

SIMPOSIO NACIONAL DE GARBANZO MEMORIA



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Av. Progreso no. 5, Barrio Santa Catarina
Alcaldía Coyoacán, C.P. 04010, Ciudad de México
Centro de Investigación Regional del Noroeste
Campo Experimental Costa de Hermosillo
Pascual Encinas Félix núm. 72.
Colonia La Manga. Hermosillo, Sonora.
Memoria Científica No. 20, Noviembre de 2021
ISSN: En trámite

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula
Secretario

Ing. Víctor Suárez Carrera
Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria

MVZ. Arturo Macosay Córdova
Coordinador General de Ganadería

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador General de Desarrollo Rural

Ing. Santiago José Argüello Campos
Encargado del Despacho de la Coordinación de Agricultura

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Luis Ángel Rodríguez Del Bosque
Encargado del Despacho de los Asuntos de la
Dirección General del Inifap

Dr. Alfredo Zamarripa Colmenero
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Dr. Luis Ortega Reyes
Coordinador de Planeación y Desarrollo

Lic. José Humberto Corona Mercado
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL NOROESTE

M.A. Marco Antonio Carreón Zúñiga
Director Regional

Dr. Jesús Arnulfo Márquez Cervantes
Director de Investigación

M.A. Luis Alberto Avilés Muñoz
Director de Administración

CAMPO EXPERIMENTAL COSTA DE HERMOSILLO

M.C. Teodoro Cervantes Mendívil
Jefe de Campo

SIMPOSIO NACIONAL DE GARBANZO

MEMORIA

*M.Sc. Fernando Afonso Vieira de Figueiredo
M.Sc. Pedro Francisco Ortega Murrieta
M.C. Isidoro Padilla Valenzuela
Ing. Gustavo Adolfo Fierros Leyva
Compiladores*

*M.Sc. Fernando A. Vieira de Figueiredo
M.Sc. Pedro Francisco Ortega Murrieta
M.C. Isidoro Padilla Valenzuela
Ing. Gustavo Adolfo Fierros Leyva
Editores*

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional del Noroeste
Campo Experimental Costa de Hermosillo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Progreso # 5, Colonia Barrio de Santa Catarina
Alcaldía de Coyoacán
C.P. 04010. Ciudad de México.
Tel. 553871- 8700

SIMPOSIO NACIONAL DE GARBANZO, Año 3, No. 1, diciembre de 2021, es una publicación anual editada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Avenida Progreso, Número 5, Colonia Barrio de Santa Catarina, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México. C.P. 04010. <https://eventosagrodesonora.mx>. Editor Responsable: Pedro Francisco Ortega Murrieta. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. En trámite. ISSN: En trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Erasmo Valenzuela Cornejo. Campo Experimental Costa de Hermosillo, Pascual Encinas Félix No. 72, Col. La Manga. Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83220.

Primera edición 2021

Tiraje: 500 ejemplares.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta memoria, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito

SIMPOSIO NACIONAL DE GARBANZO

Plataforma virtual: eventosagrodesonora.mx

Fecha: 24-26 de noviembre de 2021

PROGRAMA

CONFERENCIA / PONENTE	
HORA	REGISTRO EN LÍNEA DESDE EL 15 DE NOVIEMBRE
	24 DE NOVIEMBRE
17:00	BIENVENIDA Dr. Luis Ángel Rodríguez del Bosque. Encargado del Despacho de los Asuntos de la Dirección General del INIFAP.
17:05	MENSAJE E INAUGURACIÓN M.C. Fátima Y. Rodríguez Mendoza. Secretaria, SAGARHPA. Gobierno del Estado de Sonora.
17:15	INTRODUCCIÓN AL IX SIMPOSIO NACIONAL DE GARBANZO M.Sc. Pedro Francisco Ortega Murrieta.
17:20	ESTRATEGIAS DE MANEJO DE NEMATODOS FITOPATÓGENOS. Dr. Ignacio Cid Del Prado Vera. Programa de Fitopatología. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
18:20	DIVERSIDAD Y ESTRATEGIAS DE MANEJO DE HONGOS CAUSANTES DE LA MARCHITEZ DEL GARBANZO. Dr. Juan Manuel Tovar Pedraza. Laboratorio de Fitopatología. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A.C. Culiacán, Sinaloa.
18:50	USO DE LAS MICORRIZAS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA. Dra. Ana Dolores Armenta Calderón. Docente. Universidad Estatal de Sonora (UES). Hermosillo, Sonora.
25 DE NOVIEMBRE	
17:00	NUEVAS LÍNEAS DE GARBANZO Y ASPECTOS DE MANEJO AGRONÓMICO EN RIEGO POR GOTEÓ. M.Sc. Pedro Fco. Ortega Murrieta. Programa de Frijol y Garbanzo. INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora.
17:30	USO Y MANEJO DE BIOL, UNA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS EN AGRICULTURA SUSTENTABLE. Dr. Ruben García Silva. Programa de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal. INIFAP-Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato.
18:00	MANEJO DE LA MALEZA EN GARBANZO. Dr. Gerardo Martínez Díaz. Programa de Sanidad Forestal y Agrícola. INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo, Hermosillo. Sonora.
18:30	MEDIDAS PARA EL MANEJO EFECTIVO DE PLAGAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL GARBANZO. Dr. Edgardo Cortez Mondaca. Programa de Sanidad Forestal y Agrícola. INIFAP-Campo Experimental Valle del Fuerte. Juan José Ríos, Sinaloa.
26 DE NOVIEMBRE	
17:00	MANEJO DEL CULTIVO DE GARBANZO BAJO EL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO Y DE GRAVEDAD. M.C. Eliseo Ortiz Enríquez. Programa de Ingeniería de Riego. INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug. Cd. Obregón, Sonora.
17:30	APS, ALTA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN GARBANZO. Ing, Francisco Javier Sandoval Valenzuela. Tradeteca. Navojoa, Sonora.
18:00	Sesión Virtual de Carteles.

COMITÉ CIENTÍFICO

NOMBRE	INSTITUCIÓN
M.Sc. FERNANDO AFONSO VIEIRA DE FIGUEIREDO	INIFAP- CIRNO
M.Sc. PEDRO FCO. ORTEGA MURRIETA	INIFAP - CIRNO
MC. ISIDORO PADILLA VALENZUELA	INIFAP - CIRNO
ING. GUSTAVO ADOLFO FIERROS LEYVA	INIFAP - CIRNO

COMITÉ ORGANIZADOR

COORDINACIÓN GENERAL Y FINANZAS	PEDRO FCO. ORTEGA MURRIETA TEODORO CERVANTES MENDÍVIL JESÚS OCTAVIO FLORES LARA
PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN	MARÍA DE LOS ÁNGELES ALMARAL CARRILLO ANA AURORA FONTES PUEBLA JOSÉ GRAGEDA GRAGEDA
EXPOSITORES Y PROGRAMA DE CONFERENCIAS	PEDRO FCO. ORTEGA MURRIETA GUSTAVO A. FIERROS LEYVA BRENDA ZULEMA GUERRERO AGUILAR ERASMO GUTIÉRRES PÉREZ EMILIO JIMÉNEZ GARCIA
MEMORIAS	FERNANDO AFONSO VIEIRA DE FIGUEIREDO PEDRO FRANCISCO ORTEGA MURRIETA ISIDORO PADILLA VALENZUELA GUSTAVO ADOLFO FIERROS LEYVA
INSCRIPCIÓN Y REGISTRO	FERNANDO AFONSO VIEIRA DE FIGUEIREDO MARÍA DE LOS ÁNGELES ALMARAL CARRILLO DULCE IRENE ACOSTA VALLE
MÓDULOS COMERCIALES	ANA AURORA FONTES PUEBLA PEDRO FRANCISCO ORTEGA MURRIETA
TRANSMISIÓN DEL EVENTO	ANA AURORA FONTES PUEBLA
MODERADORES	PEDRO FCO. ORTEGA MURRIETA GUSTAVO ADOLFO FIERROS LEYVA ISIDORO PADILLA VALENZUELA

AGRADECIMIENTOS

El Comité Organizador del IX Simposio Nacional de Garbanzo agradece el apoyo del Gobierno del Estado de Sonora, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Fundación Pro Investigación Agrícola del Estado de Sonora, A.C. (FIAES), la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. (SOMEFI) y la Asociación Agrícola Hermosillense S.A. de C.V. para la realización de este evento.

De la misma manera se hace amplio reconocimiento y agradecimiento por su apoyo a las siguientes Instituciones y/o Empresas:

- INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo
- INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug
- INIFAP-Campo Experimental Todos Santos
- INIFAP-Campo Experimental Valle del Fuerte
- INIFAP-Campo Experimental Valle de Culiacán
- INIFAP- Campo Experimental Bajío
- Asociación de Organismos Agrícolas del Norte de Sonora (AOANS)
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sonora
- Junta Local de Sanidad Vegetal de Hermosillo
- Productores de Garbanzo

CONTENIDO

<i>TÍTULO</i>	<i>Pág.</i>
ESTRATEGIAS DE MANEJO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS Ignacio CID DEL PRADO-VERA	12
DIVERSIDAD Y ESTRATEGIAS DE MANEJO DE HONGOS CAUSANTES DE LA MARCHITEZ DEL GARBANZO Juan Manuel TOVAR-PEDRAZA	17
NUEVAS LÍNEAS DE GARBANZO Y ASPECTOS DE MANEJO AGRONÓMICO EN RIEGO POR GOTEO Pedro F. ORTEGA-MURRIETA, Gustavo A. FIERROS-LEYVA, Brenda Z. GUERRERO-AGUILAR, Isidoro PADILLA-VALENZUELA, Jorge A. ACOSTA-GALLEGOS, Víctor VALENZUELA-HERRERA, Erasmo GUTIÉRRES-PÉREZ, Franklin G. RODRÍGUEZ-COTA y Milagros RAMÍREZ-SOTO.	23
USO Y MANEJO DE BIOL, UNA ALTERNATIVA PARA LA NUTRICIÓN DE CULTIVOS EN AGRICULTURA SUSTENTABLE Rubén GARCÍA-SILVA	31
EFFECTO DE HERBICIDAS EN EL CONTROL DE MALEZA Y TOXICIDAD AL GARBANZO Gerardo MARTINEZ-DIAZ	43
MEDIDAS PARA EL MANEJO EFECTIVO DE PLAGAS INSECTILES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL GARBANZO Edgardo CORTEZ-MONDACA, Claudia María MELGOSA-VILLAGÓMEZ, Erasmo GUTIÉRRES-PÉREZ y Rosalío ZAVALA-ARCE	49
MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO CON SENSORES PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN GARBANZO (<i>Cicer arietinum</i> L.) BAJO RIEGO POR GOTEO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA José Eliseo ORTIZ-ENRIQUEZ, Isidoro PADILLA-VALENZUELA, Pedro FÉLIX-VALENCIA y José Luis FÉLIX-FUENTES	55
APS, ALTA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN GARBANZO, CULIACÁN, SINALOA. CICLO 2017-2018. Francisco Javier SANDOVAL-VALENZUELA	60
PONENCIAS DE INVESTIGACIÓN - CARTELES	
EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LOS ÍNDICES DE TOLERANCIA A SEQUÍA EN GENOTIPOS DE GARBANZO FORRAJERO Raúl AVALOS-CASTRO, Noé de Jesús MEDINA-CORDOVA, Carlos A. CABADA-TAVARES	68
RESPUESTA DE GENOTIPOS DE GARBANZO AL COMPLEJO DE HONGOS CAUSANTES DE LA MARCHITEZ Carlos Iván COTA-BARRERAS, Raymundo Saúl GARCÍA-ESTRADA, Josefina LEÓN-FÉLIX, Víctor VALENZUELA-HERRERA, Juan Manuel TOVAR-PEDRAZA	77

<p>BIOCONTROL DE <i>Trichoderma</i> spp. CONTRA EL COMPLEJO DE HONGOS CAUSANTES DE LA MARCHITEZ DEL GARBANZO Abelard ELIASSAINT, Glenda Judith LIZÁRRAGA-SÁNCHEZ, Elizabeth GARCÍA-LÉON, Moisés CAMACHO-TAPIA, Carlos Iván COTA-BARRERAS, Juan Manuel TOVAR-PEDRAZA</p>	83
<p>RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE OCHO LÍNEAS AVANZADAS DE GARBANZO BLANCO DESARROLLADAS EN EL VALLE DE CULIACÁN, SINALOA Gustavo Adolfo FIERROS-LEYVA, Víctor VALENZUELA-HERRERA, Pedro Francisco ORTEGA-MURRIETA, Jorge Alberto ACOSTA-GALLEGOS, Isidoro PADILLA-VALENZUELA</p>	89
<p>COMPORTAMIENTO DE 10 LÍNEAS AVANZADAS Y TRES VARIEDADES DE GARBANZO DE GRANO BLANCO EN RIEGO POR GOTEO EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA Gustavo Adolfo FIERROS-LEYVA, Pedro Francisco ORTEGA-MURRIETA, Jorge Alberto ACOSTA-GALLEGOS, Isidoro PADILLA-VALENZUELA</p>	92
<p>IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS DE GARBANZO ADAPTADOS EN DIFERENTES ZONAS DEL VALLE DE SANTO DOMINGO, BAJA CALIFORNIA SUR Juan Bosco GERALDO-MARTÍNEZ, Claudia María MELGOZA-VILLAGÓMEZ, Erasmo GUTIERRES-PÉREZ</p>	96
<p>HOGA 067, LÍNEA DE GARBANZO BLANCO PROPUESTA COMO NUEVA VARIEDAD EN BAJA CALIFORNIA SUR Erasmo GUTIERRES-PÉREZ, Claudia María MELGOZA-VILLAGÓMEZ, Gustavo Adolfo FIERROS-LEYVA, Pedro Francisco ORTEGA-MURRIETA</p>	101
<p>ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL NEMATODO AGALLADOR <i>Nacobbus aberrans</i> Marco Antonio MAGALLANES-TAPIA, Ignacio CID DEL PRADO-VERA, Howard FERRIS, Cristian NAVA-DÍAZ, Juan Manuel GONZÁLEZ-CAMACHO y Daniel Leobardo OCHOA-MARTÍNEZ</p>	107

<p>RENDIMIENTO Y CALIDAD DE NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO EN DIFERENTES AMBIENTES DE PRODUCCIÓN EN EL SUR DE SONORA</p> <p>Isidoro PADILLA-VALENZUELA, Pedro Francisco ORTEGA-MURRIETA, Gustavo Adolfo FIERROS-LEYVA, Víctor VALENZUELA-HERRERA, José Eliseo ORTIZ-ENRÍQUEZ, Jorge Alberto ACOSTA-GALLEGOS</p>	114
<p>CARACTERIZACIÓN DE SEMILLA DE CUATRO VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO DE EXPORTACIÓN PARA EL ESTADO DE SINALOA</p> <p>Víctor VALENZUELA-HERRERA, Carlos Patricio SAUCEDA-ACOSTA, Milagros RAMÍREZ-SOTO, Isidoro PADILLA-VALENZUELA, Pedro F. ORTEGA-MURRIETA, Sixto VELARDE-FÉLIX</p>	120
<p>RENDIMIENTO Y TAMAÑO DEL GRANO DE NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO EN RESPUESTA AL RÉGIMEN DE HUMEDAD</p> <p>Fernando CABRERA-CARBAJAL y Isidoro PADILLA-VALENZUELA</p>	123
<p>RENDIMIENTO, TAMAÑO DE GRANO Y FENOLOGÍA DE LÍNEAS ELITE Y VARIEDADES COMERCIALES DE GARBANZO BLANCO</p> <p>Isidoro PADILLA-VALENZUELA, ELÍAS CHÁVEZ-OLIVAS, Víctor VALENZUELA-HERRERA, Pedro Francisco ORTEGA-MURRIETA, Gustavo Adolfo FIERROS-LEYVA, Jorge Alberto ACOSTA-GALLEGOS</p>	128

PRESENTACIÓN

El cultivo del garbanzo se siembra durante el ciclo otoño-invierno y es una de las mejores opciones de producción en el noroeste de México por su bajo consumo de agua y por su importancia económica al ser un generador de divisas. La superficie de siembra promedio cosechada en esta región del país en el período 2015-2020 fue de 78,796 ha, con un rendimiento promedio de 2.06 ton/ha y un volumen de producción de 152,939 toneladas anuales que representan un valor de aproximadamente 2,294 millones de pesos (SIAP, 2020).

Entre los principales avances tecnológicos que inciden en la productividad y calidad del cultivo están las prácticas agronómicas como el manejo óptimo del agua de riego, ocasionado por la incorporación de algunas áreas de producción en Sonora y Baja California Sur a los sistemas de riego presurizado y nuevas tecnologías como la biofertilización, por lo que solo mediante la investigación e innovación será posible enfrentar estos retos para mantener e incrementar la productividad y rentabilidad de este cultivo. En la actualidad la solución a los problemas que han impactado la producción de garbanzo se ha logrado mediante la generación y uso de variedades mejoradas, con resistencia o tolerancia a las enfermedades de la raíz, obtenidas mediante mejoramiento genético y el mejoramiento de plantas, además de la adecuación del manejo agronómico.

Como parte de la estrategia para solventar la problemática que afronta el cultivo de garbanzo, se propone fomentar la difusión de las tecnologías disponibles en el INIFAP e instituciones de enseñanza, mediante eventos de transferencia de tecnología que aglutinen a técnicos, académicos, productores, comercializadores e industriales a fin de darle mayor valor a la cadena productiva de este cultivo; para ello se está realizando el “IX Simposio Nacional de Garbanzo” que en esta ocasión debido a la contingencia sanitaria por el Covid19 se está realizando en forma virtual.

Para el desarrollo de este evento se cuenta con la participación conjunta del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Fundación Pro Investigación Agrícola del Estado de Sonora A.C (FIAES), la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. (SOMEFI) y la Asociación Agrícola Hermosillense S.A. de C.V. (AAH), empresas del ramo y agricultores cooperantes. Esperamos que los avances y resultados de la investigación en garbanzo apoyen a mejorar los sistemas de producción del garbanzo, así como la sustentabilidad y rentabilidad de esta leguminosa.

M.C. Teodoro Cervantes Mendivil
Jefe de Campo del CECH - INIFAP

PRESENTACIÓN

La realización del IX Simposio Nacional de Garbanzo muestra la unidad de investigadores, técnicos, productores e Instituciones de apoyo, para promover el crecimiento de esta Cadena Agroindustrial. La Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. (SOMEFI) participa en este evento con el interés de cumplir con los objetivos de su creación; promover, divulgar e impulsar el desarrollo científico, técnico y educativo de las ciencias agronómicas, en esta ocasión, formando parte del comité organizador de este evento, que en esta ocasión debido a la contingencia sanitaria por el Covid19 se está realizando en forma virtual.

El presente simposio aborda la problemática relacionada con las prácticas agronómicas de manejo del cultivo, mejoramiento genético, manejo del riego y fertilizantes, nutrición vegetal, uso de organismos benéficos, control de maleza, utilización alternativa del producto, entre otros. La divulgación de los avances en estas líneas de investigación, ayudará a los productores en la toma de decisiones para que el cultivo de garbanzo se mantenga como uno de los más rentables dentro de los cultivos de grano en el ambiente de clima templado.

El presidente del Comité Directivo Nacional de la SOMEFI 2020-2021 agradece la invitación del Comité Organizador del IX Simposio Nacional de Garbanzo para participar en este importante evento. Nuestras felicitaciones y mejores deseos para que el simposio sea todo un éxito, en bien del sector garbancero y de México.

Atentamente

Dra Margarita Tadeo Robledo
Presidente de la SOMEFI

CONFERENCIAS



ESTRATEGIAS DE MANEJO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS

Ignacio Cid DEL PRADO-VERA

Colegio de Postgraduados. Texcoco Estado de México. 56230. icid@colpos.mx

Resumen

Los nematodos parásitos de plantas son agentes que causan enfermedades en las plantas y es un grupo de fitopatogenos reconocidos en el mundo por ser los causantes de importantes pérdidas económicas al limitar la producción y la calidad de los frutos. Los niveles de población en el campo e invernadero están influenciados por el sistema de cultivo: monocultivos, rotación de cultivos, cultivo a campo abierto o, pobre aplicación de prácticas culturales, entre otras. En México existen varias especies importantes que causan severos daños y pérdidas económicas dependiendo de la zona geográfica, clima tropical, templado o frío: los nematodos lesionadores de raíces *Pratylenchus* spp y *Radopholus similis*, el nematodo de los bulbos *Ditylenchus dipsaci*, los nematodos agalladores *Meloidogyne* spp y *Nacobbus aberrans*, los nematodos formadores de quiste *Heterodera* spp. *Globodera rostochiensis* y *Punctodera chalconensis*, el nematodo reniforme *Rotylenchulus reniformis*; los nematodos vectores de virus *Xiphinema* spp y *Trichodorus* spp, los nematodos foliares *Aphelenchoides ritzemabosi*, *A. besseyi* y *A. fragariae* y el nematodo del anillo rojo *Bursaphelenchus cocophilus*.

Palabras clave: Resistencia genética, control biológico, solarización, agallas.

Introducción

Los problemas por nematodos fitoparásitos se inician por la dispersión de plantas o partes de las plantas infectadas, así tenemos que en el trópico la adquisición de plántulas infectadas de piña, plátano, o cítricos, las especies *Pratylenchus* spp y *Radopholus similis*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Rotylenchulus reniformis*, se establecen rápidamente y sus poblaciones se incrementan con el tiempo, siendo evidentes los síntomas con el crecimiento de las plantas siendo muy difícil y costosa su erradicación. Casos similares se tienen con dientes de ajo, plántulas de fresa y, crisantemo infectadas con: *Ditylenchus dipsaci* y *Aphelenchoides* spp. Cuando se desarrollan plántulas en suelo no desinfectadas o esterilizadas, como el jitomate, el chile, la guayaba, la papa, el café, entre otros, la infección ocurre en los viveros y los nematodos, principalmente los agalladores, se dispersan y se establecen en suelos vírgenes, causando serios problemas a los agricultores, por las pérdidas económicas que se tienen. Una forma eficiente de evitar la diseminación es adquirir plántulas certificadas, que garanticen a los agricultores su sanidad. El propósito del presente trabajo es dar a conocer las diferentes estrategias disponibles para disminuir los daños de nematodos de importancia económica.

Estrategias de manejo

Culturales

Cuando el agricultor cultiva hortalizas bajo condiciones de invernadero, las medidas recomendadas para evitar la introducción de especies de importancia económica son: en la entrada al invernadero debe haber cal en el suelo y lava manos y desinfectante de manos. Además, la entrada debe ser restringida y solamente podrán entrar el mínimo de personas, previa desinfección de zapatos y, manos limpias, esto dependerá del tamaño del invernadero, las herramientas como tijeras de podar, palas, azadón y otras deben ser exclusivamente usadas en

el invernadero asignado y al término de su uso, desinfectarlas con agua con cloro. El suelo para el desarrollo de las plántulas debe ser esterilizado con vapor caliente de agua, dejar secar antes de ser usado.

Resistencia Genética

La resistencia genética es limitada y se utiliza por el efecto de la baja producción de nematodos. Se han reportado algunas variedades de jitomate, resistentes para el manejo principalmente de *Meloidogyne* spp.; el gen Mi confiere resistencia a tres especies *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*. (Williamson, 1998). Otro caso donde se ha utilizado la resistencia genética es en arboles de durazno donde las variedades Rootstock Nemaguard, Nemared y Okinawua son resistentes a *M. incognita* y *M. javanica*. Existen otros reportes donde se ha reportado resistencia como son los casos de chile, algodón y nogal, desgraciadamente no se ha incorporado a muchos cultivos y no ha estado disponible para los agricultores y en la mayoría de las instituciones Nacionales no se hace la investigación de la resistencia de los cultivos a nematodos fitoparásitos (Oka *et al.*, 2004).

Cultivos intercalados

Se tienen buenos resultados cuando se intercala al cultivo de jitomate con plantas de *Tagetes erecta*, para el manejo de las poblaciones de *Nacobbus aberrans* y para mejorar la producción y calidad de los frutos, se recomienda plantar 60 días antes las plantas de *T. erecta* y plantar el jitomate a 30 cm de distancia (Zavaleta-Mejía y Gómez-Rodríguez, 1995).

Biofumigación

Este procedimiento tiene como objetivo incorporar residuos de plantas como crucíferas o sorgo, para la liberación de compuestos con actividad nematicida como son los glucosinolatos que se degradan a ictiosanatos y en ácido cianurico. Se recomienda que el suelo este humedecido a capacidad de campo, se incorpore al suelo los pequeños fragmentos de las plantas (30 t/ha) y también se incorpore gallinaza (25 t/ha), a una profundidad de 30 a 40 cm, cubrir con plástico negro durante 15 a 20 días. Los resultados obtenidos fueron: se redujo el índice de agallamiento por *M. incognita* en el cultivo de jitomate y se incrementó la producción en un 23% (Cid del Prado, 2012)

Solarización

Es una técnica utilizada para la desinfección del suelo, está basada en el uso de la energía solar y la humedad del suelo y la cobertura con plástico. Al incrementar la temperatura durante el día, ocasiona la inactivación y muerte de los nematodos y otros microorganismos fitopatogenos (Cenis, 1989). La eficiencia de la solarización se ha incrementado, cuando se combina con la incorporación de materia orgánica o estiércol de gallina (Gamliel y Stapleton, 1993). Esta técnica ha dado excelentes resultados en localidades donde se alcanzan temperaturas de 40 °C, para reducir las poblaciones de *Meloidogyne incognita* y *M. javanica*. La desinfección de los suelos principalmente de invernaderos, ha sido adoptada por los agricultores, porque no contamina el medio ambiente.

Termoterapia para el nematodo de los bulbos.

El nematodo de los bulbos *Ditylenchus dipsaci* (Kühn 1857) Filipjev 1936, es una especie muy importante en la producción comercial de ajo y plantas ornamentales de bulbo en el mundo. Los

tratamientos de agua caliente que fueron primeramente desarrollados para el control de *D. dipsaci* y otras plantas con bulbo fueron muy efectivos para la desinfección (Lear y Johnson, 1962). Los tratamientos de los bulbos con agua caliente, deben ser ajos recién cosechados que están en estado de latencia para de esta manera poder aplicar temperaturas más elevadas con menor riesgo de dañar el poder germinativo; se debe dar un tratamiento de humedecimiento a 38°C durante 30 a 45 minutos, seguido del tratamiento con agua caliente a 49 °C y con duración de 15 a 25 minutos, tratamientos que han sido efectivos. Cuando se adicionó Abamectin de 10 a 20 ppm, durante 20 minutos al tratamiento de 49 °C o hipoclorito de sodio al 1.0 o 1.3%, fueron altamente efectivos para controlar *D. dipsaci*, pero ninguno para erradicar esta especie de nematodo. El tratamiento de los dientes de ajo con agua caliente sin aditivos da buen resultado y es altamente recomendable, pero se debe cuidar que la temperatura del agua no rebase los 49 °C y el material vegetal, después de transcurrido el tiempo de permanencia en el agua caliente, se debe someter a un secado para evitar infecciones de hongos; sin embargo cuando se adiciona hipoclorito de sodio al 1.0 o 1.3%, o la Abamectin de 10 a 20 ppm al tratamiento de agua caliente, no son fitotóxicos y muy efectivos en el control de *D. dipsaci* (Megino y González, 2005; Roberts y Matthews, 1995).

Control biológico: Uso del hongo *Pochonia chlamydosporia*

Uno de los primeros estudios en que se utilizó el hongo *Pochonia chlamydosporia* var *chlamydosporia*, fue realizado por Flores-Camacho (2003). Esta especie parasita los huevos principalmente de los nematodos agalladores *Meloidogyne* spp y *Nacobbus aberrans*. Esta investigadora utilizó 5 aislamientos del hongo y los probó contra *N. aberrans*, el parasitismo de los huevos osciló entre un 59% a 96 % y una colonización *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* en raíces de tomate, chile y frijol; también evaluó la virulencia de diferentes aislamientos colectados en diferentes localidades de México, el parasitismo de huevos osciló de un 59% a un 89%, y se obtuvo una reducción del agallamiento; las sepas SMB3 Y SC1 colectadas en Texcoco y Tecamachalco, Puebla respectivamente, fueron las más eficientes. El sustrato que dio mejores resultados fue peat-moss y arena de cuarzo (Flores-Camacho, 2003 y 2007), Arboles de guayaba severamente infectados con el nematodo agallador *Meloidogyne arenaria*, en huertas de Zitácuaro, Michoacán, fueron tratados con vermicomposta (42 t/ha), gallinaza 13.5 kg por árbol, alfalfa triturada (13.5 kg por árbol) y esporas del hongo *Pochonia chlamydosporia* 11×10^7 , aislamiento obtenido de la misma huerta. El índice de agallamiento se redujo significadamente, la reducción de los J2 se redujo de 571 a 21 y la producción de frutos fue de 244 kg/ha (Torres, 2014).

Actividad nematicida de extractos vegetales

Se ha probado que algunas especies de plantas silvestres tienen una actividad nematicida, como lo es *Heliocarpus terebinthinaceus*; esta planta contiene hexanos, que fueron probados contra los juveniles J2 de *Nacobbus aberrans*, a 1000 ppm, en un periodo de 72 h el $98.09 \pm 0.92\%$. Los juveniles quedaron inmóviles, teniendo una actividad nematostática, variando su efecto si los extractos son de alcohol metílico o etílico; los mismos resultados se han obtenido con los extractos de la planta *Latana camara* (Velasco, 2014).

Quitina y quitosano

Compuestos naturales derivados del exoesqueleto de crustáceos y extractos naturales, tienen actividad nematocida, por alterar o degradar la permeabilidad de las membranas. El quitosano es un polisacárido que se aplica al suelo y actúa directamente sobre el corion del huevo de los nematodos, interrumpiendo el desarrollo de las larvas o juveniles (J1 y J2). La desacetilación parcial de quitina da lugar al quitosano, con mejores propiedades de reactividad y solubilidad. En la agricultura, la quitina y sus derivados son efectivos en el control de enfermedades y plagas vegetales. Sus mecanismos de acción están vinculados a su estructura química. Pueden actuar sobre el organismo patógeno, o inducir mecanismos defensivos en las plantas, contra varias enfermedades vegetales antes y después de la cosecha.

La adición de quitina y sus derivados al suelo, favorece el crecimiento y la actividad de muchos organismos quitinolíticos, por un efecto sinérgico. Estos constituyen controles biológicos y enemigos naturales de muchos agentes causales de enfermedades y plagas vegetales. Además, favorecen el crecimiento y desarrollo de microorganismos beneficiosos que establecen relaciones simbióticas con las plantas, tales como las micorrizas o especies del género *Rhizobium*. A su vez, incrementan la población y la actividad microbiana en el suelo, lo que mejora la disposición de nutrientes y sus propiedades. Como reguladores del crecimiento, aceleran la germinación de las semillas, el vigor de las plantas, y el rendimiento agrícola. Por tanto, por su gran potencial se aplica en la agricultura. Sánchez (2010) evaluó el efecto de la quitina y quitosano con diferentes grados de desacetilación (250, 500, 1000, 1500 and 2000 ppm), en huevos de los nematodos agalladores *Meloidogyne incognita* y *N. aberrans*. Después de 264 h, la eclosión de los juveniles se redujo a 16.5% a 2000 ppm y a 17.8 % a 1500 ppm, en comparación con el testigo que fue de 49% a 100%. Se concluye que el quitosano tiene una actividad nematocida, matando a los juveniles infectivos y reduciendo la invasión a las raíces. (Sánchez, 2010).

Manejo integrado de nematodos fitoparásitos (MIN)

El manejo integrado consiste en la combinación de dos o más tácticas de control, con la finalidad de disminuir las poblaciones de nematodos fitoparásitos y maximizar la producción de los cultivos. Las tácticas pueden incluir prácticas culturales como medidas sanitarias, rotación de cultivos, cultivos trampa, cultivos de cobertura, resistencia genética, solarización, biofumigación del suelo y control biológico entre otros, como alternativas del uso de nematocida sintéticos (Hernández y Hidalgo, 2008; Wilson y Jackson, 2013; Abd-Elgawad y Askary, 2018).

Literatura

- Abd-Elgawad, M. M. M., & Askary, T. H. 2018. Fungal and bacterial nematicides in integrated nematode management strategies. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28, 74.
- Cenis, J. 1989. Temperature evolution in solarized soil by Fourier analysis. *Phytopathology* 79, 506-510.
- Cid del Prado, V. I. 2012. La Biofumigación y agregados orgánicos. In *XLIV Annual Meeting of Organization of Nematologist of Tropical America (ONTA)*. Cancún, México.
- Flores-Camacho, R. 2003. Búsqueda y aislamiento de algunos hongos nematofagos para el control de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944 en México. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Flores-Camacho, R., Manzanilla-López, R. H., Cid del Prado-Vera, I., et al. 2007. Control of *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944 with *Pochonia chlamydosporia* (= *Verticillium chlamydosporium*) (Goddard) Zare and W. Gams. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 25, 26-34.

- Gamliel, A., and Stapleton, J. 1993. Effect of chicken compost of ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rhizopheic microorganisms, and lettuce growth. *Plant Disease*, 77: 880-891.
- Hernández, M. A., y Hidalgo Díaz, L. 2008. KlamiC®: Bionematicida agrícola producido a partir del hongo *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata*. *Revista Protección Vegetal*, 23(2), 131-134.
- Lear, B., and D. E. Johnson. 1962. Treatments for eradication of *Ditylenchus dipsaci* in cloves of garlic. *Plant Disease Reporter* 46:635-639.
- Mármol Z., Páez, G., Rincón, M., Araujo, K., Aiello, C., Chandler, C. y Gutiérrez, E. 2011. Quitina y Quitosano polímeros amigables. Una revisión de sus aplicaciones. *Revista Tecnocientífica*. URU. 53-58.
- Megino, L.V. y González I.C. 2005. La termoterapia aplicada al cultivo del ajo. De utilidad para el control de nematodos, hongos y virus. Universidad Tecnológica de Madrid. Agricultura, 866-868.
- Oka, Y., Offenbach, R. and Pivonia, S. 2004. Pepper rootstocks graft compatibility and response to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. *Journal of Nematology* 36, 137-147.
- Roberts P.A. and W. C. Matthews, W.C. 1995. Disinfection Alternatives for Control of *Ditylenchus dipsaci* in Garlic Seed Cloves. *Journal of Nematology* 27(4):448--456.
- Sánchez, P. J. F. 2010. Efecto de quitina y quitosano sobre huevos y juveniles de nematodos formadores de nódulos radiculares *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita* bajo condiciones de in vitro e in vivo. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
- Torres, L. J. 2014. Biodesinfeccion del suelo y uso de *Pochonia chlamydosporia* en el manejo de *Meloidogyne arenaria* en el cultivo de guayabo en el oriente de Michoacán. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
- Velasco, A. R. 2014. Actividad tóxica de doce especies vegetales del estado de Oaxaca contra *Nacobbus aberrans*. Tesis Maestría. Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel, México.
- Wilson, M. J., and Jackson, T. A. 2013. Progress in the commercialization of bionematicides. *BioControl*, 58, 715-722.
- Williamson, V.M. 1998. Root Knot resistant genes in tomato and their potential for future use. *Annual Review of Phytopathology* 36, 277-293.
- Zavaleta-Mejía, E., y Gómez-Rodríguez, O. 1995. Effect of *Tagetes erecta* L.-tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) intercropping on some tomato pests. *Fitopatología*, 30(1), 35-46.

DIVERSIDAD Y ESTRATEGIAS DE MANEJO DE HONGOS CAUSANTES DE LA MARCHITEZ DEL GARBANZO

Juan Manuel TOVAR-PEDRAZA

Laboratorio de Fitopatología, Coordinación Regional Culiacán, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Culiacán, Sinaloa.

juan.tovar@ciad.mx

Resumen

La marchitez es la enfermedad más importante que afecta al garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en México y es causada por un complejo de hongos con origen en el suelo que incluye principalmente a *Fusarium* spp., *Neocosmospora* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum*. Estos fitopatógenos causan inhibición de la germinación de las semillas y muerte de plántulas en los estados iniciales del cultivo. Sin embargo, los principales síntomas de la enfermedad se presentan a manera de pudrición de raíz o tallo, ocasionando un amarillamiento y posteriormente una marchitez y muerte de plantas. Tres de los principales factores que aumentan la susceptibilidad del garbanzo a hongos causantes de enfermedades de raíz y tallo son los estreses por salinidad, sequía y calor, por lo que estos favorecen en gran medida al aumento en la incidencia y severidad de la enfermedad. Respecto a las estrategias de manejo integrado de la enfermedad, sobresalen el uso de genotipos de garbanzo tolerantes, uso de semilla libre de patógenos, tratamiento a la semilla con fungicidas o agentes de biocontrol, uso de genotipos tolerantes a la salinidad, mantener el suelo con humedad óptima, además de planear la fecha y sitio de siembra. La combinación de todas estas estrategias es fundamental para minimizar las pérdidas en rendimiento causadas por la enfermedad.

Palabras clave: *Cicer arietinum*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*.

Introducción

A nivel mundial, existe una gran diversidad de agentes fitopatógenos causantes de enfermedades en el cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.), dentro de los cuales sobresalen hongos, oomicetos, virus, nematodos y bacterias (Chen et al., 2011; Nene et al., 2012). El síntoma “marchitez” se define como la pérdida de rigidez de la parte aérea de una planta (Agris, 2005). Esta enfermedad es causada principalmente por hongos y oomicetos fitopatógenos, no obstante, existen nematodos (Castillo et al., 2008; Leonetti et al., 2018) y virus (Leonetti et al., 2018; Kanakala y Kuria, 2019; Makkouk, 2020) que pueden provocar síntomas de marchitez en plantas de garbanzo, por lo que es de suma importancia reconocer y distinguir las enfermedades inducidas por estos distintos agentes fitopatógenos.

La marchitez del garbanzo, causada por un complejo de hongos, es una enfermedad que afecta significativamente la producción de garbanzo en diversos países (Tarafdar et al., 2018), incluyendo México (Fierros-Leyva et al., 2019). En los estados iniciales del cultivo, estos patógenos causan inhibición de la germinación de la semilla y muerte de plántulas, sin embargo, los principales síntomas de la enfermedad se presentan a manera de pudrición de raíz y tallo, ocasionando un amarillamiento y posteriormente una marchitez y muerte de plantas (Figura 1).



Figura 1. (A) Lote con garbanzo con alta incidencia de marchitez causada por un complejo de hongos con origen en el suelo. (B) Síntoma de marchitez en plantas de garbanzo.

Hongos causantes de la marchitez

Esta enfermedad es causada a nivel mundial por diversos hongos fitopatógenos con origen en el suelo, entre los que se encuentran *Fusarium* spp., *Neocosmospora* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia* spp., *Verticillium* spp., así como los oomicetes *Phytophthora* spp. y *Pythium* spp. (Chen *et al.*, 2011; Nene *et al.*, 2012). En México, la marchitez del garbanzo es causada por el complejo de hongos que incluye a *Fusarium* spp., *Neocosmospora* spp., *M. phaseolina*, *R. solani*, *S. rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum* (Fierros-Leyva *et al.*, 2019; Eliassaint *et al.*, 2020). Sin embargo, dentro de este complejo, las especies de hongos que sobresalen debido a que presentan mayor prevalencia y distribución en garbanzo son *F. oxysporum* y *M. phaseolina*.

Aunque *F. oxysporum* es la especie más ampliamente distribuida a nivel mundial afectando garbanzo, otras especies como *F. redolens* (Jiménez-Fernández *et al.*, 2011; Bouhadida *et al.*, 2017), *F. culmorum*, *F. sporotrichioides* y *F. equiseti* también se han reportado como causantes de manchitez en este cultivo (Zhou *et al.*, 2021).

Respecto al género *Neocosmospora*, se ha reportado a *N. falciformis* (sin. *Fusarium falciforme*) causando pudrición de raíz del garbanzo en Brasil (Cabral *et al.*, 2016) y México (Velarde-Felix *et al.*, 2021). También se ha registrado a *N. vasinfecta* causando pudrición de raíz en campos de este cultivo en Pakistán (Ali *et al.*, 2011). Además, existen diversos reportes de *F. solani* (actualmente *Neocosmospora* spp.) causando marchitez del garbanzo (Fierros-Leyva *et al.*, 2019; Zapatero-Olivares *et al.*, 2020), sin embargo, se requieren de estudios posteriores para distinguir con exactitud la diversidad de especies crípticas de *Neocosmospora* asociadas a esta enfermedad en México y a nivel mundial.

En el caso de *Macrophomina*, recientemente se confirmó mediante análisis moleculares que *M. phaseolina* es la especie predominante en campos de garbanzo distribuidos en los estados de Sinaloa y Sonora en México, y se descartó la presencia de *M. pseudophaseolina* y *M. euphorbiicola* (Cota-Barreras *et al.*, 2020a). Además, se encontró que los aislados de *M.*

phaseolina del noroeste de México presentan diferencias en la virulencia y pertenecen a diversos grupos de compatibilidad vegetativa (Cota-Barreras *et al.*, 2020a, b).

Factores que aumentan severidad de la enfermedad

La susceptibilidad del garbanzo a estreses bióticos y abióticos es el factor más importante para la reducción del rendimiento (Tarafdar *et al.*, 2018). La salinidad del suelo es un problema común en muchas áreas agrícolas y es una amenaza potencial para la producción de garbanzo debido a la alta sensibilidad de este cultivo (Flowers *et al.*, 2010). Aunado a esto, se ha determinado que altas concentraciones de NaCl en el suelo, producen un efecto positivo sobre el crecimiento micelial y esporulación de *F. oxysporum*, además de un aumento en la producción de enzimas degradadoras de la pared celular, así como un efecto negativo sobre la germinación de semillas y crecimiento de plantas de garbanzo, por lo que, el estrés por salinidad en garbanzo contribuye al aumento en la incidencia y severidad de síntomas causados por este fitopatógeno (Maharshi *et al.*, 2021). Similarmente, se ha comprobado que la salinidad estimula el crecimiento micelial de *R. solani*, *M. phaseolina* y *S. rolfsii*, pero reduce la producción de esclerocios de *S. rolfsii*, *R. solani* (El-Abyad *et al.*, 1988) y *S. sclerotiorum* (El-Abyad *et al.*, 1988; Abdullah *et al.*, 2008). Otros factores muy importantes que aumentan la incidencia y severidad de patógenos fúngicos en campos de garbanzo son los estreses provocados por sequía (Tarafdar *et al.*, 2018; Sinha *et al.*, 2019; Rai *et al.*, 2021; Sinha *et al.*, 2021) y calor (Landa *et al.*, 2006; Sharma *et al.*, 2013).

