Esta estructura empieza a cambiar en la medida en que el sistema se expone a nuevas condicionantes de mercado. La firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) propicia un incremento de la competitividad en los mercados involucrados. Aunado a esto, Estados Unidos, firman acuerdos comerciales con otros países, como Chile, principal comercializador de uva de mesa en el mundo. Esta situación propicia una condición de mercado con precios sensibles a la baja, aumentos sustanciales en la demanda y un sensible crecimiento en los costos de producción que obliga a los productores a instrumentar estrategias correctivas de amplio espectro (Haro, 2007).

La emergencia de serios problemas fitosanitarios derivados de la detección de residuos por pesticidas en las uvas (cianamida); la detección de problemas de salud adjudicados a la incidencia de salmonelosis en algunos alimentos (fresas y melones); el temor generalizado en la comunidad norteamericana a raíz del 11 de septiembre de 2001 manifestado a través de una reticente compra de alimentos extranjeros; la consecuente imposición de ley de bioterrorismo de Estados Unidos; los trastornos derivados del mal de las vacas locas en Europa y la creciente defensa por la calidad de vida de los jornaleros y sus familias, impone estrictos controles a la producción y comercialización de alimentos tanto en Estados Unidos, como en Europa, de tal forma que emergen y/o se fortalecen certificaciones como HACCP o EUREPGAP, con el fin de dar seguridad alimentaria a los consumidores de estas regiones, las cuales se manifiestan en modificaciones organizativas del sistema.

III. Hacia una estructura organizativa sistémica y compleja en vid de mesa

Como se mencionó anteriormente, los acontecimientos en torno al consumo de alimentos generaron una creciente complejidad de los procesos productivos, al tiempo que la sofisticación tecnológica obligaba al desarrollo de nuevas formas organizacionales, con la consigna básica de añadir valor y flexibilidad (Rivas, 2002). Esto provocó que los productores de uva de mesa que comercializan con países como Estados Unidos, reestructuraran sus procesos bajo una lógica sistémica[5] con el fin de mejorar las formas de producir y comercializar. Este cambio se expresa en que, el sistema ahora se planea en función de las exigencias de mercado[6], para lo cual fue necesario mejorar no sólo las características organolépticas de la uva, sino además, los procesos de producción en todas sus fases (de la siembra a la comercialización, incluyendo el proceso de empaque); estas actividades convergen en una característica del producto antes no considerada: calidad.

Un factor clave en dicho mejoramiento es la aplicación de investigación y el desarrollo (I&D), de tal forma que a partir del aumento en la competitividad en el mercado, derivado de la internacionalización comercial, las empresas se ven obligadas a innovar tanto en procesos como en productos, para satisfacer las exigencias de éste y lograr darle atributos de diferenciación a su producto (*demand pull*). Esto propicia un cambio en las estructuras organizativas de las empresas productoras, de manera que surgen nuevos agentes especializados en ciertos ámbitos de la producción y de la comercialización encargados tanto de supervisar la calidad del producto, como las exigencias de los consumidores, así como los cambios en los mercados y en la legislación en torno a éstos. Sin embargo, lo anterior no requiere en todos los casos de una contratación de más personal, sino de una reestructuración interna de la empresa en torno a generar un lazo entre los trabajadores y el mercado.

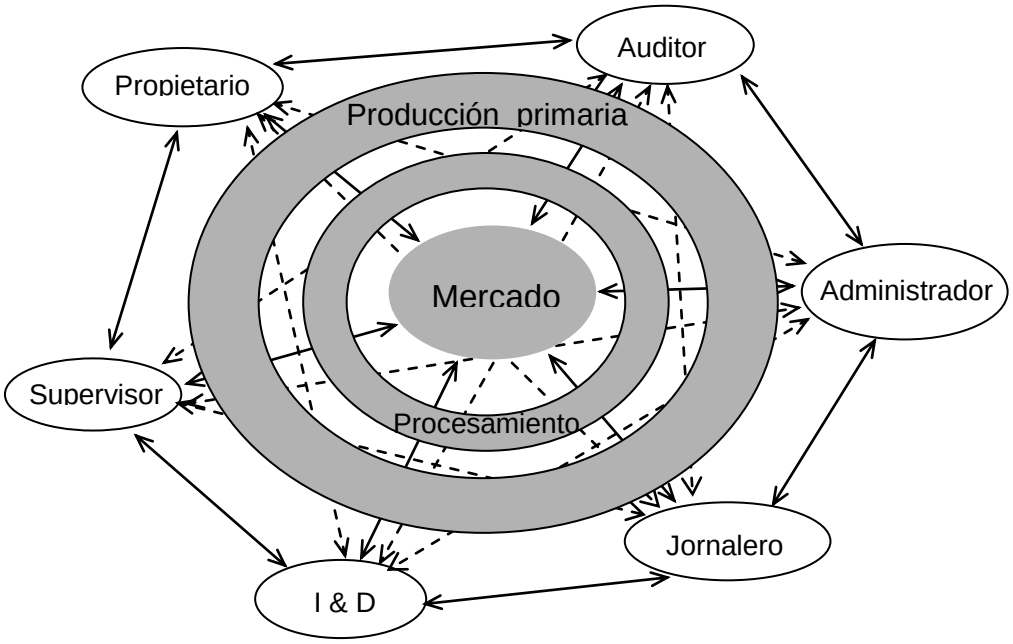
Los estudiosos de la organización remarcan la importancia en el diseño de ésta ya que de no cuidarse se multiplicarían los cuadros ejecutivos: “creando en lugar de tres gerentes funcionales, nueve directores de proyecto, y en vez de cuatro subgerentes, veintiún dueños de proceso, que aunque ganan el mismo sueldo, aportan la tercera parte y trabajan la mitad” (Rivas, 2002. pp.23).