Manejo integrado de la marchitez del garbanzo

La estrategia de control más factible y estudiada para el manejo de la marchitez del garbanzo causada por hongos con origen en el suelo, es el uso de genotipos con tolerancia o resistencia. Diversos estudios han reportado fuentes de resistencia a *F. oxysporum* (Iqbal *et al.*, 2005; Pande *et al.*, 2006; Landa *et al.*, 2006; Kumar *et al.*, 2019), *R. solani* (Zope *et al.*, 2014), *M. phaseolina* (Al-Taae *et al.*, 2021), *S. rolfsii* (Zope *et al.*, 2014; Shirsole *et al.*, 2018) y *S. sclerotiorum* (Mwape *et al.*, 2021), ya sea en genotipos de garbanzo cultivados o en especies no cultivadas de *Cicer*.

Respecto al control químico de los hongos causantes de marchitez, existe una amplia gama de fungicidas que se han evaluado para el tratamiento a la semilla de garbanzo. No obstante, estos fungicidas se han evaluado principalmente para el control de *F. oxysporum* (Jamil y Ashraf, 2020). Sin embargo, no controlan satisfactoriamente a todo el complejo de hongos involucrados la enfermedad, por lo que se requiere de la combinación de diferentes fungicidas con la finalidad de aumentar la efectividad de este tratamiento.

Referente a las estrategias de biocontrol de la marchitez, se encuentra el tratamiento a la semilla con hongos como *Trichoderma* spp. (Khan *et al.*, 2004; Mastouri *et al.*, 2010) y bacterias como *Streptomyces* spp. (Amani *et al.*, 2016), *Bacillus* spp. (Zaim *et al.*, 2013) y *Pseudomonas fluorescens* (Khan *et al.*, 2004). Dentro de estas opciones sobresale *Trichoderma* spp., los cuales son hongos ampliamente conocidos como agentes de biocontrol de diversos fitopatógenos. Sin embargo, es importante comprender que el biocontrol, en muchos casos, no solo se relaciona con sus habilidades para producir antibióticos, establecer interacciones parasitarias, o afectar directamente a los patógenos, por lo que, además, debemos considerar que estas especies pueden inducir resistencia sistémica mediada por la expresión de genes en plantas. En el caso

de tratamiento a la semilla, se ha demostrado que *Trichoderma harzianum* es capaz de disminuir los estreses abióticos y fisiológicos en semillas y plántulas (Mastouri *et al.*, 2010). Asimismo, en el caso específico de garbanzo, se ha comprobado el efecto de la aplicación de *Trichoderma* spp. como promotor del crecimiento (Oliva-Ortiz *et al.*, 2017).

Conclusiones

El manejo efectivo de la marchitez del garbanzo causada por hongos con origen en el suelo se logra mediante la combinación de estrategias de manejo de enfermedades y del cultivo, entre las que destacan el uso de genotipos de garbanzo tolerantes, uso de semilla libre de patógenos, tratamiento a la semilla con fungicidas o agentes de biocontrol, uso de genotipos tolerantes a salinidad, mantener el suelo con humedad óptima, además de planear la fecha y sitios de siembra. No obstante, un requisito previo e indispensable es el diagnóstico rápido y preciso de las especies de patógenos causantes de la enfermedad en las diferentes áreas productoras de garbanzo en México. Por lo que se requiere de estudios posteriores de manejo integrado de la enfermedad con base en datos epidemiológicos de las poblaciones del complejo de hongos causantes de esta enfermedad en las principales áreas productoras de este cultivo.

Literatura citada

- Abdullah, M. T., Ali, N. Y., Suleman, P. 2008. Effect of salinity, temperature and carbon source on the growth and development of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* isolated from semi-arid environment. *The Plant Pathology Journal* 24(4),407–416.
- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Ed. Elsevier Academic Press, California, USA. 922 p.
- Ali, F., Akhtar, K. P., Shah, T. M., Khan, A. A. 2011. First report of *Neocosmospora vasinfecta* causing root rot of chickpea in Pakistan. *Journal of Plant Pathology* 93(4),89.
- Al-Taae, A.K., Al-Taae, H.H.W., Al-Jobory, S.A.E. 2021. Screening of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties against *Macrophomina phaseolina*. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology* 22(7),114–120.
- Amini, J., Agapoor, Z., Ashengroph, M. 2016. Evaluation of *Streptomyces* spp. against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* for the management of chickpea wilt. *Journal of Plant Protection Research* 56(3), 257–254.
- Bouhadida, M., Jendoubi, W., Gargouri, S., Beji, M., Kharrat, M., Chen, W. 2017. First report of *Fusarium redolens* causing Fusarium yellowing and wilt of chickpea in Tunisia. *Plant Disease* 101(6),1038.
- Castillo, P., Navas-Cortés, J. A., Landa, B. B., Jiménez-Díaz, R. M., Vovlas, N. 2008. Plant-parasitic nematodes attacking chickpea and their in planta interactions with rhizobia and phytopathogenic fungi. *Plant Disease* 92(6), 840–853.
- Chen, W., Sharma, H. C., Muehlbauer, F. J. 2011. *Compendium of Chickpea and Lentil Disease and Pest*. APS Press, St. Paul Minnesota, USA. 165 p.
- Cota-Barreras, C. I., García-Estrada, R. S., León-Felix, J., Valenzuela-Herrera, V., Tovar-Pedraza, J. M. 2020a. Identificación molecular y virulencia de aislados de *Macrophomina phaseolina* causantes de la marchitez de garbanzo en Sinaloa y Sonora, México. *Revista Mexicana de Fitopatología. Suplemento* 38,S55–S56.
- Cota-Barreras, C. I., García-Estrada, R. S., León-Felix, J., Valenzuela-Herrera, V., Tovar-Pedraza, J. M. 2020b. Grupos de compatibilidad vegetativa de aislados de *Macrophomina*

- phaseolina* obtenidos de campos de garbanzo en Sinaloa y Sonora, México. Revista Mexicana de Fitopatología. Suplemento 38,S77.
- El-Abyad, M. S., Hindorf, H., Rizk, M. A. 1988. Impact of salinity stress on soil-borne fungi of sugarbeet. Plant and Soil 110, 33–37.
- Eliassaint, A., Lizárraga-Sánchez, G.J., Cota-Barreras, C.I., Camacho-Tapia, M., Tovar-Pedraza, J.M. 2020. Antagonismo *in vitro* de aislados de *Trichoderma* sp. contra el complejo de hongos causantes de la marchitez del garbanzo en Sinaloa. Revista Mexicana de Fitopatología. Suplemento 38, S101–S102.
- Cabral, C.S., Melo, M.P., Fonseca, M.E.N., Boiteux, L.S., Reis, A. 2016. A root rot of chickpea caused by isolates of the *Fusarium solani* species complex in Brazil. Plant Dis. 100, 2171.
- Flowers, T.J., Gaur, P.M., Gowda, C.L., Krishnamurthy, L., Samineni, S., Siddique, K.H.M., Turner, N.C., Vadez, V., Varshney, R. K., Colmer, T.D. 2010. Salt sensitivity in chickpea. Plant Cell Environment 33 (4),490–509.
- Fierros-Leyva, G.A., Acosta-Gallegos, J.A., Ortega-Murrieta, P.F., Padilla-Valenzuela, I., Álvarez-Bravo, A., Ramírez-Soto, M., Velarde-Félix, S. 2019. Distribución de hongos asociados a pudriciones de raíz del garbanzo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10,131–142.
- Iqbal, S. M., Haq, I. K., Bakhsh, A., Ghafoor, A., Haqqani, A. M. 2005. Screening of chickpea genotypes for resistance against Fusarium wilt. Mycopathology 3(2),1–5.
- Jamil, A., Ashraf, S. 2020. Utilization of chemical fungicides in managing the wilt disease of chickpea caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*. Archives of Phytopathology and Plant Protection 53,17–18.
- Jiménez-Fernández, D., Navas-Cortés, J. A., Montes-Borrego, M., Jiménez-Díaz, R. M., Landa, B. B. 2011. Molecular and pathogenic characterization of *Fusarium redolens*, a new causal agent of Fusarium yellows in chickpea. Plant Disease 95(7),860–870.
- Khan, M. R., Khan, S. M., Mohiddin, F. A. 2004. Biological control of Fusarium wilt of chickpea through seed treatment with the commercial formulation of *Trichoderma harzianum* and/or *Pseudomonas fluorescens*. Phytopathologia Mediterranea 43,20–25.
- Kumar, S., Sahni, S., Kumar, B. 2019. Screening of chickpea genotypes for resistance against fusarium wilt. Current Journal of Applied Science and Technology 38(6),1-6.
- Landa, B. B., Navas-Cortés, J. A., Jiménez-Gasco, M. M., Katan, J., Retig, B., Jiménez-Díaz, R. M. 2006. Temperature response of chickpea cultivars to races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*, causal agent of Fusarium wilt. Plant Disease 90, 365–374.
- Kanakala, S., Kuria, P. 2019. Chickpea chlorotic dwarf virus: An emerging monopartite dicot infecting *Mastrevirus*. Viruses 11(5), v11010005.
- Maharshi, A., Rashid, M. M., Teli, B.,Yadav, S.K., Singh, D.P., Sarma, B. K. 2021. Salt stress alters pathogenic behaviour of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* and contributes to severity in chickpea wilt incidence. Physiological and Molecular Plant Pathology 113,101602.
- Makkouk, K. M. 2020. Plant pathogens which threaten food security: viruses of chickpea and other cool season legumes in West Asia and North Africa. Food security 12,495–502.
- Mastouri, F., Björkman, T., Harman, G. E. 2010. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. Phytopathology 100,1213–1221.
- Mwape, W. W., Khentry, Y., Newman, T. E., Denton-Giles, M., Derbyshire, M. C., Chen, K., Berger, J., Kamphuis, L. G. 2021. Identification of sources of *Sclerotinia sclerotiorum*

resistance in a collection of wild *Cicer* germplasm. *Plant Disease* <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-21-0367-RE>

- Nene, Y. L., Reddy, M. V., Haware, M. P., Ghanekar, A. M., Amin, K. S., Pande, S., Sharma, M. 2012. Field Diagnosis of Chickpea Diseases and their Control. Information Bulletin No. 28. Patancheru, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 60 p.
- Oliva-Ortiz, L.C., Velázquez-Alcaraz, T.J., Sosa-Pérez, R., Partida-Ruvalcaba, L., Díaz-Valdés, T., Arciniega-Ramos, J., López-Orona, C.A. 2017. Control de la Fusariosis vascular del garbanzo por microorganismos nativos de Sinaloa, México. *Agrociencia* 51,683–695.
- Pande, S., Kishore, G. K., Upadhyaya, H. D., Rao, J. N. 2006. Identification of sources of multiple disease resistance in mini-core collection of chickpea. *Plant Disease* 90,1214-1218.
- Rai, A., Irulappan, V., Senthil-Kumar, M. 2021. Dry root rot of chickpea: A disease favored by drought. *Plant Disease*. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-21-1410-FE>
- Sharma, M., Pande, S. 2013. Unravelling effects of temperature and soil moisture stress response on development of dry root rot [*Rhizoctonia bataticola* (Taub.)] Butler in Chickpea. *American Journal of Plant Science* 4,584–589.
- Sinha, R., Irulappan, V., Mohan-Raju, B., Suganthi, A., Senthil-Kumar, M. 2019. Impact of drought stress on simultaneously occurring pathogen infection in field-grown chickpea. *Scientific Reports* 9,1–15.
- Sinha, R., Irulappan, V., Patil, V. S., Reddy, P. C. O., Ramegowda, V., Mohan-Raju, B., Rangappa, K., Singh, H. K., Bhartiya, S., Senthil-Kumar, M. 2021. Low soil moisture predisposes field-grown chickpea plants to dry root rot disease: evidence from simulation modeling and correlation analysis. *Scientific Reports* 11, 6568.
- Shirsole, S. S., Khare, N., Lakpale, N., Kotasthane, A. S. 2018. Detection of resistant sources against collar rot of chickpea caused by *Sclerotium rolfsii* Sacc. under field conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(1), 502–505.
- Tarafdar, A., Rani, T. S., Chandran, U. S. S., Ghosh, R., Chobe, D. R., Sharma, M. 2018. Exploring combined effect of abiotic (soil moisture) and biotic (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) stress on collar rot development in chickpea. *Frontiers in Plant Sciences* 9,1154.
- Velarde-Félix, S., Valenzuela-Herrera, V., Ortega-Murrieta, P.F., Fierros-Leyva, G.A., Rojas-Rojas, P.A., López-Orona, C.A., Retes-Manjarrez, J.E. 2021. First report of (FSSC 3+4) causing root rot on chickpea in Mexico. *Plant Disease* <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-21-1123-PDN>
- You, M. P., Colmer, T. D., Barbetti, M. J. 2011. Salinity drives host reaction in *Phaseolus vulgaris* (common bean) to *Macrophomina phaseolina*. *Functional Plant Biology* 38(12), 984–992.
- Zaim, S., Belabid, L., Bellahcene, M. 2013. Biocontrol of chickpea Fusarium wilt by *Bacillus* spp. rhizobacteria. *Journal of Plant Protection Research* 53(2), 177–183.
- Zapatero-Olivares, M., Guerrero-Aguilar B. Z., Melgoza-Villagómez C. M., Gutiérrez-Pérez, E. 2020. Evaluación patogénica de 25 aislados de *Fusarium solani* de Baja California Sur en dos genotipos de garbanzo tipo blanco HOGA 67 y Blanco Sinaloa 92. *Simposio Nacional del Garbanzo* 2(1),77–82.
- Zhou, Q., Yang, Y., Wang, Y., Jones, C., Feindel, D., Harding, M., Feng, J. 2021. Phylogenetic, phenotypic and host range characterization of five *Fusarium* species isolated from chickpea in Alberta, Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology* 43(5), 651–657.

NUEVAS LÍNEAS DE GARBANZO Y ASPECTOS DE MANEJO AGRONÓMICO EN RIEGO POR GOTEO

Pedro F. ORTEGA-MURRIETA¹, Gustavo A. FIERROS-LEYVA¹, Brenda Z. GUERRERO-AGUILAR³, Isidoro PADILLA-VALENZUELA², Jorge A. ACOSTA-GALLEGOS³, Víctor VALENZUELA-HERRERA⁴, Erasmo GUTIÉRRES-PÉREZ⁵, Franklin G. RODRÍGUEZ-COTA⁶, Milagros RAMÍREZ-SOTO⁴.

¹Campo Exp. Costa de Hermosillo INIFAP, Hermosillo, Sonora; ²Campo Exp. Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora; ³Campo Exp. Bajío, Celaya, Guanajuato; ⁴Campo Exp. Valle de Culiacán, Sinaloa, ⁵Campo Exp. Todos Santos, La Paz, B.C.S, ⁶Campo Exp. Valle del Fuerte, Juan José Ríos, Sinaloa. ortega.pedro@inifap.gob.mx, ortegampedro@gmail.com.

Resumen

Se evaluaron a nivel experimental y comercial nuevas variedades y líneas elite de garbanzo, en varios sistemas de producción del noroeste México. Se detectaron los genotipos CUGA 09-3096, CUGA 09-3160, HOGA 2008-5-2, HOGA 2007-2-14, HOGA 2006-40-12, HOGA 2006-14-8, y HOGA 2008-6-1, con potencial de rendimiento y calidad de grano para exportación, así como con tolerancia a la rabia causada por *Fusarium*. A nivel semicomercial, las nuevas variedades BlancoSon, Mazocahui, Sinalomex 2018, y la línea experimental HOGA 2006-14-8 presentaron buen potencial de rendimiento superior a los testigos comerciales y tolerancia a *Fusarium*. En condiciones de terreno solarizado (400 Unidades formadoras de Colonia (UFC) de *Fusarium*) las variedades, en promedio, expresaron rendimiento superior en 1,900 kg ha⁻¹, comparado con terreno no solarizado (2,200 UFC de *Fusarium*). El rendimiento promedio de los genotipos en suelo solarizado fue de 4,185 kg ha⁻¹ y en terreno no solarizado de 2,754 ha⁻¹. La línea elite de mayor rendimiento fue HOGA 2006-14-8, con 5,503 kg ha⁻¹ de grano cribado en suelo solarizado. Se dispone de material genético con características de grano y alto rendimiento para ser liberadas como variedades.

Palabras clave: rendimiento, calibre, genotipos, solarización.

Introducción

El garbanzo es una buena opción de siembra para el noroeste de México por su adaptabilidad a las condiciones de clima además de ser un cultivo con una alta eficiencia en el uso de agua. En estas regiones este recurso es caro y escaso, por lo que es una buena opción de siembra. Es un cultivo que se comercializa en el extranjero, principalmente a países del Medio Oriente y norte de África. La principal limitante, al igual que en otras regiones productoras de garbanzo, son las enfermedades de la raíz causadas principalmente por *Fusarium*, y la manera más económica y factible de combatirlas es mediante la resistencia genética, en combinación con prácticas culturales que contribuyan a reducir las poblaciones de estos hongos en el suelo.

La superficie de siembra promedio cosechada en el noroeste de México en los últimos siete años (2015-2021) fue de 77,589 ha, con rendimiento promedio de 1.899 t ha⁻¹, y con una producción de 150,459 toneladas anuales (SIAP, 2021) con un valor de la producción de aproximadamente 2,340 millones de pesos. Dentro de las limitantes agronómicas de la producción del garbanzo en el noroeste de México están las enfermedades foliares y de la raíz (Fierros et al., 2012), destacando las enfermedades de raíz causadas por el género *Fusarium*, principalmente (Saxena, 1984). El objetivo es dar a conocer el comportamiento agronómico de las nuevas variedades y genotipos en desarrollo del programa de Mejoramiento Genético de Garbanzo del INIFAP.

Materiales y Métodos

Durante el ciclo 2020 se evaluaron líneas avanzadas y variedades de garbanzo liberadas recientemente por el programa de Mejoramiento Genético de Garbanzo del INIFAP, en las áreas productoras de garbanzo del noroeste de México, que incluye a Sonora, Sinaloa y Baja California Sur. Asimismo, en el ciclo 2021 se evaluaron en la Costa de Hermosillo. En todos los lotes se utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, en los diferentes sistemas de producción que prevalecen en cada región. En la Costa de Hermosillo, Sonora y en Baja California Sur se evaluaron en el sistema de riego por goteo, en el Valle del Yaqui y en Sinaloa fueron evaluadas en riego convencional.

Se les dio el manejo agronómico recomendado por INIFAP. Se midió el rendimiento de origen o de campo, el rendimiento cribado, usando criba con orificios de 9 mm de diámetro, el calibre de origen y de grano cribado. El calibre corresponde al número de granos en 30 g. Se obtuvo también el porcentaje de grano al pasar por la criba. En dos sitios de prueba de la Costa de Hermosillo se sembró en suelo con antecedentes de alta incidencia de enfermedades de la raíz causada principalmente por hongos del género *Fusarium*; en la localidad Nochistongo donde se registraron 1,300 Unidades Formadoras de Colonia (UFC) y en Campo Nuevo hubo 1,200 UFC. El resto de los sitios aparentemente estuvo libre de esta enfermedad. Durante el verano de 2020 se solarizó un terreno comercial utilizando plástico transparente donde estaba instalado riego por goteo con regantes a 1.6 m, en un área de aproximadamente 1 m de ancho donde se localiza el área de siembra. Se instaló el plástico en junio de 2020, y se regó con 2 horas a la semana para propiciar alta temperatura.

Resultados y discusión

Ciclo 2019-2020. En el Cuadro 1 se anota el rendimiento de exportación de las localidades experimentales de evaluación durante el ciclo 2019-2020. En estos sitios de evaluación durante la floración del cultivo en la Costa de Hermosillo se presentaron fuertes lluvias lo que ocasionó una severa infección causada principalmente por *Alternaria alternata* que defolió las plantas prematuramente, lo que bajó el potencial de rendimiento del cultivo. En la localidad Nochistongo hubo además un fuerte efecto de las enfermedades de la raíz, que seleccionó en forma natural aquellas variedades con resistencia genética (Cuadro 1). Las variedades testigo (Blanco Sinaloa 92 y Blanoro) presentaron una fuerte infección por este hongo en esta localidad. Sobresalen por su rendimiento, tamaño de grano y porcentaje de grano cribado, así como por su resistencia a *Fusarium*, las líneas avanzadas (elite) CUGA 09-3096, CUGA 09-3160, HOGA 2008-5-2, HOGA 2007-2-14, HOGA 2006-40-12, HOGA 2006-14-8, y HOGA 2008-6-1. Las nuevas variedades Sinalomex 2018 y Mazocahui sobresalieron por sus características agronómicas y rendimiento. En el Cuadro 2 se anotan las características del grano de los genotipos, todas presentaron características de calidad aptas para su comercialización en el extranjero.

Es conveniente hacer la aclaración de que se ha documentado la interacción de los nematodos con *Fusarium*, ya que el problema de infección por este hongo se incrementa debido que producen lesiones que facilitan la penetración de los hongos, aun cuando las variedades tengan resistencia genética (Castillo *et al.*,1988). En las localidades Nochistongo y Campo Nuevo se detectaron 740 y 640 nematodos del género *Pratylenchus* por 100 g de suelo. Estos genotipos se van a seguir evaluando para decidir si se liberan como nuevas variedades de garbanzo.

Cuadro 1. Rendimiento cribado (kg ha⁻¹) de líneas avanzadas y variedades de garbanzo en localidades del noroeste de México. 2020.

No.	GENOTIPOS	CECH NOCHISTONGO	CECH C. NUEVO	STO DOMINGO	SEMAY	CEVAF Leyson	CEVACU	PROMEDIO	INDICE DE Fusarium†
6	CUGA 09-3096	2,026	2,847	3,102	2,632	1534	2,951	2,515	1
9	CUGA 09-3160	2,007	2,840	3,112	2,499	1493	2,921	2,479	2
1	HOGA 2008-5-2	2,285	2,441	3,375	2,377	2128	2,014	2,437	3
2	HOGA 2007-2-14	1,822	2,141	3,341	2,460	1814	2,780	2,393	4
11	HOGA 2006-40-12	1,707	2,238	2,940	2,545	1996	2,878	2,384	4
5	Blanco Sinaloa 92	907	2,744	3,509	2,260	1820	2,912	2,359	7
10	HOGA 2006-14-8	1,760	2,480	3,087	2,822	1601		2,350	3
4	HOGA 2008-6-1	1,659	2,842	3,028	2,046	1398	2,774	2,291	3
3	Mazocahui	1,774	2,659	2,846	1,979	1875		2,227	1
7	Sinalomex 2018	2,248	2,241	2,644	2,437	1402		2,194	2
8	Blanoro	831	1,478	3,224	2,336	1452	2590	1,985	8

†, Índice de *Fusarium*, 1, plantas sin daño; 9, plantas completamente muertas. CIAT, 1987. Dato evaluado en la localidad CECH Nochistongo.

Cuadro 2. Calibre de grano y porcentaje de grano cribado de líneas avanzadas y variedades de garbanzo en el noroeste de México. 2020.

No	GENOTIPOS	NOCHIST.		CAMPO NUEVO		STO DOM. BCS		SEMAY		CEVAF		CULIACAN (CEVACU)		PROMEDIO	
		Cal Crib [†]	Porc Crib [†]	Cal. Crib	Porc Crib.	Cal. Crib.	Porc Crib.	Cal. Crib.	Porc Crib.	Cal. Crib.	Porc Crib.	Cal. Crib.	Porc rib.	Cal. Crib.	Porc. Crib
6	CUGA 09-3096	53	48	51	81	40	97	48	83	44	87	41	94	46	82
3	CUGA 09-3160	47	74	46	86	41	98	52	79	46	85	43	93	46	86
4	HOGA 2008-5-2	48	68	46	86	46	97	55	72	47	86	46	93	48	84
1	HOGA 2007-2-14	40	82	40	94	38	98	47	85	51	84	40	94	43	90
7	HOGA 2006-40-12	45	80	42	93	39	98	50	83	43	89	43	94	44	90
10	Blanco Sinaloa 92	49	51	45	88	41	97	67	56	46	83	47	92	49	78
2	HOGA 2006-14-8	48	68	45	96	41	97	56	70	46	89			48	85
8	HOGA 2008-6-1	49	59	45	92	43	92	59	55	50	80	47	92	49	78
9	Mazocahui	47	56	47	89	42	94	64	45	51	82			51	77
5	Sinalomex 2018	43	80	39	97	43	94	55	65	44	89			47	83
11	Blanoro	48	72	47	86	44	96	53	77	46	89	45	92	47	85

†, Cal Crib, calibre de grano cribado (numero granos en 30g); Porc. Crib., Porcentaje de grano cribado.

Parcelas de validación. Se establecieron parcelas de validación de variedades de garbanzo, donde se evaluó el rendimiento de grano y la calidad basada en tamaño de grano. En el campo Covadonga de la Costa de Hermosillo, en el ciclo 2020-2021 se establecieron cuatro variedades: BlancoSon, Sinalomex 2018, Mazocahui y Blanoro (testigo) en superficie de 0.9, 0.4, 1.0 y 1.0 ha, respectivamente. Mediante análisis de laboratorio se determinó que este suelo tenía 1400 UFC de *Fusarium* spp. Se sembraron en riego por goteo, con regantes a 1.5 m y dos hileras de siembra separadas a 0.40 m. Se le dio el manejo agronómico de acuerdo a lo recomendado por el INIFAP. Los resultados de rendimiento se anotan en el Cuadro 3. Las nuevas variedades superaron a la variedad testigo Blanoro, tanto en rendimiento de campo como de grano cribado.

Cuadro 3. Rendimiento (kg ha⁻¹) de origen, cribado y porcentaje de grano cribado en cuatro variedades de garbanzo. Ciclo 2020-2021.

VARIETADES	RENDIMIENTO DE ORIGEN	RENDIMIENTO CRIBADO	PORCENTAJE DE CRIBADO
BlancoSon	3,404	2,713	80
Sinalomex 2018	2,821	2,564	91
Mazocahui	2,905	2,238	77
Blanoro	2,624	1,831	70

Sobresalió BlancoSon por su alta calidad de grano (Cuadro 4), ya que presentó 79.6% del total del rendimiento de granos grandes con calibres alto (70.3 de calibres 5X y 6X y 9.3% de calibres 2X y 3X). El rendimiento cribado de Sinalomex 2018 fue el 68% de calibre X y 23 % de calibres 5X y 6X. Mazocahui presentó el 69% de calibre X y 8% de calibre 5X y 6X.

Cuadro 4. Rendimiento de grano cribado (kg ha⁻¹) por calibres en cuatro variedades de garbanzo. Ciclo 2020-2021.

VARIETADES	CALIBRES DE GRANO†			TOTAL CRIBADO
	X	2X y 3X	5X y 6X	
BlancoSon	-	2,394	319	2,713
Sinalomex 2018	1,923	-	641	2,564
Mazocahui	2,000	-	238	2,238
Blanoro	1,196	444	191	1,831

† Calibres: número de granos en 30 g. X, 50 granos; 2X, 46 granos; 3X, 44 granos; 5X, 40 granos; 6X, 38 granos.

Se evaluaron a nivel semicomercial siete variedades de garbanzo en terrenos del campo propiedad de la Fundación Pro Investigación Agrícola del Estado de Sonora (FIAES), A.C. durante el ciclo 2020-2021. Se sembraron en riego por goteo con regantes a 1.6 m y doble hilera de siembra. En el Cuadro 5 se anotan los rendimientos de grano de campo y cribado de las variedades, así como la incidencia de rabi causada por *Fusarium* spp., donde su población fue de 600 UFC. Las variedades Combo 743, BlancoSon y HOGA 2006-14-8 superaron en rendimiento cribado al testigo Blanco Sinaloa-92 con 662, 587 y 467 kg/ha.

Cuadro 5. Rendimiento (kg ha⁻¹) de origen, cribado y porcentaje de grano cribado en cuatro variedades de garbanzo. Campo del FIAES, A.C. Ciclo 2020-2021.

GENOTIPOS	RENDIMIENTO ORIGEN		RENDIMIENTO CRIBADO		INDICE DE RABIA
Combo 743	3,353	a [†]	3,121	a	4
BlancoSon	3,354	a	3,046	a b	2
HOGA 2006-14-8	3,056	a b	2,926	a b	2
Blanco Sinaloa-92	2,729	a b c	2,459	a b	4
Mazocahui	2,669	b c	2,425	b	3
Sinalomex 2018	2,535	b c	2,406	b	3
Blanoro	2,191	c	1,655	c	5
DMS (0.05)	651		688		

†Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son significativamente diferentes.

Solarización 2021. Se solarizó un terreno utilizando plástico transparente en el área de siembra (aproximadamente 0.90 cm) en un sistema de riego con goteo con regantes a 1.6 m, La solarización se realizó de julio 2020 hasta diciembre, con aplicación semanal de 1 cm de lámina de riego hasta octubre. Se retiró el plástico en diciembre y se procedió a sembrar los genotipos en el terreno solarizado, el 15 de enero de 2021, en seco y en plano. El manejo agronómico se le dio de acuerdo a lo recomendado por el INIFAP.

Cuadro 6. Rendimiento de origen y cribado (kg ha⁻¹) en terreno con y sin solarización. 2021.

GENOTIPO	RENDIMIENTO DE ORIGEN		RENDIMIENTO CRIBADO	
	SIN †	CON†	SIN	CON
HOGA 2006-14-8	2,881	5,720	2,591	5,503
HOGA-2004-20-6	3,399	5,380	2,924	4,980
BlancoSon	3,243	5,170	2,825	4,905
Mazocahui	3,479	5,166	2,973	4,881
Combo 743	3,283	5,202	2,826	4,817
HOGA-2006-40-12	3,087	5,069	2,838	4,813
CUGA-09-3096	3,023	4,903	2,411	4,394
CUGA-09-2004	2,656	5,083	2,049	4,379
Sinalomex 2018	3,508	4,478	3,097	4,291
Blanco Magdalena 95	3,849	5,033	3,011	4,185
Promedio	3,241	5,120	2,754	4,715

†, CON, siembra realizada en terreno con solarización; SIN, siembra realizada en terreno sin solarización.

También estos genotipos fueron sembrados en terreno sin solarización con seis ciclos de garbanzo en forma continua (monocultivo). En este terreno se contabilizaron 2200 UFC de *Fusarium* spp., mientras que en el solarizado se contabilizaron 400 UFC después de la solarización. Los resultados de rendimiento y calibres de grano se anotan en el Cuadro 6. Los genotipos respondieron de diferente manera a la solarización del suelo. El potencial más alto de

rendimiento de origen y cribado se obtuvo con HOGA 2006-14-8, con 5,720 y 5,503 kg ha⁻¹. Todos los genotipos respondieron positivamente a la solarización del suelo, y alcanzaron un rendimiento promedio de 1,920 kg ha⁻¹ más respecto de sembrado en terrenos con monocultivo de garbanzo.

De la misma manera, los genotipos respondieron a obtener granos de mayor tamaño y mayor porcentaje de grano cribado como se observa en el Cuadro 7. El calibre de grano que indica el número de granos en 30 g, y que a menor es el valor, mayor tamaño de grano. Se redujo el valor en el calibre de origen o de campo en 6 puntos promedio de los genotipos, y en 4 puntos en el grano cribado. Los valores más chicos en el calibre son los mejor pagados en el mercado internacional. De la misma manera, el porcentaje de grano cribado se incrementó en 8 puntos promedio cuando se sembró en terreno solarizado (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rendimiento de origen y cribado en terreno con y sin solarización. 2021.

VARIEDAD	CALIBRE DE ORIGEN		CALIBRE CRIBADO		PORCENTAJE CRIBADO	
	SIN	CON	SIN	CON	SIN	CON
HOGA 2006-14-8	48	40	45	39	89	96
HOGA-2004-20-6	47	40	44	38	86	92
BlancoSon	48	43	46	42	87	95
Mazocahui	48	44	46	43	86	94
Combo 743	46	42	43	40	86	93
HOGA-2006-40-12	44	39	43	38	92	95
CUGA-09-3096	51	48	48	45	80	89
CUGA-09-2004	59	51	51	47	71	86
Sinalomex 2018	46	41	43	37	88	96
Blanco Magdalena 95	54	50	51	49	78	83
Promedio	49	44	46	42	84	92

Conclusiones

Las nuevas variedades de garbanzo son una buena opción de siembra para los productores, con calidad y tolerancia a enfermedades de la raíz causada por *Fusarium*. Se cuenta con genotipos elite con tolerancia a niveles altos de *Fusarium* y con calidad de grano apta para el mercado internacional. La siembra en terreno sometido a solarización cuando se tienen altos niveles de hongos, es factible de realizarse, ya que se tuvo incremento promedio de 1.9 t ha⁻¹ comparado con terreno no solarizado bajo la misma condición de hongos del suelo. Se debe realizar un estudio económico para determinar la factibilidad de esta práctica en garbanzo.

Literatura revisada

- Fierros L., G.A., P.F. Ortega M., R.A. Salinas P., I. Padilla V., V. Valenzuela H. y E. Gutiérrez P. 2012. Rendimiento, calidad de grano y respuesta a pudriciones radiculares de 17 líneas elite de garbanzo. Memorias del XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C, México. p. 1047-1052.
- Castillo P., M.P. Mora R., J.A. Navas C., R.M. Jiménez D. 1998. Interactions of *Pratylenchus thornei* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* on chickpea. *Phytopathology* 88(8): 828-838.

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Standard system for the evaluation of bean germplasm. van Schoonhoven, A. and Pastor-Corrales, M.A. (compilers). Cali, Colombia. 54 p.
- Ortega M. P.F., G.A. Fierros L., J.A. Acosta G., V. Valenzuela H., I. Padilla V., F. G. Rodríguez C., E. Gutiérrez P., B.Z. Guerrero A. y S. Velarde F. 2016. Nuevos genotipos de garbanzo para ser liberados como variedades en el Noroeste de México. Memoria del IV Simposio Nacional de Garbanzo. Memoria Científica No. 9. Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIRNO-INIFAP. Hermosillo, Sonora p. 17-24.
- Ortega M. P.F., G.A. Fierros L., I. Padilla V., J.A. Acosta G., V. Valenzuela H., E. Gutiérrez P., F. G. Rodríguez C, B.Z. Guerrero A. y S. Velarde F. 2019. Mazocahui: nueva variedad de garbanzo blanco para México. Folleto Técnico No. 48. Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIRNO-INIFAP. Hermosillo, Sonora. 24p.
- Ortega M. P.F., G.A. Fierros L., I. Padilla V., J.A. Acosta G., V. Valenzuela H., E. Gutiérrez P., F.G. Rodríguez C, B.Z. Guerrero A. y S. Velarde F. 2019. BlancoSon: nueva variedad de garbanzo blanco para México. Folleto Técnico No. 47. Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIRNO-INIFAP. Hermosillo, Sonora. 24p.
- Saxena, N.P. 1984. Chickpeas. *In*. The Physiology of Tropical Field Crops. P. R. Goldsworthy and N.M. Fisher eds. John Wiley and Sons Ltd. New York, N.Y. U.S.A. p. 419-451.
- SIAP. 2021. Consulta en línea, 18 de octubre 2021. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

USO Y MANEJO DE BIOL, UNA ALTERNATIVA PARA LA NUTRICIÓN DE CULTIVOS EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

Rubén GARCÍA-SILVA¹

¹Campo Experimental Bajío, CIR Centro, INIFAP, km. 6.5 carr. Celaya - San Miguel de Allende, 38110 Celaya, Gto., México.

garcia.ruben@inifap.gob.mx

Resumen

Un factor clave para mejorar la cosecha de un cultivo es su nutrición, sin embargo, México actualmente mantiene una fuerte dependencia del exterior en materia de fertilizantes y más de la mitad de sus suelos padecen degradación de moderada a severa; una alternativa es la práctica de una agricultura sostenible, en la cual el biol constituye una opción viable en la nutrición de cultivos. Un biol es un fertilizante orgánico líquido derivado de la degradación de materia orgánica por bacterias anaerobias en un biodigestor. El objetivo de este trabajo es valorar el desarrollo y empleo del biol, en términos de producción, rentabilidad y efecto en el suelo. Primero, hubo una etapa de desarrollo de bioles con base en la digestión de extractos de estiércol de ave(A), vaca(V), cabra(C) y sus mezclas; se caracterizó su calidad nutrimental e inocuidad; en una segunda etapa, se generó tecnología de fertilización con biol en cultivo de interés, en este caso el cilantro. El tipo de estiércol y su mezcla afectaron significativamente el contenido nutrimental, ácidos fúlvicos (AF) y húmicos (AH), pH y peso específico (PE) de los bioles; el biol de ave logró el contenido más alto de N y sus formas asimilables, K, B, AF y fracciones húmicas (AH+AF) e índice de humificación (AH/AF); el biol A+V+C mostró el más alto contenido de AH, K, AH+AF, AH/AF, el biol de cabra mantuvo contenidos altos de K, Fe y Zn; estos bioles calificaron como inocuos y mostraron la mayor respuesta de la planta con dosis al 4 % en drench y vía foliar al 1.5 % semanales, el rendimiento en fresco fue de 22 t ha⁻¹, materia seca de ≈3 t ha⁻¹, mayor altura de la planta (42 cm), exuberancia (90 %) y clorofila spad (42 unidades spad; esta tecnología, ofreció una mayor rentabilidad 1.88 (42 %) y tasa de retorno de inversión (88 %) y redujo el costo de producción unitario en casi la mitad (\$1,590/ton), respecto a la fertilización convencional; además, permitió la mejora paulatina de la fertilidad del suelo. Se concluye que el uso de bioles puede suplir a los fertilizantes convencionales, mejorar paulatinamente la tierra y se hace un mejor aprovechamiento de los recursos orgánicos disponibles por el agricultor.

Palabras clave: Fertilizante orgánico líquido, Digestión anaerobia, Productividad, Sustentabilidad.

Introducción

En México, alrededor del 50 % de los suelos sufren degradación de moderada a severa, uno de los tipos de degradación es la química, la cual consiste en la disminución de la fertilidad edáfica, de ahí el señalamiento de los agricultores, “las tierras de cultivo actualmente no producen lo mismo que antes, ya están cansadas”, debido básicamente a una pérdida y escasa o nula reintegración al suelo de materia orgánica, práctica de monocultivo y laboreo intensivo (UACH y CP, 2015). García-Silva *et al.* (2005) señalaron que un manejo convencional de las tierras de cultivo ha provocado una disminución significativa de las reservas orgánicas del suelo (33 % en carbono orgánico, 35 % en ácidos fúlvicos (AF), 47 % en ácidos húmicos (AH) y 34 % en AH +

AF), respecto al suelo no alterado. Como consecuencia de esto, desde hace más de seis décadas, la producción de alimentos en nuestro país ha estado supeditada al uso de fertilizantes de síntesis química, más del 65 % de la superficie agrícola se fertiliza con este tipo de materiales, de ésta el 90 % en condiciones de riego y el 56 % en temporal, cuya demanda anual de este tipo de fertilizantes es alrededor de 4 millones de toneladas; por lo anterior, México hoy en día mantiene una fuerte dependencia del exterior en materia de fertilizantes, la cual asciende a 58 %, principalmente nitrogenados y potásicos; estos materiales provocan el encarecimiento de los sistemas de producción (UACH y CP, 2015).

Por lo anterior, el desafío es situar la producción agrícola y el consumo de alimentos sobre una base sostenible; de acuerdo a Pacheco-López *et al.* (2016) un factor clave para aumentar la cantidad y calidad de cosecha agrícola es la nutrición del cultivo; en este sentido, el uso de bioles constituye una alternativa viable para el agricultor, para ello, las tecnologías de aplicación de un biol deben considerar los materiales de origen de este abono, la dosis, el método y frecuencia de aplicación basados en los resultados de la investigación de cada cultivo (González *et al.*, 2013; Al-Ajlouni *et al.*, 2017).

El Biol o biofermento es un fertilizante orgánico líquido saneado que proviene de la fracción acuosa del fango derivado de la degradación de un residuo orgánico sólido o líquido por bacterias anaerobias (sin oxígeno) en un biodigestor. Un biol contiene nutrimentos esenciales para las plantas, reguladores de crecimiento, ácidos húmicos y fúlvicos, además posee una carga importante de microorganismos benéficos; de ahí que el biol tiene como función principal la nutrición de cultivos, ser promotor y fortalecedor del crecimiento vegetal, raíces, tallos, hojas, frutos, número de flores y poder germinativo de semillas, incluso actúa como protector de algunas plagas y enfermedades, de ahí su potencial para incrementar la producción y calidad de cosecha de cultivos (Borges *et al.*, 2014; López *et al.*, 2016).

El uso de bioles constituye una medida complementaria a la fertilización base al suelo, incluso se ha logrado suplir a ésta a través de los métodos de aplicación en drench y foliar, los cuales han mostrado sinergia para aumentar la disponibilidad de nutrimentos para el cultivo, debido a que el primero aumenta la capacidad de disponibilidad de nutrimentos al incorporarse a la solución del suelo y el segundo por la forma de penetración vía estomática y cuticular en la planta, de esa manera, se corrigen las deficiencias nutrimentales de la planta que no se logran abastecer por el suelo debido a alguna situación como: lixiviación, insolubilización, inmovilización, fijación, etc. (Bertsch *et al.*, 2009; García *et al.*, 2013). El biol ha permitido un aumento de la productividad agrícola, disminución de costos, incremento de beneficio-costo y mejoramiento de la calidad nutritiva del cultivo (Bímová y Pokluda, 2009).

El objetivo del presente documento es presentar el desarrollo de bioles para la nutrición de cultivos y el empleo de tecnología de aplicación de bioles, en términos de producción, rentabilidad y su efecto en el suelo.

Materiales y Métodos

Proceso de elaboración de un biol

Materias primas e ingredientes de mejora

Un residual orgánico a fermentar sea sólido o líquido, preferentemente debe estar constituido de una proporción mayoritaria de estiércol fresco (>60 %), sea en mezcla o individual, de animal de corral: ave, vaca, cerdo, cabra, conejo, caballo, etc., los tres primeros poseen un alto potencial como materia prima de fertilizantes orgánicos, por su contenido de nutrimentos y microbiota

benéfica abundante; también se incluye follaje de leguminosas y vegetales con características biosidas frescas como: *Artemisa sp.*, *Eucalipto globulus*, *Salvia sp.*, *Capsicum pubescens*, etc., además se integran el suero de leche, purines, fuentes de minerales naturales tales como cenizas, harinas de rocas, melaza y, extracto del macerado de vegetales verdes o retoños. La mezcla del residual debe tener una carga orgánica por arriba de 60 % y hasta 80 % de la capacidad volumétrica del biodigestor.

La conformación de un residual sólido o líquido se muestra en el Cuadro 1, aunque éste puede variar de acuerdo con la disponibilidad local de los ingredientes.

Cuadro 1. Tipos y cantidad de ingredientes de residual orgánico para fermentar un barril de 200 L.

Residual orgánico sólido	Residual orgánico líquido
40 kg de estiércol fresco base seca (entre 100 y 133 L)	100 L de extracto o lixiviado de estiércol de ave,
10 kg de residuos vegetales frescos picado finamente (aprox. 5 L)	cabra o las mezclas de vaca + cabra y ave + vaca + cabra.
40 L de suero de leche (en función de la humedad del estiércol)	10 L del macerado de vegetales frescos
3.5 kg de melaza (2.3 L)	40 L de lactosuero o agua
3 kg de polvos de rocas (2 L)	3.0 L de melaza
2 kg de harinas de huesos (2 L)	3 kg de polvos de rocas (2 L)
100 g de levadura de pan	2 kg de harinas de huesos (2 L)
3 L de extracto de composta (inóculo)	100 g de levadura de pan
10 a 20 cascarones de huevo triturados	3 L de extracto de composta
	10 a 20 cascarones de huevo molidos

Fuente: García-Silva (2019).

Un biol puede ser enriquecido por uno o más nutrimentos (por ejemplo: Fe, Zn, B, Mn, Cu, N, etc.), si la composición natural del biol es carente, demanda alta de ese nutrimento por el cultivo y condición de deficiencia en el suelo o sustrato. Esto se logra mediante la inclusión al residual orgánico, desde un inicio del proceso, la cantidad de sustancia autorizada por norma, debido a que regularmente son en forma de sales químicas.

El Biodigestor

El biodigestor es el recipiente donde se desarrolla la digestión anaerobia del residual orgánico para producir un biol. El biodigestor se puede fabricar artesanalmente con los materiales siguientes: un tambo de plástico oscuro de 200 o 100 L con tapa y cincho o, garrafón de plástico color oscuro de cualquier tamaño, va de acuerdo con la necesidad de este abono, una brida de 1/2", un conector de rosca externa con espiga de 1/2", un metro de manguera transparente de 1/2" y una botella limpia de soda; todo este material se puede conseguir en cualquier ferretería y es de bajo costo. El recipiente debe estar provisto de un hueco circular de 1 1/8" elaborado con una sierra sacabocados y taladro, en dicho hueco se coloca la brida, en ésta se ensambla el conector y luego la manguera que va a la botella de agua, esta última va atada a un costado del digestor (García-Silva, 2019), la manguera permitirá la transferencia de los gases producidos en la digestión del material orgánico y su descarga en la botella con agua ("trampa"), también con ésta se evita la entrada de oxígeno al digestor (Figura 1).



Figura 1. Tipos de biodigestores fabricados artesanalmente con materiales locales.

Digestión anaerobia

El biodigestor se coloca a ambiente natural (en condiciones de zona templada), al cual se vierte la mezcla uniformizada y se conecta la manguera a la “trampa” de agua. El residual orgánico se transformará en metano por oxidación directa entre 50 y 70 % y en bióxido de carbono entre 50 y 30 %, entre otros componentes producidos (nitrógeno, hidrógeno, oxígeno, sulfuro de hidrógeno, etc), esto se manifiesta con una carga de presión en la porción sumergida de la manguera en la trampa de agua. El 90 % de la energía disponible en el residual orgánico se convierte en dichos gases y solo el 10 % restante se consume en el crecimiento bacteriano; en este sentido, el proceso anaerobio muestra ventajas respecto al aerobio en lo siguiente: menor consumo de energía, no provisto de oxígeno, no requiere de un mezclado intensivo, asimila altas y bajas cargas orgánicas del digestor (Lorenzo y Obaya, 2005).

La digestión de un residual sólido se lleva a cabo en tres fases: hidrólisis o liquefacción, metanogénesis y acidogénesis; en la hidrólisis se lleva a cabo la conversión de los polímeros en sus respectivos monómeros por enzimas excretadas por bacterias; la acidogénesis es la etapa metabólica en donde los compuestos orgánicos solubles derivados de la hidrólisis se convierten en los ácidos acético, propionico y butírico y, durante la metanogénesis el metano es producido a partir del ácido acético o de las mezclas de H_2 y CO_2 o también a partir de otros sustratos tales como ácido fórmico y metanol. En un residual líquido la digestión se desarrolla sólo en estas dos últimas etapas (Lorenzo y Obaya, 2005).

Los factores que influyen en la eficiencia del proceso de digestión anaerobia son: *temperatura*, factor decisivo en las velocidades de reacción, con base en la temperatura hay dos modalidades: mesofílica (entre 20 y 40 °C), óptima a 35 °C y, termofílica (de 40 a 60 °C), óptima a los 55 °C; el proceso se intensifica con el incremento de la temperatura del ambiente produciéndose un burbujeo por arriba de 25 °C hasta volverse negativa a temperatura <15 °C en días nublados y noches frías, se deben evitar las variaciones bruscas de temperatura; *pH*, el óptimo oscila entre 6.6 y 7.6, el cual puede regularse con ácidos orgánicos o cal o sosa, si se trata de alcalinidad o acidez respectivamente; *inhibidores* (concentraciones de sulfuros de hidrogeno >160 mg L⁻¹), en residuales orgánicos ricos en N pueden formar altas cantidades de NH_4 , pudiéndose alcanzar toxicidad en un proceso termofílico debido a que sus valores se incrementan con el aumento de

la temperatura, además, concentraciones elevadas de compuestos de NH_4 , NH_3 , S, O_2 , sales minerales, detergentes, pesticidas, metales pesados, alcalinos y alcalinoterreos actúan como inhibidores; *estimuladores*, los factores en sus valores óptimos actúan como estimuladores del proceso, además con el Ni, Co, Mo se estimulan los microorganismos metanógenos. *Contenido de sólidos*, una digestión opera mejor con una proporción menor al 10 % de sólidos, por lo tanto, el residual más adecuado es el que presenta un alto contenido de humedad o líquido (90 %), éste presenta baja producción de gas, reducciones en los costos de operación (entre 30 y 60 %) y rinde lo doble. *Contenido nutrimental* es esencial para el crecimiento y actividad de las bacterias, por ello, debe haber un balance de N, P y C, etc. (Lorenzo y Obaya, 2005).

El proceso de digestión se debe supervisar constantemente observando la carga de presión producida para asegurar su operación correcta, se puede revisar el fermento a los 30 días de iniciado el proceso, abriendo el digestor y se toma una muestra para registrar aroma, coloración y, en lo posible, registrar el pH y conductividad eléctrica y se vuelve a cerrar (García-Silva, 2019). La estabilización biológica del digesto orgánico sucede cuando las bacterias han degradado en su totalidad el residual orgánico, lo cual ocurre cuando cesa el burbujeo, la carga de presión de los gases disminuye o se hace constante, cuyo tiempo de estabilización de la digestión depende de las condiciones del ambiente (temperatura); en una zona templada es alrededor de 60 días.

Un biofermento estabilizado se caracteriza por presentar un aroma característico (agradable), se torna una tonalidad de verde esmeralda a café oscuro o marrón. Se cosecha la parte principal de la digestión anaerobia que es el líquido (biol) mediante decantación, esta fracción en un residual sólido representa un 50 % y en un residual líquido es de 97 % del volumen del digestor; el segundo término de la digestión es la masa biodegradada restante del digestor (biosol) la cual equivale a 50 y 3 % respectivamente, ésta se puede utilizar como abono al suelo o alimento a un lombricultivo y; el tercer subproducto es el biogás que no se emplea.

Acabado y envasado de un biol

El biol estabilizado se deja reposar para su maduración entre dos a cuatro semanas, sin cerrar por completo el recipiente en un lugar aireado y sombreado. El biol maduro se deshidrata para su concentración, exponiéndolo a ambiente natural (protegido con una malla antiáfidos o tul) hasta la pérdida de su volumen inicial alrededor de 80 %, se vuelve a filtrar, se envasa y estará listo para su uso (Figura 2).



Figura 2. Biol concentrado derivado de la digestión de extractos de estiércol mediante deshidratación natural.

El rendimiento de un biol concentrado procesado en un barril de 200 L, si se trata de un residual sólido es de aproximadamente 16 L (10 %); en tanto, con el empleo de un residual líquido, el rendimiento es de 30 L (19 %) respecto al volumen del residual digestado (García-Silva, 2019). En caso de no utilizarse el biol de inmediato, se puede almacenar en su recipiente cerrado en un lugar ventilado, seco, no oscuro y sombreado.

Tecnología de aplicación de un biol al cultivo

García-Silva (2019) encontró que los bioles con mayor eficiencia productiva y económica fueron los derivados de los extractos de estiércol de ave, cabra, ave + vaca + cabra. Al respecto, Al-Ajlouni et al. (2017) indicaron que la frecuencia de aplicación de un biol al cultivo representa un factor clave en su producción, debido a que ésta determina la dosis total, la cual resultó más efectiva a nivel semanal, y estará en función de la demanda nutrimental del cultivo. De acuerdo a Cruz *et al.* (2015) un biol regularmente posee un bajo a moderado índice de fitotoxicidad en función de la dosis y tipo de cultivo; sin embargo, Micheloud *et al.* (2014) recomendaron un monitoreo periódico de las propiedades del suelo a fin de garantizar la sostenibilidad del sistema de producción.

La tecnología con base en el uso de bioles ha demostrado el incremento de los rendimientos y de sus componentes a un bajo costo, comparado con los fertilizantes convencionales, además de actuar como bioprotectores del cultivo, se mejora el suelo y la calidad de cosecha, además se mitiga la contaminación del ambiente al evitar la acumulación de estiércol y otros residuos vegetales (UACH y CP, 2015; García-Silva *et al.*, 2020).

En hortalizas de hoja ancha, específicamente en el cultivo de cilantro, García-Silva *et al.* (2020) generaron tecnología de aplicación de bioles, la cual consiste en utilizar el o los tipos de bioles derivados de la fermentación de estiércol: en drench desde la siembra en dosis de 40 mL de biol L⁻¹ de agua (4 %) y tras la cuarta semana de siembra se complementa este método con aplicaciones foliares del biol en dosis de 15 mL de biol L⁻¹ de agua (1.5 %) con una frecuencia semanal (un total de cinco aplicaciones en drench y cuatro en foliar), resulta una dosis total de 112 L de biol concentrado ha⁻¹; se debe asegurar el suministro de humedad al suelo al momento de cada aplicación; Vargas y Arreola (2008) recomiendan que el número de aplicaciones foliares debe estar acorde a la oportunidad óptima, a fin de abastecer la demanda nutrimental del cultivo. El equipo de aplicación puede ser con una bomba aspersora manual o motorizada o provista de aguilonas montada en un tractor, incluso en un sistema de riego por goteo. Para su aplicación no se requiere de un equipo especial de protección debido a que el biol es un producto saneado.

El tipo de usuario potencial en el uso de estas tecnologías de fertilización orgánica va desde una escala de producción pequeña (tipo familiar) a productores de hortalizas orgánicas que se encuentren acreditados por la norma mexicana, o bien, por las normas internacionales y se puede implementar en ambientes de producción a cielo abierto de nuestro país, cuyo suelo mantenga un buen drenaje (García-Silva, 2021).

Cabe destacar que es recomendable generar o adaptar una tecnología de aplicación del biol por cada tipo de cultivo y ambiente de producción.

Resultados y discusión

Calidad de un biol

La calidad de un abono orgánico se mide en términos de la cantidad de nutrientes que puede aportar, el contenido de materia orgánica y su capacidad de intercambio catiónico, así como de la ausencia de semillas de maleza, huevecillos de insectos plaga, patógenos y fitotoxicidad (Álvarez- Sánchez *et al.*, 2006).

La calidad agrícola de un biol se rige por la normatividad vigente, sobre todo si se destina al mercado o a producciones orgánicas certificadas; en el caso de México, la norma NMX-FF-109-SCFI-2008 establece las especificaciones de muestreo y métodos analíticos para medir los indicadores de calidad; la NOM-112-SSA1-1994 refiere a la determinación de bacterias coliformes con la técnica del número más probable; la NOM-114-SSA1-1994 describe la determinación de Salmonella; la norma NOM-077-Fito-2000 insta los requisitos y especificaciones para la realización de estudios de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal; la NOM-037-FITO-1995 establece los requisitos fitosanitarios en la elaboración y aplicación de los abonos orgánicos en el proceso de producción de cultivos (www.dof.gob.mx) y la norma NADF-20-2011 asigna el tipo de uso más recomendado (GODF, 2012).

El contenido nutricional de un biol está en función del material a partir del cual se origina (Aparcanas y Jansen, 2008), éste puede aumentar a medida que se incrementa la proporción de estiércol (Soria *et al.*, 2001); González *et al.* (2013) señalaron que un biol está libre de bacterias patógenas para el humano por su carácter anaerobio, sin embargo, para su uso se recomienda haber logrado su mayor estabilidad biológica.

Calidad nutricional de un biol

El Cuadro 2 muestra el efecto significativo que tiene el tipo de estiércol (ave, vaca cabra y de sus mezclas), como fuente de elaboración de un biol, sobre el contenido de nutrientes primarios, formas de nitrógeno asimilable, azufre, manganeso y boro, ácidos fúlvicos y húmicos, pH y peso específico.

Cuadro 2. Efecto de la fuente de derivación en los nutrientes esenciales para un cultivo agrícola.

Fuente de variación	N	P	K	N-NO ₃	N-NH ₄	S	Mn	B	AF ¹	AH ²	pH	PE
Fuente de biol	*	***	**	***	**	***	**	**	*	**	*	*

¹ Se consideran los siete bioles. ² Se consideran los bioles derivados de extractos de estiércol de ave, cabra y ave + vaca + cabra.

En la Figura 3, se observa que el biol de ave destaca en el contenido de N, en P sobresalen el de cabra, vaca y ave y, ave + vaca, se observa en general, que todos los bioles mantienen altos niveles de K.

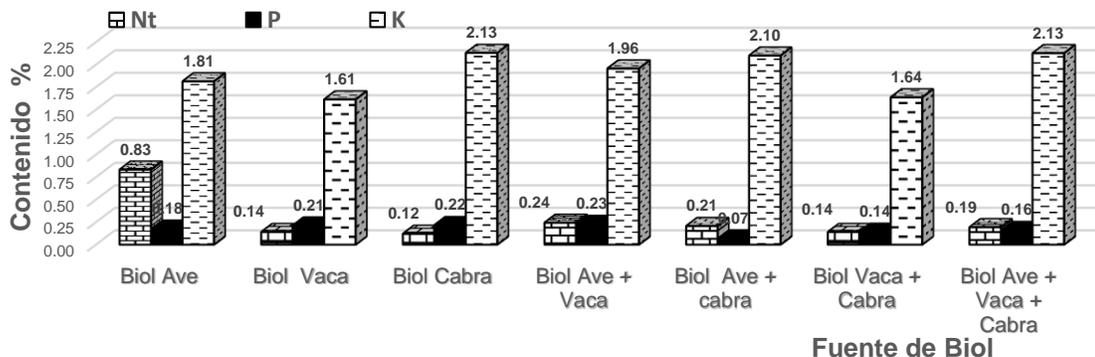


Figura 3. Nutrientes primarios en bioles derivados de extractos de estiércol de ave, vaca, cabra y sus mezclas.

En cuanto a los micronutrientes en distinta fuente de un biol no se observa diferencias entre las distintas fuentes, el contenido de Fe se concentra mayormente en las mezclas; el B en el de ave y ave + cabra, en Mn los bioles constituidos por estiércol de vaca + cabra y ave+vaca+cabra los niveles más altos,; el Zn muestra mayores contenidos en los bioles conformados por extractos de estiércol de cabra y ave+vaca+cabra y finalmente el Cu posee la mayor concentración en la mezcla triple de estiércol (Figura 4).

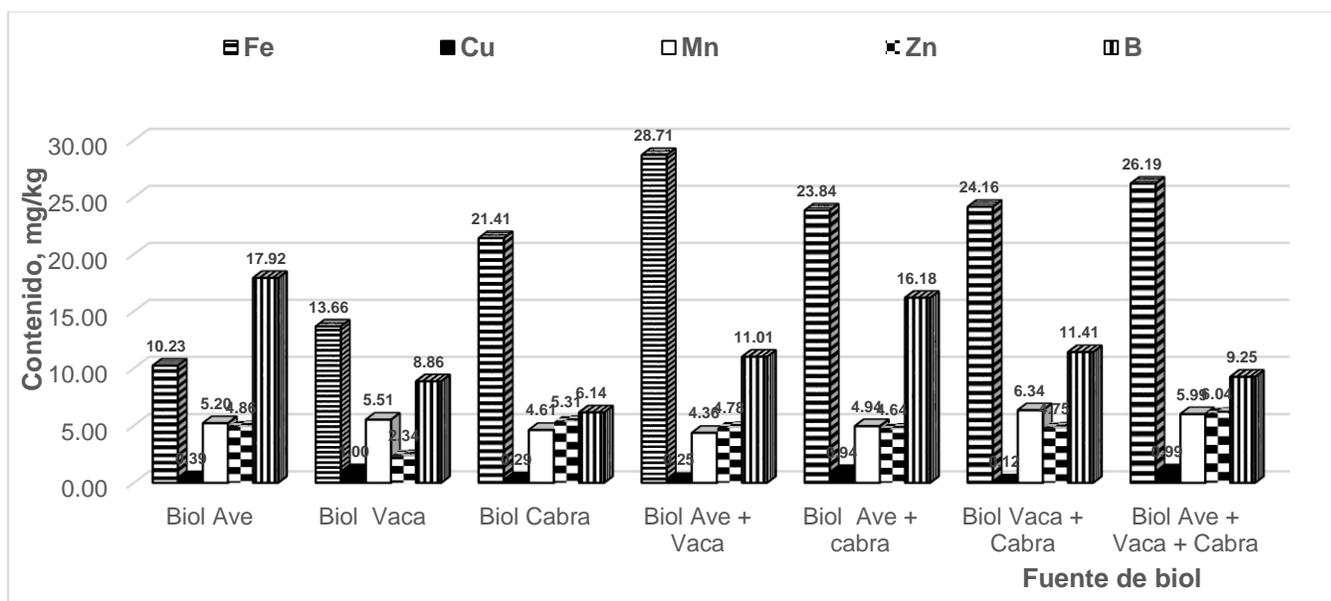


Figura 4. Micronutrientes en bioles derivados de extractos de estiércol de ave, vaca, cabra y sus mezclas

En fracciones húmicas, el contenido de ácidos fúlvicos resultó superior en el biol de ave y la mezcla de ave+vaca+cabra, le siguieron los otros dos bioles individuales de vaca y cabra. En el contenido de ácidos húmicos destacó el biol derivado de la mezcla ave+vaca+cabra, le siguió la mezcla ave+vaca y vaca+cabra y en el contenido de las fracciones húmicas totales el valor máximo fue para los bioles derivados de la mezcla ave+vaca+cabra, seguido por los bioles derivados de ave, mezcla ave+vaca, vaca y cabra (Figura 5).

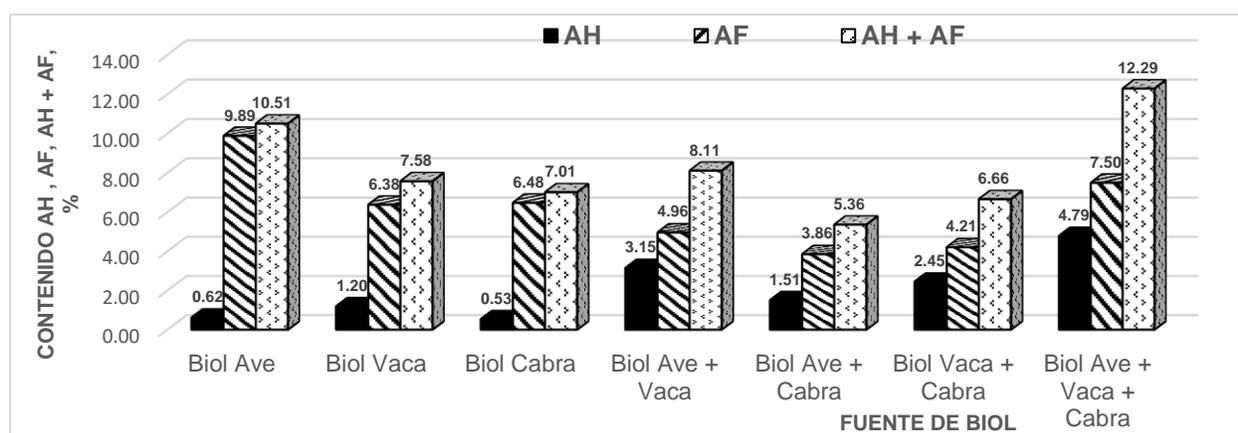


Figura 5. Ácidos fúlvicos y húmicos en bioles derivados de extractos de estiércol de ave, vaca, cabra y sus mezclas

En el índice de humificación (AH/AF) el biol derivado de ave+vaca destaca con un valor de 0.915 y el de ave+vaca+cabra con un índice de 0.794 y en tercer término el de vaca+cabra (0.645); de acuerdo a García-Silva *et al.* (2005) este índice refleja el grado evolutivo de la materia orgánica del biol.

Inocuidad. Los tres bioles más prominentes (ave, cabra y ave + cabra + vaca), desde el punto de vista de su calidad nutrimental y producción agrícola, se ubicaron dentro de los estándares permitidos de inocuidad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de inocuidad de bioles prominentes.

Prueba		Biol de Ave (A)	Biol de Cabra (C)	Biol de A+V+C	Límite máximo permisible /1
Coliformes NMP/g	totales	830	860	840	<1000
Coliformes NMP/g	fecales	560	540	610	<1000
Escherichia coli NMP/g		320	340	390	≤1000
Salmonella spp NMP/4g		<0.03	<0.03	<0.03	<3

NMP/g: Número más probable por gramo o mililitro; Métodos de ref.: NOM-112-SSA1-1994; NOM-114-SSA1-1994;

/1 Fuente: NOM-004-SEMARNAT-2002 (DOF, 2003).

Efecto de biol en el rendimiento y características de la planta

García-Silva *et al.* (2020) validaron tecnología de fertilización con biol (caso cilantro) en terrenos de agricultores cooperantes, donde se alcanzó un rendimiento en fresco de 22.3 t ha⁻¹ (aprox.

7,431 manojos), superó al testigo (con fertilización química) alrededor de 11 t ha^{-1} ($\approx 48 \%$); en un suelo arcilloso, con suministro adecuado de elementos mayores, pH neutro y contenidos bajos de micronutrientes y materia orgánica. Se obtuvieron cerca de 3 t ha^{-1} de materia seca, se superó al testigo en 36% , lo cual confirma el grado de eficiencia de este fertilizante innovador; al respecto, Karakljajic-Stajic *et al.* (2012) argumentaron que una tecnología de fertilización logra cubrir la demanda nutrimental del cultivo al cumplirse la meta de rendimiento establecida. Además, con esta fertilización orgánica se lograron mejorar las características de cilantro que el usuario busca, como son: la altura de la planta, exuberancia de follaje, color verde intenso (42 unidades spad), etc. (Figura 7) (García-Silva *et al.*, 2020).



Figura 7. Características de la planta de cilantro fertilizada con un biol derivado de extractos de estiércol.

La altura de la planta de cilantro con la fertilización orgánica se diferenció del testigo con fertilización química a partir de los 50 días después de la siembra hasta cosecha, con la cual se alcanzó la altura máxima de 42 cm, superior al estándar comercial (30 cm). Hubo un efecto significativo de la dosis total de biol (dosis total de 92 L) en la cobertura vegetal del cultivo cilantro en los últimos diez días previo a cosecha (Figura 8).

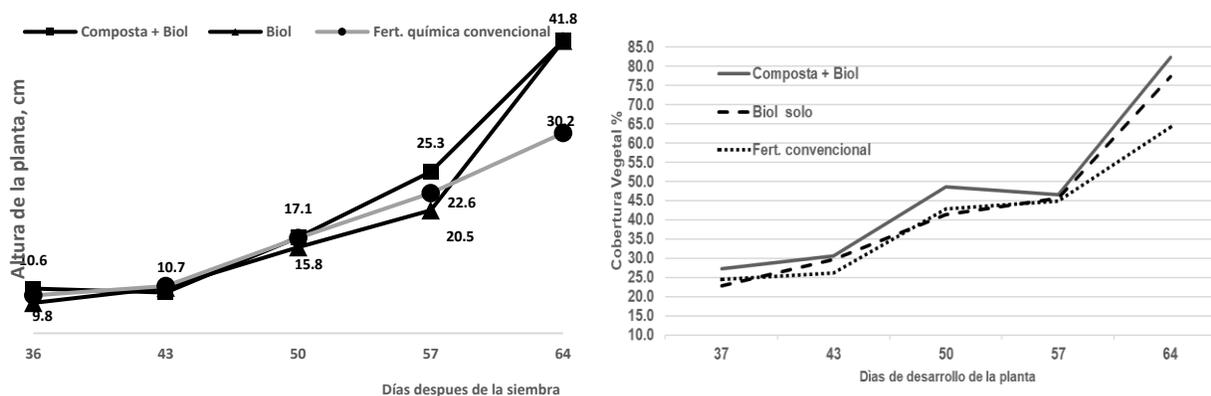


Figura 8. Comportamiento de altura de la planta y cobertura vegetal de cilantro fertilizado con biol

Con la fertilización a base de biol solo se logró un verde intenso del cultivo de cilantro, con un valor de clorofila máximo de 42 unidades spad, tras los 50 días después de la siembra y resultó superior al valor estándar (30 unidades spad) (García-Silva *et al.*, 2020).

Rentabilidad financiera

La fertilización orgánica con base en biol solo al potenciar el rendimiento unitario permitió reducir el costo de producción por tonelada a casi la mitad (\$1,590/t M.N.), de ese modo, ofreció mayores utilidades netas hasta 91 % y una rentabilidad de 1.88 (42.3 %) y una tasa de retorno de 88 %, respecto a la fertilización convencional con base en fertilizantes químicos de un agricultor de escala pequeña (García-Silva *et al.*, 2020).

Efecto del biol en el suelo

Tras la cosecha del cultivo fertilizado con biol, en un primer año de estudio, se mejoró la fertilidad del suelo; en general, hubo incremento en el contenido de materia orgánica, capacidad de campo y en el intercambio catiónico del Vertisol, no hubo cambios en el pH, ni en la CE, la cuales se conservaron dentro de los estándares permisibles (García-Silva, 2021).

Conclusiones

El tipo de estiércol y su mezcla confirieron al biol distintos atributos, como es el contenido de nutrimentos esenciales, fracciones húmicas, pH y peso específico; el biol de ave destacó con el más alto contenido de N y sus formas asimilables, K, ácidos fúlvicos, la suma de las fracciones húmicas y el grado de humificación; el biol derivado de la triple mezcla ave+vaca+cabra logró mayores valores de K, Fe, Mn, Zn, ácidos húmicos, suma de fracciones húmicas y mostró el más alto índice de humificación; el biol de cabra sobresalió en K, Fe y Zn. Estos bioles de manera concentrada, además de su calidad e inocuidad, ofrecieron la mejor respuesta de la planta de cilantro a través del empleo de una dosis en drench a 40 mL biol L⁻¹ agua (4 %) complementada foliarmente 15 mL L⁻¹ (1.5 %), con una frecuencia de aplicación semanal (5 y 4 aplicaciones respectivamente), superaron en rendimiento al testigo en 48 %, se redujo casi a la mitad el costo de producción unitario y se mejoró la fertilidad del suelo desde el primer año de su uso. El biol al abastecer la demanda nutrimental del cultivo, se prescinde de los fertilizantes convencionales. Por último, un agricultor de cualquier escala productiva puede producir sus propios fertilizantes orgánicos, mediante el aprovechamiento de los recursos orgánicos disponibles o accesibles localmente y acceder a las técnicas de procesamiento y tecnologías de aplicación de un biol para el cultivo de interés.

Literatura citada

- Al-Ajlouni M. G, J. Y. Ayad and Y. A. Othman. 2017. Increasing nutrient levels promote growth and flower quality in lilies grown under soilless culture. Hort. Sci. (Prague) 44: 171 - 177.
- Álvarez- Sánchez, E., Vázquez-Alarcón, A., Castellanos-Ramos, J. Z. y Cueto-Wong, J.A. 2006. Efectividad biológica de abonos orgánicos en el crecimiento de trigo. Terra Latinoamericana 24: 261-268.
- Bertsch, F., F. Ramírez, y C. Henríquez (2009) Evaluación del fosfite como fuente fertilizante de fósforo vía radical y foliar. Agronomía Costarricense 33: 249 - 265.
- Bímová, P. and R. Pokluda. 2009. Impact of organic fertilizers on total antioxidant capacity in head cabbage. Hort. Sci. (Prague) 36: 21 – 25.

- Borges, J. A., M. Barrios, A. Chávez, y R. Avendaño. 2014. Efecto de la fertilización foliar con humus líquido de lombriz durante el aviveramiento de la morera (*Morus alba* L.). *Bioagro* 26: 159 - 164.
- Cruz-Crespo E., A. Can-Chulim, L. J. Loera-Rosales, G. Aguilar-Benítez, J. Pineda-Pineda y R. Bugarín-Montoya. 2017. Extracción de N-P-K en *Coriandrum sativum* 'Pakistan' en hidroponía. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8: 355 - 367.
- www.dof.gob.mx (revisado: 16 de mayo de 2020).
- Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF). 2012. Norma Ambiental del Distrito Federal NADF-020-2011. México, D. F.
- García G., V., G. Valdovinos P., M. de las N. Rodríguez M., M. E. Pedraza S., L. I. Trejo T., y M. S. Hernández. 2013. Rutas de la penetración foliar en la fertilización de la orquídea *Cymbidium* sp. (Orchidaceae). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5: 913 - 924.
- García, S., R., Espinosa V., D., Figueroa S., B, García C., N. E. y J. F. Gallardo L. 2005. Reservas de carbono orgánico y de fracciones húmicas en un Vertisol sometido a siembra directa. *Terra Latinoamericana* 24: 241-251.
- García-Silva, R. 2019. Guía para elaborar fertilizante orgánico líquido. Desplegable para productores No. 2. Campo Experimental Bajío, INIFAP. Celaya, Gto., México.
- García-Silva R., Villalobos-Reyes S., Vázquez-Pantoja J. D., Martínez-Ramírez J. A., Magdaleno-Vázquez E. R. 2020. Fertilización orgánica, alternativa para mejorar la productividad de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en el Bajío, México. Pp. 22- 26. In: Barrera-Camacho G., Conde-Barajas E., Medina-Orozco, L. E. (Comp.). 7° Congreso Nacional Mitigación del Daño Ambiental en el Sector Agropecuario y Forestal de México 2020. Memoria científica 1 (1). Querétaro, Qro., México.
- García-Silva, R. 2021. Fertilización de cilantro con composta y biol. Ficha tecnológica validada. Campo Experimental Bajío, CIR Centro, INIFAP. Celaya, Gto., México.
- González S., K. D., M. de las N. Rodríguez M., L. I. Trejo T., J. L. García C., y J. Sánchez E. 2013. Efluente y té de vermicompost en la producción de hortalizas de hoja en sistema NFT. *Interciencia* 38: 863 - 869.
- Karaklajić-Stajić, Ž., I. S. Glišić, Dj. Ružić, T. Vujović, and M. Pešaković. 2012. Microelements content in leaves of raspberry cv. Willamette as affected by foliar nutrition and substrates. *Hort. Sci. (Prague)* 39: 67–73.
- López M., J. D., D. A. Vázquez D., J. R. Esparza R., J. L. García H., M. A. Castruita S., y P. Preciado R. 2016. Yield and nutraceutical quality of tomato fruit produced with nutrient solutions prepared using organic materials. *Rev. Fito. Mex.* 39: 409 – 414.
- Micheloud, H., Carrizo, M.E., Alesso, C.A., Girello, G., Capeletti, M. y Imhoff, S. 2014. Rendimiento de maíz y cambios en propiedades edáficas luego de la aplicación de efluentes líquidos porcinos. *Rev. FAVE – Ciencias Agrarias* 13: 29 - 40.-
- Pacheco-López, N. A., J. Cano-Sosa, F. Poblano C., I. M. Rodríguez-Buenfil and A. Ramos-Díaz. 2016. Different Responses of the Quality Parameters of *Coriandrum sativum* to Organic Substrate Mixtures and Fertilization. *Agronomy* 6, 21. DOI: 10.3390/agronomy6020021.
- Lorenzo A., Y. y Ma. C. Obaya A. 2005. La digestión anaerobia. Aspectos teóricos. Parte 1. Instituto Cubano de investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) 34: 35-48.
- UACH (Universidad Autónoma Chapingo) y CP (Colegio de Postgraduados). 2015. Biofertilizantes: la solución a la productividad en el campo. Chapingo, Edomex., México. 142 p.
- Vargas P. G. y J. G. Arreola Á. 2008. Respuesta del nogal pecanero (*Carya illinoensis* K. Koch) a las aplicaciones foliares de nutrimentos. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 7: 7-14.

EFFECTO DE HERBICIDAS EN EL CONTROL DE MALEZA Y TOXICIDAD AL GARBANZO

Gerardo MARTINEZ DIAZ¹,

¹Campo Experimental Costa de Hermosillo
martinez.gerardo@inifap.gob.mx

Resumen

La infestación de maleza en el cultivo de garbanzo es actualmente uno de los factores fitosanitarios limitantes en la producción, especialmente bajo los sistemas de riego por goteo donde las semillas de maleza encuentran condiciones propicias para germinar. El objetivo de este trabajo fue evaluar el control de trébol amarillo con oxifluorfen solo o en combinación con otros herbicidas en preemergencia y durante la emergencia temprana del garbanzo. Se encontró que oxifluorfen en dosis de 250 gramos ha⁻¹, aplicado antes del riego de emergencia del garbanzo, controló la población de trébol en 68%. El más alto control de esta maleza (más de 85%) y mayor rendimiento del garbanzo se obtuvo al aplicar oxifluorfen mezclado con pendimetalina (0.8 kg ha⁻¹) o 2,4-DB (0.08 kg ha⁻¹) a inicios de la emergencia del garbanzo. En otros ensayos se encontró que el garbanzo presentó necrosis en las primeras fases de desarrollo, pero logró superar la necrosis.

Palabras clave: oxifluorfen, trébol amarillo, rendimiento

Introducción

El garbanzo es uno de los cultivos más importantes en el mundo (Singh y Singh, 1992). Como toda planta cultivada, esta tiene varios problemas fitosanitarios como son las malezas, las cuales causan pérdidas del rendimiento al competir por los recursos que requiere el garbanzo para su desarrollo. El garbanzo requiere desmalezarse durante los primeros 55 días para reducir la competencia y facilitar la cosecha, en Sonora, período al que se le denomina periodo crítico de competencia (Martínez y Medina, 1988; Martínez, 2000).

El combate químico de malezas en garbanzo se efectúa en presembrado y en postemergencia, en la Costa de Hermosillo. En esta región recientemente se ha introducido la aplicación de herbicidas en preemergencia para el combate de maleza anual. En la Costa de Hermosillo lo usual es aplicar trifluralina en dosis de 1 kg ha⁻¹ incorporando el producto a 10 cm. Es común encontrar daños de la trifluralina en garbanzo posiblemente por aplicaciones con sobredosis o bien cuando la siembra se realiza poco después de la aplicación. Cuando existe un intervalo de dos semanas entre la aplicación y la siembra los daños son mínimos ya que en ese intervalo puede descomponerse el 60 % del herbicida (Jaques y Harvey, 1979; Reyes y Zimdahl, 1989).

En Sonora existen especies muy sensibles a la trifluralina como el chual blanco (*Chenopodium album*) donde las dosis pueden reducirse a sólo 0.5 kg ha⁻¹ y, obtener un control mayor a 90%. En cambio, existen especies muy tolerantes a este producto como la pamita (*Sysimbrium irio*) que incluso con más de 2.5 Kg ha⁻¹, no son eliminadas. En general, las especies de maleza de la región que son controladas eficazmente por este herbicida son quelite (*Amaranthus palmeri*), chual (*Chenopodium album*), y verdolaga (*Portulaca oleracea*) y las especies que escapan a este producto son tomatillo (*Physalis spp*), girasol (*Helianthis annus*), chinita (*Sonchus spp*),

lechuguilla (*Lactuca serriola*), trébol amarillo (*Melilotus indicus*) y nabo silvestre (*Brassica campestris*) (Martínez, 2004).

La utilización anual la trifluralina ha llevado un incremento de las poblaciones de maleza tolerante a este herbicida por lo que se requiere de utilizar herbicidas con diferente espectro de acción. Prometrina, oxyfluorfen y orizalina en preemergencia aplicados un día después de la siembra controlaron eficientemente a chinita y lechuguilla (Martínez, 1986), en siembras en húmedo con riegos de auxilio por gravedad. El garbanzo produjo casi 800 Kg ha⁻¹ más que el testigo enmalezado cuando se aplicó prometrina y oxifluorfen, según Martínez-Díaz (2013). El mismo autor reportó que el oxifluorfen controló la mayoría de las especies de maleza que inciden en el garbanzo cultivado bajo riego por goteo. Sin embargo, también reportó que el trébol amarillo (*Melilotus indicus*) es controlado en 70% por ese herbicida, por lo que terrenos infestados por esa especie requieren de otras opciones para evitar los daños causados por dicha maleza. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del oxifluorfen solo o en mezclas con otros herbicidas en las poblaciones de trébol amarillo y en el cultivo de garbanzo.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en el Campo experimental Costa de Hermosillo, donde el garbanzo se irriga por goteo y consistió en la aplicación de ocho tratamientos los cuales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos para evaluar fitotoxicidad y control de maleza en preemergencia al cultivo de garbanzo. CECH-CIRNO-INIFAP. 2016.

Herbicida	Dosis (Kg/ha)	Momento de aplicación
Oxifluorfen	0.24	Antes de riego de emergencia (ARE)
Oxifluorfen + Pendimetalina	0.24 + 0.8	Antes de riego de emergencia (ARE)
Pendimetalina	0.8	Antes de riego de emergencia (ARE)
Oxifluorfen	0.24	Inicio emergencia de garbanzo (IEG)
Oxifluorfen + Pendimetalina	0.24 + 0.8	Inicio emergencia de garbanzo (IEG)
2,4-DB	0.08	Inicio emergencia de garbanzo (IEG)
Oxifluorfen +2,4-DB	0.24 + 0.08	Inicio emergencia de garbanzo (IEG)
Testigo	-	-

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con cinco repeticiones donde la unidad experimental fue de 5.x 1.6 m y la parcela útil de 4 x 0.2 m. Las aplicaciones se llevaron a cabo con una mochila manual con boquillas 8004 con la que se utilizaron 485 litros de agua por ha.

Los tratamientos antes del riego de germinación se llevaron a cabo el 2 de enero del 2016 mientras que los del inicio de emergencia fueron el 10 de enero del 2015. Se consideró como inicio de la germinación cuando se observó alrededor del 1% de plántulas con el epicotilo emergiendo, lo cual ocurrió alrededor de 8 días después del riego de germinación.

Antes de la cosecha se hizo un recuento de la cantidad de maleza y plantas de garbanzo en las parcelas. Posteriormente, en la cosecha, se determinó rendimiento, porcentaje de exportación y número de granos en 30 gramos.

Los datos fueron analizados estadísticamente y se hicieron comparación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5%.

Resultados y Discusión

El herbicida oxifluorfen aplicado en preemergencia o a inicios de la emergencia del garbanzo tuvo un control de 70% de trébol amarillo (Cuadro 2). Este resultado concuerda con lo reportado por Martínez *et al.*, 2014 en el que se indicó que este herbicida tuvo un control de 70% de esa maleza. El control del trébol se redujo en alrededor de 6 a 9% al utilizar pendimetalina o 2,4-DB. El más alto control, con más de 85%, se obtuvo al adicionar pendimetalina o 2,4-DB al oxifluorfen y, la aplicación se realizó a inicios de la emergencia del garbanzo. Como ya ha sido reportado, los herbicidas no ejercieron control alguno en la correhuela perenne (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto del oxifluorfen, pendimetalina y 2,4-DB en la densidad de maleza en la Costa de Hermosillo. 2016.

Herbicida	Dosis (Kg/ha)	Momento Aplicación*	Densidad de trébol (pl m ⁻²)	Densidad de correhuela perenne (guías m ⁻²)
Oxifluorfen	0.24	ARE	8.59	7.19
Oxifluorfen+ Pendimetalina	0.24 + 0.8	ARE	6.84	9.53
Pendimetalina	0.8	ARE	11.00	8.75
Oxifluorfen	0.24	IEG	8.34	7.22
Oxifluorfen+ Pendimetalina	0.24 + 0.8	IEG	3.41	9.13
2,4-DB	0.08	IEG	10.16	10.94
Oxifluorfen+ 2,4-DB	0.24 + 0.08	IEG	4.25	7.41
Testigo	-	-	28.47	11.22

*ARE Antes de riego de emergencia, IEG Inicio emergencia de garbanzo

La densidad del garbanzo no fue reducida por los herbicidas, como se encontró en el año 2015, pero las mezclas de oxifluorfen con pendimetalina o 2,4-DB redujeron la altura del garbanzo en alrededor de 11 cm si se aplicaron cuando iniciaba la emergencia del cultivo (Cuadro3), lo cual contrasta con los resultados del año 2015.

Cuadro 3. Efecto del oxifluorfen, pendimetalina y 2,4-DB en la densidad y altura del garbanzo en la Costa de Hermosillo. 2016.

Herbicida	Dosis (Kg/ha)	Momento Aplicación	Densidad de garbanzo (pl m ⁻¹)	Altura del garbanzo (cm)
Oxifluorfen	0.24	ARE*	10.33	67.30
Oxifluorfen+	0.24 + 0.8	ARE		
Pendimetalina			9.93	67.98
Pendimetalina	0.8	ARE	8.80	67.30
Oxifluorfen	0.24	IEG	8.78	69.50
Oxifluorfen+	0.24 + 0.8	IEG		
Pendimetalina			9.98	57.43
2,4-DB	0.08	IEG	9.78	72.44
Oxifluorfen + 2,4-DB	0.24 + 0.08	IEG		
2,4-DB			10.78	59.06
Testigo	-	-	10.25	72.74

*ARE Antes de riego de emergencia, IEG Inicio emergencia de garbanzo

A pesar de encontrar una reducción en la altura del garbanzo con las mezclas de herbicidas el rendimiento fue el más alto, lo cual se adjudica a la mayor efectividad en el control del trébol. La maleza redujo el rendimiento en 61%, lo cual significó una pérdida de media tonelada por ha (Cuadro 4). En el año 2015 no hubo reducciones del rendimiento con la aplicación de los mismos herbicidas, en ausencia de maleza, lo que indicó que estos no dañan al cultivo. Cabe señalar que en el año de evaluación hubo un severo daño por roya lo que ocasionó daños en el rendimiento; aun así, el efecto positivo del uso de los herbicidas se notó en este ensayo. Por otro lado, no se encontró efecto en el calibre de origen del garbanzo bajo los tratamientos aplicados (Cuadro 4).