[5] La visión sistémica adoptada por los productores de uva de mesa de Hermosillo, surge de la necesidad de abarcar diversos puntos críticos en la producción y comercialización de este producto. (Márquez et al., 2004), Sobre la visión sistémica en los agronegocios, véase también Gómez y Valle, 2002.

[6] El trabajo de George S. Day indica que las empresas se “alinean” al mercado en busca de conocer al cliente y obtener más información de él (Day, 2005).

Acorde a lo anterior, la estructura organizativa de las empresas del Sistema Vid de Mesa de Sonora, no se modifica, sino se rediseña.
De acuerdo con las evidencias emanadas de la consulta a actores clave del sistema, la organización vertical de estas empresas no evoluciona hacia una de corte horizontal o plana, sino que mantiene el mismo rigor administrativo en sus funciones jerárquicas pero reestructura la relación entre éstas, de tal manera que el eje orientador de las funciones administrativas es el mercado y no la producción. Cada componente es ahora importante en el contexto de la operación; de tal manera que administradores, asesores, supervisores auditores y propietarios deberán tener toda la información necesaria a partir de un enfoque claro de mercado con el objeto de dirimir los puntos críticos del sistema productivo.
Este rediseño de la organización del SVM le permite responder a las demandas del mercado en torno a la calidad de la uva. De ahí que el control ejercido en éste sistema dirija esfuerzos tanto en la esfera técnica como en la operación: para la primera, se enfoca a mejorar las cualidades intrínsecas de la fruta, para lo que se hacen necesarias actividades de investigación y desarrollo, que implica a su vez, reforzar el vínculo entre las empresas productoras y la comunidad científica; en cuanto a la segunda, se replantea la importancia de considerar aquellos aspectos psicológicos y culturales en torno a los jornaleros y la región.

Figura 2. Hacia una visión sistémica en la organización de la empresa productora de uva de Mesa



Fuente: elaborado en base a Robles y Garza, 2009

Esa reorganización en los agro-negocios les ha permitido seguir respondiendo a la cada vez más compleja estructura competitiva del mercado líder, el norteamericano. Sin embargo, nuevos retos emergen a raíz de la necesidad de que, las empresas asuman su compromiso con la sociedad, de ahí que una nueva condicionante competitiva se antepone a los productores bajo formas de mercado: la responsabilidad social

CONCLUSIONES

Los argumentos discutidos evidencian claramente que las condiciones de mercado derivadas de cambios en las exigencias de los consumidores, inciden en la organización del Sistema Vid de

Mesa del estado de Sonora, modificándola o, dicho con mayor claridad, recomponiéndola de tal manera que, no solo los procesos productivos sean los que determinen la producción y la comercialización, sino las demandas que emergen del mercado. Dichas transformaciones se manifiestan en estructuras organizativas que tienden a ser más complejas, sistémicas y multicondicionadas.

LITERATURA CITADA

Gómez, A. y Valle, S. (2002) Análisis prospectivo de cadenas agroalimentarias. EMBRAPA, Brasil

George S. Day (2006) Aligning the organization with the market en MIT Sloan Management Review. Vol 48 No.1 pp.41-49

Haro E. J. (2007) Globalización y salud de los trabajadores. Jornaleros agrícolas y producción de uva en Pesqueira, Sonora; Región y Sociedad, Vol. XIX, No. 40.

Ramírez Sánchez J.C (1997). Modelos de organización de las industrias para la exportación en México en Revista de Comercio Exterior. Banco Nacional de Comercio Exterior S.N.C. Vol.47 Núm. 1, México. Enero de 1997. pp. 25-37.

Rivas Tovar L. (2002). Nuevas Formas de Organización En Estudios Gerenciales. Enero-Marzo, Núm. 82. Universidad de ICESI, Cali, Colombia. Pp. 13-45.

Robles J. y Taddei C. (2004) " La industria vinícola en Sonora" en La industria en la Historia de Sonora. UNISON, SSH, CIAD A.C.

Robles, J., Garza, C., Flores, G., Taddei, C (2008) "Condicionantes de la organización en empresas del Sistema Vid de Mesa en Sonora". Publicación electrónica de las memorias del XXI Congrso Internacional en Administración de Empresas Agropecuarias organizado por la SOMEXAA

Robles, J., Garza, C., Haro, A. (2009) "Responsabilidad social en el sistema vida de mesa: de una responsabilidad inducida a una responsabilidad ética". Publicación electrónica de las memorias del 16th International Consortium for Social Development Symposium.