El trébol redujo el calibre de exportación como se puede observar en el Cuadro 5, en el testigo. Con los tratamientos herbicidas este calibre se elevó, especialmente con la aplicación de oxifluorfen solo o mezclado con pendimetalina (Cuadro 5).

Cuadro 4. Efecto del oxifluorfen, pendimetalina y 2,4-DB en el rendimiento y calibre del garbanzo en la Costa de Hermosillo. 2016.

Herbicida	Dosis (Kg/ha)	Momento Aplicación	Rendimiento (kg/ha)**	Granos de origen en 30 g
Oxifluorfen	0.24	ARE*	1105.63	48.41
Oxifluorfen+	0.24 + 0.8	ARE	1316.88	52.03
Pendimetalina				
Pendimetalina	0.8	ARE	1053.44	49.39
Oxifluorfen	0.24	IEG	1148.44	50.51
Oxifluorfen+	0.24 + 0.8	IEG	1286.56	50.52
Pendimetalina				
2,4-DB	0.08	IEG	810.63	51.95
Oxifluorfen+ 2,4- DB	0.24 + 0.08	IEG	1293.44	49.14
Testigo	-	-	816.25	50.96

*ARE Antes de riego de emergencia, IEG Inicio emergencia de garbanzo

**Una severa epifitía de roya atacó el garbanzo en toda la región lo que ocasionó bajos rendimientos.

Cuadro 5. Efecto del oxifluorfen, pendimetalina y 2,4-DB en la calidad del garbanzo en la Costa de Hermosillo. 2016.

Herbicida	Dosis (Kg/ha)	Momento Aplicación	Granos de exportación en 30 g	Exportación %
Oxifluorfen	0.24	ARE*	46.01	80.97
Oxifluorfen+	0.24 + 0.8	ARE	45.99	78.93
Pendimetalina				
Pendimetalina	0.8	ARE	45.29	79.72
Oxifluorfen	0.24	IEG	44.43	79.27
Oxifluorfen+	0.24 + 0.8	IEG	44.17	80.40
Pendimetalina				
2,4-DB	0.08	IEG	48.19	78.53
Oxifluorfen+ 2,4- DB	0.24 + 0.08	IEG	46.04	77.35
Testigo	-	-	46.20	74.83

*ARE Antes de riego de emergencia, IEG Inicio emergencia de garbanzo

Conclusiones

El oxifluorfen mezclado con pendimetalina o 2,4-DB aportó el mejor control del trébol y dio el mejor rendimiento y calidad de garbanzo, especialmente si la aplicación se realizó al inicio de la emergencia del garbanzo.

Literatura citada

- Jaques G. L. and R. G. Harvey. 1979. Persistence of dinitroaniline herbicides in soil. *Weed Sci*: 27:660-665.
- Martínez, D.G. 1986. Evaluación de tres herbicidas para el control de la maleza anual en garbanzo, en la Costa de Hermosillo, Son. *In: Pacheco, M., F. Avances de la investigación, O-I.1983-1984. Avances de la investigación CIANO, No. 15, CIANO, INIA, SARH. p:100.*
- Martínez, D.G. 2000. Las malezas perennes del noroeste de México y su control. *Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Edición especial. pp:99-109.*
- Martínez, D. G. 2013. Alternativas de combate de maleza en garbanzo (*Cicer arietinum* L.) bajo riego por goteo. CECH-CIRNO-INIFAP. Memoria técnica No. 23. pp. 112-118.
- Martínez, D. G. 2014. Combate de maleza anual en garbanzo (*Cicer arietinum* L.) bajo riego por goteo. II Simposio Nacional de garbanzo. CECH-CIRNO-INIFAP. Memoria técnica No. 35. Pp: 122-127.
- Martínez, D.G. y J. Medina P. 1988. Periodo crítico de competencia de la maleza en el cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum*), en la Costa de Hermosillo, Son. IX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Cd. Juárez, Chih. pp:381-390.
- Martínez, D.G. 2004. Combate de maleza. *In: Morales, J., L. Durón, G. Martínez, J. Núñez y A. Fú. El cultivo del garbanzo blanco en Sonora. Libro técnico 6. CECH-CIRNO-INIFAP. pp.145-168.*
- Reyes C. C. and R. L. Zimdahl. 1989. Mathematical description of trifluralin degradation in soil. *Weed Sci*.:604-608
- Singh, U. and B. Singh. 1992. Tropical grain legumes as important human foods. *Economic Botany. 46:310-321.*
- Umeda K. and D. MacNeil. 1999. Garbanzo bean weed control study. *Vegetables Report. College of Agriculture. University of Arizona Series 117. pp: 40-44.*

MEDIDAS PARA EL MANEJO EFECTIVO DE PLAGAS INSECTILES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL GARBANZO

Edgardo CORTEZ-MONDACA^{1*}, Claudia María MELGOSA-VILLAGÓMEZ², Erasmo GUTIÉRRES-PÉREZ², Rosalío ZAVALA-ARCE²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)- Campo Experimental Valle del Fuerte. Km 1619 carretera Internacional México-Nogales. Juan José Ríos, Sinaloa 81110. ²INIFAP-C.E. Todos Santos. Agricultura s/n. La Paz, B. C. S. C.P. 23070. cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Resumen

El cultivo de garbanzo blanco en el Noroeste de México, tiene tres insectos plaga que dañan la parte aérea de la planta: el minador de la hoja, el gusano soldado y el gusano de la cápsula. En el presente documento se propone un manejo racional de los insectos plaga de mayor importancia económica del cultivo, con énfasis en medidas culturales de tipo preventivo. Durante el desarrollo del cultivo se indican las técnicas de muestreo y criterio para la toma de decisiones oportunamente. En última instancia se indican tratamientos de insecticidas para el control químico, con base a resultados recientes de evaluaciones de insecticidas alternativos y selectivos. El insecticida Clorantraniliprole por su modo de acción y residualidad puede utilizarse en sistema de riego por goteo, para el control efectivo de minador de la hoja, gusano soldado y gusano de la cápsula.

Palabras clave: *Manejo racional, Mosca minadora, Gusano soldado, Gusano de la bolsa.*

Introducción

El cultivo de garbanzo blanco tiene tres insectos plaga que dañan la parte aérea de la planta: el minador de la hoja, el gusano soldado y el gusano de la cápsula (Pacheco, 1985). Sin embargo, a pesar de ser un número reducido de especies, las tres se presentan de manera abundante especialmente cuando el cultivo se siembra extemporáneamente, de manera tardía.

Tácticas para el Manejo de Insectos Plaga

Existe una serie de medidas que implementadas de manera integrada brindan un adecuado manejo de los insectos plaga del garbanzo (Cortez *et al.* 2018):

1. Sembrar en la fecha de siembra recomendada. Del 15 de octubre al 10 de diciembre; las siembras tempranas son más recomendadas.
2. Establecer el cultivo en terrenos libres de maleza hospedera de plagas.
3. Fertilizar balanceadamente el cultivo, sobre todo no excederse en el empleo de nitrógeno.
4. Sembrar un genotipo con adecuado potencial de rendimiento y semilla de buena calidad.
5. Adecuada densidad de siembra (12 a 14 semillas/m).
6. Muestreo y monitoreo de los insectos plaga en la etapa crítica de daño.
7. Implementación de control químico efectivo.

La última táctica o medida en muchas ocasiones no es necesario llevarla a cabo si las anteriores se realizan adecuadamente, sobre todo la segunda. Cuando se siembra en la última semana del periodo de siembra, generalmente es necesario realizar una aplicación de insecticidas, si la

siembra se realiza en la semana siguiente posterior al periodo de la fecha de siembra se realizan hasta dos aplicaciones y si la siembra ocurre todavía después se requieren tres o más aplicaciones de insecticidas.

Minador de la Hoja *Liriomyza sativae* (Blanchard)

El minador de la hoja se presenta en el cultivo desde la nacencia, alimentándose de las hojas simples, después ataca las hojas verdaderas (Figura 1), produciendo galerías sinuosas en el tejido interno de las mismas. Su presencia es permanente durante el desarrollo del cultivo, hasta la madurez fisiológica. Sin embargo, se sabe que el daño de importancia económica lo realiza durante la fructificación del cultivo.

Muestreo y Umbral de Daño Económico

Se recomienda muestrear semanalmente la presencia y daño de minador de la hoja en el garbanzo y en el caso de observar un 20% de hojas dañadas realizar el control químico, durante la etapa de fructificación. Durante el muestreo es necesario determinar si las larvas presentes están vivas y en qué cantidad, es decir no se deben contabilizar larvas muertas en el daño (Figuras 2 y 3).



Figura 1. Follaje con daño de minador de la hoja y una larva de último instar expuesta.



Figura 2. Larva viva de minador de la hoja.



Figura 3. Larva muerta de minador de la hoja.

Gusano Soldado *Spodoptera exigua* (Hübner)

El gusano soldado se comporta en el garbanzo como un voraz defoliador y también daña los granos en formación (Pacheco, 1985), como el gusano de la cápsula. Debido a que la hembra del gusano soldado oviposita en masa, las larvas nacen en forma agregada y se alimentan de las

hojas tiernas, ruñendo la superficie de las mismas. En el tercer instar se distribuyen a hojas de plantas vecinas o sin presencia de otras larvas, ya que tienen hábitos caníbales.

Muestreo y Umbral de Daño Económico

El garbanzo soporta defoliaciones altas durante la etapa de desarrollo, pero defoliaciones superiores al 20% durante la etapa de fructificación, afectan indirectamente el rendimiento y el tamaño de grano. Para el daño de grano se considera un umbral similar al del gusano de la cápsula.



Figura 4. Hojas de garbanzo con larvas de gusano soldado.

Gusano de la Cápsula *Heliothis virescens* (F.) y *Helicoverpa zea* (Boddie)

El gusano de la cápsula (Figura 5) es el insecto plaga de mayor importancia del cultivo, debido al daño directo que ocasiona y a las poblaciones en que se presenta a partir de las últimas semanas de febrero y sobre todo en elevadas poblaciones en marzo, de allí la importancia de la fecha de siembra. Una vez ya en el cultivo, el periodo de daño más elevado se ubica durante las semanas 5, 6 y 7 a partir del inicio de la formación de grano (Cortez, 2005; Cortez y Ortega, 2009).



Figura 5. Larva de gusano de la cápsula de tercer instar perforando una vaina.



Figura 6. Larva de segundo instar alimentándose de la parte externa de la cápsula.

Las larvas de gusano de la cápsula de primer y segundo instar no poseen mandíbulas suficientemente fuertes, para perforar vainas con granos en formación, por lo que el control con insecticidas debe realizarse en larvas máximo de tercer instar (Universidad de California, 1984; MeisterPro, 1999).

En condiciones del norte de Sinaloa, las primeras poblaciones de adultos de gusano de la cápsula arriban al cultivo a partir del mes de enero, pero se incrementan decididamente a partir de la segunda quincena de febrero y en el mes de marzo, alrededor de la segunda semana se incrementa exponencialmente. En un estudio realizado en 2017 a partir del 16 de febrero se incrementó la presencia de larvas, a los 26 d después del inicio de la floración, pero el incremento exponencial de la población plaga en etapa de larvas, ocurrió el 09 de marzo, 47 d después del inicio de la floración; de mediados de marzo en adelante las poblaciones de larvas fueron las más elevadas. Durante enero y parte febrero las temperaturas frías mantienen la población baja. Se recomienda monitorear las poblaciones de adultos y de huevos en el cultivo a partir de la última semana de febrero, para prevenir una alta incidencia del insecto y su daño. Una vez ya en el cultivo, el periodo de daño más elevado se ubica durante las semanas 5, 6 y 7 a partir del inicio de la formación de grano (Cortez, 2005; Cortez y Ortega, 2009), cuando el mismo tiene un tamaño unos 0.7 cm de diámetro. Conforme la etapa de la 5a semana de formación de grano se registra más tarde en el año, por retraso de la fecha de siembra la población plaga del gusano de la cápsula es mayor, así como de gusano soldado y minador de la hoja.

Muestreo y Umbral de Daño Económico

El muestreo de gusano de la cápsula y de gusano soldado se realiza cada cinco días, durante la etapa crítica de daño durante la fructificación, colocando lonas de plástico de color que contrasten con el color de los gusanos (por ejemplo blanco y amarillo). Las plantas de ambos lados del fondo del surco se sacuden sobre la lona y se contabilizan los gusanos (Figura 7). El muestreo se realiza en ocho sitios del terreno bien distribuidos en parcelas de 10 ha. El umbral de daño económico es de 2 larvas en 1 m lineal de surco.



Figura 7. Lona para el muestreo de gusanos en garbanzo.

En el cultivo de garbanzo se presentan enemigos naturales de los insectos plaga: depredadores y parasitoides, es importante no aplicar insecticidas sin necesidad y en primera instancia utilizar insecticidas reguladores de crecimiento o biorracionales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Insecticidas sugeridos contra insectos plaga en garbanzo.

Insecto	Insecticidas	Dosis/ha
Minador de la hoja	- Cyromazina* (Trigard® 75 PH) (7d)	0.1 a 0.15 L
	- Spinoteram (Palgus®) (7d)	0.5 L
	- Extractos de neem + aceite mineral.	Revisar etiqueta
	- Clorraniliprole (Coragen® SC).	150 mL
Gusano Soldado y G. de la Cápsula	- Ciantraniliprole (Benevia®) (7d)	200 mL
	- Novaluron* (Massada® 100 CE) (7d)	0.2 a 0.25 L
Gusano Soldado y G. de la Cápsula	- Spinoteram (Palgus®) (7d)	0.2 L
	- Clorfenapir (Sunfire® 240 SC) (7d)	0.3 a 0.4 L
	- <i>Bacillus thuringiensis</i> (Dipel® WG) (0d)	0.75 a 1.0 Kg
	- Benzoato de emamectina (Denim®).	
	- Clorraniliprole (Coragen® SC)**.	250 mL
	- Ciantraniliprole (Benevia®) (7d)	150 mL
		200 mL

*= regulador de crecimiento; d= días; ** = sin registro para garbanzo, pero con tolerancia EPA.

Resultados recientes de efectividad biológica de insecticidas

El insecticida Clorraniliprole, en evaluación reciente, temporada 2019/2020, resultó el más efectivo y aunque es costoso puede ser empleado contra minador de la hoja (Cortez *et al.* 2019a) y gusano de la cápsula e incluso, contra gusano soldado, con posibilidades de utilizarlo una sola ocasión, por su elevada residualidad, especialmente si se utiliza en sistema de riego por goteo, lo cual significa un ahorro en insecticida y en la aplicación (Cortez *et al.* 2019b).

En la temporada 2020/2021 el Nim + Aceite mineral mostró la mortalidad acumulada más elevada de minador de la hoja, 12 días antes de los tratamiento (DAT) se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, sobresaliendo también la Abamectina (Figura 3). El costo del nim + aceite fue muy elevado (\$1,215.00 Vs la Abamectina a \$281.30 (Cortez *et al.* 2021); sin embargo, es posible utilizar insecticidas genéricos a base de los mismos ingredientes activos, incluso artesanales (Cortez, 2003). Para gusano de la cápsula el Clorraniliprole (Coragen®) 150 ml/ha, por segundo año consecutivo, mostró mayor mortalidad acumulada, le siguió el Piridialid (Pleo®, sin registro para uso en garbanzo) 80 ml/ha. El costo de los tratamientos más sobresalientes fue de \$855.00/ha para el Clorraniliprole y de \$200.00/ha para el Piridialid

(Pleo®). No se detectó diferencia significativa entre los tratamientos insecticidas. Ciantraniliprole (Benevia®) 200 ml/ha, mostró el menor número de granos dañados (seguido por el Clorantraniliprole), menos que tratamientos que mostraron mayor mortalidad sobre gusano de la cápsula; se determinó diferencia significativa entre los tratamientos (Cortez *et al.* 2021).

En la temporada 2019/2020 los resultados de rendimiento de grano fueron relativamente bajos y similares entre los tratamientos insecticidas, por lo que no se detectó diferencia significativa entre los mismos, incluso con el Testigo, con casi 400 Kg menos de rendimiento. Sin embargo, con el valor de la producción de esos 400 Kg de grano se pueden realizar más de siete aplicaciones de Clorantraniliprole (Coragen®) 150 ml/ha y hasta 32 de Ciantraniliprole (Benevia®), 200 ml/ha.

Conclusiones

Las medidas culturales preventivas son básicas para el manejo efectivo de insectos plaga de importancia económica del garbanzo. Eventualmente, a pesar de implementar esas medidas, es necesario recurrir al control químico, con insecticidas alternativos y selectivos, de acuerdo a muestreos oportunos, para la toma de decisiones exitosas.

Literatura citada

- Cortez, M.E., J. Pérez, M., y R.H. Saucedo, A. 2018. Manejo de Insectos Plaga en Garbanzo. En: Saucedo, A.R.H. et al. (Comps.). Seminario: Producción Sustentable de Garbanzo en Sinaloa, pp. 46-52. INIFAP-CIRNO-CEVAF. Memoria Técnica No. 6.
- Cortez, M. E. 2003. Evaluación de Insecticidas Biorracionales para el Control del Gusano de la Cápsula *Heliothis* spp. (Lepidóptera: Noctuidae) en Garbanzo. Informe Técnico. CEVAF-INIFAP. Juan José Ríos, Sinaloa. S/n.
- Cortez, M.E. 2005. Modelos de Predicción de la Incidencia y Desarrollo del Gusano de la Cápsula y de la Palomilla de la Papa en el Norte de Sinaloa.
- Cortez, M.E., y P.F. Ortega, M. 2009. Periodo Crítico de Daño de Gusano de la Cápsula y Gusano Soldado en Garbanzo. IV Reunión Nacional De Innovación Agrícola y Forestal, Saltillo, Coahuila.
- Cortez, M.E., C.M. Melgoza, V., E. Gutiérrez, P., y R. Zavala, A. 2019a. Efectividad Biológica de Insecticidas Selectivos Contra el Minador de la Hoja *Liriomyza sativae* en Garbanzo en Baja California Sur. Memorias Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. UABC-Instituto de Ciencias Agrícolas, pp 569-574.
- Cortez, M.E., C.M. Melgoza, V., E. Gutiérrez, P., y R. Zavala, A. 2019b. Efectividad Biológica de Insecticidas Selectivos Contra el Gusano de la Cápsula *Heliothis virescens* en Garbanzo en Baja California Sur. En: Uresti, G.J. (Comp.). Memorias X Reunión Nacional de Investigación Agrícola. INIFAP, 1: 619-622.
- Cortez, M.E., C.M. Melgoza, V., E. Gutiérrez, P., y R. Zavala, A. 2021. Efectividad biológica de insecticidas selectivos para el control de minador de la hoja y gusano de la cápsula en garbanzo. In: Memorias de la "LVI Reunión Nacional de Investigación Agrícola. Memoria. Ciudad de México, 10-12 nov. 2021". pp 700-703.
- MeisterPro. 1999. The All Crop, Quick Reference; Insect and Disease Control Guide. Volume 1. MEISTERPRO Reference Guides. Willoughby, OH. 602 p.
- Pacheco M., F. 1985. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. SARH-INIFAP-CIANO-CAEVY. Libro Técnico No. 1. Cd. Obregón, Sonora, Méx. 414 p.
- University of California. 1984. Integrated Pest Management for Cotton in the Western Region of the United States. UC, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3305. Oakland, CA. 144 p.

MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO CON SENSORES PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) BAJO RIEGO POR GOTEO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

José Eliseo ORTIZ-ENRIQUEZ¹, Isidoro PADILLA-VALENZUELA¹, Pedro FÉLIX-VALENCIA¹ y José Luis FÉLIX-FUENTES¹

¹ INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug
ortiz.eliseo@inifap.gob.mx

Resumen

En el Valle del Yaqui, Sonora se siembran cerca de 10,000 ha de garbanzo y el precio varía entre 15,000 a \$20,000 pesos por ton, en el ciclo 2016-17 fue histórico y se pagó a \$30,000/ton, pero los dos últimos años ha sido difícil venderlo. El manejo del agua es un factor limitante y el garbanzo se considera de baja demanda, aunque responde a un buen nivel de humedad en el suelo y se cultiva bajo riego por gravedad, muy poco con riego presurizado. Este trabajo se realizó en el ciclo 2018-19 con productor cooperante en el Block 2228, en un suelo arcilloso, se fertilizó solamente con 50 kg/ha de urea. Se utilizó el sistema de riego por goteo, con cintas a 1.60 m de separación e hileras a 70 cm en una superficie de 265 ha. El rendimiento fue de 2,897 kg/ha, con el 87% de exportación, con un tamaño de grano de 49 granos/30 gramos y calibre 47. La lámina de agua aplicada fue de 23.60 cm y la productividad del agua fue de 815 litros por kilo de grano.

Palabras clave: Riego por goteo, productividad del agua, sensores.

Introducción

En Sonora, en los últimos 7 años se han sembrado 21,719 ha de garbanzo, con un rendimiento de 2.3 ton/ha y con un valor de 808 millones de pesos (SIAP, 2021). México lo exporta a España, Italia y Argelia. En el Valle del Yaqui se siembran entre 1,000 a 10,000 ha y el precio ha fluctuado alrededor de 15,000 a \$20,000 pesos por tonelada. En el ciclo 2016-17 el precio fue histórico y se pagó a \$30,000/ton. Pero en los ciclos 2017-18 y 2018-19 los precios ya no fueron tan buenos; de hecho, el ciclo 2020 fue muy difícil su venta aunado al bajo precio.

El garbanzo ha sido considerado de baja demanda de agua, esto puede ser debido a su tipo de raíz pivotante, presenta osmoregulación y a la baja densidad estomática en sus hojas y con esto disminuye su transpiración; también se encontró que regar al 10% de la humedad aprovechable del suelo antes de la floración y al 20% después de la floración ha sido la mejor respuesta bajo riego por gravedad (Morales *et al.*,2004).

El garbanzo se produce en riego rodado o convencional en el sur de Sonora, donde se aplican de cero a tres riegos de auxilio. La lámina aplicada oscila entre 25 a 60 cm. La introducción de los sistemas de riego presurizados es reciente y se encuentra instalado en huertas, hortalizas y muy poco en granos. Debido a que cada vez disminuye el recurso hídrico existe una mayor necesidad de introducir sistemas de riego y mejorar su eficiencia, por esta razón se planteó validar el garbanzo bajo el sistema de riego por goteo y monitorear la humedad del suelo utilizando sensores.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo otoño-invierno 2018-19 con un productor cooperante del Valle del Yaqui, localizado en el Block 2228, la superficie fue de 265 ha. El tipo de suelo fue arcilloso, se realizó un análisis de suelo antes de la siembra. La preparación del terreno fue cinceleo y rastreo, no se fertilizó en pre siembra, el trazo de camas fue de 1.60 m de separación, se usó cinta de riego calibre 7 mil, con un gasto de 1.1 litros por hora a 14 Libras y goteros separados a 30 cm. Se aplicó el riego de pre siembra con 350 kg/ha de yeso a través del sistema de riego por goteo.

La siembra fue el 24 de diciembre de 2018, se utilizó una sembradora de precisión marca Monosem, depositando 18 semillas por metro lineal en húmedo, dos hileras de siembra colocadas sobre de la cama y se sembró la variedad Blanco Sinaloa. Se aplicó un herbicida pre emergente Prowl (Pendimetalina) con una aspersora. El manejo del riego se llevó a cabo en base a la humedad del suelo manejando sensores de la marca Watermark, los cuales operan con el principio de la resistencia eléctrica. El yeso disuelto en agua es un buen conductor de la electricidad, cuando el sensor contiene mucha agua, la corriente eléctrica fluye bien. A medida que el suelo se seca, el sensor se seca y aumenta la resistencia al flujo de electricidad (Schock *et al.*, 2013). Se realizó una fertilización como ferti-irrigación con 50 kg/ha de Urea. La cosecha se realizó con cosechadora comercial.

Resultados y Discusión

Análisis de suelo

El resultado del análisis de suelo fue el siguiente: La textura del suelo fue arcilloso, la Conductividad Eléctrica fue de 3.1 mS/cm. De acuerdo con Van Der Maesen (1972) y Saxena (1997), el garbanzo a 3 mS/cm ya inicia a bajar el rendimiento. El pH fue de 7.62, el contenido de Nitrógeno fue de 165 kg/ha (de medio a alto de acuerdo al laboratorio) y el Fósforo con 119 kg/ha (muy alto). Con estos resultados se tomó la decisión de no fertilizar en pre siembra o al momento de la siembra. Solamente se aplicaron 350 kg/ha de yeso en el riego de pre siembra.

Aplicación de los riegos y lámina de riego aplicada.

Se aplicaron siete riegos de auxilio, la lámina total aplicada incluyendo el riego de pre siembra más los riegos de auxilio fue de 23.60 cm o 2.36 millares de m³/ha (Cuadro 1).

Rendimiento de grano y productividad del agua.

La cosecha fue con trilladora comercial del 15 al 20 de mayo de 2019 a los 140 días, dependiendo de la fecha de siembra. El rendimiento promedio de las 265 ha, fue de 2,897 kg/ha (Cuadro 2), la lámina de agua aplicada fue de 23.60 cm, la productividad del agua fue de 815 litros de agua para producir un kilo de grano de garbanzo o 1.23 kg/m³ de agua aplicada.

Monitoreo de la Humedad del Suelo con Sensores

En la Figura 1 se presenta el comportamiento de la humedad del suelo a 25, 50 y 75 cm de profundidad y para el mes de enero de 2019. La siembra se realizó el 24 de diciembre y todo el mes de enero no se aplicó ningún riego de auxilio. El rango de la humedad fue de 10 a 20 centibars (Cb) en las tres profundidades y considerado como un nivel de humedad aceptable (Schock *et al.*, 2013).

Cuadro 1. Lámina de riego aplicada, intervalo de riego y etapa fenológica en garbanzo regado bajo riego por goteo, en el Valle del Yaqui, Sonora. 2018-2019

Fecha	Intervalo de riego días	Lámina aplicada cm	Etapa Fenológica	Fertilización
R1, RP, 29-11-18	0	8.50	--	350 kg/ha de yeso
24-12-18	25	-	Siembra	no
R2, 1RA, 12-2-19	50	3.75	Inicio de botones	si
R3, 2RA, 13-3-19	29	2.15	Inicio de Cápsulas	no
R4, 3RA, 27-3-19	14	2.20	Formación grano	no
R5, 4RA, 3-4-19	7	2.25	Grano completo	no
R6, 5RA, 10-4-19	7	2.35	Grano lect masoso	no
R7, 6RA, 18-4-19	8	2.40 (23.60)	Madurez Fisiológica	no

Cuadro 2. Rendimiento de garbanzo en función de la sección de riego o número de tabla

Número de Tabla	Rendimiento Kg/ha
1	3,114
2	2,873
3	2,892
4	2,856
5	2,759
6	3,003
7	2,835
8	3,038
9	2,708 (promedio 2,897)

En la Figura 2 se presenta el comportamiento de la humedad del suelo en febrero de 2019. El primer riego de auxilio se aplicó el 12 de febrero, a la profundidad de los 25 y 50 cm las lecturas variaron de 25 a 30 Cb antes de aplicar el riego y a la profundidad de los 75 cm las lecturas fueron muy uniformes alrededor de 25 Cb. Se observa un aumento muy marcado de la humedad del suelo a los dos días después de aplicar el riego y más a los primeros 25 cm de profundidad un poco menos a los 50 cm y muy poco a los 75 cm de profundidad del suelo.

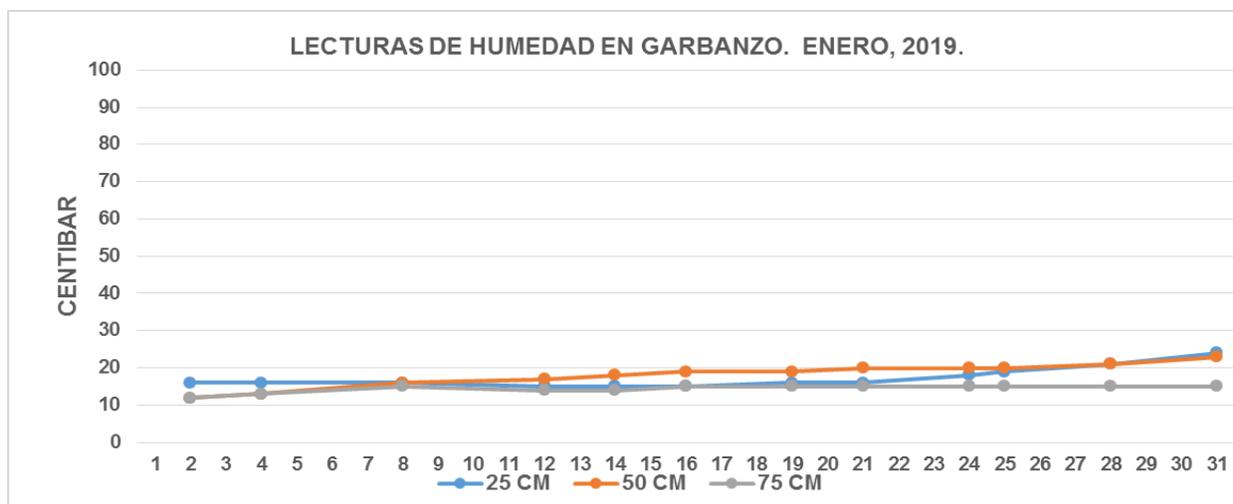


Figura 1. Monitoreo de la humedad del suelo en garbanzo a tres estratos del suelo durante el mes de Enero de 2019.

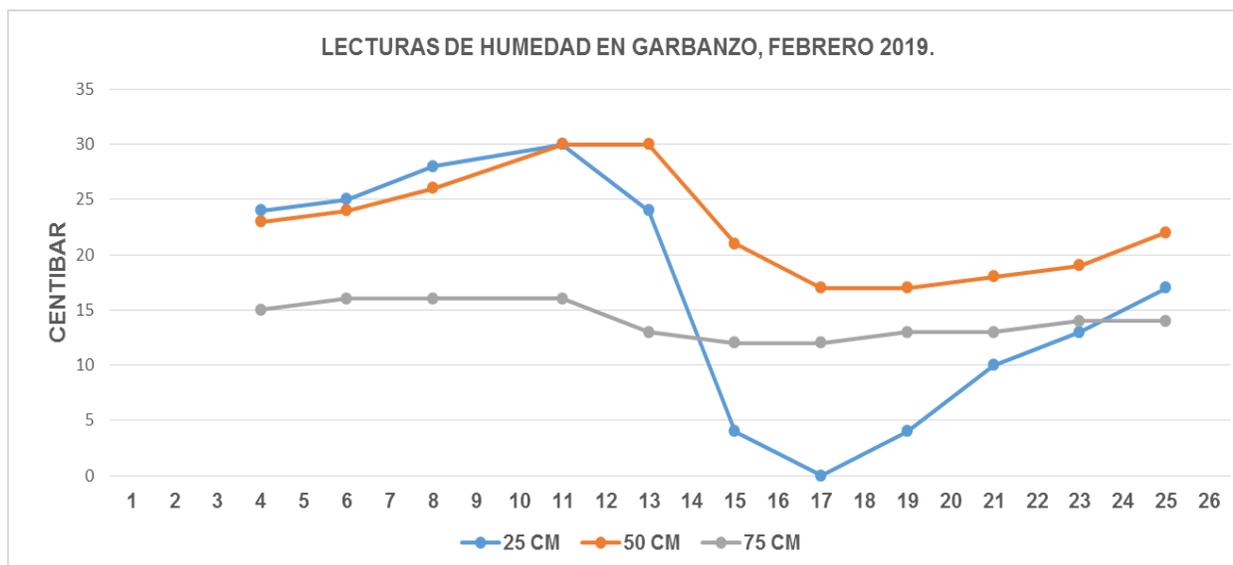


Figura 2. Monitoreo de la humedad del suelo en garbanzo a tres estratos del suelo durante el mes de Febrero de 2019.

El segundo riego de auxilio se realizó el 13 de marzo y el comportamiento de la humedad del suelo fue menor. Así, a los 25 cm de profundidad antes de aplicar el riego fue de 60 Cb, a los 50 cm fue de 80 Cb y a los y 75 cm de profundidad la humedad fue muy buena a 20 Cb (Figura 3), aquí la planta presenta una mayor cantidad de raíces y más profundas (60 cm).

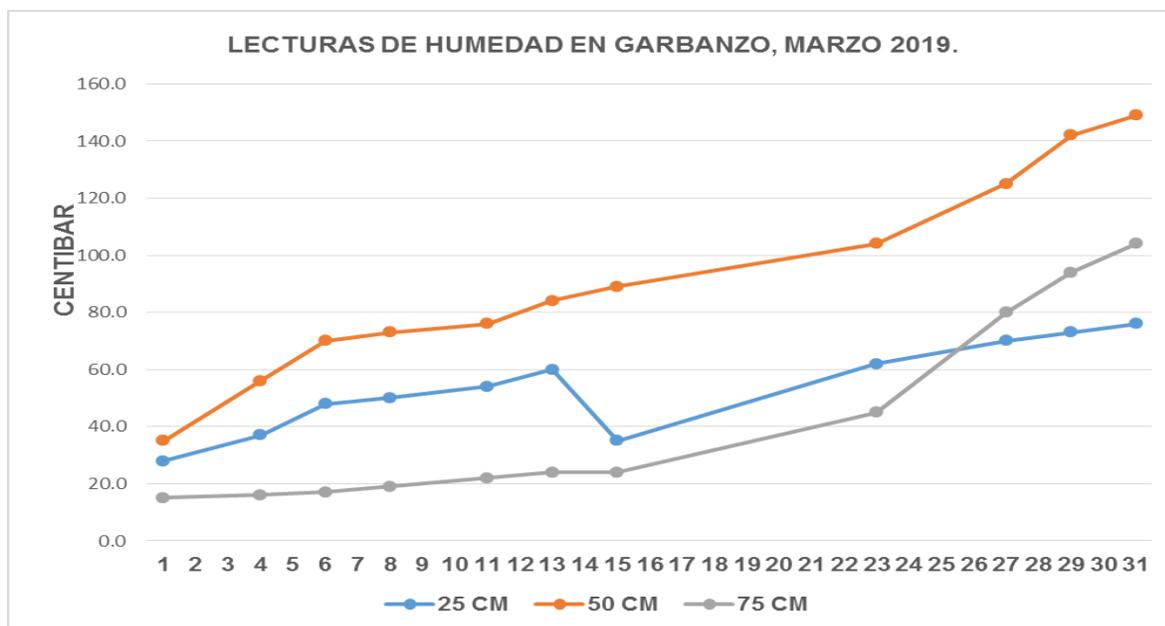


Figura 3. Monitoreo de la humedad del suelo en garbanzo a tres estratos del suelo durante del mes de Marzo de 2019.

El tercero y cuarto riego de auxilio se aplicó el 27 de marzo y 3 de abril, respectivamente y con una frecuencia más corta y el comportamiento de la humedad del suelo antes de aplicar el riego fue de 65, 80 y 120 Cb para las tres profundidades y para el tercer riego, no incidió sobre el descenso de la humedad esto debido a láminas de riego pequeñas.

Conclusiones

El rendimiento de grano fue de 2,897 kg/ha, con el 87% de exportación. La lámina de riego aplicada fue de 23.60 cm y la productividad del agua fue de 815 litros para producir un kilo de grano de garbanzo. El monitoreo de la humedad del suelo con sensores es una buena herramienta, pero si es importante seguir trabajando esta técnica y con este cultivo

Literatura Citada

- Morales, G.J.A., Durón, N.L.J., Martínez, D.G. Núñez, M.J.H. y Fu, C.A.A, 2004. El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. INIFAP-SAGARPA. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Libro Técnico Número 6 Hermosillo, Sonora.
- Saxena, M.C. 1997. Agronomy of Chickpea. In: Saxena, M.C. and Singh K. B. (Ed.) The Chickpea, ICRISAT, pp. 2010-211.
- Schock, C.C., Wang, F.X., Flock, R., Feibert, E., Schock, C.A. and Pereira, A. 2013. Irrigation Monitoring Using Soli Water Tension. Sustainable Agriculture Techniques. Oregon State University. Extension Service.
- SIAP. 2021. Consulta en línea, 18 de octubre 2021. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- Van der Maesen, L.G.L. 1972. Cicer L. a Monograph of the genus with Special reference to the Chickpea Cicer arietinum L. its Ecology and Cultivation. Comm. of the Agricultural University, Wageningen, Netherlands, pp. 72-100.

APS, ALTA PRODUCCION SOSTENIBLE EN GARBANZO, CULIACAN, SINALOA CICLO 2017-2018.

Francisco Javier SANDOVAL-VALENZUELA

TRADETECA, Navojoa, Sonora.

Consultor técnico agrícola APS Alta Productividad Sostenible.

fjsv_58@hotmail.com.

Resumen

El cultivo de garbanzo en el mundo se está generalizando porque sus mercados de consumo lo están degustando de diversas maneras, por su contenido nutricional de moda en dietas ricas en proteínas y poco valor en calorías. Por el lado productivo es un cultivo de rotación excelente con otros cultivos como gramíneas, en México encaja perfectamente con Maíz - Trigo en las regiones del Noroeste y Bajío mexicano. Siendo un cultivo de bajos requerimiento de humedad en el suelo el garbanzo puede ser sembrado en un sistema de labranza de conservación regenerativa, en donde el esquilmo dejado sobre la superficie del suelo conservará la vida y la humedad del mismo, sus raíces pivotantes estimuladas por bioactivadores duplicaran la capacidad de crecimiento, búsqueda de humedad, nutrientes, descompactación, aporte de nitrógeno, cambios en los modelos de enfermedades y plagas de otros cultivos como gramíneas. Rendimientos tradicionales del orden de las 1.7 toneladas promedio por hectárea pueden ser duplicadas con innovadores manejos en garbanzo a valores muy por arriba de las 3.5 toneladas, estos mismos efectos podrán obtenerse en las gramíneas con aumentos en la producción del orden del 20 a 30% por el efecto del cuidado del suelo, el cuidado de la humedad y la mejor eficiencia en la obtención de nutrientes para las plantas. Este es un trabajo con dos agricultores de 400 hectáreas en la zona central del estado de Sinaloa, con un riego de asiento solamente.

Palabras clave: sustentabilidad, riego goteo, nutrición.

Introducción

El objetivo de esta publicación es presentar la sinergia que se puede dar en una rotación de cultivos entre una leguminosa y gramínea, mostrar que ambas familias de plantas pueden ser buenas complementarias en un clima que cada vez es más incierto en sus patrones de lluvias, temperaturas y sobre todo en las rentabilidades de sus cultivos. Con el aumento del costo del fertilizante se tendrá que evolucionar a métodos alternativos de eficiencia nutricional más económicas y productivas.

El cuidado y regreso de la fertilidad natural del suelo hoy es un factor decisivo en la alta productividad, la vida en el suelo se está demostrando que forma parte de la disponibilidad de nutrientes y más aún si se deja el esquilmo como reciclaje de nutrientes valiosos como el potasio, que da calidad y peso al grano.

Los bioactivadores orgánicos de suelo, semilla y foliares formaran parte esencial de una buena nutrición de las plantas y catalizadores de un cambio en la cultura moderna de la agricultura.

Por último, el objetivo principal de este trabajo comercial es transferir tecnologías sostenibles directamente al agricultor en la producción de garbanzo y otros granos básicos en rotación de cultivos.

Existen valores agronómicos que no son tomados en cuenta como el valor de un suelo que está siendo recuperado en su fertilidad, que puede ser el factor muy importante en la agricultura del futuro.

El sistema APS de Alta Producción Sostenible es una metodología de manejo que puede iniciar en un sistema tradicional o sobre esquilmo de otro cultivo. En ambos, la respuesta del suelo es muy rápida en recuperar su estructura perdida desde un primer ciclo aumentando la condición del mismo en aceptar más humedad en su subsuelo.



Figura 1. Garbanzo en labranza de conservación ciclo 2018.

Como se programó la siembra de garbanzo en labranza de conservación.

En el ciclo Otoño Invierno del año 2017 se sembró el maíz. Las camas de siembra se en doble establecieron con un sistema GPS (Global Posicional System) con distancia entre camas 1.50 m con siembra a dos hileras y densidad de 90,000 semillas por hectárea.

Después de la cosecha de maíz en el mes de mayo, se procedió a inocular los esquilmos con bioactivadores orgánicos y posteriormente se procedió a desmenuzarlos sobre la superficie del suelo. Se reformó el fondo de surco y se esperaron las lluvias de verano.

Cuadro 1. Productos bioactivadores aplicados a los residuos de cosecha de maíz previo a desmenuzarlos.

PRODUCTO	DOSIS/ha	VOLUMEN DE AGUA/ha
Algae mar	2.0 kg	200 L
Max Fulv	1.0 kg	
BPT Microorganismos	1.0 L	

En los meses de julio, agosto, septiembre y octubre se acumularon 400 mm de precipitación. Se aplicó fertilizante de presembrado (base) con 200 kg/ha de YaraMila Star más 200 kg/ha de sulfato de amonio, y se reformó la cama al mismo tiempo

Se procedió a sembrar en doble hilera con semilla tratada con bioactivadores orgánicos (bioactivador de semilla en dosis de 1L por cada 100 kg de semilla).

La siembra de garbanzo se realizó en el período comprendido del 15 al 25 de noviembre. La emergencia de las plantas fue en 8 días posteriores a la fecha de siembra, la densidad de plantas fue de 7 plantas/m. La variedad usada fue Blanco Sinaloa 92, con semilla local ciclo 2017.



Figura 2. Garbanzo en doble hilera variedad Blanco de Sinaloa.

Manejo de la humedad en el cultivo

Se sembraron 200 hectáreas sobre el esquileo de maíz y riego de gravedad. La humedad persistente en el suelo fue satisfactoria para hacer un desarrollo de las plantas muy favorable sin la necesidad de dar un riego de auxilio ni lluvias de invierno.

Se sembraron 200 hectáreas sobre el esquileo de maíz y riego por goteo. Aunque la humedad en estos lotes también se comportó de manera adecuada se instalaron cintas de goteo superficiales, solo hubo la necesidad de dar dos riegos de auxilio para aportar un poco de humedad más las dosis de nutrientes.

Cuadro 2. Primera y segunda dosis de fertilizante aplicadas en garbanzo.

Época	Producto	Dosis /ha
30 días de emergencia	Ácido fosfórico	10 L
	Fosfonitrato	20 kg
60 días de emergencia	Ácido fosfórico	10 L
	Fosfonitrato	25 kg

Prevención y control fitosanitario

Se monitoreó la planta en sus raíces, hojas, tallos y cápsulas de manera constante, los datos que se muestran más adelante es el resultado de lo que se presentó visualmente:

Daño físico en raíces por enfermedades fungosas un 1% de la población, secados mínimos de la planta completa.

Daño observable en el área foliar en hojas sobre todo se presentaron en un 20% de las plantas con minador de la hoja.

Daño observable en cápsulas por gusanos del fruto *Heliothis virescens* y gusano soldado *Spodoptera frugiperda* se presentaron en pleno amarre inicial y al final del mismo, ya que este mismo se prolongó hasta formar un promedio por encima de las 250 cápsulas en varias etapas de floración.

Baja incidencia de enfermedades foliares y las mismas se observaron en pequeños lunares o manchas.

Cuadro 3. Aplicación de productos en garbanzo.

Producto	Dosis/ha	Modo de aspersión
1ª. aplicación		
Abamectina	0.5 L	Terrestre
Bacillus subtilis	1 L	
Max foliar	1 kg	
2ª. aplicación		
Lambda cyalothrina + Tiametoxam	0.150 L	Aérea
Bacillus subtilis	1 L	
Max foliar	1 kg	

Llenado de frutos

En un año de nulas precipitaciones en los meses de invierno el grano fue llenando en calibres aceptables grandes e incluso un gran porcentaje de capsulas con dos granos. Gran numero de tallos cada tallo con 10 cápsulas, y número de cápsulas promedio de 300.

Corte y secado

El corte mecánico se inició cuando el grano se empezó a desprender internamente de la cápsula.



Figura 3. Corte y formación de chorizos para secado.



Figura 4. Grano en maduración rosácea, sano y buen calibre.

Cosecha

La cosecha se realizó con la humedad requerida del orden del 15-16% para evitar quebrado.



Figura 5. Cosechadora Class con sensor de rendimiento satelital

Con el uso de la cosechadora Class con sensor de rendimiento satelital, se pudieron obtener mapas de rendimiento definidos en colores. Cada 20 metros se marcaba un punto en colores desde el rojo hasta en verde oscuro. El rojo significó el rendimiento más bajo y era de 2.0 toneladas por hectárea, mientras que el verde oscuro indicó rendimiento de 6.0 toneladas por hectárea.

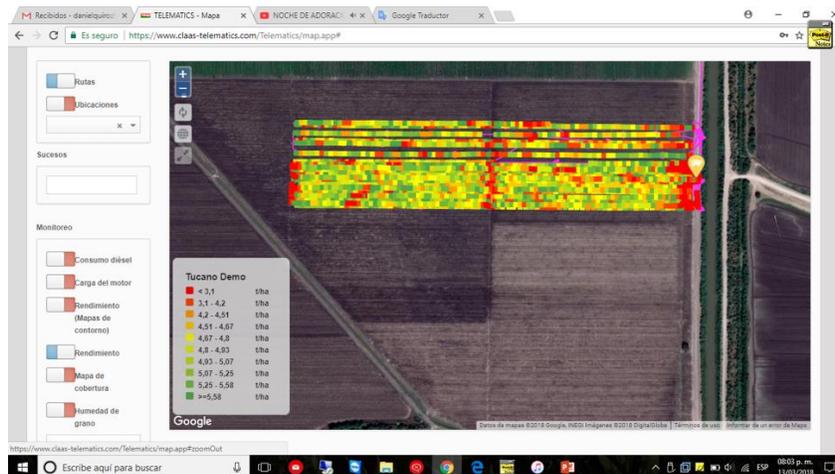


Figura 6. Mapa de rendimiento obtenido por la cosechadora Class.

El rendimiento real de este lote fue de 5.1 toneladas por hectárea sin considerar el grano perdido por el corte a destiempo. La barra de colores muestra muchos puntos verdes oscuros que indican rendimientos por encima de las 6.0 toneladas por hectárea, los puntos rojos más significativos se muestran en las divisiones de las válvulas y cabecera del camino.

Cuadro 4. Resultados de rendimiento por lotes calibre de grano y precio en plaza.

Lote	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	Calibre de grano	Precio en plaza (MXP/kg)
LOTE(1)	120	5.2	44-46	\$21.00
LOTE(2)	150	4.7	44-46	\$21.00
LOTE(3)	50	6.1	44-46	\$21.00
LOTE(4)	70	4.3	44-46	\$21.00
TESTIGO COMERCIAL	20	2.3	42-44	\$18.00
SINALOA	37,500	1.9	42-44	\$17.00

Rotación de cultivos Leguminosa y gramínea

El siguiente ciclo se continuó con la siembra de Maíz de PV primavera verano sobre el rastrojo del garbanzo.

Preparación de camas para Maíz en PV

Aprovechando la cama de siembra anterior se reformó la misma para sembrar Maíz para grano. Con una densidad de siembra de las 90,000 plantas por hectárea, se desarrolló esta gramínea de forma normal a pesar de la alta población de insectos plaga. Se obtuvo rendimiento en maíz promedio de 15.0 toneladas por hectárea en el ciclo primavera verano, que complementaron un excelente ciclo para el agricultor, además hubo acumulación de los esquilmos para ciclos posteriores.

Conclusiones

El sistema de labranza de conservación en rotación con gramíneas como maíz, y el buen manejo de los esquilmos producen una sinergia en la fertilidad natural del suelo, no se necesitan muchos años para recuperar la capacidad del suelo en entregarnos valiosos nutrientes y libre de infestaciones de enfermedades del suelo y follaje. El obtener rendimientos del orden de las 5.0 toneladas en un área comercial significativa da la posibilidad de cambiar nuestros manejos tradicionales por otros innovadores de alta producción sostenible.

La inoculación del esquilmo, suelo y semilla con bio activadores dan pauta para mejor cuidado del entorno agrícola, el suelo, la capacidad de retención de la humedad, reducción de patógenos del suelo y posibilidad de realizar dos cultivos por año. Hoy en pleno mes de noviembre del 2021 los fertilizantes han rebasado el umbral de precios para hacer nuestros sistemas productivos menos rentables, esta es una opción viable de suministrar nutrientes de muy bajo costo y fácil disponibilidad. APS es un sistema de trabajo de equipo entre un Agrónomo capacitado y un agricultor innovador, de fácil adaptación en diversas regiones, agricultores con deseos de cambio.

PONENCIAS DE INVESTIGACIÓN (CARTELES)



M.Sc. FERNANDO AFONSO VIEIRA DE FIGUEIREDO.

M.C. ISIDORO PADILLA VALENZUELA.

M.Sc. PEDRO FRANCISCO ORTEGA MURRIETA.

ING. GUSTAVO ADOLFO FIERROS LEYVA.

COMITÉ CIENTÍFICO

INIFAP- CIRNO

INIFAP - CIRNO

INIFAP - CIRNO

INIFAP - CIRNO

EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LOS ÍNDICES DE TOLERANCIA A SEQUÍA EN GENOTIPOS DE GARBANZO FORRAJERO (*Cicer arietinum* L.)

Raúl AVALOS-CASTRO^{1*}, Noé de Jesús MEDINA-CORDOVA¹, Carlos A. CABADA - TAVARES¹

¹Campo Experimental Todos Santos, INIFAP
avalos.raul@inifap.gob.mx

Resumen

Con el objetivo de evaluar la variabilidad de los índices de tolerancia a sequía y enfocar estrategias en el uso eficiente del agua en zonas áridas y determinar su efecto sobre la respuesta agronómica en las variedades de garbanzo tipo *Desi* o forrajero El Patrón, Pénjamo, San Antonio, Lerma y la línea ICC - 1273 bajo láminas de riego deficitario (RD) y normal (RN). Los parámetros evaluados fueron peso de la muestra a madurez fisiológica (RFMF), peso del tallo (Tallo) peso del follaje (Follaje), Índice de cosecha (IC), peso de 100 semillas (P100S) y calibre; el calibre de 20 granos (Calibre) fueron medidos en milímetros (mm); el rendimiento de campo (RC) y rendimiento de forraje a madurez fisiológica (RFMF) en toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$); el tallo, hojas e índice de cosecha (IC) se midieron como porcentaje (%) del peso seco a madurez fisiológico y el peso de 100 semillas (P100S) en gramos (g). Se evaluaron los índices de susceptibilidad a la sequía (SSI), el porcentaje de reducción (Red), índice de tolerancia a sequía (STI), índice de tolerancia (TOL), media de productividad (MP) y el índice de estabilidad del rendimiento (YSI) entre variedades y láminas de riego. El efecto por estrés hídrico solo se observa en las variables de rendimiento de forraje y rendimiento de grano en campo. La falta de agua no afecta la proporción de hoja, tallo, peso de 100 semillas y calibre. Todos los materiales evaluados muestran mediana tolerancia a los índices de estrés por agua. El genotipo que más produce en condiciones de estrés fue Lerma. Los materiales con mayor rendimiento bajo condiciones normales de riego son San Antonio, Pénjamo y El Patrón. Son los materiales que menos estabilidad productiva presentan cuando se someten a estrés.

Palabras clave: garbanzo *Desi*, estrés hídrico, producción de forraje.

Introducción

El cambio climático es un fenómeno global que ha comenzado a tener un impacto adverso en la agricultura. El calentamiento ha llevado a un aumento de las temperaturas globales medias por $1.2^{\circ}C$ durante el siglo pasado y un aumento adicional de $3^{\circ}C$ se estima que ocurrirá en 2100 (Schneider *et al.* 2007). La sequía sigue siendo un desafío al abordar el problema de inseguridad alimentaria, hambre y desnutrición, especialmente en las áreas donde la gente depende de la agricultura de subsistencia como una de las principales fuentes de sustento (Tuberosa, 2012).

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una leguminosa anual tradicionalmente sembrada en zonas áridas y semiáridas del mundo (Knights *et al.*, 2007). Los garbanzos, como otras leguminosas, juegan un papel importante en la alimentación humana y animal, especialmente como fuente de proteínas y energía (Ruggeri *et al.*, 2017). Aunque el garbanzo, en comparación con otras leguminosas, es más resistente al estrés hídrico (Ganjeali y Nezami, 2008), la combinación de la falta de agua y calor pueden afectar su producción (Rahbarian *et al.*, 2011; Amiri *et al.*, 2017). Dependiendo de la intensidad y periodo de estrés (Hosseinzadeh *et al.*, 2016). Por lo que,

después de las enfermedades, la falta de agua es la segunda limitación importante en la productividad del garbanzo (Singh *et al.*, 1994).

En relación a ello, los fitomejoradores sugieren el uso de método rápido y confiable para conocer y combatir los problemas de estrés por falta de agua. En este sentido, investigadores como Talebi *et al.* (2009), Pireivatlou *et al.* (2010) y Koleva y Dimitrova (2018) recomiendan el uso de indicadores nombrados "índices de sequía" para el reconocimiento de genotipos tolerantes a la falta de agua. Estos índices representan la medición del estrés por sequía a partir de la diferencia entre el rendimiento de grano bajo estrés (Ys) y sin estrés (Yp) (Clarke *et al.*, 1984 y Huang, 2000). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la variabilidad de los índices de tolerancia a sequía en genotipos de garbanzo forrajero.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en las instalaciones del Campo Experimental Todos Santos, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el municipio de La Paz, Baja California Sur, el cual se ubica en el ejido Todos Santos, en las coordenadas geográficas 23° 25' 02" N, 110° 09' 17" O, a unos 3 kilómetros del océano Pacífico, a 81 km al sur de la ciudad de La Paz y a 85 km al norte de la ciudad de Cabo San Lucas. Se encuentra en un rango de altitud media de 27 msnm, la temperatura promedio es de 22° C, con mínimas de 9° C en el mes de enero y máximas de 35° C en los meses de julio y agosto. La temporada de lluvia dura 4 meses aproximadamente, del 3 de julio al 3 de noviembre, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 6 de septiembre, con una acumulación total promedio anual de 168.6 milímetros. El clima en esta región está en la categoría de seco cálidos muy seco. La vegetación de esta zona está conformada por cactáceas, arbustos y otras especies del Matorral Arbocrasicaule. El tipo de suelo es de franco-arenoso a arenoso, siendo pobre en materia orgánica, nitrógeno y fosforo, pero ricos en potasio.

Para el experimento se utilizaron las variedades de garbanzo tipo *Desi* o forrajero El Patrón, Pénjamo, San Antonio 05, Lerma y la línea ICC - 1273, sembradas en hilera sencilla (0.80 m entre surcos) y a una densidad de siembra de 15 semillas por metro lineal. La siembra se llevó a cabo en el mes de diciembre, durante el ciclo agrícola otoño – invierno 2019/2020, en parcelas de 2.4 m de ancho y 4 m de largo. El control de maleza se realizó en forma manual. La semilla se trató con carboxim + tiram a dosis de 200 cc por cada 100 kilogramos de semillas. Los riegos se aplicaron con cinta de goteo a una presión estimada de 11 libras/pulgada⁻² con difusores a 20 cm de separación y calibre 6 milésimas, con dos láminas totales estimadas durante todo el ciclo del cultivo de 35 cm (RN) y 17.5 cm (RD). Se fertilizó con 120 unidades de nitrógeno (N) y 70 de fósforo (P), utilizando como fuentes el UAN 32® y ácido fosfórico. El N se fraccionó en partes iguales y aplicó a los 15, 35 y 50 días después de la siembra; el P se aplicó a los 15 días después de la siembra. Las muestras fueron tomadas de manera manual de un área de 3.2 m² y cortadas a 5 cm del suelo. Posteriormente se procedió a la trilla y limpieza del material, también en forma manual. Una vez acondicionado el material, se procedió a determinar el rendimiento de semilla en toneladas por hectárea. El rendimiento de campo (RG) y rendimiento de forraje a madurez fisiológica (RFMF) en toneladas por hectárea (t ha⁻¹); el tallo, follaje e índice de cosecha (IC) se midieron como porcentaje (%) del peso seco a madurez fisiológico; el peso de 100 semillas (P100S) en gramos (g) y el calibre en milímetros (mm). Se evaluaron los índices de

susceptibilidad a la sequía (SSI), el porcentaje de reducción (Red) sugeridos por Fischer y Maurer (1978), el índice de tolerancia a sequía (STI) (Fernández, 1992), el índice de tolerancia (TOL) y media de productividad (MP) con las fórmulas sugeridas por Rosielle y Hamblin (1981) y el índice de estabilidad del rendimiento (YSI) mediante la fórmula sugerida por Bouslama y Schapaugh (1984).

La comparación de media de tratamientos, coeficientes de correlación de *Pearson*, métodos multivariados de componentes principales y conglomerados fueron realizados con el paquete estadístico SAS (2014).

Resultados y discusiones

Para la comparación entre media de tratamientos solo se observó diferencia ($p < 0.05$) para las variables RFMF, RG y el IC (Cuadro 1). La diferencia entre tratamientos, para la variable RFMF fue de 1.62 t ha⁻¹, para el IC de 5.28% y para el RG de 740 kg, siendo mayor para el riego normal.

Cuadro 1. Comparación de media de tratamientos entre genotipos evaluados.

Tratamiento	Varietal	RFMF (t ha ⁻¹)	Tallo (%)	Follaje (%)	IC (%)	RG (t ha ⁻¹)	P100S (g)	Calibre (mm)
Riego Deficitario	El Patrón	4.23	34.82	39.93	20.10	0.85	0.02	6.62
	ICC-1273	3.71	21.58	37.5	30.95	1.14	0.03	7.3
	Lerma	3.5	22.58	39.85	34.98	1.23	0.03	7.42
	Pénjamo	4.87	31.67	34.13	33.19	1.64	0.02	6.35
	SA 05	2.83	22.78	46.11	31.35	0.9	0.03	7.4
Riego Normal	El Patrón	5.83	32.23	34.5	27.67	1.62	0.02	6.6
	ICC-1273	5.13	22.4	38.59	37.5	1.91	0.02	6.9
	Lerma	4.49	20.96	38.88	37.55	1.71	0.03	7.68
	Pénjamo	7.54	32.2	56.09	34.02	2.54	0.02	6.03
	SA 05	4.24	21.43	34.98	40.11	1.71	0.03	7.4
RD promedio		3.83	26.68	39.51	30.09	1.15	25	7.02
RN promedio		5.45	25.84	40.61	35.37	1.89	25	6.92
DET		-1.62	0.84	-1.10	-5.28	-0.74	0.0	0.10
EE		0.69	1.9	6.72	4.28	0.31	0.004	0.18
CV		14.88	7.24	16.78	13.1	20.54	16.07	2.58
p		<0.001	0.255	0.663	0.007	<0.001	0.929	0.186

RN= riego normal (35 mm); RD= riego deficitario (17.5 mm); RFMF= rendimiento de forraje a madurez fisiológica; IC= índice de cosecha; RG= rendimiento de campo; P100S= peso de 100 semillas; DET= diferencia entre tratamientos; EE= error estándar; CV= coeficiente de variación.

El Cuadro 2 muestra los valores medios de los índices de tolerancia a estrés hídrico. De acuerdo a la escala sugerida por Rosielle y Hamblin (1981) para el Índice de Susceptibilidad a Sequía (SSI), las variedades con valores más bajos son las más tolerantes a la sequía, con valores cerca de 1 son neutrales y las que posean valores por encima de 1 son susceptibles. En este sentido,

Lerma es la variedad más tolerante mientras que El Patrón y San Antonio son los de menor tolerancia y con mayor porcentaje de reducción del rendimiento.

Según Fernández (1992), las variedades con valores en el índice de tolerancia a sequía (STI) más cercanos a uno, son las más tolerantes, para este índice el mejor fue la variedad Lerma.

El índice de tolerancia (TOL) expresa la cantidad relativa en rendimiento que dejan de producir las variedades en condiciones de estrés comparadas con las condiciones normales de humedad.

Las más afectadas son Pénjamo y San Antonio.

La Media de Productividad (MP), la GMP y HARM expresan la media del rendimiento producido entre el tratamiento con riego normal (RN) y riego deficitario (RD), relativo a una misma variedad.

Las variedades con el mayor índice de estabilidad del rendimiento (YSI) fueron Lerma y Pénjamo.

Cuadro 2. Valores medios de índices de tolerancia a sequía (%) y producción de grano (t ha⁻¹) bajo condiciones de estrés hídrico

Genotipos	Yp	Ys	SSI	Red	STI	TOL	MP	GMP	HARM	YSI
El Patrón	1.62	0.85	1.21	90.83	0.52	0.77	1.24	1.18	1.12	52.40
Lerma	1.71	1.23	0.71	39.07	0.72	0.48	1.47	1.45	1.43	71.91
ICC-1273	1.91	1.14	1.02	66.87	0.60	0.77	1.53	1.48	1.43	59.93
Pénjamo	2.55	1.64	0.91	55.66	0.64	0.91	2.09	2.04	1.99	64.24
SA 05	1.71	0.90	1.20	89.46	0.53	0.81	1.30	1.24	1.18	52.78

Yp= rendimiento en campo bajo riego normal; Ys= rendimiento en campo bajo riego deficitario; SSI= índice de susceptibilidad a la sequía; Red= porcentaje de reducción; STI= índice de tolerancia a sequía; TOL= índice de tolerancia; MP= media de productividad; GMP= mediana de producción geométrica; HARM= media de producción armónica; YSI= índice de estabilidad del rendimiento.

Los coeficientes de correlación entre Yp, Ys e índices de tolerancia a la sequía se estimaron e identificó el mejor índice de sequía (Cuadro 3). Además, podría ser un indicador aceptable para elegir los genotipos más prometedores. Los resultados muestran que Yp tiene una correlación positiva con Ys y TOL, lo que indica que los materiales evaluados todos presentan resistencia los índices de estrés por agua. Mientras que Ys muestra una relación negativa con SSI y Red, pero positiva con STI, MP, GMP, HARM y YSI.

El SSI presenta una correlación positiva con Red y TOL pero negativa con STI y YSI. El índice de Red fue positivo con el TOL y negativo con el STI e YSI. Para STI se observó una correlación negativa con TOL y positiva con YSI. El índice de TOL presentó una correlación negativa con YSI.

Cuadro 3. Coeficiente de correlación entre la producción de grano y ocho índices de tolerancia de garbanzo Desi en condiciones con y sin estrés hídrico.

	Yp	Ys	SSI	Red	STI	TOL	MP	GMP	HAR M	YSI
Yp	1.0	0.52*	0.35 ^{ns}	0.24 ^{ns}	-	0.64**	0.90**	0.82**	0.74**	-
Ys		1.0	-0.60*	-	0.59*	-	0.84**	0.91**	0.96**	0.60*
SSI			1.0	0.97**	-	0.93**	-	-	-	-
Red				1.00	-	0.87**	-	-	-	-
STI					1.00	-	0.08 ^{ns}	0.23 ^{ns}	0.34 ^{ns}	1.00**
TOL						1.00	0.24 ^{ns}	0.09 ^{ns}	-	-
MP							1.00	0.99**	0.96**	0.09 ^{ns}
GMP								1.00	0.99**	0.23 ^{ns}
HAR M									1.00	0.35 ^{ns}
YSI										1.00

Yp= rendimiento en campo bajo riego normal; Ys= rendimiento en campo bajo riego deficitario; SSI= índice de susceptibilidad a la sequía; Red= porcentaje de reducción; STI= índice de tolerancia a sequía; TOL= índice de tolerancia; MP= media de productividad; GMP= mediana de producción geométrica; HARM= media de producción armónica; YSI= índice de estabilidad del rendimiento; *= diferencia significativa ($p < 0.05$) **= diferencias altamente significativas ($p < 0.01$); ns= diferencia no significativa.

Se realizó un análisis de componentes principales (CP) para resumir la información significativa de los datos para estrés hídrico (Cuadro 4). Los CP también reducen el número de rasgos responsables del porcentaje máximo de variación general de los datos experimentales. Dos componentes explicaron el 99.9% de la variación. El CP1 explicó el 69.2 % de la variación total, donde las principales variables que lo integran son el Ys y las medias de producción. El CP2 agregó el 30.7 % de la variación total y los rasgos con mayor contribución en este componente fueron el TOL y Yp.

Cuadro 4. Análisis de componentes principales para las variables estimadas

	CP1	CP2
Valores propios	6.92	3.07
Varianza explicada (%)	69.2	30.7
Varianza acumulada	69.2	99.91
	<i>Vector propio</i>	
Yp	0.30	0.36
Ys	0.37	0.14
SSI	-0.32	0.31
Red	-0.33	0.27
STI	0.32	-0.31
TOL	-0.02	0.57
MP	0.34	0.26
GMP	0.35	0.24
HARM	0.35	0.21
YSI	0.32	-0.31

Yp= rendimiento en campo bajo riego normal; Ys= rendimiento en campo bajo riego deficitario; SSI= índice de susceptibilidad a la sequía; Red= porcentaje de reducción; STI= índice de tolerancia a sequía; TOL= índice de tolerancia; MP= media de productividad; GMP= mediana de producción geométrica; HARM= media de producción armónica; YSI= índice de estabilidad del rendimiento.

La construcción del dendograma basado en diez índices de tolerancia a la sequía y rendimiento bajo condiciones de RN y RD se ilustran en la figura 1. Los 5 genotipos se dividieron en dos grupos principales (A y B), el grupo A incluye solo a ICC - 1273 que se considera la más estable a susceptibilidad a este, presenta los mayores MP, GMP y HARM. El conglomerado IB está constituido por la variedad Lerma y esa presenta el mayor Yp, índice de tolerancia a sequía y estabilidad del rendimiento. El conglomerado IIB está conformado por El Patrón, Pénjamo y San Antonio, que en conjunto muestran la mayor producción bajo condiciones de riego normal (Yp), la mayor reducción de rendimiento y los que más dejan de producir bajo condiciones de estrés por agua (Cuadro 5).

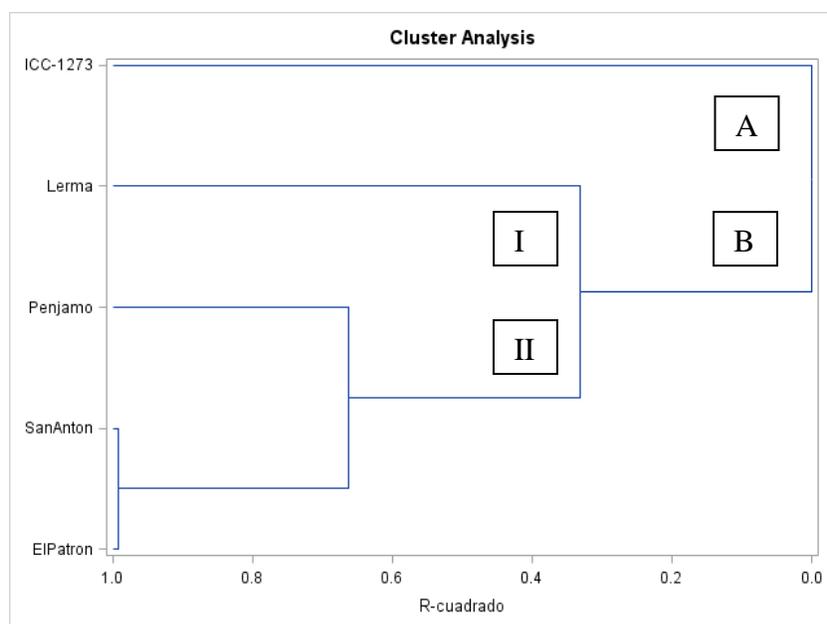


Figura 1. Dendrograma de 5 genotipos de garbanzo *Desi* basado en un análisis cluster usando índices de tolerancia a sequía

Cuadro 5. Estadística descriptiva de los índices de tolerancia de los cinco genotipos de garbanzo tipo *Desi* agrupados en dos grupos principales y dos conglomerados.

	Todos los genotipos		Grupo A (ICC - 1273)		Conglomerado I B (Lerma)		Conglomerado II B (Pénjamo, San Antonio, El Patrón)	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
Yp	1.90	0.38	1.91	0.02	1.71	0.27	1.96	0.18
Ys	1.15	0.32	1.14	0.12	1.23	0.09	1.13	0.15
SSI	0.965	0.45	1.02	0.12	1.81	0.79	3.02	0.46
Red	68.38	22.20	70.91	19.96	40.00	23.47	89.52	21.65
STI	0.60	0.08	0.60	0.06	0.75	0.11	0.58	0.06
TOL	0.75	0.16	0.76	0.12	0.48	0.27	0.83	0.14
MP	1.53	0.34	1.53	0.06	1.47	0.15	1.54	0.15
GMP	1.48	0.34	1.47	0.08	1.44	0.13	1.47	0.15
HARM	1.43	0.34	1.42	0.10	1.41	0.12	1.40	0.16
YSI	60.25	8.21	60.00	6.37	75.10	10.99	58.36	6.29

Yp= rendimiento en campo bajo riego normal; Ys= rendimiento en campo bajo riego deficitario; SSI= índice de susceptibilidad a la sequía; Red= porcentaje de reducción; STI= índice de tolerancia a sequía; TOL= índice de tolerancia; MP= media de productividad; GMP= mediana de producción geométrica; HARM= media de producción armónica; YSI= índice de estabilidad del rendimiento; EE= error estándar.

Conclusiones

- El efecto por estrés hídrico solo se observa en las variables de rendimiento de forraje, índice de cosecha y rendimiento de grano en campo. La falta de agua no afecta la proporción de hoja, tallo, peso de 100 semillas y calibre.
- Todos los materiales evaluados muestran mediana tolerancia a los índices de estrés por agua.
- El genotipo que más produce en condiciones de estrés fue Lerma.
- Los materiales con mayor rendimiento bajo condiciones normales de riego son San Antonio 05, Pénjamo y El Patrón. Adicionalmente, son los materiales que menos estabilidad productiva presentan cuando se someten a estrés.

Literatura citada

- Fischer, R. y Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars, Grain yield responses. *Australian Journal of Agriculture Research*, 29(1): 897–912.
- Fernández, G. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. Proceedings of the international Symposium on "Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water stress". Taiwan. Disponible en: [www.idosi.org/mejsr/mejsr9\(1\)11/11.pdf](http://www.idosi.org/mejsr/mejsr9(1)11/11.pdf) (Consultado: 1 octubre 2021).
- Rosielle, A. and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21(1): 943-946.
- Bousslama, M. y Schapaugh, W. 1984. Stress tolerance in soybean, Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*, 24(1): 933– 937.
- SAS. 2014. SAS-Statistical Analysis Software for Windows ver. 9.3. Cary, NC: SAS Inst. Inc.
- Amiri H, Ismaili A, Hosseinzadeh S R. 2017. Influence of vermicompost fertilizer and water deficit stress on morphophysiological features of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. karaj). *Compost Science and Utilization*, 25, 152–165.
- Ganjeali A, Nezami A. 2008. Ecophysiology and Determinatives Yield of Pulses in Pulses. Publications Jahad University of Mashhad, Iran. (in Persian)
- Hosseinzadeh S R, Amiri H, Ismaili A. 2016. Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Photosynthetica*, 54, 87–92.
- Knights EI, Acikgoz A, Warkentin T, Bejiga G, Yadav SS, Sandhul IS, 2007. Area, Production, Distribution. In: S.S. Yadav, R.J. Redden, W. Chen, B. Sharma (ed.) *Chickpea Breeding and Management*. Trowbridge: Cromwell Press, pp. 167-79.
- Rahbarian R, Khavari-nejad R, Ganjeali A, Bagheri A.R, Najafi F. 2011. Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Acta Biologica Cracoviensia (Series Botanica)*, 53, 47–56
- Ruggeri R., Primi R., Danieli P.P., Ronchi B. and Rossini F. 2017. Effects of seeding date and seeding rate on yield, proximate composition and total tannins content of two Kabuli chickpea cultivars. *Italian J. of Agronomy* 12: 201 – 207.
- Singh, K. B., R. S. Malhotra, M. H. Halila, E. J. Knights, and M. M. Verma, 1994: Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. In: F.

- J. Muehlbauer, and W. J. Kaiser (eds), Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes, 572—591. Kluwer Academic Pub, Netherlands.
- Talebi, R., Fayaz, F. and Naji, A.M. 2009. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in wheat (*Triticum durum* Desf.). *General Appl. Plant Physiol.* 35, 64-74.
- Pireivatlou, A.S., Masjedlou, B.D. and Aliyev, R.T. 2010. Evaluation of yield potential and stress adaptive trait in wheat genotypes under post anthesis drought stress conditions. *Afric. J. Agric Res.* 5, 2829-2836.
- Koleva, M. and Dimitrova, V. 2018. Evaluation of drought tolerance in new cotton cultivars using stress tolerance indices. *Agrofor International Journal*, 3(1), 11-17.
- Clarke, M., Townley-Smith, T. and McCaig, T. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Sci.* 24, 537-541.
- Huang, B. 2000. Role of root morphological and physiological characteristics in drought resistance of plants. In: "Plant Environment Interactions", R.E. Wilkinson (Ed.), pp. 39-64. Marcel Dekker Inc., New York.
- Tuberosa, R., 2012. Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. *Front. Physiol.* 3, 347.
- Schneider S.H, Semenov S, Patwardhan A. 2007. Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. In 'Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change'. (Eds ML Parry, OF Canziani, JP Palutikof, PJ van der Linden, CE Hanson) pp. 779–810. (Cambridge University Press: Cambridge, UK)

RESPUESTA DE GENOTIPOS DE GARBANZO AL COMPLEJO DE HONGOS CAUSANTES DE LA MARCHITEZ

Carlos Iván COTA-BARRERAS^{1*}, Raymundo Saúl GARCÍA-ESTRADA¹, Josefina LEÓN-FÉLIX¹, Víctor VALENZUELA-HERRERA², Juan Manuel TOVAR-PEDRAZA¹

¹Coordinación Regional Culiacán–CIAD, Culiacán, Sinaloa.

²Campo Experimental Valle de Culiacán–INIFAP, Culiacán, Sinaloa.

carlos.cota.dc18@estudiantes.ciad.mx

Resumen

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es la única especie cultivada dentro del género *Cicer* y ocupa el tercer lugar en producción entre las leguminosas. Entre las principales limitantes en la producción de este cultivo están la pudrición de raíz y marchitez producidas por un complejo de hongos con origen en el suelo, incluyendo a *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum*. Esta enfermedad se debe manejar con la combinación de diferentes estrategias entre las que sobresale el uso de variedades tolerantes. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta de 10 genotipos de garbanzo provenientes del programa de mejoramiento del INIFAP, al daño causado por el complejo de hongos fitopatógenos. Para ello, plántulas de 15 días de edad de cada genotipo (BS'92, Blanoro, Combo 743, CUGA2054, HOGA067, CUGA3168, CUGA08-1210, CUGA09-3160, R-12-1509 y R-12-1507) se inocularon mediante inmersión de raíces en suspensión de fragmentos miceliales de dos aislados (virulencia alta y baja) de cada uno de los hongos *F. oxysporum*, *M. phaseolina*, *S. rolfsii* y *S. sclerotiorum*. La evaluación de la severidad de la enfermedad se realizó a los 30 días después de la inoculación. El experimento completo se realizó dos veces con resultados similares. Los genotipos mostraron mayor susceptibilidad a *S. sclerotiorum* y *S. rolfsii* comparados con *F. oxysporum* y *M. phaseolina*. Los aislados altamente virulentos provocaron diferencia significativa en la severidad de la enfermedad en los genotipos evaluados. Además, los genotipos se clasificaron en tres grupos de acuerdo a su susceptibilidad hacia las cuatro especies de hongos fitopatógenos.

Palabras clave: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, genotipos, susceptibilidad.

Introducción

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es la tercera leguminosa más importante a nivel mundial después del frijol y el chícharo (Vishruta y Nath, 2021) y se siembra en más de 50 países (Sunkad *et al.*, 2019). Es la única especie del género *Cicer* que es cultivable y tiene la capacidad de incrementar la fertilidad del suelo, particularmente en suelo seco por medio de la fijación del nitrógeno atmosférico (Jendoubi *et al.*, 2017). Nutricionalmente, el garbanzo es alto en proteína, fibra dietaria y minerales esenciales, por lo tanto, juega un papel crítico en la lucha para reducir el hambre y la desnutrición en países en desarrollo (Jha *et al.*, 2020; Mwape *et al.*, 2021). Diferentes factores bióticos y abióticos afectan de manera negativa la producción del garbanzo a nivel mundial. Entre las principales limitantes en la producción de este cultivo se encuentran las pudriciones de raíces y marchitez causadas por un complejo de hongos con origen en el suelo, incluyendo a *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum*, los cuales pueden reducir el rendimiento del cultivo hasta 80% (Padilla-Valenzuela

et al., 2008; Fierros-Leyva *et al.*, 2019; Vishruta y Nath, 2021). El manejo de las pudriciones y marchitez del garbanzo es difícil, ya que no existe una medida de control eficaz (Manasa *et al.*, 2020). Para superar esta limitación, el desarrollo de variedades tolerantes de garbanzo es uno de los métodos para el manejo de la enfermedad. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta de 10 genotipos de garbanzo provenientes del programa de mejoramiento del INIFAP, al daño causado por el complejo de hongos fitopatógenos.

Materiales y métodos

Para la preparación del inóculo, los aislados fúngicos de *F. oxysporum*, *M. phaseolina*, *S. rolfsii* y *S. sclerotiorum* con virulencia alta y baja, se cultivaron en medio PDA a 25°C durante 10 días. La suspensión del inóculo se ajustó a una concentración de 1×10^5 fragmentos miceliales mL⁻¹ y se le adicionó Tween 20®. Las raíces de plántulas de los diferentes genotipos de garbanzo de 15 días de edad (BS'92, Blanoro, Combo 743, CUGA 2054, HOGA 067, CUGA 3168, CUGA08-1210, CUGA09-3160, R-12-1509 y R-12-1507), se inocularon por inmersión en la suspensión de fragmentos miceliales durante 30 minutos. Una vez transcurrido el tiempo, las plántulas de los diferentes genotipos se trasplantaron en macetas con sustrato estéril y se mantuvieron en un invernadero a temperatura de 15 a 35°C por 30 días. La evaluación de la severidad de la enfermedad se llevó a cabo con una escala visual de 5 categorías, donde 0= planta sana, 1= 1–25%, 2= 26–50%, 3= 51–75%, 4= 76–100%. El experimento constó de un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas (4 patógenos x 10 genotipos) con 12 repeticiones. Los datos obtenidos se analizaron mediante un procedimiento de análisis de varianza y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) utilizando el paquete estadístico SAS. Las variedades se clasificaron mediante el método estadístico de análisis de conglomerados de medias, para lo cual se utilizaron como variables de agrupación la enfermedad y su grado de virulencia.

Resultados y discusión

Todos los genotipos de garbanzo evaluados mostraron susceptibilidad hacia las cuatro especies de hongos fitopatógenos, y presentaron síntomas de amarillamiento y marchitez. Se encontró diferencia significativa entre los genotipos de garbanzo que fueron inoculados con aislados de virulencia alta, por lo contrario, no se observó diferencia significativa entre los genotipos evaluados con aislados de virulencia baja (Cuadro 1). Además, hubo diferencia entre los aislados de virulencia alta y baja de cada una de las especies de hongos inoculados (Cuadros 2 y 3). La diferencia entre los dos niveles de virulencia y entre las especies de hongos evaluados es debido a las diferentes toxinas producidas por los fitopatógenos para invadir a su hospedante en las diferentes etapas del cultivo (Rampersad, 2020; Singh *et al.*, 2021).

Cuadro 1. Severidad de la enfermedad causada por aislados de cuatro hongos con diferente nivel de virulencia en 10 genotipos de garbanzo

Genotipo	Severidad de la enfermedad	
	Aislados altamente virulentos	Aislados poco virulentos
Blanco Sinaloa 92	3.63 ab*	3.56 a
Blanoro	3.52 b	3.56 a
HOGA067	3.63 ab	3.54 a
Combo 743	3.65 ab	3.42 a
CUGA2054	3.66 ab	3.54 a
CUGA09-3160	3.88 a	3.68 a
CUGA-3168	3.81 a	3.68 a
CUGA08-1210	3.63 ab	3.54 a
R-12-1507	3.65 ab	3.68 a
R-12-1509	3.65 b	3.60 a

*= Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P > 0.05), Tukey.

Cuadro 2. Comparación de medias de severidad de la enfermedad causada por aislados de cuatro hongos fitopatógenos altamente virulentos en 10 genotipos de garbanzo

Genotipo	Severidad de la enfermedad			
	<i>F. oxysporum</i>	<i>M. phaseolina</i>	<i>S. rolfsii</i>	<i>S. sclerotiorum</i>
Blanoro	3.42 abcd*	2.83d	3.83 abc	4.00 a
Blanco Sinaloa'92	3.50 abcd	3.33 abcd	3.75 abc	3.92 ab
Combo 743	3.25 abcd	3.33 abcd	4.00 a	4.00 a
CUGA2054	3.33 abcd	3.50 abcd	4.00 a	3.83 abc
CUGA-3168	3.83 abc	3.58 abcd	3.92 ab	3.92 ab
CUGA09-3160	3.83 abc	3.67 abc	4.00 a	4.00 a
HOGA067	3.42 abcd	3.33 abcd	3.92ab	3.83 abc
CUGA08-1210	3.58 abcd	3.08 cd	3.92 ab	3.92 ab
R-12-1507	3.42 abcd	3.17 bcd	4.00 a	4.00 a
R-12-1509	3.42 abcd	3.17 bcd	4.00 a	4.00 a

*= Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P > 0.05), Tukey.

Cuadro 3. Comparación de medias de severidad de la enfermedad causada por aislados de cuatro hongos fitopatógenos con baja virulencia en 10 genotipos de garbanzo

Genotipo	Severidad de la enfermedad			
	<i>F. oxysporum</i>	<i>M. phaseolina</i>	<i>S. rolfsii</i>	<i>S. sclerotiorum</i>
Blanoro	3.42ab*	3.00 b	3.83 ab	4.00 a
Blanco Sinaloa'92	3.25 ab	3.75 ab	3.75 ab	3.50 ab
Combo 743	3.08 ab	3.00 b	3.67 ab	3.92 ab
CUGA2054	3.17 ab	3.67 ab	3.50 ab	3.83 ab
CUGA-3168	3.92 ab	3.17 ab	4.00 a	3.67 ab
CUGA09-3160	3.25 ab	3.58 ab	3.92 ab	4.00 a
HOGA067	3.58 ab	3.17 ab	3.67 ab	3.75 ab
CUGA08-1210	3.33 ab	3.50 ab	3.42 ab	3.92 ab
R-12-1507	3.33 ab	3.58 ab	4.00 a	3.83 ab
R-12-1509	3.00 b	3.42 ab	4.00 a	4.00 a

*= Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$), Tukey.

De acuerdo a la prueba de Tukey para la interacción, los aislados de virulencia alta que presentaron mayor nivel de virulencia fueron del hongo *S. rolfsii*, ocasionando mayor severidad en los genotipos Combo 743, CUGA-2054, CUGA09-3160, R-15-1507 y R-15-1509, debido a su crecimiento micelial prolífico, amplio rango de hospedantes y capacidad para producir un gran número de esclerocios (Shirsole *et al.*, 2019). De manera similar se observó con los aislados de *S. sclerotiorum* hacia los genotipos Blanoro, Combo 743, CUGA09-3160, R-15-1507 y R-15-1509, lo cual se pudo deber a la agresividad del patógeno y su habilidad para atacar, colonizar y causar daño (Mwape *et al.*, 2021). En caso contrario, el aislado de virulencia alta de *M. phaseolina* ocasionó menor nivel de severidad hacia el genotipo de Blanoro.

Con base en el análisis de conglomerados, se observaron tres grupos, el conglomerado 1 que agrupó 2 genotipos (Blanoro y Combo 743), el conglomerado 2 que agrupó 7 genotipos (BS'92, CUGA-2054, HOGA-067, CUGA08-1210, R-15-1507, R-15-1509 y CUGA09-3160) y el 3 que agrupó solo al genotipo CUGA-3168. En dicho análisis, Blanoro y Combo 743 fueron los genotipos que presentaron menor grado de susceptibilidad a los fitopatógenos, mientras que el genotipo CUGA-3168 mostró el mayor grado de susceptibilidad (Figura 1).

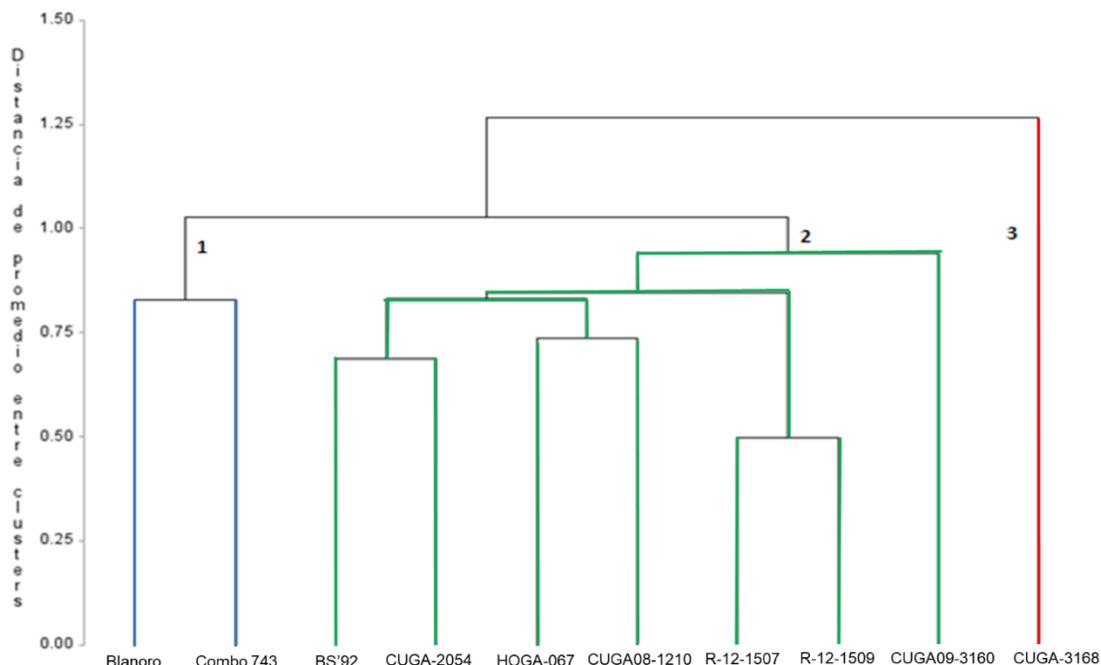


Figura 1. Número de grupos integrados entre variedades en función de las especies de hongos y aislados evaluados.

Diversos estudios se han llevado a cabo para buscar fuentes de resistencia a *F. oxysporum* (Yadav y Kumar, 2019), *M. phaseolina* (Al-Taae *et al.*, 2021), *S. sclerotiorum* (Mwape *et al.*, 2021) y *S. rolfsii* (Vishruta y Nath, 2021) en genotipos de *Cicer spp.*, sin embargo, únicamente se han encontrado algunos genotipos de garbanzo con resistencia a *F. oxysporum* (Yadav y Kumar, 2019). Por lo anterior, se requiere continuar con la búsqueda de fuentes de resistencia a los diversos hongos con origen en el suelo que afectan al cultivo de garbanzo con la finalidad de incluir dicha resistencia a las futuras variedades de garbanzo a desarrollar en México.

Conclusiones

Los aislados de *F. oxysporum*, *M. phaseolina*, *S. rolfsii* y *S. sclerotiorum* con virulencia alta ocasionaron mayor grado de severidad de la enfermedad en los diferentes genotipos de garbanzo, respecto al daño causado por los aislados con baja virulencia.

Los aislados de *S. rolfsii* y *S. sclerotiorum* provocaron mayor severidad de la enfermedad en los diferentes genotipos de garbanzo en comparación con los aislados de *F. oxysporum* y *M. phaseolina*.

Los genotipos Blanoro y Combo 743 fueron los que presentaron menor nivel de susceptibilidad en respuesta a la infección causada por las cuatro especies de hongos fitopatógenos, mientras que, el genotipo CUGA-3168 fue el más susceptible.

Literatura citada

- Al-Taae, A. L., Al-Taae, H. H. W and Al-Jobory, S. A. E. 2021. Screening of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties against *Macrophomina phaseolina*. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology 22(8):114-120.
- Fierros-Leyva, G. A., Acosta-Gallegos, J. A., Ortega-Murrieta, P. F., Padilla-Valenzuela, I., Álvarez-Bravo, A., Ramírez-Soto, M y Velarde-Félix, S. 2019. Distribución de hongos asociados a pudriciones de raíz del garbanzo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10: 131-142.
- Jendoubi, W., Bouhadida, M., Boukteb, A., Beji, M and Kharrat, M. 2017. Fusarium wilt affecting chickpea crop. Agriculture 7(23): 1-16.
- Jha, U. C., Saabale, P. R., Manjunatha, L., Chaturvedi, S. K and Singh, N. P. 2020. Advanced chickpea lines resistant against fusarium wilt. Indian Journal of Agricultural Sciences 91(1): 176-178.
- Manasa, B., Shanthi, M. P., Jayalakshmi, V and Umamaheswari, P. 2020. Screening of large and extra-large seeded kabuli chickpea genotypes for resistance to *Fusarium* wilt under scarce rainfall zone. International Journal of Chemical Studies 8(3) 498-500.
- Mwape, V. W., Khentry, Y., Newman, T. E., Denton-Giles, M., Derbyshire, M. C., Chen, K., Berger, J and Kamphuis, L. G. 2021. Identification of sources of *Sclerotinia sclerotiorum* resistance in a collection of wild *Cicer* germoplasm. Plant Disease <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-21-0367-RE>
- Padilla-Valenzuela, I., Valenzuela-Valenzuela, R. I., Armenta-Castro, C. M., Salinas-Pérez, R. A y Sánchez-Sánchez, E. 2008. Comportamiento agronómico de genotipos de garbanzo en siembra tardía en el Valle del Mayo, Sonora, México. Revista Fitotecnia Mexicana 31:43–49.
- Rampersad, S. N. 2020. Pathogenomics and Management of *Fusarium* Diseases in Plants. Pathogens 9(340):1-21
- Shirsole, S. S., Khare, N., Lakpale, N and Kotasthane, A. S. 2019. Evaluation of fungicides against *Sclerotium rolfsii* Sacc. Incitant of collar rot of chickpea. The Pharma Innovation Journal 8(12):310-316.
- Singh, D. S., Tiwari, S and Nathawat, B. D. S. 2021. Fusarium wilt in chickpea (*Cicer arietinum* L.) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* management through combination of Essential oils and bioagents. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 10(1):901-904.
- Sunkad, G., Deepa, H., Shruthi, T. H and Singh, D. 2019. Chickpea wilt: status, diagnostics and management. Indian Phytopathology 72:619-627.
- Vishruta, D. B and Nath, K. 2021. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes against collar rot disease caused by *Sclerotium rolfsii* Sacc. Journal of Experimental Agriculture International 43 (6):9-18.
- Yadav, S and Kumar, S. 2019. Screening and evaluation of *Cicer arietinum* genotypes against *Fusarium* wilt under sick field and artificial condition. Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc. 21(4): 1068-1075.

BIOCONTROL DE *Trichoderma* spp. CONTRA EL COMPLEJO DE HONGOS CAUSANTES DE LA MARCHITEZ DEL GARBANZO

Abelard ELIASSAINT¹, Glenda Judith LIZÁRRAGA-SÁNCHEZ¹, Elizabeth GARCÍA-LÉON², Moisés CAMACHO-TAPIA³, Carlos Iván COTA-BARRERAS⁴, Juan Manuel TOVAR-PEDRAZA^{4*}

¹Unidad Regional Los Mochis, Universidad Autónoma de Occidente, Los Mochis, Sinaloa.

²Campo Experimental Valle del Fuerte-INIFAP, Juan José Ríos, Sinaloa.

³LANISAF- Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México.

⁴Coordinación Regional Culiacán-CIAD, Culiacán, Sinaloa.

juan.tovar@ciad.mx

Resumen

La marchitez, es la enfermedad más importante que afecta al garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en México y es causada por un complejo de hongos con origen en el suelo que incluye a *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum*. En este estudio se evaluó la capacidad antagonica *in vitro* e *in vivo* de dos aislados de *Trichoderma longibrachiatum* y tres aislados de *T. afroharzianum* contra el complejo de hongos asociados a la enfermedad. Las pruebas *in vitro* de confrontación dual indicaron que los aislados de *Trichoderma* spp. inhibieron el crecimiento micelial de los cinco patógenos en un rango de 56 a 71%. Mientras que, en la prueba bajo condiciones de invernadero se observó que el tratamiento a la semilla con *T. longibrachiatum*, redujo significativamente la severidad de la enfermedad y aumentó la promoción del crecimiento de las plantas de garbanzo. Se requieren de estudios posteriores para determinar la efectividad del tratamiento a la semilla con *Trichoderma* spp. dentro de un programa de manejo integrado de la enfermedad bajo condiciones de campo.

Palabras clave: Antagonismo, promoción del crecimiento, hongos fitopatógenos.

Introducción

La marchitez del garbanzo, causada por un complejo de hongos con origen en el suelo representa el principal factor limitante para la producción del garbanzo, y, esta enfermedad es fuertemente influenciada por las variables climáticas (Sharma, 2012). La producción de garbanzo está limitada en gran medida por el marchitamiento, el cual amenaza su permanencia en la competencia del mercado internacional (Kashiwagi *et al.*, 2015). Esta enfermedad fúngica ha llevado a una reducción de la superficie sembrada en México (Fierros-Leyva *et al.*, 2019).

Las estrategias convencionales empleadas para el manejo de la marchitez del garbanzo son el uso de variedades resistentes, rotación de cultivos, solarización, uso de semillas tratadas con fungicidas químicos; sin embargo, su efectividad es limitada (Landa *et al.*, 2004; Paredes-Escalante *et al.*, 2009). Debido a esta adversidad, el uso de métodos ecológicos es otra alternativa para la protección de los cultivos contra plagas y enfermedades con el fin de mejorar el crecimiento y la productividad de las plantas (Rawat y Tewari, 2011). Entre los agentes, ciertas especies de *Trichoderma* son las más conocidas por sus actividades de biocontrol e interacciones positivas con las plantas (Benítez *et al.*, 2004; Nawrocka y Małolepsza, 2013). La producción de enzimas extracelulares son las propiedades efectivas de *Trichoderma* spp. en el proceso del

antagonismo contra los patógenos. Sus metabolitos secundarios son de naturaleza volátil y no volátil, los cuales son liberados para producir efectos sobre el crecimiento de los patógenos (Zeilinger *et al.*, 2016).

Los objetivos de este estudio fueron evaluar la capacidad antagonica *in vitro* e *in vivo* de dos aislados de *Trichoderma longibrachiatum* y tres aislados de *T. afroharzianum* contra el complejo de hongos asociados a la marchitez del garbanzo.

Materiales y métodos

Para la prueba de antagonismo *in vitro*, se realizaron confrontaciones duales en placas Petri con dos aislados de *Trichoderma longibrachiatum* (FAVF335 y FAVF340) y tres aislados de *T. afroharzianum* (FAVF345, FAVF349 y FAVF351) contra un aislado de cada uno de los cinco principales hongos patógenos de raíz y tallo del garbanzo: *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum*. Para ello, se incrementaron los aislados de *Trichoderma* y los fitopatógenos en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA). A partir de los hongos incrementados, se colocó un disco micelial (6 mm de diámetro) de *Trichoderma* a 1 cm de distancia del centro de la placa Petri, y a 1 cm en el extremo opuesto se colocó un disco micelial del fitopatógeno. Este procedimiento se realizó para cada combinación de aislados de *Trichoderma* y hongos fitopatógenos, de tal manera que se confrontaron todos los aislados fúngicos. Cada confrontación tuvo cuatro réplicas. Como testigo, se consideró una placa Petri con PDA donde se cultivó únicamente un disco micelial del fitopatógeno. Todas las placas Petri se incubaron en oscuridad durante tres días a 25°C. El experimento completo se realizó dos veces. Para la evaluación, se midió el crecimiento micelial cada 24 h para todos los hongos. La evaluación terminó cuando el crecimiento micelial de *Trichoderma* y patógeno estuvieron en contacto o detuvieron su crecimiento. Los porcentajes de inhibición del crecimiento micelial de los fitopatógenos se calcularon considerando el promedio del crecimiento (mm) de los patógenos en las placas usadas como testigos, así como el promedio del crecimiento micelial en las placas Petri de las confrontaciones. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación de medias (LSD, $\alpha=0.05$), utilizando SAS V 9.4.

Para la prueba de antagonismo *in vivo*, se inocularon semillas de garbanzo del cv. Blanco Sinaloa-92 con una suspensión de conidios ajustada a una concentración de 1×10^8 esporas mL⁻¹. Las semillas de garbanzo se desinfectaron previamente con hipoclorito de sodio al 1% por 1 min, se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril y se secaron con papel absorbente estéril. Los tratamientos a las semillas fueron 42 con seis replicas biológicas por cada tratamiento, en los cuales se incluyeron cinco aislados de *Trichoderma* spp., un aislado de *T. harzianum* (producto comercial), cinco cepas de patógenos (*F. oxysporum*, *M. phaseolina*, *R. solani*, *S. rolfsii* y *S. sclerotiorum*), además de un testigo absoluto. Posteriormente, con una suspensión de fragmentos miceliales de cada patógeno se infestó el suelo, previamente esterilizado mediante calor húmedo durante 5 h. El sustrato infestado por cada patógeno se transfirió a macetas (910 g) en el invernadero. Se registró el porcentaje de germinación a los siete días después de la siembra (dds), mientras que la incidencia y severidad de la enfermedad se evaluó a los 25 dds. La evaluación de la enfermedad se basó en una escala de severidad de cuatro niveles, donde 0= plantas asintomáticas; 1= plantas con 25% de amarillamiento y marchitamiento; 2= plantas con 50% de amarillamiento y marchitamiento; 3= plantas con 75% amarillamiento y marchitamiento;

4= plantas con 100% de amarillamiento y marchitamiento. Entretanto, la incidencia (%) de la enfermedad se determinó considerando la proporción de plantas enfermas por población. Otros parámetros como la altura de las plantas y la longitud de la raíz también se registraron. Los experimentos se establecieron usando un diseño completamente al azar con seis réplicas biológicas. Con los datos obtenidos en el ensayo *in vivo* se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación de medias (LSD, $\alpha=0.05$), utilizando el paquete SAS versión 9.4.

Resultados y discusión

En la prueba *in vitro*, los cinco aislados de *Trichoderma* spp. (FAVF335, FAVF340, FAVF345, FAVF349 y FAVF351) mantuvieron un porcentaje de inhibición >56% sobre el crecimiento micelial de cada uno de los hongos fitopatógenos. El aislado FAVF335 de *T. longibrachiatum*, presentó la mayor inhibición de *F. oxysporum* y *M. phaseolina*, además, redujo un 63.9 y 57.4% del crecimiento micelial de *S. sclerotiorum* y *S. rolfsii*, respectivamente (Cuadro 1). Entretanto, el aislado FAVF340 de *T. longibrachiatum* inhibió en 71, 61, 64 y 60%, el crecimiento de *S. sclerotiorum*, *S. rolfsii*, *M. phaseolina* y *F. oxysporum*, respectivamente. Cabe mencionar que, los cinco aislados de *Trichoderma* mantuvieron un control similar (58.6–60.6%) sobre el crecimiento micelial de *R. solani* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto antagonista *in vitro* de *Trichoderma longibrachiatum* y *T. afroharzianum*

*Medias que no comparten una letra en la misma columna son significativamente diferentes (LSD; $\alpha=0.05$).

Aislado de <i>Trichoderma</i> spp.	% de inhibición del crecimiento micelial para cada patógeno					
	<i>Fusarium</i> <i>oxysporum</i>	<i>Macrophomina</i> <i>phaseolina</i>	<i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i>	<i>Sclerotinia</i> <i>sclerotiorum</i>	<i>Sclerotium</i> <i>rolfsii</i>	Combi -nado
FAVF340	60.2 b*	64.4 ab	58.9 a	71.3 a	61.3 a	63.2 a
FAVF335	64.7 a	67.0 a	59.4 a	63.9 b	57.4 b	62.5 a
FAVF351	59.0 bc	62.8 b	60.6 a	60.9 b	56.4 b	59.9 b
FAVF345	57.7 c	62.0 b	59.8 a	62.4 b	57.3 b	59.8 b
FAVF349	57.4 c	61.9 b	58.6 a	62.2 b	57.0 b	59.4 b

En los contactos entre el micelio de *Trichoderma* spp. y él de los fitopatógenos, algunos aislados de *Trichoderma* spp. mostraron efecto de antibiosis e inhibieron el crecimiento de los patógenos, además que lo invadieron mediante micoparasitismo. En ciertas confrontaciones, como en el caso del aislado FAVF335 de *T. longibrachiatum*, se observó una actividad de antibiosis contra *M. phaseolina*, mientras que el aislado FAVF340 de *T. longibrachiatum* desarrolló antibiosis contra *S. rolfsii*. La actividad de antibiosis de ciertos aislados de *Trichoderma* se puede inferir debido a la producción de compuestos volátiles con los que desactivan a los patógenos y provocan la inhibición del crecimiento o muerte celular (Vey *et al.*, 2001).

En la prueba de biocontrol *in vivo*, todos los fitopatógenos pertenecientes al complejo de hongos con origen en el suelo causantes de la marchitez del garbanzo ocasionaron 100% de incidencia de la enfermedad en las plantas de garbanzo y se registró un porcentaje por encima de 84% de severidad. *Fusarium oxysporum* registró el mayor porcentaje de severidad (96.7%), mientras que, *R. solani* mostró el menor porcentaje de severidad con 85% (Cuadro 2). Cuando las semillas

fueron tratadas con los *Trichoderma* spp. hubo una reducción de la enfermedad de 33.3 a 100% y de 75 a 100% para las variables incidencia y severidad, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efectos de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento y la supresión de la marchitez del garbanzo var. Blanco Sinaloa-92.

Tratamiento	Incidencia (%)	Severidad (%)	Altura de planta (cm)	Longitud de raíz (cm)
<i>Fusarium oxysporum</i>	100 a	96.67 a	10.00 o-q	5.33 o
<i>Macrophomina phaseolina</i>	100 a	91.67 ab	8.17 q	8.17 l-n
<i>Rhizoctonia solani</i>	100 a	85.00 b	12.00 m-q	6.50 no
<i>Sclerotium rolfsii</i>	100 a	91.67 ab	10.51 n-q	7.00 m-o
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	100 a	93.33 ab	9.48 pq	7.00 m-o
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF335) y <i>F. oxysporum</i>	16.7 cd	1.67 fg	15.67 f-m	12.00 c-h
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF335) y <i>M. phaseolina</i>	0.00 d	0.00 g	15.67 f-m	12.33 b-g
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF335) y <i>R. solani</i>	16.7 cd	1.67 fg	20.83 bc	13.33 b-e
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF335) y <i>S. rolfsii</i>	0.00 d	0.00 g	17.67 c-k	13.33 b-e
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF335) y <i>S. sclerotiorum</i>	0.00 d	0.00 g	18.00 c-j	12.33 b-g
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF340) y <i>F. oxysporum</i>	0.00 d	0.00 g	25.00 a	13.33 b-e
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF340) y <i>M. phaseolina</i>	0.00 d	0.00 g	20.33 b-e	13.33 b-e
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF340) y <i>R. solani</i>	0.00 d	0.00 g	19.33 c-g	14.67 b
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF340) y <i>S. rolfsii</i>	0.00 d	0.00 g	20.33 b-e	13.00 b-e
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF340) y <i>S. sclerotiorum</i>	0.00 d	0.00 g	19.67 c-f	13.33 b-e
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF345) y <i>F. oxysporum</i>	50.00 bc	6.67 c-g	15.67 f-m	10.00 g-l
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF345) + <i>M. phaseolina</i>	50.00 bc	5.00 d-g	14.00 j-o	10.00 g-l
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF345) + <i>R. solani</i>	16.7 cd	1.67 fg	13.83 k-o	9.00 j-m
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF345) + <i>S. rolfsii</i>	50.00 bc	13.33 cd	14.67 i-m	9.67 h-l
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF345) + <i>S. sclerotiorum</i>	50.00 bc	15.00 c	15.33 g-m	9.67 h-l
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF349) + <i>F. oxysporum</i>	66.7 ab	11.67 c-e	17.67 c-k	9.67 h-l
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF349) + <i>M. phaseolina</i>	50.00 bc	13.33 cd	13.33 l-p	9.33 i-m
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF349) + <i>R. solani</i>	50.00 bc	10.00 c-f	15.33 g-m	9.00 j-m
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF349) + <i>S. rolfsii</i>	50.00 bc	8.33 c-g	13.33 l-p	10.33 f-l
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF349) + <i>S. sclerotiorum</i>	50.00 bc	8.33 c-g	14.33 i-n	10.00 g-l
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF351) + <i>F. oxysporum</i>	66.7 ab	8.33 c-g	18.33 3 c-i	9.33 i-m
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF351) + <i>M. phaseolina</i>	33.3 b-d	6.67 c-g	14.50 i-n	9.00 j-m
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF351) + <i>R. solani</i>	50.00 bc	11.67 c-e	12.83 l-p	8.67 k-n
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF351) + <i>S. rolfsii</i>	16.7 cd	1.67 fg	14.67 i-m	9.33 i-m
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF351) + <i>S. sclerotiorum</i>	50.00 bc	6.67 c-g	14.67 i-m	9.00 j-m
<i>Trichoderma</i> comercial y <i>F. oxysporum</i>	33.3 b-d	3.33 e-g	16.67 d-l	13.67 b-d
<i>Trichoderma</i> comercial y <i>M. phaseolina</i>	16.7 cd	1.67 fg	16.33 e-l	13.00 b-e
<i>Trichoderma</i> comercial y <i>R. solani</i>	0.00 d	0.00 g	14.33 i-n	12.33 b-g
<i>Trichoderma</i> comercial y <i>S. rolfsii</i>	50.00 bc	8.33 c-g	15.33 g-m	11.67 d-i
<i>Trichoderma</i> comercial y <i>S. sclerotiorum</i>	33.3 b-d	3.33 e-g	15.67 f-m	12.00 c-h
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF335)	0.00 d	0.00 g	24.00 ab	14.33 bc
<i>T. longibrachiatum</i> (FAVF340)	0.00 d	0.00 g	27.33 a	18.33 a
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF345)	0.00 d	0.00 g	13.00 l-p	12.67 b-f
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF349)	0.00 d	0.00 g	15.00 h-m	11.33 d-j
<i>T. afroharzianum</i> (FAVF351)	0.00 d	0.00 g	20.67 b-d	11.33 d-j
<i>Trichoderma</i> comercial	0.00 d	0.00 g	19.00 c-h	17.67 a
Control absoluto	33.3 b-d	8.33 c-g	14.00 j-o	11.00 e-k

*Las medias que no comparten una letra en la misma columna son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de (LSD, $\alpha=0.05$).

Cabe resaltar que en la prueba *in vivo*, el aislado FAVF340 de *T. longibrachiatum* mostró una reducción de 100% en la incidencia y severidad de enfermedades fúngicas en la variedad Blanco Sinaloa-92, por lo que claramente se observó que la aplicación de los antagonistas protegió a las plantas de garbanzo del ataque de los fitopatógenos y mejoró el desarrollo de las plantas.

En este estudio, los aislados FAVF340 y FAVF335 de *T. longibrachiatum* mostraron el mejor control *in vivo* sobre el complejo de hongos fitopatógenos. Asimismo, el aislado FAVF340 presentó el mayor control contra los patógenos, comparados incluso con el *Trichoderma* comercial. Además, el aislado FAVF340 estimuló el mayor desarrollo de las plantas en altura y en longitud de raíz para la variedad Blanco Sianloa-92 en comparación con los demás tratamientos.

Conclusiones

- En condiciones *in vitro*, dos aislados de *Trichoderma longibrachiatum* y tres aislados de *T. afroharzianum* inhibieron significativamente (56–71%) el crecimiento micelial del complejo de fitopatógenos con origen en el suelo que incluye a *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum*.
- En la prueba en macetas bajo condiciones controladas, los cinco aislados de *Trichoderma* spp. mostraron ser efectivos para el control de los patógenos de raíz de garbanzo, sin embargo, los dos aislados de *T. longibrachiatum* exhibieron el mayor control sobre el complejo de patógenos asociados a la enfermedad. Además, la aplicación de *Trichoderma* spp. como tratamiento a la semilla provocó un efecto de promoción del crecimiento en las plantas de garbanzo.

Literatura citada

- Benítez, T., Rincón, A. M., Limón, M. C., Codón, A. C. 2004. Biocontrol mechanism of *Trichoderma* strains. *Int. Microbiol.*, 7(4), 249–260.
- Fierros-Leyva, G. A., Acosta-Gallegos, J. A., Ortega-Murrieta, P. F., Padilla-Valenzuela, I., Álvarez-Bravo, A., Ramírez-Soto, M. y Velarde-Félix, S. 2019. Distribución de hongos asociados a pudriciones de raíz del garbanzo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(1), 131-142.
- Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Purushothaman, R., Upadhyaya, H. D., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L. and Varshney, R. K. 2015. Scope for improvement of yield under drought through the root traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*, 170(48), 47–54.
- Landa, B. B., Navas-Cortés, J. A. and Jiménez-Díaz, R. M. 2004. Integrated management of *Fusarium* wilt of chickpea with sowing date, host resistance, and biological control. *Phytopathology*, 94(9), 946-960.
- Nawrocka, J. and Malolepsza, U. 2013. Diversity in plant systemic resistance induced by *Trichoderma*. *Biological Control*, 67(2), 149–156.
- Paredes-Escalante, J. E., Carrillo-Fasio, J. A., García-Estrada, R. S., Allende-Molar, R., Sañudo-Barajas, J. A. y Valdez-Torres, J. B. 2009. Microorganismos antagonistas para el control del complejo de hongos causantes de la rabia del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en el estado de Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 27(1), 27–35.

- Rawat, R. and Tewari, L. 2011. Effect of abiotic stress on phosphate solubilize ion by biocontrol fungi *Trichoderma* sp. *Current Microbiology*, 62(5),1521–1526.
- Sharma, M., Kiran, B. T., Gaur, M., Ghosh, R., Rameshwar, T., Chaudhary, R. G., Upadhyay, J. P., Gupta, O., Saxena, D. R., Kaur, L., Dubey, S. C., Anandani, V. P., Harer, P. N. and Pande, R. A. 2012. Identification and multi-environment validation of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* in chickpea. *Field Crops Research*, 135, 82–88.
- Vey, A., Hoagland, R.E. and Butt, T.M. 2001. Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. *In*: Butt TM, Jackson C, Magan N (Eds.) *Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential*. CAB International, Bristol 311–346.
- Zeilinger, S., Gruber, S., Bansal, R. and Mukherjee, P. K. 2016. Secondary metabolism in *Trichoderma*– Chemistry meets genomics. *Fungal Biology Reviews*, 30(2), 74–90.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE OCHO LÍNEAS AVANZADAS DE GARBANZO BLANCO DESARROLLADAS EN EL VALLE DE CULIACÁN, SINALOA.

Gustavo Adolfo FIERROS-LEYVA¹, Víctor VALENZUELA-HERRERA², Pedro Francisco ORTEGA-MURRIETA¹, Jorge Alberto ACOSTA-GALLEGOS³, Isidoro PADILLA-VALENZUELA⁴

Campo Experimental Costa de Hermosillo¹, fierros.gustavo@inifap.gob.mx; Campo Experimental Valle de Culiacán², Campo Experimental Bajío³, Campo Experimental Norman E. Borlaug⁴.

Resumen

El Garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una especie que se cultiva en las regiones agrícolas de los estados del noroeste de México y la región del Bajío, principalmente en los estados de Guanajuato y Michoacán. Sinaloa, Sonora y Baja California Sur. La calidad del grano que ha estado representada por la producción de la variedad denominada Blanco Sinaloa-92, que ha posicionado el grano de garbanzo mexicano. El grano que se produce es tipo Kabuli de grano extra grande de alta calidad para exportación, lo que ha dado a identidad a este producto a nivel internacional. El objetivo de este estudio fue determinar el rendimiento y calidad de grano de ocho líneas avanzadas de garbanzo blanco desarrolladas en el C.E. Valle de Culiacán. Se utilizó el diseño de bloques a azar con cuatro repeticiones, se utilizó la prueba de Duncan. En resultados obtenidos en rendimiento de grano, se detectó diferencia significativa (DMS 0.05), sobresalieron en rendimiento superior a Blanco Sinaloa 92 las líneas Cuga08-1534, Cuga08-1546 y Cuga08-1560 con 16.6, 16.4 y 13.3% respectivamente. En porcentaje de exportación, se detectó diferencia significativa (DMS 0.05), superaron a Blanco Sinaloa 92 las líneas Cuga08-1560 y Cuga08-1534 con 84 y 83 por ciento de exportación en ese mismo orden, en calibre de exportación el análisis mostró diferencia significativa y sobresalieron las líneas Cuga08-1560 con 43 granos/30g, Cuga08-1546 y Cuga08-1569 con 44 granos/30g.

Palabras clave: Calidad, calibre de grano, porcentaje de exportación

Introducción

El garbanzo es la segunda leguminosa de grano en importancia mundial después del frijol, El grano blanco grande (Tipo "Kabuli") es utilizado para consumo humano y cubre nichos de mercado de exportación en Europa y el Medio Oriente (Yadav *et al.*, 2007) no solamente por su alto valor como cadena alimentaria, también es considerado como una fuente importante de proteínas para millones de personas en países en desarrollo (Jukanti *et al.*, 2012). En México, se producen dos tipos de garbanzo, el blanco o Kabuli de grano grande de color blanco-crema, producido en la región noroeste con fines de exportación y el tipo Desi de grano pequeño de color café-amarillo que en la región centro-occidente es principalmente utilizado en la alimentación de ganado vacuno y porcino. En la región noroeste de México, el garbanzo que se produce es tipo Kabuli de grano extra grande de alta calidad, para exportación lo que ha dado reconocimiento internacional al garbanzo producido en México (Gallardo, 2011)

Sin embargo, por la presión del mercado internacional por grano de mayor tamaño (calibre) y la competencia con otros países que buscan el mismo sector del mercado internacional, obliga a seguir generando nuevas variedades con mejores características comparativas internas

(resistencia a rabia, porte erecto) y externas (alta calidad del grano) que permitan competir eficientemente (Ramírez *et al.*, 2011). Se necesita generar nuevas variedades con características superiores a las anteriores, que permitan satisfacer el sector de mercado internacional que atiende México (Manjarrez, Gómez y Salinas, 2010). El objetivo de este estudio fue identificar materiales de grano de mayor tamaño y rendimiento que las variedades actuales

Materiales y métodos

En el Campo Experimental Costa de Hermosillo, en el ciclo 2020-2021, se evaluaron ocho líneas avanzadas y la variedad Blanco Sinaloa 92 como testigo, las líneas evaluadas fueron desarrolladas en el programa de mejoramiento genético de garbanzo del INIFAP en el Campo Experimental Valle de Culiacán, así como la variedad Blanco Sinaloa 92, el ensayo se estableció en diciembre del 2021 en riego por goteo utilizando para ello cintas de riego calibre 6000 con gasto de 0.89 l/h/g, separadas a 1.6 m, la siembra se hizo a doble hilera, para el control de plagas se utilizó las recomendaciones locales y para el control de maleza se aplicó oxyfluorfen en dosis de 250 gramos de ingrediente activo por hectárea, se utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, se utilizó la prueba de Duncan 0,05 para el análisis de rendimiento de grano, porcentaje de exportación y calibre de exportación.

Resultados y discusión

Rendimiento de grano: Se detectó diferencia significativa (DMS 0.05), sobresaliendo las líneas Cuga08-1534 y Cuga08-15467 con rendimientos de 2.81 y 2.80 t ha⁻¹, superando al testigo Blanco Sinaloa 92 en 16.6 y 16.4% respectivamente, Blanco Sinaloa rindió 2.34 t ha⁻¹, las líneas que presentaron menor rendimiento de grano fueron Cuga08-1090 y Cuga09-2378 con rendimiento de 2.16 y 1.94 t ha⁻¹ respectivamente. Las líneas evaluadas presentaron tipo de planta erecta y dosel semi-compacto lo cual es ideal para trilla directa y cosecha más limpia (Cuadro 1). En general, el rendimiento y el índice de cosecha son de los aspectos más importantes en un estudio, debido a su estrecha relación con la producción, el cual es un carácter cuantitativo afectado por muchos factores genéticos, así como también por fluctuaciones del entorno (Muehlbauer y Singh, 1987).

Porcentaje de exportación: En la variable calibre de exportación (definiéndose esta variable como el porcentaje de grano que se recupera cuando se pasa por una criba de 9 mm) el análisis de la varianza mostró diferencia significativa entre tratamientos (DMS 0.05), sobresaliendo las líneas 3, 1, 4 y 2 con porcentajes de exportación de 84, 83, 81 y 80 en ese mismo orden, dentro de este grupo no hubo diferencia estadística significativa por lo que se considera que tuvieron valores similares a la variedad Blanco Sinaloa 92 (Cuadro 1).

Calibre de exportación: En la variable Calibre de exportación (esta variable se determina en base a la cantidad de granos de garbanzo necesaria para completar 30 gramos), el análisis de la varianza mostró diferencia significativa entre tratamientos (DMS 0.05), sobresaliendo las líneas Cuga08-1560, Cuga09-2378 Cuga08-1546, Cuga08-1569, Blanco Sinaloa 92 y Cuga08-1546 con 43, 44, 44, 44, 45 y 46 granos en 30 gramos, la única línea que superó a la variedad Blanco Sinaloa 92 y fue estadísticamente diferente fue la línea Cuga08-1560, superando en dos puntos el calibre obtenido en Blanco Sinaloa 92 (Cuadro 1). Blanco y Blanco Sinaloa 92, mantienen un promedio en calibre de 44-48, como la mayoría de las líneas debido al proceso de selección (Valenzuela *et al.*, 2017). Ramírez *et al* (2011) en el estado de Sinaloa, encontraron que el

genotipo afectó significativamente las características de calibre y rendimiento de grano, sobresaliendo en calibre de exportación la variedad Jumbo 2010 con 37 granos/30g.

Cuadro 1. Rendimiento de origen, porcentaje de exportación y calibre de exportación de ocho líneas avanzadas y una variedad de garbanzo blanco extra grande en riego por goteo.

Línea/variedad	Rend t/ha ⁻¹	Porcentaje de exportación	Calibre de exportación
1.Cuga08-1534	2.81 a	83 a*	46 bc*
2.Cuga08-1546	2.80 a	80 a	44 abc
3.Cuga08-1560	2.70ab	84 a	43 a
4.Blanco Sinaloa 92	2.34 bc	81 a	45 abc
5.Cuga08-1545	2.28 bc	66 b	46 abc
6.Cuga09-2232	2.25 c	67 b	47 c
7.Cuga08-1569	2.17 c	61 b	44 abc
8.Cuga08-1090	2.16 c	24 c	57 d
9. Cuga09-2378	1.94 c	69 b	44 ab

*La separación de medias: prueba de DMS. Medias con la misma letra no son diferentes ($p \leq 0.05$)

Conclusiones

Las líneas Cuga08-1534 y Cuga08-1546 superaron en rendimiento a la variedad Blanco Sinaloa92 y en porcentaje de exportación y calibre de exportación tuvieron comportamiento similar a esta variedad.

Literatura citada

- Gallardo, M. J. (2011). Comercialización y tendencias de precios para el cultivo del garbanzo. En: Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa A.C. pp 43-57
- Jukanti A.K., Gaur P.M., Gowda C.L.L., y Chibbar R.N. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum*): a review British Journal of Nutrition. 1008,11-26
- Manjarrez, S. P., Gómez, G. L. y Salinas, P. R. A. (2010). Formación de variedades de garbanzo para exportación en Sinaloa. *In*: Avances de investigación 2009 del CEVACU. Publicación especial No. 12. INIFAP. 87 p.
- Ramírez, S. M. P. Manjarrez S. M.G. García C. R.A. Salinas P. H.G. Ortiz C. Y. Valencia M.P.F. Ortega M. y L. Gómez G.2011. Nuevas líneas y variedades de garbanzo blanco para la zona centro de Sinaloa. *In*. VIII Jornada tecnológica del cultivo del garbanzo. Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa A.C. pp.7-16.
- Valenzuela, H.V., López G.J.A., Ortega M.P.F., Fierros L.G.A., Padilla V.I. y Ramírez S.M. 2017. Comparación del rendimiento y tamaño de granos de genotipos de garbanzo en dos localidades del estado de Sinaloa. *In*. V Simposio Nacional de Garbanzo. INIFAP-CIRNO-CECH. Memoria científica No. 11. Pp. 71-75. Vieira de F.F.A., Ortega M.P.F., Fierros L.G.A. y Maldonado N.L.A. Edts.
- Yadav, S.S., N. Longnecker, S. Dusuncell.G. Bejiga, M. Yadav, A.H. Rizvi, M. Manohar, A.A. Reedy, Z. Xaxico and W. Chen. (2007). Uses, consumption and utilization. pp. 72-100, *In*: Chickpea Breeding and Management. S.S. Yadav, R.J. Reeden, W. Chen, B. Sharma (edts), UK by Cromwell Press, Trowbridge.

COMPORTAMIENTO DE 10 LÍNEAS AVANZADAS Y TRES VARIEDADES DE GARBANZO DE GRANO BLANCO EN RIEGO POR GOTEO EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA

Gustavo Adolfo FIERROS-LEYVA¹, Pedro Francisco ORTEGA-MURRIETA¹, Jorge Alberto ACOSTA-GALLEGOS², Isidoro PADILLA-VALENZUELA³

Campo Experimental Costa de Hermosillo¹, fierros.gustavo@inifap.gob.mx; Campo Experimental Bajío², Campo Experimental Norman E. Borlaug³

Resumen

El Garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una especie que se cultiva en las regiones agrícolas de los estados del noroeste de México y la región del Bajío, principalmente en los estados de Guanajuato y Michoacán. Sinaloa, Sonora y Baja California Sur. La calidad del grano que ha estado representada por la producción de la variedad denominada Blanco Sinaloa-92, que ha posicionado el grano de garbanzo mexicano, el garbanzo que se produce es tipo Kabuli de grano extra grande de alta calidad, para exportación lo que ha dado a nivel internacional. El objetivo de este estudio es determinar el comportamiento en rendimiento calidad de grano de 10 líneas avanzadas de garbanzo blanco y tres variedades consideradas de grano blanco. Se utilizó el diseño de bloques a azar con cuatro repeticiones, se utilizó la prueba de Duncan. En resultados obtenidos en rendimiento de grano, se detectó diferencia significativa (DMS 0.05), sobresalieron en rendimiento superior a Blanco Sinaloa 92 todas las líneas evaluadas, sobresaliendo Hoga 2010-43-13, Hoga 2011-31-4 y Blanoro con 2.74 t ha⁻¹, 2.74 t ha⁻¹ y 2.62 t t ha⁻¹ en el mismo orden, en porcentaje de exportación no hubo diferencia significativa ($p \leq 0.05$), en calibre de exportación Hoga 2010-4-18, Blanoro y jumbo fueron diferentes al resto significativamente ($p \leq 0.05$) con calibres de 45,47, y 47 granos/30g respectivamente. En color de grano todas las líneas evaluadas mostraron un color de grano más blanco que Blanoro y Blanco Sinaloa 92 y muy semejante a Jumbo 2010.

Palabras clave: Grano blanco, calibre de grano, porcentaje de exportación

Introducción

El garbanzo es la segunda leguminosa de grano en importancia mundial después del frijol, El grano blanco grande (Tipo "Kabuli") es utilizado para consumo humano y cubre nichos de mercado de exportación en Europa y el Medio Oriente (Yadav *et al.*, 2007) no solamente por su alto valor como cadena alimentaria, pero también es considerado como una fuente importante de proteínas para millones de personas en países en desarrollo (Jukanti *et al.*, 2012). En México, se producen dos tipos de garbanzo, el blanco o Kabuli de grano grande de color blanco-crema, producido en la región noroeste con fines de exportación y el tipo Desi de grano pequeño de color café-amarillo que en la región centro-occidente es principalmente utilizado en la alimentación de ganado vacuno y porcino. En el noroeste de México, el garbanzo que se produce es tipo Kabuli de grano extra grande de alta calidad, para exportación de color blanco-crema lo que ha dado reconocimiento internacional al garbanzo producido en México (Gallardo, 2011). En el Sur de Sonora, en la última década se han obtenido excelentes resultados con la variedad Blanco Sinaloa-92 (grano grande); pero también se tienen disponibles otras variedades como Costa 2004. Se tienen en proceso de multiplicación de semilla de las nuevas variedades Jumbo 2010

de grano extra grande, planta de hábito semi-erecto y Blanco Noroeste, con tipo de grano y planta semejante a Blanco Sinaloa (Padilla *et al.*, 2013).

Materiales y métodos

En el Campo Experimental Costa de Hermosillo, en el ciclo 2020-2021, se evaluaron 10 líneas avanzadas y las variedades de garbanzo blanco Blanco Sinaloa 92, Blanoro y Jumbo 2010 como testigos, las líneas evaluadas fueron desarrolladas en el programa de mejoramiento genético de garbanzo del INIFAP en el C.E. Costa de Hermosillo, la selección de las líneas avanzadas de grano de color blanco se hizo en forma visual, seleccionando 10 líneas avanzadas con grano de color más blanco que los testigos Blanoro, Blanco Sinaloa 92 e igual a Jumbo 2010. El ensayo se estableció en diciembre del 2021 en riego por goteo utilizando para ello cintas de riego calibre 6000 con gasto de 0.89 l/h/g, separadas a 1.6 m, la siembra se hizo a doble hilera, para el control de plagas se utilizaron las recomendaciones locales y para el control de maleza se aplicó oxyfluorfen en dosis de 250 gramos de ingrediente activo por hectárea, se evaluaron las variables rendimiento de grano, porcentaje de exportación, calibre de origen, calibre de exportación y el color de grano, se utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Duncan 0,05

Resultados y discusión

Rendimiento de grano: Se detectó diferencia significativa (DMS 0.05), todas las líneas evaluadas fueron superiores a la variedad Blanco Sinaloa 92 ($p \leq 0.05$), sobresaliendo las líneas Hoga 2010-43-13, Hoga 2011-21-12 y la variedad Blanoro con rendimientos de grano en ese mismo orden de 2.72 t ha^{-1} , 2.72 t ha^{-1} y 2.62 t ha^{-1} , la variedad Blanco Sinaloa 92 rindió 1.1 t ha^{-1} al verse afectada en más del 50% de su población por *Fusarium* sp (Cuadro 1).

En general, el rendimiento y el índice de cosecha son de los aspectos más importantes en un estudio, debido a su estrecha relación con la producción, el cual es un carácter cuantitativo afectado por muchos factores genéticos así como también por fluctuaciones del entorno (Muehlbauer y Singh. 1987).

Porcentaje de exportación: En la variable porcentaje de exportación (definiéndose esta variable como el porcentaje de grano que se recupera cuando se pasa por una criba de 9 mm) el análisis de la varianza no mostró diferencia significativa entre tratamientos (DMS 0.05), sobresaliendo la variedad Jumbo 2010 con 85% de exportación, la línea Hoga 2010-4-18 con 84%, y la línea Hoga 2003-9MS-7 con 83% de exportación, las variedades Blanoro y Blanco Sinaloa 92 mostraron 82 y 71% de exportación respectivamente (Cuadro 1).

Calibre de exportación: En la variable calibre de exportación (esta variable se determina en base a la cantidad de granos de garbanzo necesaria para completar 30 gramos de una muestra de grano tomada de la criba de 9mm), el análisis de la varianza mostró diferencia significativa entre tratamientos (DMS 0.05), Hoga 2010-14-8 y las variedades Blanoro y Jumbo 2010 con 47 granos/30g, los valores más bajos fueron presentados por Hoga 2011-31-12 y la variedad Blanco Sinaloa 92 con 51 y 66 granos/30g respectivamente (Cuadro 1).

Blanoro y Blanco Sinaloa 92, mantienen un promedio en calibre de 44-48, como la mayoría de las líneas debido al proceso de selección (Valenzuela *et al.*, 2017). Ramírez *et al* (2011) en el estado de Sinaloa, encontraron que el genotipo afectó significativamente las características de calibre y rendimiento de grano, sobresaliendo en calibre de la variedad Jumbo 2010 con 37 granos/30g.

Calibre de origen: En la variable Calibre de origen (esta variable se determina en base a la cantidad de granos de garbanzo necesaria para completar 30 gramos de una muestra de grano tomada de campo sin cribar), el análisis de la varianza mostró diferencia significativa entre tratamientos (DMS 0.05), sobresaliendo la línea Hoga 2010-4-18 con 48 granos/30g y la variedad Jumbo 2010 con 49 granos/30g, las variedades Blanoro y Blanco Sinaloa 92 mostraron valores de 50 y 61 granos/30g (Cuadro 1).

Color de grano: Se utilizó una escala Hedónica en donde el color de grano de las variedades Blanco Sinaloa 92, Blanoro y Jumbo 2010 que son variedades de grano blanco a blanco cremoso se mejoraría en color claro del grano o bien igualarla a la variedad Jumbo 2010 que es una variedad de grano blanco, el grano de Blanoro y Blanco Sinaloa 92 es de color blanco-cremoso, de acuerdo a la escala hedónica los genotipos que igualaron el color de grano de Jumbo 2010 calificado como Blanco Lechoso fueron Hoga 2010-1-5 y Hoga 2011-31-4, los genotipos calificados como grano de color blanco fueron Hoga 2010-4-15, Hoga 2003-9MS-7, Hoga 2010-43-13 y Hoga 2011-31-12, el resto de los materiales mostraron color de grano igual que las variedades Blanco Sinaloa 92 y Blanoro. Jumbo 2010 es reconocido como garbanzo tipo “mexicano”. “Jumbo 2010” es un cultivar de garbanzo de grano blanco generado por INIFAP, producto del cruce simple “Dwellely” x “Blanco Sinaloa-92” (Valenzuela *et al.*, 2016).

Cuadro 1. Rendimiento de grano, porcentaje de exportación, calibre de exportación, calibre de origen y color de grano de 10 líneas avanzadas y tres variedades de garbanzo de grano blanco en riego por goteo.

Línea/variedad	Rend. T ha ⁻¹	% de Export.	Calibre de export.	Calibre de origen	Color de semilla
Hoga 2010-4-15	2.58 a *	75 **	50 cd *	55 cd *	2
Hoga 2010-4-18	2.53 a	84	45 a	48 a	3
Hoga 2003-9MS-7	2.58 a	83	48 abc	54 bcde	2
Hoga 2008-1-23	2.41 a	73	50 cd	60 de	3
Hoga 2010-1-15	2.12 a	79	48 abc	54 abcd	3
Hoga 2010-1-5	2.52 a	75	50 cd	55 cde	1
Hoga 2010-43-13	2.74 a	73	49 abc	54 bcde	2
Hoga 2010-4-11	2.57 a	71	50 cd	57 def	3
Hoga 2011-31-12	2.74 a	76	51 d	54 bcd	2
Hoga 2011-31-4	2.41 a	74	48 abc	53 abcd	1
Blanoro	2.62 a	82	47 ab	50 abc	2
Jumbo 2010	2.46 a	85	47 ab	49 ab	1
Blanco Sinaloa 92	1.1 b	71	66 e	61 e	3

*La separación de medias: prueba de DMS. Medias con la misma letra no son diferentes (p≤ 0.05)

** No significancia estadística

+ 1, Blanco Lechosa, 2 Blanco, 3 Blanco cremoso

Conclusiones

Las líneas que presentaron color de grano blanco lechoso tipo Jumbo 2010 fueron Hoga 2010-1-5 y Hoga 2011-31-4.

El mayor rendimiento fue obtenido con las líneas Hoga 2010-43-13 y Hoga 2011-21-12

Literatura citada

- Gallardo, M. J. (2011). Comercialización y tendencias de precios para el cultivo del garbanzo. En: Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa A.C. pp 43-57
- Jukanti AK, Gaur PM, Gowda CL, Chibbar RN. *Br J Nutr.* 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *Aug;108 Suppl 1:S11-26.*
- Padilla V. I., P.F. Ortega M., G.A. Fierros L., V. Valenzuela H., J. E. Ortiz E., J.A. Acosta G., S. Velarde F., F. G. Rodríguez C. y E. Gutiérrez P. 2013. Manejo agronómico del garbanzo en el Noroeste de México. Memoria I Simposio Nacional de Garbanzo. Publicación Técnica No 33. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, pp. 94-11.
- Ramírez, S. M. P. Manjarrez S. M.G. García C. R.A. Salinas P. H.G. Ortiz C. Y. Valencia M.P.F. Ortega M. y L. Gómez G. 2011. Nuevas líneas y variedades de garbanzo blanco para la zona centro de Sinaloa. In. VIII Jornada tecnológica del cultivo del garbanzo. Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa A.C. pp.7-16.
- Valenzuela, H.V., López G.J.A., Ortega M.P.F., Fierros L.G.A., Padilla V.I. y Ramírez S.M. 2017. Comparación del rendimiento y tamaño de granos de genotipos de garbanzo en dos localidades del estado de Sinaloa. In. V Simposio Nacional de Garbanzo. INIFAP-CIRNO-CECH. Memoria científica No. 11. Pp. 71-75. Vieira de F.F.A., Ortega M.P.F., Fierros L.G.A. y Maldonado N.L.A. Edts.
- Valenzuela-Herrera Víctgor, Pedro Manjarrez-Sandoval, Antonio Morales-Gómez, Rafael A. Salinas-Pérez, Lauro Gómez-Gómez, Gustavo A. Fierros-Leyva, Pedro F. Ortega-Murrieta, Isidoro Padilla-Valenzuela, Milagros Ramírez-Soto, Jorge A. Acosta-Gallegos, Erasmo Gutiérrez-Pérez, Sixto Velarde-Félix, y Guillermo Fuentes-Dávila: 2016. Jumbo 2010", cultivar of chickpea "kabuli" type of extra large size from Sinaloa, Mexico. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science.* July 2016 Vol. 5(7): pp. 277-282
- Yadav, S.S., N. Longnecker, S. Dusuncell.G. Bejiga, M. Yadav, A.H. Rizvi, M. Manohar, A.A. Reedy, Z. Xaxico and W. Chen. (2007). Uses, consumption and utilization. pp. 72-100, In: *Chickpea Breeding and Management.* S.S. Yadav, R.J. Reeden, W. Chen, B. Sharma (edts), UK by Cromwell Press, Trowbridge.

IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS DE GARBANZO ADAPTADOS EN DIFERENTES ZONAS DEL VALLE DE SANTO DOMINGO, BAJA CALIFORNIA SUR

**Juan Bosco GERALDO-MARTÍNEZ¹, Claudia María MELGOZA-VILLAGÓMEZ²,
Erasmus GUTIERRES-PÉREZ²**

¹Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Constitución. Cd. Constitución, B.C.S. ²Campo Experimental Todos Santos-INIFAP. La Paz, B.C.S.,
melgoza.claudia@inifap.gob.mx

Resumen

La evaluación de genotipos en diferentes regiones agrícolas es una práctica común para identificar y recomendar a los productores nuevos materiales que se adapten a una zona específica. El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de genotipos de garbanzo en diferentes zonas del Valle de Santo Domingo, Baja California Sur, con la finalidad de identificar genotipos con adaptabilidad específica por zona. Se establecieron cuatro parcelas de ocho genotipos de garbanzo blanco con productores cooperantes, en diferentes regiones denominadas Zona Sur, Zona Centro, Zona Norte y Zona Norte con manejo orgánico. En cada región se siguió el manejo agronómico que realiza el productor en su parcela comercial. Los genotipos evaluados fueron las variedades Blanco Sinaloa 92, Blanoro, Sinalomex 2018 y las líneas avanzadas CUGA 09 3158, CUGA 09 3125, CUGA 09 2067, HOGA 2004 20-6 y HOGA 2005 10-5. Se evaluaron las variables cantidad de días a floración (DF) y días a madurez fisiológica (MF), longitud de planta (AP), rendimiento cribado (RC), rendimiento de origen (RO) y calibre de grano (C). El análisis de datos por conglomerados permitió identificar los genotipos de garbanzo mejor adaptados en las diferentes zonas. Así como dos genotipos estables en rendimiento superior a 3 t ha⁻¹, la línea avanzada CUGA-09 3168 en las cuatro zonas de evaluación y la variedad Sinalomex 2008 en las zonas Centro, Norte y Norte con manejo orgánico.

Introducción

La identificación y selección de genotipos de garbanzo que se adapten a diferentes condiciones agroecológicas con base en el rendimiento y el calibre, son parte de las actividades desarrolladas en los programas de mejoramiento genético. Estudios recientes sobre diversidad genética y componentes que impactan en el rendimiento de garbanzo revelan fuerte influencia entre el genotipo, el medio ambiente y el manejo del cultivo (Shanmugam y Kalaimagal, 2019). La evaluación de genotipos en diferentes regiones o zonas es una práctica común para identificar y recomendar a los productores nuevos materiales que se adapten a una zona específica. Los métodos de análisis para identificar zonas de adaptación son los análisis multivariados. Entre estos, el análisis de datos por conglomerados mediante el método de Ward, permite agrupar elementos (o variables) de máxima homogeneidad en cada grupo y mayor diferencia entre grupos (Johnson, 2000). El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de genotipos de garbanzo en diferentes zonas del Valle de Santo Domingo Baja California Sur, con la finalidad de identificar genotipos con adaptabilidad específica por zona.

Materiales y métodos

En el ciclo otoño-invierno 2018-2019 se establecieron cuatro parcelas de ocho genotipos de garbanzo blanco con productores cooperantes, en diferentes regiones del Valle de Santo Domingo, Baja California Sur. Las regiones se consideraron como zona Sur [ZS] en las coordenadas 24° 59' 41" N 111° 37' 04" W, zona centro [ZC] a 25° 02' 06" N 111° 40' 41" W, zona Norte [ZN] a 25° 14' 24" N 111° 45' 12" W y zona Norte con manejo orgánico [ZNO] a 25° 14' 24" N 111° 45' 12" W. En cada parcela se siguió el manejo agronómico que realiza el productor en su parcela comercial. La parcela útil consistió en dos surcos centrales de 3 m de longitud con cuatro repeticiones para cada genotipo. Los genotipos evaluados fueron generados por investigadores del Programa de Mejoramiento Genético de Garbanzo del INIFAP. Entre estos, las variedades Blanco Sinaloa 92, Blanoro, Sinalomex 2018 y las líneas avanzadas CUGA 09 3158, CUGA 09 3125, CUGA 09 2067, HOGA 2004 20-6 y HOGA 2005 10-5. Las variables evaluadas fueron cantidad de días a floración (DF) y días a madurez fisiológica (MF), longitud de planta (AP), rendimiento cribado (RC), rendimiento de origen (RO) y calibre de grano (C) calculado como el número de granos en 30 gramos de garbanzo. El análisis de las variables se realizó por conglomerados mediante el método de Ward, el cual utiliza análisis de la varianza para evaluar la distancia entre grupos, minimizando la suma de los cuadrados de las distancias entre los conglomerados, con el programa JMP® versión 16 (SAS Institute Inc. 2021).

Resultados y discusión

En el dendrograma (Figura 1), se observan los genotipos de garbanzo conglomerados en cuatro grupos, caracterizados por la similitud en el comportamiento agronómico de cada genotipo por zona de evaluación (Cuadro 1).

El conglomerado I se formó por las variedades Sinalomex 2018 evaluada en ZC, ZN, ZNO (manejo orgánico) y Blanco Sinaloa 92 con comportamiento similar en la evaluación de ZC y ZNO. Mientras que la línea avanzada CUGA-09 3168, presentó comportamiento agronómico similar en las cuatro zonas de evaluación ZS, ZC, ZN y ZNO, y la línea avanzada CUGA-09 3125 en ZC y ZN. Los valores medios de las variables evaluadas para los genotipos del conglomerado I fueron, rendimiento de origen (RO) y rendimiento cribado (RC) de 3.605 t ha⁻¹ y 3.109 t h⁻¹, respectivamente. Superior al rendimiento de los conglomerados II, III y IV. La media de la longitud de la planta (AP) fue de 60.9 cm y de calibre X (46/48 granos en 30 g).

En el conglomerado II, se ubicaron los genotipos Blanoro, HOGA 2004 20-6 y CUGA-09 2067 evaluados en ZC, ZN y ZNO. Así como la variedad Blanco Sinaloa 92 evaluada en ZN y las líneas avanzadas HOGA 2005 10-5 en ZC, ZN-O y CUGA-09 3125 en ZNO. Los valores medios en rendimiento de origen y cribado de los genotipos ubicados en este conglomerado fueron de 3.060 t h⁻¹ y 2.628 t h⁻¹, respectivamente. La media de la longitud de planta de 69.7 cm y calibre X. En el conglomerado III, la línea avanzada HOGA 2005 10-5 en ZN, con rendimientos de origen y cribado de 1.318 t h⁻¹ y 1.009 t h⁻¹, menor valor registrado en la evaluación. Longitud de planta 70 cm y calibre 3X (42/44 granos en 30 g).

Finalmente, el conglomerado IV se caracterizó por agrupar a siete de los genotipos evaluados específicamente en la ZS. Las variedades Blanco Sinaloa 92, Blanoro y Sinalomex 2018, así

como las líneas avanzadas CUGA-09 2067, CUGA-09 3125, HOGA 2004 20-6 y HOGA 2005 10-5, con valores medios en rendimiento de origen y cribado de 3.054 t h⁻¹ y 2.604 t h⁻¹, respectivamente. La media de longitud de planta (AP) es de 52 cm y el calibre 4X (40/42 granos en 30 g). En la zona Sur, los genotipos presentaron mayor periodo de días a floración y menor periodo de días a madurez fisiológica.

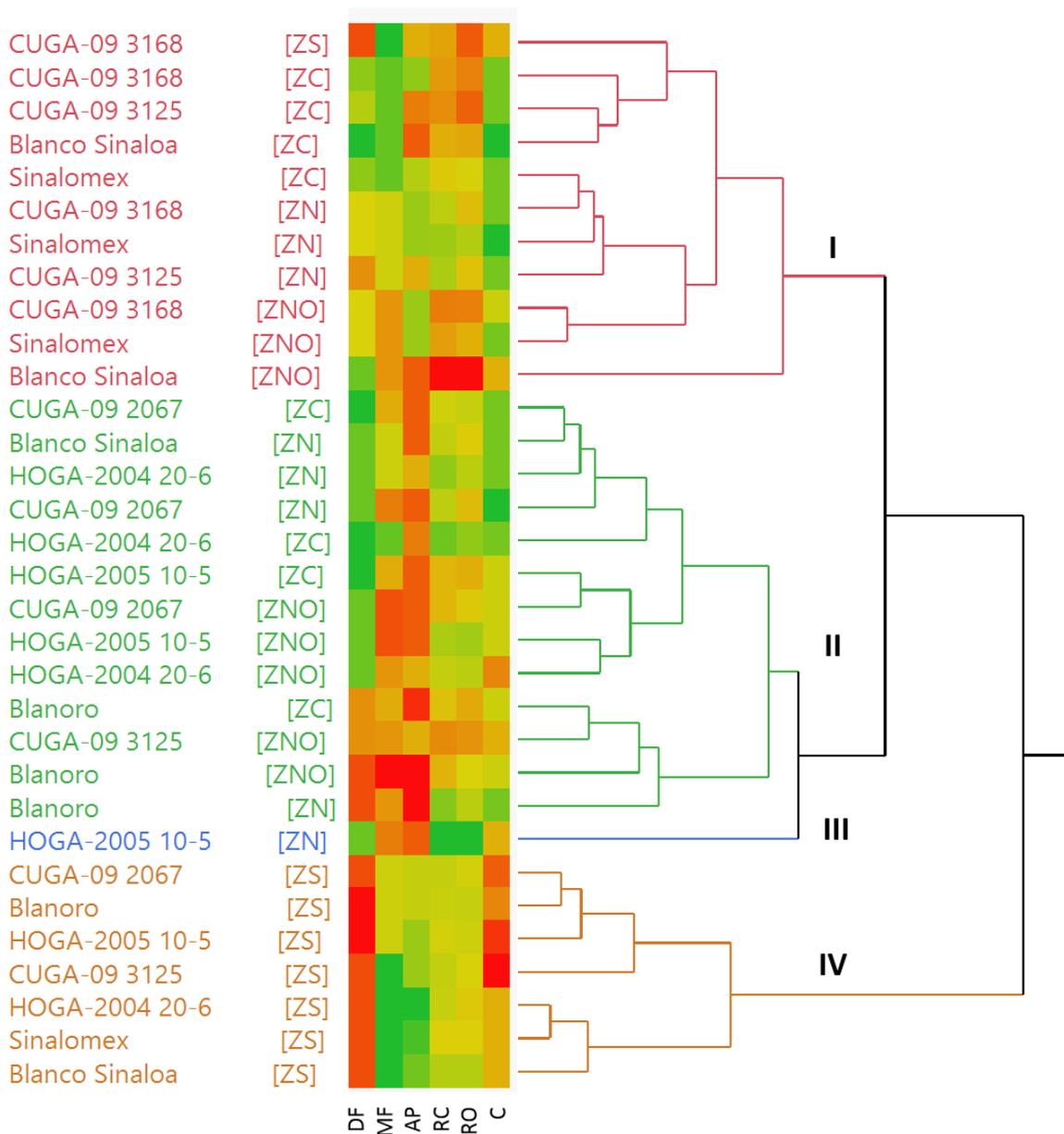


Figura 1. Análisis por conglomerados del comportamiento agronómico de genotipos de garbanzo evaluados en diferentes zonas del Valle de Santo Domingo, Baja California Sur (mapa de color rojo-amarillo-verde para las variables de mayor a menor valor, respectivamente)

Cuadro 1. Media de las variables evaluadas para los genotipos por conglomerado.

NC	Genotipo	Zona	Variables					
			DF	MF	AP (cm)	RC (t h ⁻¹)	RO (t h ⁻¹)	C
I	Sinalomex	ZC, ZN, ZNO	57.4	124.3	60.9	3.109	3.605	X
	Blanco Sinaloa	ZC y ZNO						
	CUGA-09 3168	ZS, ZC, ZN, ZNO						
	CUGA-09 3125	ZC y ZN						
II	HOGA 2004 20-6	ZC, ZN y ZNO	56.4	127.9	69.7	2.628	3.06	X
	CUGA-09 2067	ZC, ZN y ZNO						
	Blanco Sinaloa	ZN						
	HOGA 2005 10-5	ZC, ZNO						
	CUGA-09 3125	ZNO						
III	HOGA 2005 10-5	ZN	55	129	70	1.009	1.318	3X
IV	Blanco Sinaloa	ZS	62.6	122.1	52.1	2.604	3.054	4X
	Blanoro							
	Sinalomex							
	CUGA-09 2067							
	CUGA-09 3125							
	HOGA 2004 20-6							
	HOGA 2005 10-5							

NC=Número de conglomerado, DF= Días a floración, MF= Días a madurez fisiológica, AP= Longitud de planta, RC= Rendimiento cribado, RO= Rendimiento de origen o de campo, C= Calibre de grano.

En Baja California Sur durante el período 2015-2019 se reportó una superficie promedio de siembra de garbanzo de 2792 ha, con rendimiento promedio de 2.2 t ha⁻¹, con oscilación en el rendimiento entre ciclos de 1.5 a 3.2 t ha⁻¹ (SIAP, 2015-2019), variación atribuida a diversos factores abióticos como el clima y bióticos como enfermedades, plagas y semillas de baja calidad (Gutierrez-Pérez *et al.*, 2020). Los genotipos evaluados en este estudio superan el rendimiento mínimo obtenido durante el periodo de 2015 a 2019, independientemente del manejo agronómico. Sin embargo, obtener mayor potencial agronómico de los genotipos dependerá de ajustes en el paquete tecnológico para la producción de garbanzo en la región.

Conclusiones

- La mayor diversidad de los genotipos se adaptó a las condiciones agroclimáticas de la zona Sur, en esta zona los genotipos destacaron por presentar el mejor calibre grano.
- Se identificaron dos genotipos estables en rendimiento superior a 3 t ha⁻¹, la línea avanzada CUGA-09 3168 en las cuatro zonas de evaluación y la variedad Sinalomex 2008 en las zonas Centro, Norte y Norte con manejo orgánico.

Agradecimiento

Al Fondo Mixto CONACYT - Gobierno del estado de Baja California Sur por su apoyo al presente a través del proyecto “GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN Y VALIDACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO Y FORRAJERO PARA MEJORAR SU RENDIMIENTO Y CALIDAD, ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR” con clave: BCS-2018-02-0188466.

Literatura citada

- Gutierrez-Pérez, E., C.M. Melgoza-Villagómez, R. Avalos-Castro y P.F. Ortega Murrieta. 2020. Rendimiento y calidad de grano de líneas y variedades de garbanzo blanco validadas en Baja California Sur. Simposio Nacional de Garbanzo. Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIRNO – INIFAP.
- Johnson, D.E. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. México: Thompson, 2000. 566p.
- SAS Institute Inc. 2021. Discovering JMP 16®. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Shanmugam M. and Kalaimagal T. 2019. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) for yield and its component traits. Int. J. Microbiol. App. Sci. 8(5): 1801-1808.
- SIAP. 2019/2015. Estadísticas de Producción Agrícola. <http://infosiap.siap.gob.mx> (consultado el 29-10-2021).

HOGA 067, LÍNEA DE GARBANZO BLANCO PROPUESTA COMO NUEVA VARIEDAD EN BAJA CALIFORNIA SUR

Erasmus GUTIÉRRES-PÉREZ¹, Claudia María MELGOZA-VILLAGÓMEZ¹, Gustavo Adolfo FIERROS-LEYVA², Pedro Francisco ORTEGA-MURRIETA²

¹Campo Experimental Todos Santos. ²Campo Experimental Costa de Hermosillo.

gutierrez.erasmo@inifap.gob.mx.

Resumen

En México, el garbanzo es un cultivo cuyo grano se destina al mercado de exportación, lo cual contribuye a la entrada de divisas al país; en Baja California Sur es un cultivo importante con una superficie media establecida de 4500 ha y una producción de 8100 toneladas de grano anuales; por su bajo requerimiento hídrico, adecuado a las condiciones agroclimáticas de la entidad. La línea de garbanzo blanco Hoga 067, generada en el Campo Experimental Costa de Hermosillo (INIFAP) ha mostrado cualidades que permiten sugerirla como una variedad para la zona productora de esta leguminosa en Baja California Sur. En evaluaciones de siete y cinco ciclos en parcelas experimentales y de validación, respectivamente, Hoga 067 tuvo un rendimiento promedio superior en 3.0 y 2.9 % a las variedades comerciales Blanco Sinaloa 92 y Blanoro, respectivamente. En calibre o tamaño de grano (cantidad de granos en 30 gramos), Hoga 067 promedió 41.4 granos, Blanco Sinaloa 92, 41.9 y Blanoro, 43.0; es decir, el grano más grande lo registró Hoga 067. Adicional a lo anterior, la línea propuesta presenta forma y coloración de grano similar a las variedades testigo, completamente aceptado en el mercado internacional por lo que se asume que su aceptación en el mismo, no presentará desventajas con respecto a los granos producidos en otros países.

Palabras clave: línea, descripción varietal, exportación.

Introducción

En México, el garbanzo es un cultivo cuyo grano se destina básicamente para el mercado de exportación, lo cual contribuye a la entrada de divisas al país. Los principales estados productores de este grano son Sinaloa, Sonora y Baja California Sur (SADER-SIAP, 2018; Ortega *et al.*, 2016). En el período 2017 - 2019, México produjo, en promedio, 248,000 toneladas, lo cual lo ubicó en el lugar número 10 a nivel mundial en la producción de esta leguminosa; para el mismo lapso de tiempo se reportaron exportaciones promedio de 158,000 toneladas, lo cual posicionó a México como el tercer mayor exportador en el mundo (SADER-SIAP, 2017, 2018 y 2019). Argelia es el principal destino de las exportaciones de la legumbre mexicana, aunque el mayor aumento absoluto en el último bienio en ese rubro lo registran Turquía, España, Portugal y Perú (SADER-SIAP, 2019).

En Baja California Sur el garbanzo es un cultivo importante, con una superficie media establecida de 4500 ha y 8100 toneladas de grano anuales de producción y por su bajo requerimiento hídrico, adecuado a las condiciones agroclimáticas de la entidad (Melgoza *et al.*, 2019).

Origen

Hoga 067 es una línea de garbanzo tipo kabuli (blanco), producto de la cruce realizada entre las variedades Blanco Sinaloa 92 x Hermosillo 93. Hermosillo 93 es una variedad comercial de hoja

simple, de grano blanco, formada y liberada en 1993 por el Campo Experimental Costa de Hermosillo (INIFAP) (Morales y Jaime, 1993); Blanco Sinaloa 92 es también una variedad comercial, de grano blanco y grande, resistente a rabia, de hoja compuesta, generada en el Campo Experimental Valle de Culiacán (INIFAP), liberada en 1992 (Gómez, 1993). De F1 a F4 se cosechó en forma masal durante 1997 a 2000. En F5 se realizó selección individual quedando la selección No.6 (2001). En el período comprendido de 2003 a 2005, la línea se incorporó a ensayos preliminares los cuales se evaluaron en terrenos infectados con los principales patógenos que provocan enfermedades en garbanzo. A partir del año 2005 el genotipo se estableció en ensayos preliminares de rendimiento y en 2007 en parcelas de validación y al mismo tiempo en ensayos regionales de rendimiento uniformes. La genealogía de la línea Hoga 067 es IIGH96.6-M-M-M-M-H-M-M-M-M. Todo el proceso de formación de la línea Hoga 067 se llevó a cabo en el campo Experimental Costa de Hermosillo (INIFAP). A partir del ciclo 2007 – 2008, se evaluó incorporada en el ensayo regional de rendimiento en las zonas de la Costa de Hermosillo y Valle del Mayo, Sonora, Valle del Fuerte y Valle de Culiacán, Sinaloa y Valle de Santo Domingo, B. C. S. La propuesta de liberación como variedad denominada Calisur recomendada para la región del Valle de Santo Domingo, B. C. S., se realiza en base al comportamiento destacado en rendimiento y calidad de grano y tolerancia a enfermedades, observado para esta localidad.

Descripción varietal

Hoga 067 es una línea que presenta planta de porte semierecto, con altura promedio de 60 cm, que la hace de menor altura que Blanco Sinaloa 92 (65 cm) y Blanoro (68 cm), las dos variedades actualmente más utilizadas en el Valle de Santo Domingo; el follaje es de color verde, de intensidad media. El color de su flor es blanco y la altura media a la primera flor es de 29.7 cm. Presenta en tres ramas primarias y seis secundarias por planta. La hoja mide en promedio 82 y 39 mm de largo y ancho, respectivamente y tiene alrededor de 14 folíolos por hoja, que son de forma ovalada y con bordes aserrados. Los días a floración y a madurez fisiológica varían de acuerdo a la fecha de siembra; en siembras de octubre a enero, la floración se muestra desde 36 hasta 42 días después de la siembra y la madurez fisiológica desde los 112 hasta 142 días después de la siembra. Presenta una longitud y anchura de cápsula de 30 y 16 mm, respectivamente. Las cápsulas tienen una media de 1.78 granos. El grano es de color blanco cremoso y de rugosidad pronunciada de testa, levemente más clara y rugosa que Blanco Sinaloa 92. El peso promedio de un grano es de 0.709 g, equivalente a un calibre de 41 granos en 30 g de grano o 4x en una clasificación por conteo de granos.

Ventajas con respecto a las variedades utilizadas en forma comercial

En promedio de evaluación de siete ciclos en parcelas experimentales y cinco ciclos en parcelas de validación de productores, la línea Hoga 067 presentó rendimiento superior en 3.0 % a Blanco Sinaloa 92 y 2.9 % a Blanoro, las dos variedades más utilizadas por los productores de garbanzo del Valle de Santo Domingo, B. C. S.; de igual manera, con respecto al calibre o tamaño de grano, medido éste como la cantidad de granos que existen en 30 gramos de producto, Hoga 067 promedió, en el mismo número de parcelas y ciclos, 41.4 granos en 30 gramos, Blanco Sinaloa 92, 41.9 y Blanoro, 43; sumado a lo anterior, Hoga 067 presenta forma y coloración de grano similar a Blanco Sinaloa 92 y Blanoro, variedades que tienen una gran aceptación en el mercado internacional, lo que asume ésta ventaja adicional.

Rendimiento, porciento de exportación y calibre de grano producido

a. En parcelas experimentales. Los resultados de la comparación del rendimiento, porciento de grano de exportación y calibre de grano, con las variedades comerciales Blanco Sinaloa 92 y Blanoro, durante siete ciclos agrícolas, se presentan en el Cuadro 1. Se observó que la línea Hoga 067 superó a los testigos comerciales en rendimiento de origen ($3,783 \text{ kg ha}^{-1}$), rendimiento de grano para exportación (cribado en malla de 9 mm) ($3,576 \text{ kg ha}^{-1}$) y en tamaño o calibre de grano (40.7 granos en 30 g); con respecto al porciento de grano de exportación se ubicó en un punto intermedio entre ambos testigos (94.6 %).

Cuadro 1. Rendimiento y calibre de grano de la línea de garbanzo Hoga 067 y los testigos Blanco Sinaloa 92 (BS92) y Blanoro, en parcelas experimentales, en el Valle de Santo Domingo, B. C. S.

Genotipo	Ciclo agrícola							Promedio
	2007-08	2008-09	2010-11	2011-12	2012-13	2018-19	2019-20	
Rendimiento de origen o de campo (kg ha^{-1})								
BS92	3501	3347	4002	3662	3148	4527	3570	3680
Blanoro	3339	3799	3890	3852	3501	4284	3268	3705
Hoga 067	3462	3636	4087	3969	3571	4578	3178	3783
Rendimiento de grano de exportación (kg ha^{-1})								
BS92	3350	3216	3750	3308	2962	4136	3401	3446
Blanoro	3182	3664	3726	3685	3307	3954	3121	3520
Hoga 067	3320	3493	3877	3774	3336	4246	2985	3576
Porciento de grano de exportación								
BS92	95.6	96.1	91.0	92.4	94.0	91.2	95.1	93.6
Blanoro	95.3	96.6	95.8	95.6	93.8	92.3	95.5	95.0
Hoga 067	95.8	96.0	94.9	95.5	93.2	92.8	93.7	94.6
Calibre de grano de exportación (granos en 30 g)								
BS92	37.5	39.3	41.0	45.8	41.5	41.5	42.3	41.3
Blanoro	39.0	41.8	42.5	47.3	41.5	42.7	43.7	42.6
Hoga 067	37.0	40.5	39.5	43.8	39.8	40.2	44.2	40.7

b. En parcelas de validación. Los resultados de la comparación del rendimiento y calidad del grano, con las variedades comerciales Blanco Sinaloa 92 y Blanoro, durante cinco ciclos agrícolas, se presentan en el Cuadro 2; se observa que la línea Hoga 067 superó a los testigos comerciales en rendimiento de origen o de campo ($3,126 \text{ kg ha}^{-1}$), rendimiento de grano para exportación (cribado en malla de 9 mm) ($2,959 \text{ kg ha}^{-1}$) y en tamaño o calibre de grano (42.5 granos en 30 g); con respecto al porciento de grano de exportación se ubicó en 94.1 %.

Similitud genética entre Hoga 067 y cinco variedades comerciales de garbanzo blanco

El análisis se realizó con marcadores moleculares RAPD (Random Amplification of Polymorphic Dna) en la línea avanzada Hoga 067 y cinco variedades de garbanzo; se utilizaron los iniciadores OPD-02, OPD-11, OPF-03, OPG-14, OPM-02, OPM-18 y OPS-09 y se analizaron un total de 158 loci. El porcentaje de similitud entre las variedades se calculó mediante el coeficiente de similitud de Jaccard (Jaccard, 1908). En el Cuadro 3 se observa que el coeficiente de similitud entre Hoga 067 y Blanco Sinaloa 92 es del 43%, la similitud más alta entre los genotipos analizados, resultado de esperarse considerando que Blanco Sinaloa 92 es uno de los progenitores de Hoga 067. Mientras que la similitud entre Hoga 067 y Blanoro es del 38%. El índice de similitud más alto fue de 48.6% entre las variedades Sinalomex y Combo 743, mientras que el más bajo fue de 31.6% entre Blanco Sinaloa 92 y Mazocahui.

Cuadro 2. Rendimiento y calibre de grano de la línea de garbanzo Hoga 067 y los testigos Blanco Sinaloa 92 (BS92) y Blanoro, en parcelas de validación, en el Valle de Santo Domingo, B. C. S.

Genotipo	Ciclo agrícola					Promedio
	2011-12	2012-13	2014-15	2017-18	2019-20	
Rendimiento de origen o de campo (kg ha⁻¹)						
BS92	2902	3942	2303	2975	3319	3088
Blanoro	2845	3618	1940	2875	3509	2957
Hoga 067	3203	3819	2341	3493	2775	3126
Rendimiento de grano de exportación (kg ha⁻¹)						
BS92	2740	3796	2051	2822	3129	2908
Blanoro	2777	3471	1673	2767	3350	2808
Hoga 067	3068	3671	2121	3315	2621	2959
Porcentaje de grano de exportación						
BS92	94.3	96.0	88.8	94.9	94.2	93.6
Blanoro	97.3	95.6	85.8	96.1	95.4	94.0
Hoga 067	95.4	95.5	90.4	94.9	94.2	94.1
Calibre de grano de exportación (granos en 30 g)						
BS92	46.1	42.4	45.0	41.0	40.4	43.0
Blanoro	44.0	44.5	47.0	42.0	40.6	43.6
Hoga 067	43.5	41.8	45.0	41.0	41.4	42.5

El agrupamiento se construyó mediante el algoritmo UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithtmetical Averages) o por pares no ponderados, utilizando media aritmética. Los análisis se realizaron con el programa Free Tree v. 0.9.1.50 (Hapl *et al.*, 2001). En la Figura 1 se presenta el resultado del análisis de agrupamiento. Se observan dos grupos principales, el grupo I en el que se ubica la línea avanzada Hoga 067 y la variedad Blanco Sinaloa 92. El grupo II está formado por las variedades Combo 743, Sinalomex y Blanoro. Mientras que la variedad Mazocahui se ubica separada del resto de las variedades.

Cuadro 3. Similitud genética entre la línea de garbanzo Hoga 067 y los testigos comerciales Blanco Sinaloa 92 (B.S.92), Combo 743, Mazocahui, Sinalomex y Blanoro

Genotipos	Hoga 067	Blanco Sinaloa 92	Combo 743	Mazocahui	Sinalomex	Blanoro
Hoga 067	--					
Blanco Sinaloa 92	0.43333	--				
Combo 743	0.36449	0.44792	--			
Mazocahui	0.36	0.31633	0.37736	--		
Sinalomex	0.35965	0.37037	0.48649	0.35965	--	
Blanoro	0.38182	0.38095	0.42105	0.34513	0.39024	--

Nota: Los valores representan el porcentaje de similitud genética entre los genotipos

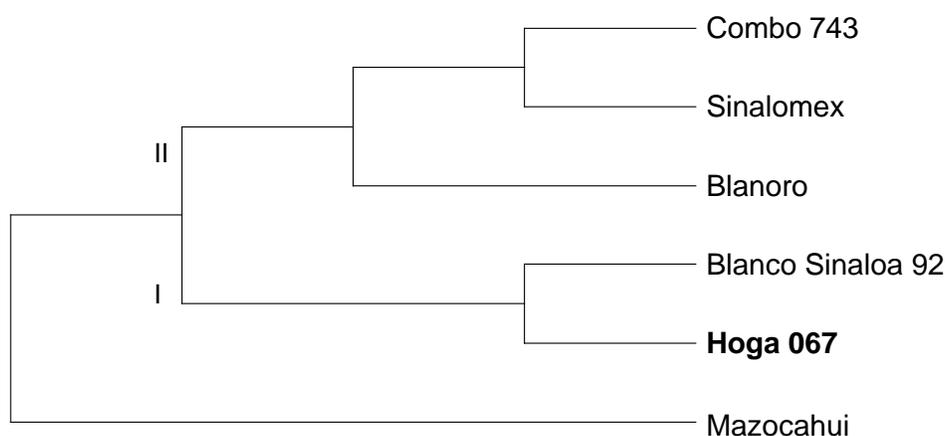


Figura 1. Agrupamiento obtenido a partir de 158 loci identificados mediante el análisis con marcadores moleculares RAPD de seis genotipos de garbanzo blanco. En negritas se observa la línea avanzada Hoga 067 propuesta como nueva variedad de garbanzo blanco para Baja California Sur

Conclusiones

La línea Hoga 067 presenta características de rendimiento y calidad de grano que supera a los testigos comerciales Blanco Sinaloa 92 y Blanoro en condiciones agroclimáticas de Baja California Sur, por lo que se considera adecuado proponerla como una nueva variedad para esta región.

Se determinó una similitud genética de 43 % entre Hoga 067 y Blanco Sinaloa 92.

Literatura citada

- Gómez G. R. M. 1993. Blanco Sinaloa 92: nueva variedad de garbanzo para el noroeste de México. SARH, INIFAP, CIRNO. Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán, Sin. Folleto Técnico no. 13.
- Hampel V., A. Pavlíček y J. Flegr. 2001. Construction and bootstrap analysis of DNA fingerprinting-based phylogenetic trees with the freeware program Free Tree: application to trichomonad parasites. *Int. J. Syst. Evol. Micr.* 5: 731-735.

- Jaccard, P. (1908). Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bull. Soc. Vandoise des Sci. Nat. 44:223–270.
- Melgoza V. C. M. 2019. Determinación de descriptores morfoagronómicos para diferenciar genotipos de garbanzo: Hoga 067, Hoga 2006-14-8 y Blanco Sinaloa 92. Memoria del Simposio Nacional de Garbanzo. Memoria Científica No. 15. Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIRNO-INIFAP. Hermosillo, Sonora. P. 101-110.
- Morales G. J. A. y R. Jaime G. 1993. Hermosillo 93 y Pitic 93: nuevas variedades de garbanzo para la costa de Hermosillo. SARH, INIFAP, CIRNO. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Son. Folleto Técnico no. 10.
- Ortega M. P.F., G.A. Fierros L., J.A. Acosta G., V. Valenzuela H., I. Padilla V., F. Rodríguez P, E. Gutiérrez P., B.Z. Guerrero A. y S. Velarde F. 2016. Nuevos genotipos de garbanzo para ser liberados como variedades en el Noroeste de México. Memoria del IV Simposio Nacional de Garbanzo. Memoria Científica No. 9. Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIRNO-INIFAP. Hermosillo, Sonora. P. 17-24.
- SADER - SIAP. 2017. Atlas Agroalimentario 2017. Primera edición 2017. Sagarpa, Siap. México, D. F. 215 p.
- SADER - SIAP. 2018. Atlas Agroalimentario 2018.
- SADER – SIAP. 2019. Panorama Agroalimentario 2019, edición 2020. SADER. CDMX. 214 pp. Publicación electrónica.

ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL NEMATODO AGALLADOR *Nacobbus aberrans*

Marco Antonio MAGALLANES-TAPIA¹, Ignacio CID DEL PRADO-VERA², Howard FERRIS³, Cristian NAVA-DÍAZ², Juan Manuel GONZÁLEZ-CAMACHO² y Daniel Leobardo OCHOA-MARTÍNEZ²

¹CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa. Guasave, Sinaloa; ²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, México; ³Department of Entomology and Nematology, University of California. Davis, USA. mmagallanes@ipn.mx

Resumen

Se determinó el efecto de la biofumigación utilizando sorgo seco (*Sorghum vulgare*), estiércol fresco de gallina y estiércol fresco de borrego en mezcla con productos químicos (fluopyram), biológicos (*Purpureocillium lilacinum*, *Pochonia chlamydosporia* y *Trichoderma viride*) y orgánicos (*Tagetes erecta* y extractos vegetales), aplicados de manera individual o como paquetes tecnológicos, sobre *Nacobbus aberrans*. El estudio se realizó en 2019 en un invernadero de tomate en Texcoco, México, utilizando un diseño experimental de parcelas divididas con 2 factores y 4 bloques. La parcela grande con dos niveles (biofumigación y no biofumigación) y la parcela chica con 13 niveles (nematicidas comerciales). El ensayo se llevó a cabo en dos etapas. En la primera, se biofumigaron las camas de los cuatro bloques del sitio experimental durante 27 d. En la segunda, se trasplantó tomate cv. El Cid y se aplicaron los nematicidas comerciales químicos, biológicos y orgánicos durante el cultivo y hasta los 120 días después del trasplante (ddt). Se evaluó el desarrollo poblacional de *N. aberrans*, el daño radicular acumulado y el rendimiento de tomate. Los datos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias. La parcela biofumigada presentó 86.3% menos población total de *N. aberrans*, antes del trasplante de tomate, y 9.8% menos al final del experimento (120 ddt), en contraste con la parcela no biofumigada. La parcela biofumigada registró 39% menos área bajo la curva de la población de *N. aberrans* (ABCPNA) y 7.1% menos área bajo la curva de daño radicular (ABCDR), durante el experimento. Cuando la biofumigación se combinó con fluopyram, el daño radicular, expresado en ABCDR, fue 28% menos que el testigo. Este nematicida, solo, redujo el daño radicular en 22.3% e incrementó 58.7% el rendimiento de tomate. El presente estudio de manejo del agallador *N. aberrans* puede estandarizarse en el cultivo de garbanzo.

Palabras clave: biofumigación, paquete tecnológico, falso agallador, manejo integrado.

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) registró una superficie de siembra de 45 284 ha con una producción de 3.3 millones de toneladas en 2020, en México (SIAP-SADER, 2021). Los nematodos fitoparásitos causan importantes pérdidas económicas a este y otros cultivos en todo el mundo (Elling, 2013). En México, los nematodos agalladores *Meloidogyne* spp. y *Nacobbus aberrans* afectan a una amplia gama de cultivos y reducen su producción desde 7% a 70% (Sosa-Moss, 1985; Cid del Prado-Vera *et al.*, 1997; Cid del Prado *et al.*, 2001; Cabrera-Hidalgo *et al.*, 2014). Algunas estrategias que se utilizan en el manejo de nematodos fitoparásitos incluyen nematicidas químicos, la biofumigación, la solarización, la biosolarización, los extractos de plantas, la incorporación de enmiendas orgánicas, los abonos de animales, abonos verdes, compostas, los agentes de biocontrol, y la estimulación de las actividades de la red alimentaria

del suelo mediante el uso de cultivos de cobertura (Scopa y Dumontet, 2007; Ros *et al.*, 2008; Oka, 2010; Brennan *et al.*, 2020). No obstante, estos métodos de manejo se han utilizado individualmente o no se han integrado bien, lo que disminuye su eficacia. Por lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la combinación de la biofumigación, nematicidas químicos, agentes de control biológico y extractos vegetales en el manejo integrado de *Nacobbus aberrans* en tomate, bajo condiciones de invernadero.

Materiales y métodos

El experimento se desarrolló durante 2019 en un invernadero de tomate en Texcoco, México, en dos etapas: E1) biofumigación en retrasplante; E2) aplicación de nematicidas comerciales al trasplante de tomate Saladette cv. El Cid, y durante el desarrollo del cultivo. Este invernadero cuenta con antecedentes de infestación por *N. aberrans* en tomate y pepino, durante varios años. El ensayo se llevó a cabo en un diseño factorial con 26 tratamientos (13 x 2) en parcelas divididas, con dos factores y cuatro bloques. La parcela grande, contempló dos niveles o tratamientos: biofumigación y no biofumigación; cada uno con 520 plántulas de tomate en cuatro camas, en un área total de 124.8 m². La parcela chica se conformó por 13 niveles o tratamientos, cada uno de 10 plantas en micro parcelas de 2.4 m². Estos tratamientos nematicidas (químicos, biológicos y orgánicos), se aplicaron de manera individual o en combinación como paquetes tecnológicos (Cuadro 1).

La primera etapa, que incluyó la biofumigación, se estableció de mayo a julio de 2019. Se aplicaron 50 t ha⁻¹ de materia orgánica en los bloques de la parcela (sorgo seco, estiércol fresco de gallina y estiércol fresco de borrego). Se construyeron las camas, se humedecieron a capacidad de campo y se acolcharon con plástico plateado durante 40 d. Se ventiló el suelo y, después de 10 d, se trasplantaron 520 plántulas de tomate de cuatro semanas de crecimiento. Los cuatro bloques de la parcela sin el tratamiento de biofumigación no recibieron material orgánico. Se formaron las camas, se acolchó con plástico plateado y se trasplantaron el mismo número de plántulas de tomate de cuatro semanas de desarrollo en la misma fecha que la parcela anterior.

Los nematicidas comerciales incluyeron productos químicos, agentes de control biológico y extractos vegetales. Las dosis utilizadas se realizaron con base en las especificaciones del fabricante. Los tratamientos se aplicaron al trasplante (inmersión del sistema radicular) y durante el desarrollo del cultivo (base del tallo) (Cuadro 1).

El índice poblacional de *N. aberrans* se estimó en cuatro evaluaciones en la parcela biofumigada: 1) antes y 2) después del proceso de biofumigación (un día antes del trasplante); 3) a los 60 ddt; 4) a los 120 ddt. Mientras que en la parcela no biofumigada se efectuó en tres ocasiones: 1) un día antes del trasplante; 2) a los 60 ddt; 3) a los 120 ddt. Las muestras de suelo se colectaron a una profundidad de 25 cm. El índice de agallamiento (ÍA) de las raíces de las plantas, de ambas parcelas, se estimó a los 60, 90 y 120 ddt tomando como base la escala de raíz agallada (Bridge y Page, 1980). El porcentaje de daño radicular se calculó a partir del IÁ mediante la fórmula de Townsend y Heuberger (1943). La producción de tomate se registró a partir de seis cosechas de frutos maduros a intervalos de 7 d y el rendimiento (t ha⁻¹) se calculó con base en su producción

(kg). Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P > 0.05$) con el paquete estadístico R. Además, se determinó el área bajo la curva de la población de *N. aberrans* (ABCPNA) y área bajo la curva de daño radicular (ABCDR), y se analizaron mediante ANOVA y comparación de medias.

Cuadro 1. Nematicidas comerciales evaluados en el manejo de *Nacobbus aberrans* en tomate.

Nº	Productos [†]	Número e intervalo de aplicaciones
1	<i>P. lilacinum</i> - BA [¶]	6 aplicaciones (at ⁺⁺⁺ y 20, 40, 60, 80, 100 ddt ^{¶¶¶})
2	Fluopyram [§]	2 aplicaciones [at (0.5 L ha ⁻¹) y 15 ddt (0.5 L ha ⁻¹)]
3	<i>T. erecta</i> ^p	8 aplicaciones (at y 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 ddt)
4	Extractos botánicos ^{¶¶}	5 aplicaciones (at y 12, 42, 72, 102 ddt)
5	<i>T. viride</i> ^{††}	6 aplicaciones (at y 20, 40, 60, 80, 100 ddt)
6	<i>P. lilacinum</i> - LS ^{¶¶}	6 aplicaciones (at y 20, 40, 60, 80, 100 ddt)
7	Extractos vegetales ^{§§}	9 aplicaciones [at (12 L ha ⁻¹), 7 ddt (9 L ha ⁻¹), 14 ddt (6 L ha ⁻¹), 21 ddt (3 L ha ⁻¹), 35, 49, 63, 77 y 91 ddt (2 L ha ⁻¹ , cada una)]
8	<i>P. lilacinum</i> - K ^{pp}	6 aplicaciones (at y 14, 28, 56, 84, 112 ddt)
9	<i>P. chlamydosporia</i> ^{¶¶¶}	8 aplicaciones (at y 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 ddt)
10	Paquete tecnológico 1	
	a) Extractos vegetales	a) Mismo número e intervalos de aplicaciones que el Tratamiento 7
	b) <i>P. lilacinum</i> - K	b) Mismo número e intervalos de aplicaciones que el Tratamiento 8
11	Paquete tecnológico 2	
	a) <i>P. lilacinum</i> - BA	a) 5 aplicaciones (at y 28, 56, 84, 112 ddt)
	b) <i>T. viride</i>	b) 4 aplicaciones (7, 33, 63, 91 ddt)
	c) Extractos vegetales	c) 4 aplicaciones [14 ddt (12 L ha ⁻¹), 42 ddt (9 L ha ⁻¹), 70 ddt (6 L ha ⁻¹), 98 ddt (2 L ha ⁻¹)]
	d) <i>T. erecta</i>	d) 4 aplicaciones (21, 49, 77, 105 ddt)
12	Paquete tecnológico 3	
	a) Extractos botánicos	a) 5 aplicaciones (at y 28, 56, 84, 112 ddt)
	b) <i>P. lilacinum</i> - LS	b) 4 aplicaciones (7, 33, 63, 91 ddt)
	c) <i>P. chlamydosporia</i>	c) 4 aplicaciones (14, 42, 70, 98 ddt)
	d) <i>T. erecta</i>	d) 4 aplicaciones (21, 49, 77, 105 ddt)
13	Testigo	-.-

[†]Se aplicó enraizador a tratamientos 1-6, 9, 11 y 12 (Fiamin R), y 7, 8 y 10 (Supra Root®), excepto al testigo; [¶]BioAct®; [§]Verango®; ^pNemacem; ^{¶¶}Sterminar; ^{††}Fabricante: Unidad Tecnológica Fitosanitaria Integral – Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte; ^{¶¶¶}Lila-Sin®; ^{§§}Majesty®; ^{pp}Kastelo®; ^{¶¶¶}Genexis PH; ⁺⁺⁺at: al trasplante; ^{¶¶¶}ddt: días después del trasplante

Resultados y discusión

Efecto de la interacción entre tratamientos de la parcela grande (biofumigación y no biofumigación) y parcela chica (nematicidas comerciales). La combinación del testigo + no biofumigación, cuantificó la mayor área bajo la curva de población de *N. aberrans* (ABCPNA); mientras que *T. erecta* + biofumigación, la menor. El ANOVA no mostró diferencias entre las interacciones de los tratamientos de la parcela grande (biofumigación y no biofumigación) y parcela chica (nematicidas comerciales) (Cuadro 2). El efecto de las combinaciones sobre el área

bajo la curva de daño radicular (ABCDR) se comportó de la siguiente manera: el testigo, *P. lilacinum* - BA, extractos botánicos, *T. erecta* y *T. viride* + no biofumigación, en todos los casos, documentaron el mayor daño radicular; por el contrario, fluopyram, con o sin biofumigación, extractos vegetales + biofumigación y *T. erecta* + biofumigación, tuvieron los menores daños. El análisis estadístico arrojó diferencias significativas ($P = 0.000389^{***}$) (Cuadro 2).

Fluopyram, con o sin biofumigación, fueron las combinaciones con el mayor rendimiento de tomate, seguidas del paquete tecnológico 3 (extractos botánicos + *P. lilacinum* - LS + *P. chlamydosporia* + *T. erecta*) + no biofumigación y *P. chlamydosporia* + biofumigación. Por su parte, el testigo + biofumigación, extractos vegetales + no biofumigación y *P. chlamydosporia* + no biofumigación, obtuvieron los menores rendimientos. El análisis estadístico no registró diferencias entre las interacciones de la parcela grande con la parcela chica (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de las interacciones entre tratamientos de la parcela grande (biofumigación y no biofumigación) y parcela chica (tratamientos nematicidas) sobre el desarrollo poblacional de *Nacobbus aberrans*, el porcentaje de daño radicular acumulado y el rendimiento de tomate.

Nº	Productos	ABCPNA [†]		ABCDR [‡]		Rendimiento ^{††} (t ha ⁻¹)	
		B [§]	NB [¶]	B	NB	B	NB
1	<i>P. lilacinum</i> – BA	13 830 a ^²	16 072 a	551 abc	615 a	32 a	30 a
2	Fluopyram	6375 a	27 690 a	454 c	491 bc	48 a	78 a
3	<i>T. erecta</i>	2325 a	12 015 a	536 abc	607 a	32 a	37 a
4	Extractos botánicos	15 638 a	10 027 a	570 ab	611 a	34 a	37 a
5	<i>T. viride</i>	7725 a	13 192 a	559 abc	607 a	31 a	38 a
6	<i>P. lilacinum</i> – LS	25 342 a	37 942 a	566 ab	600 a	32 a	39 a
7	Extractos vegetales	20 715 a	21 007 a	532 abc	589 ab	37 a	22 a
8	<i>P. lilacinum</i> – K	12 600 a	20 032 a	566 ab	596 a	38 a	35 a
9	<i>P. chlamydosporia</i>	9150 a	10 155 a	562 abc	592 ab	45 a	24 a
10	Paquete tecnológico 1	4957 a	15 135 a	562 ab	577 ab	33 a	27 a
11	Paquete tecnológico 2	20 280 a	4867 a	540 abc	592 a	36 a	31 a
12	Paquete tecnológico 3	8107 a	23 055 a	574 ab	577 ab	35 a	46 a
13	Testigo	14 400 a	77 430 a	585 ab	630 a	19 a	32 a

[†]ABCPNA: promedio del área bajo la curva de población de *Nacobbus aberrans*; [‡]ABCDR: promedio del área bajo la curva de daño radicular; ^{††}rendimiento promedio (producción de frutos transformados a toneladas); [§]B: biofumigación; [¶]NB: no biofumigación; ^²en cada columna de B y NB las cifras con las mismas letras no son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Efecto de la biofumigación sobre la fluctuación poblacional de *Nacobbus aberrans*. En las muestras colectadas antes de la biofumigación, se detectaron 3166 individuos. En la segunda evaluación, después de la biofumigación, se cuantificaron 435 organismos; mientras que en la parcela no biofumigada, se registraron 3627. A los 60 ddt se encontraron 1869 especímenes en la parcela biofumigada; en cambio, en la parcela no biofumigada, 7330 ejemplares. En la parcela biofumigada, a los 120 ddt se detectaron 16 218 individuos. Por el contrario, en la no biofumigada, 17 984 organismos.

Efecto de la biofumigación sobre el desarrollo poblacional de *Nacobbus aberrans*, el porcentaje de daño radicular acumulado y el rendimiento. La parcela no biofumigada manifestó los mayores niveles, tanto de ABCPNA como de ABCDR, y ambos fueron significativamente superiores a la parcela biofumigada (ABCPNA, $P = 0.00315^{**}$; ABCDR $P = 0.0228^*$) (Cuadro 3). El rendimiento de tomate se obtuvo de la producción de tomate realizada en seis cosechas a intervalos de siete días. Si bien, la parcela no biofumigada registró el rendimiento promedio máximo de tomate (37 t ha⁻¹), el análisis estadístico no mostró diferencias entre ambos niveles de la parcela grande (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la biofumigación y la no biofumigación sobre el desarrollo poblacional de *Nacobbus aberrans*, el porcentaje de daño radicular acumulado y el rendimiento de tomate

Tratamientos de la parcela grande	ABCPNA [†]	ABCDR [‡]	Rendimiento [§] (t ha ⁻¹)
biofumigación	12 472 b ^p	548 b	35 a
No biofumigación	20 402 a	590 a	37 a

[†]ABCPNA: promedio del área bajo la curva de población de *Nacobbus aberrans*; [‡]ABCDR: promedio del área bajo la curva de daño radicular; [§]rendimiento promedio (producción de frutos transformados a toneladas); ^pen cada columna las cifras con las mismas letras no son significativamente diferentes ($P < 0.005$).

Efecto de los tratamientos de la parcela chica (tratamientos nematicidas) sobre el desarrollo poblacional de *Nacobbus aberrans*, el porcentaje de daño radicular acumulado y el rendimiento. El testigo cuantificó las mayores unidades de ABCPNA (45 915); mientras tanto, *T. erecta* y *P. chlamydosporia*, las menores con 7170 y 9652, respectivamente (Cuadro 4). El análisis estadístico no mostró diferencias entre los tratamientos nematicidas (Cuadro 4). En el ABCDR, el testigo cuantificó el mayor porcentaje de daño radicular (607 unidades); mientras que fluopyram, el menor (472 unidades) (Cuadro 4). El ANOVA indicó diferencias entre los tratamientos nematicidas ($P = 4.06 \text{ e-}07^{***}$) (Cuadro 4). Referente al rendimiento de tomate, fluopyram documentó el valor más alto (63 t ha⁻¹) y el testigo el más bajo (26 t ha⁻¹). El ANOVA expresó diferencias entre los tratamientos nematicidas ($P = 0.000341^{***}$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos nematicidas sobre el desarrollo poblacional de *Nacobbus aberrans*, el porcentaje de daño radicular acumulado y el rendimiento de tomate.

No.	Productos	ABCPNA [†]	ABCDR [¶]	Rendimiento [§] (t ha ⁻¹)
1	<i>P. lilacinum</i> – BA	14 951 a	583 a	31 b
2	Fluopyram	17 032 a	472 b	63 a
3	<i>T. erecta</i>	7170 a	572 a	34 b
4	Extractos botánicos	12 832 a	591 a	36 b
5	<i>T. viride</i>	10 459 a	583 a	34 b
6	<i>P. lilacinum</i> – LS	31 642 a	583 a	36 b
7	Extractos vegetales	20 861 a	560 a	30 b
8	<i>P. lilacinum</i> – K	16 316 a	581 a	37 b
9	<i>P. chlamydosporia</i>	9652 a	577 a	34 b
10	Paquete tecnológico 1	10 046 a	570 a	30 b
11	Paquete tecnológico 2	12 574 a	566 a	33 b
12	Paquete tecnológico 3	15 581 a	575 a	40 b
13	Testigo	45 915 a	607 a	26 b

[†]ABCPNA: promedio del área bajo la curva de población de *Nacobbus aberrans*; [¶]ABCDR: promedio del área bajo la curva de daño radicular; [§]rendimiento promedio (producción de frutos transformados a toneladas); [¶]en cada columna las cifras con las mismas letras no son significativamente diferentes (P < 0.005).

Conclusiones

- La parcela biofumigada disminuyó 86.3% la población total de *Nacobbus aberrans* en todo el experimento, antes del trasplante de tomate, y 9.8% menos al final del experimento (120 ddt); ambas comparaciones con la parcela no biofumigada.
- La parcela con biofumigación registró 39% menos del área bajo la curva de la población de *N. aberrans* (ABCPNA) y 7.1% menos del área bajo la curva de daño radicular (ABCDR), durante el experimento.
- Cuando la biofumigación se combinó con fluopyram, el daño radicular, expresado en ABCDR, fue 28% menos que el testigo. Este nematicida, solo, redujo el daño radicular en 22.3% e incrementó 58.7% el rendimiento de tomate.
- El presente estudio de manejo del agallador *N. aberrans* puede estandarizarse en el cultivo de garbanzo.

Literatura citada

- Brennan, R. J. B., Glaze-Corroran, S., Robert, W. I. C. K. and Hashemi, M. 2020. Biofumigation: an alternative strategy for the control of plant parasitic nematodes. *Journal of Integrative Agriculture*, 19: 1680-90.
- Bridge, J. and Page, S. 1980. Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management*, 26: 296-298.
- Cabrera-Hidalgo, A. J., Valdovinos-Ponce, G., Mora-Aguilera, G., Rebollar-Alviter, A. and Marbán-Mendoza, N. 2014. Occurrence of *Nacobbus aberrans* in horticultural crops in northwestern Michoacán, Mexico. *Nematropica* 44: 107-117.

- Cid del Prado-Vera, I., Ávila, G. E. and Evans, K. 1997. Gama de hospedantes de poblaciones mexicanas de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944. *Nematropica*, 27: 104.
- Cid del Prado V., I., Tovar S., A. y A. Hernández J. 2001. Distribución de especies y razas de *Meloidogyne* en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19: 32-39.
- Elling, A. A. 2013. Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. *Phytopathology*, 103: 1092-1102.
- Oka, Y., Shapira, N. and Fine, P. 2007. Control of root-knot nematodes in organic farming systems by organic amendments and soil solarization. *Crop Protection*, 26: 1556-1565.
- Ros, M., García, C., Hernandez, M. T., Lacasa, A., Fernández, P. and Pascual, J. A. 2008. Effects of biosolarization as methyl bromide alternative for *Meloidogyne incognita* control on quality of soil under pepper. *Biology and Fertility of Soils*, 45: 37-44.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). 2021. Producción agrícola. <https://www.gob.mx/siap>
- Scopa, A. and Dumontet, S. 2007. Soil solarization: effects on soil microbiological parameters. *Journal of Plant Nutrition* 30: 537-547.
- Sosa-Moss, C. 1985. Report on the status of *Meloidogyne* research in Mexico, Central America and the Caribbean Countries (Region 1). In: "An advanced treatise on *Meloidogyne*". Vol. I. Biology and control. International *Meloidogyne* Project. Sasser, N. J. and C. C. Carter (Eds.). Raleigh, North Carolina State University, USA. pp. 327-346.
- Townsend, G. R. and Heuberger, J. W. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*, 27: 340-343.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO EN DIFERENTES AMBIENTES DE PRODUCCIÓN EN EL SUR DE SONORA

Isidoro PADILLA-VALENZUELA¹, Pedro Francisco ORTEGA-MURRIETA², Gustavo Adolfo FIERROS-LEYVA², Víctor VALENZUELA-HERRERA⁴, José Eliseo ORTIZ-ENRÍQUEZ¹, Jorge Alberto ACOSTA-GALLEGOS³

¹INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug, ²Campo Experimental Costa de Hermosillo,

³Campo Experimental Bajío, ⁴Campo Experimental Valle de Culiacán

padilla.isidoro@inifap.gob.mx

Resumen

La constante amenaza de enfermedades de raíz y del follaje bajo un escenario cambiante en las condiciones climáticas y de monocultivo, requiere del mejoramiento genético para disponer de nuevas variedades de garbanzo con mejores atributos de calidad y resistencia. Por lo anterior. El presente trabajo tuvo como finalidad determinar el comportamiento agronómico de estas nuevas variedades bajo diferentes ambientes de producción en el sur de Sonora. De acuerdo con los resultados, la variedad Blancoson destacó significativamente en rendimiento en siembras de diciembre. Sin embargo, Sinalomex 2018 y Combo 743 mostraron mayor rendimiento de exportación a través de ambientes de producción.

Palabras clave: Mejoramiento genético, enfermedades, calibre de grano.

Introducción

En el estado de Sonora se han generado y registrado diez variedades de garbanzo blanco: Sonora 80, Tubutama 88, Hermosillo 93, Pitic 93, Blanco Magdalena 95, Tequi Blanco 98, Desierto 98, Costa 2004, Blanoro, Mazocahui y BlancoSon (Morales, 1999; Morales y Jaime, 1993; Morales y Jiménez, 1989; Morales *et al.*, 2005; Ortega *et al.*, 2013a; Ortega *et al.*, 2013b). La gran mayoría de estas variedades están en desuso por su baja calidad y/o por la pérdida de la resistencia a las enfermedades de la raíz, situación que le puede ocurrir a las variedades actualmente en uso; con base a lo anterior se requiere de disponer de nuevas variedades con mejores atributos, respecto a calidad y resistencia a los patógenos causantes de las pudriciones de raíz, organismos que cada vez amenazan con mayores daños por el constante monocultivo y por las cambiantes condiciones ambientales y por su propia evolución que superan los genes de resistencia utilizados en el mejoramiento previo.

En el sur de Sonora con un padrón de 328 productores de garbanzo contribuye en el 36.1% de una superficie estatal de 18,368 hectáreas y un valor de la producción anual estimado en 238 millones de pesos. Al ser un producto de exportación, el garbanzo contribuye al ingreso de divisas además de su bajo requerimiento hídrico. En el estudio de líneas avanzadas y variedades en la región sur de Sonora se identificaron por su alto potencial de rendimiento y calidad de grano a los genotipos Hoga 2002-2-2, Hoga 2002-6-3, Cuga 09 3105, CUGA 09-743, las cuales se liberaron como nuevas variedades Blancoson, Mazocahui, Sinalomex 2018 y Combo 743. El presente estudio tuvo como finalidad determinar el comportamiento agronómico de estas nuevas variedades bajo diferentes ambientes de producción en el sur de Sonora.

Materiales y Métodos

Se evaluó el efecto de dos factores donde A fueron los ambientes y B las variedades. Para el ambiente 1 la siembra fue sobre humedad el 17 de diciembre 2020, en los terrenos del Sitio

Experimental Valle del Mayo (27° 00' 40" N y 109° 30' 04" W) a 39 msnm, en suelo de barrial (>50% arcilla) con riego de presiembra y dos de auxilio. En el ambiente 2 se estableció en los terrenos del Campo Experimental Norman E. Borlaug (27° 22' 13.9" N y 109° 55' 34.64" W) a 38 msnm el 6 de enero de 2021 con un riego de presiembra mas dos de auxilio, y el ambiente 3 fue en la Vasconia (26° 57' 15.17" N y 109° 54' 15.54" W) a 18 msnm, donde la fecha de siembra fue el 5 de enero de 2021 con solo riego de presiembra. Las variedades fueron Blancoson, Mazocahui, Combo 743, Sinalomex 2018 y los testigos Blanoro y Blanco Sinaloa 92. Para cada localidad se utilizó un arreglo en franjas y cuatro réplicas. La unidad experimental fue de 4 surcos de 345 m de largo por 0.80 m de ancho para una parcela útil de 8 m². Las variables estudiadas fueron: días a emergencia, días a inicio de floración, días a final de floración, hábito de crecimiento, reacción a rabia, roya mildiu y moho gris, días a madurez fisiológica, rendimiento de origen calibre de grano, el porcentaje de exportación y el rendimiento neto de exportación. El porcentaje de exportación se obtuvo pasando un kg de muestra por una malla con orificios de 9 mm de diámetro. Los datos de rendimiento de origen y rendimiento neto se analizaron estadísticamente, y la separación de medias fue con DMS 0.05 (Olivares, 2015).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presenta el rendimiento de origen. Bajo condiciones del Valle del Mayo (SEMAY) en siembras del mes de diciembre, la mejor variedad fue Blancoson con 3.208 t/ha, diferente significativamente al resto. Sin embargo, le siguieron Sinalomex 2018 y Mazocahui con 2.726 y 2.677 t/ha, respectivamente. En el Valle del Yaqui (CENEB) sobresalieron Sinalomex 2018 y Combo 743 con 2.925 y 2.448 t/ha y fueron superiores estadísticamente al resto. En la Región del Bajo Rio Mayo (VASCONIA), aunque no se observó diferencia estadística, sobresalieron numéricamente Blanoro, Sinalomex 2018 y Combo 743 con 1.785, 1.747 y 1.745 t/ha, en ese orden. De acuerdo con los resultados, Sinalomex 2018 y Combo 743 mostraron la mejor respuesta a través de localidades.

Cuadro 1. Rendimiento de origen (t/ha) de seis variedades de garbanzo blanco en tres localidades del sur de Sonora. OI 2020-21.

No de Tratamiento	Variedad	Localidad			Promedio
		SEMAY	CENEB	VASCONIA	
1	Blanoro	2.613 b† [a]	2.260 b [b]	1.785 a [c]	2.219
2	Mazocahui	2.677 b [a]	2.355 b [b]	1.630 a [c]	2.220
3	Combo 743	2.494 b [a]	2.448 ab [a]	1.745 a [b]	2.312
4	Blanco Sinaloa 92	2.601 b [a]	2.174 b [b]	1.580 a [c]	2.118
5	Blancoson	3.208 a [a]	2.205 b [b]	1.483 a [c]	2.306
6	Sinalomex 2018	2.726 b [a]	2.925a [a]	1.747 a [b]	2.408
	Promedio	2.720 [a]	2.394 [b]	1.662 [c]	

DMS (0.05) dentro de localidades =0.307, DMS (0.05) entre localidades =0.307

† Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son significativamente diferentes (p<0.01). [] Medias con igual letra en el sentido de las hileras no son significativamente diferentes (p<0.01).

En el Cuadro 2 se presenta el análisis estadístico de rendimiento neto. En el SEMAY el mayor rendimiento neto (de exportación) se obtuvo con las variedades Combo 74, Blanco Sinaloa 92 y Blanoro con 1.699, 1.657 y 1.411 t/ha, diferentes significativamente al resto. En el CENEB sobresalió

estadísticamente Sinalomex 2018 con 2.452 t/ha y le siguió Combo 743 con 2.033 t/ha. En la VASCONIA, sobresalieron estadísticamente Combo 743, Sinalomex 2018 con 1.245 y 1.203 t/ha. Aunque Blanoro y Mazocahui fueron similares estadísticamente con 1.178 Y 0.904 t/ha, respectivamente. De acuerdo con los resultados; para rendimiento neto, Sinalomex 2018 y Combo 743 mostraron la mejor respuesta en el SEMAY y en el CENEB. Blanoro registró un comportamiento similar para rendimiento neto en las tres localidades.

En las Figuras 1 a 3 se muestran las proporciones de producción de granos con calibre de exportación (<50 granos/30g) de las nuevas variedades de garbanzo. Es importante enfatizar que en esta proporción de la producción se ubican los granos gruesos: 0 (48-50), X (46-48), XX (44-46) XXX (42-44) los cuales alcanzan los mayores precios en el mercado de exportación, por arriba de US 1000 dólares/toneladas (Morales y Ortega, 2004). Con dos riegos de auxilio en el SEMAY, Blancoson y Mazocahui produjeron un alto porcentaje de grano de calibre delgado (Figura 1). Según Ortega *et al.* (2019) Mazocahui produce hasta 2.6 t/ha de grano de exportación y posee alta resistencia a raba (*Fusarium oxysporum*). Con humedad de riego y sin riego de auxilio destacaron Combo 743 y Sinalomex 2018. La variedad Blanoro también resultó sobresaliente sin riegos de auxilio (Figura 3).

Cuadro 2. Rendimiento de neto (t/ha) de seis variedades de garbanzo blanco en tres localidades del sur de Sonora. OI 2020-21

No de Tratamiento	Variedad	Localidad			Promedio
		SEMAY	CENEB	VASCONIA	
1	Blanoro	1.411 abc† [a]	1.319 d [a]	1.178 ab [a]	1.303
2	Mazocahui	1.180 c [b]	1.709 bc [a]	0.904 abc [b]	1.264
3	Combo 743	1.699 a [a]	2.033 b [a]	1.245 a [b]	1.659
4	Blanco Sinaloa 92	1.657 ab [a]	0.781 e [b]	0.766 c [b]	1.068
5	Blancoson	1.327 bc [a]	1.595 cd [a]	0.847 bc [b]	1.256
6	Sinalomex 2018	1.313 bc [b]	2.452 a [a]	1.203 a [b]	1.656
	Promedio	1.431 [a]	1.648 [a]	1.024 [b]	

DMS (0.05) dentro de localidades =0.349; DMS (0.05) entre localidades =0.349. [] Medias con igual letra en el sentido de las hileras no son significativamente diferentes (p<0.01). † Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son significativamente diferentes (p<0.01)

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del análisis de la interacción de variedad x localidad en el presente estudio. En el rendimiento de origen se registraron cuatro grupos estadísticos donde las mejores combinaciones estuvieron en la localidad 1 (SEMAY) con la variedad Blancoson (3.208 t/ha) y en la localidad 2 (CENEB) donde fue superior Sinalomex 2018 (2.925 t/ha). En general, la menor expresión de rendimiento de origen se manifestó en la localidad 3 (VASCONIA). Para rendimiento neto, el análisis detectó ocho grupos estadísticos donde sobresalió significativamente Sinalomex 2018 con 2.452 t/ha en la localidad 2 (CENEB). En estudios previos, se reportó un rendimiento neto de 1.435 y 1.258 t/ha en Combo 743 y Sinalomex 2018 en riego por gravedad bajo condiciones del CENEB (Ortega *et al.* 2020). En cambio, en riego por goteo en la Costa de Hermosillo se registró un rendimiento de 4.226 y 2.957 t/ha de rendimiento de neto en Combo 743 y Sinalomex 2018, respectivamente (Ortega *et al.* 2020). Valenzuela *et al.* (2019) describieron a las variedades Combo 743 y Sinalomex 2018 con grano de calibre 3X a 4 X (40-45 granos/30g), color blanco cremoso, de

rugosidad pronunciada, similar a Blanco Sinaloa 92. Blancoson produce granos de color blanco cremoso claro de forma angular, con calibre promedio X (44-46 granos/30g) Ortega *et al.* (2019).

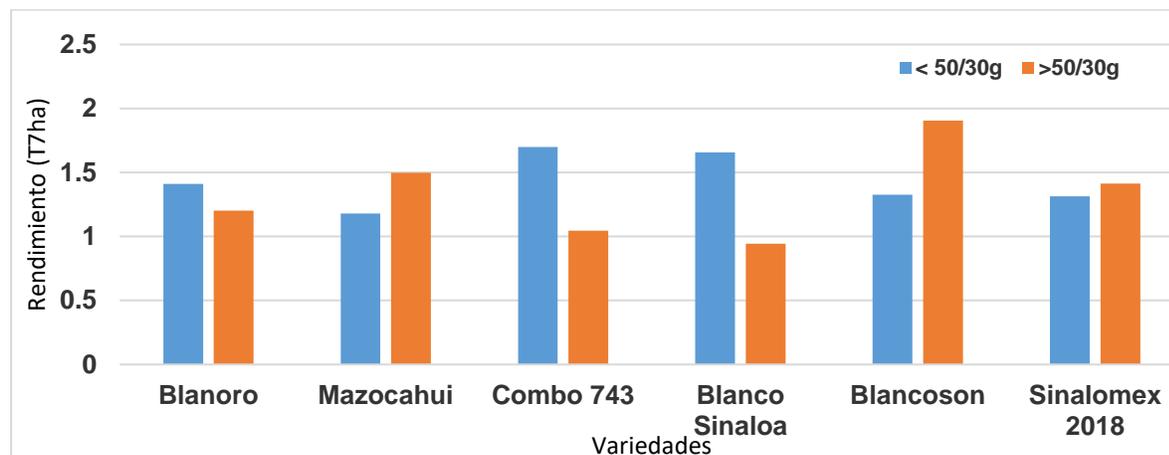


Figura 1. Rendimiento de grano de calibres de exportación (< 50 granos/30g) y de grano mediano y chico (>50 granos/30g) de seis variedades de garbanzo en el SEMAY. OI 2021.

Cuadro 3. Interacción de variedad x localidad en seis variedades de garbanzo blanco

Rendimiento de origen		Rendimiento neto	
AXB	Media	AXB	Media
LOC 1 X VAR 5	3.208 a †	LOC 2 X VAR 6	2.452 a
LOC 2 X VAR 6	2.925 b	LOC 2 X VAR 3	2.033 b
LOC 1 X VAR 3	2.744 b	LOC 2 X VAR 2	1.709 bc
LOC 1 X VAR 6	2.726 b	LOC 1 X VAR 3	1.699 bc
LOC 1 X VAR 2	2.677 b	LOC 1 X VAR 4	1.657 cd
LOC 1 X VAR 1	2.613 bc	LOC 2 X VAR 5	1.595 cd
LOC 1 X VAR 4	2.601 bc	LOC 1 X VAR 1	1.411 cde
LOC 2 X VAR 3	2.448 bcd	LOC 1 X VAR 5	1.327 de
LOC 2 X VAR 2	2.355 cd	LOC 2 X VAR 1	1.319 de
LOC 2 X VAR 1	2.260 d	LOC 1 X VAR 6	1.313 de
LOC 2 X VAR 5	2.205 d	LOC 3 X VAR 3	1.245 ef
LOC 2 X VAR 4	2.174 d	LOC 3 X VAR 6	1.203 ef
LOC 3 X VAR 1	1.785 e	LOC 1 X VAR 2	1.180 efg
LOC 3 X VAR 6	1.747 e	LOC 3 X VAR 1	1.178 efg
LOC 3 X VAR 3	1.745 e	LOC 3 X VAR 2	0.904 fgh
LOC 3 X VAR 2	1.630 e	LOC 3 X VAR 5	0.847 gh
LOC 3 X VAR 4	1.580 e	LOC 2 X VAR 4	0.781 h
LOC 3 X VAR 5	1.481 e	LOC 3 X VAR 4	0.766 h
DMS (0.05)	0.318		0.349
CV (%)	12.3		17.9

†Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son significativamente diferentes (p<0.01)

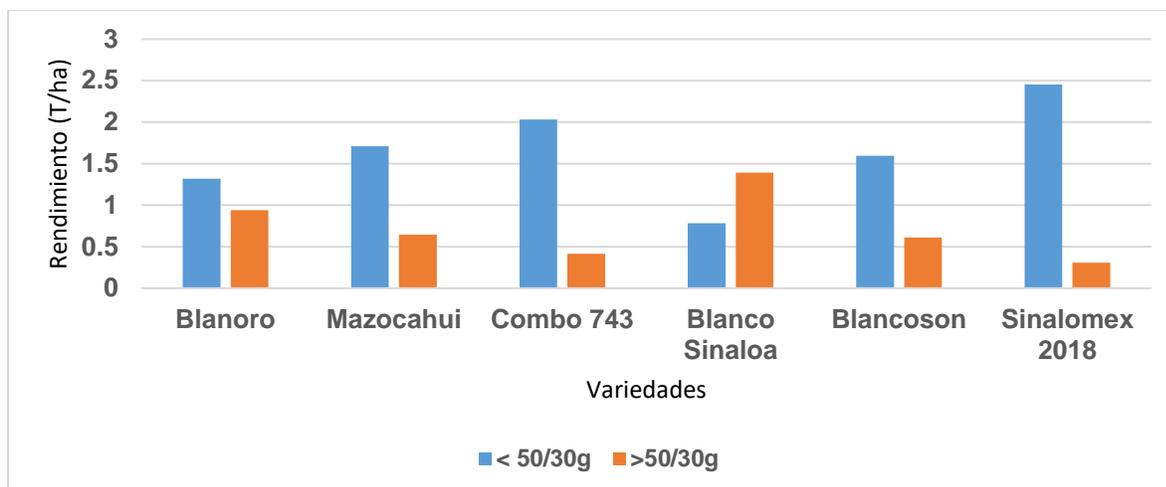


Figura 2. Rendimiento de grano de calibres de exportación (< 50 granos/30g) y de grano mediano y chico (>50 granos/30g) de seis variedades de garbanzo en el CENEB. OI 2021.

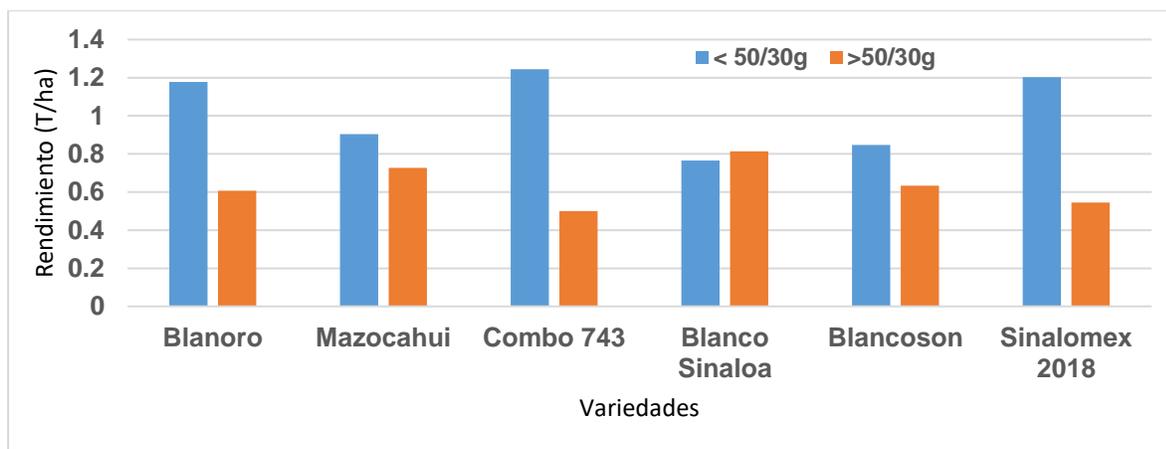


Figura 3. Rendimiento de grano de calibres de exportación (< 50 granos/30g) y de grano mediano y chico (>50 granos/30g) de seis variedades de garbanzo en el la VASCONIA. OI 2021.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados, la variedad Blancoson con 3.233 t/ha destacó significativamente en rendimiento de origen en siembras de diciembre. Sin embargo, Sinalomex 2018 y Combo 743 mostraron mayor rendimiento de exportación (1.656 y 1.659 t/ha) través de ambientes de producción.

Agradecimiento y/o fuente financiera: INIFAP y Fundación PIEAES, A.C.

Literatura Citada

- Morales G. J. A y P. F. Ortega M. 2004. Comercialización y usos del garbanzo. In: El Cultivo del Garbanzo Blanco en Sonora. Libro Técnico No. 6. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, pp. 245-269.
- Olivares S. E. 2015. Programas de Análisis Estadístico. Versión 1.6. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.

- Ortega M., P. F., G. A. Fierros L., I. Padilla V., J. A. Acosta G., V. Valenzuela H., E. Gutiérrez P., F.G. Rodríguez C., B. Z. Guerrero A. y S. Velarde F. 2019. Blancoson: Nueva variedad de garbanzo blanco para México. INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Folleto Técnico No. 47. Hermosillo, Sonora 24 p.
- Ortega M., P. F., G. A. Fierros L., I. Padilla V., J. A. Acosta G., V. Valenzuela H., E. Gutiérrez P., F.G. Rodríguez C., B. Z. Guerrero A. y S. Velarde F. 2019. Mazocahui: Nueva variedad de garbanzo blanco para México. INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Folleto Técnico No. 48. Hermosillo, Sonora 24 p.
- Ortega M., P. F., G. A. Fierros L., I. Padilla V., J. A. Acosta G., B. Z. Guerrero A., V. Valenzuela H., E. Gutiérrez P., A. A. Fu C. y J. M. Ávila S. 2020. Nuevas variedades de garbanzo y aspectos de manejo agronómico. Memoria del Simposio Nacional de Garbanzo. Memoria Científica No. 17. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, pp. 13-19.
- Valenzuela H., V., F. G. Rodríguez C., R. H. Saucedo A., G. A. Fierros L., P. F. Ortega M., M. Ramírez S., S. Velarde F. y J. A. López G. 2019. Variedades de garbanzo mexicano de exportación para el estado de Sinaloa. Memoria del seminario producción de garbanzo en Sinaloa. Memoria técnica No 7. INIFAP-Campo Experimental Valle del Fuerte. Juan José Ríos, Sinaloa, pp. 7-11.

CARACTERIZACION DE SEMILLA DE CUATRO VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO DE EXPORTACION PARA EL ESTADO DE SINALOA

Víctor VALENZUELA-HERRERA¹, Carlos Patricio SAUCEDA-ACOSTA², Milagros RAMÍREZ-SOTO¹, Isidoro PADILLA- VALENZUELA³, Pedro F. ORTEGA-MURRIETA⁴, Sixto VELARDE-FÉLIX¹

¹Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. ²Universidad Autónoma de Sinaloa Facultad de Agronomía ³Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP. ⁴Campo Experimental. Costa de Hermosillo, Hermosillo-INIFAP. valenzuela.victor@inifap.gob.mx

Resumen

De 2010 a 2021 en el noroeste de México, el garbanzo ocupó 62 mil ha anuales con una media de 2.036 t ha⁻¹. El garbanzo *Cicer arietinum* L. es un cultivo de invierno que se ubica en segundo lugar a nivel mundial como leguminosa de grano, después del frijol. Más del 90% del área cosechada se ubica en 10 países que incluyen India, Paquistán, Irán, Turquía, Australia, Canadá y México. Su producción es reconocida debido a la calidad de grano por su uniformidad de tamaño (40-44 granos en 30g), aspecto en el color (blanco-cremoso) y rugosidad pronunciada además de su competitividad por su rendimiento y resistencia a enfermedades de la raíz. El objetivo de este trabajo es la caracterización de semillas en base a su forma y tamaño de cuatro variedades liberadas en el noroeste de México. Las variedades presentaron un peso de 100 semillas lo que representa un valor alto sobre todo en la variedad Blanco Sinaloa 92 que ha sido reportado como con peso muy alto, mayor a 70 g, comparado con las demás variedades estudiadas. El tamaño de grano medido en su longitud (mm) fue registrado en un promedio de 13mm. Los datos para estimar la relación de largo y ancho de la semilla indican la forma esférica por su circularidad.

Introducción

El garbanzo *Cicer arietinum* L. es un cultivo de invierno que se ubica en segundo lugar a nivel mundial como leguminosa de grano, después del frijol. Más del 90% del área cosechada se ubica en 10 países que incluyen India, Paquistán, Irán, Turquía, Australia, Canadá y México (Virgen, 2020). El garbanzo conocido internacionalmente como “tipo mexicano” se basa en la forma, color y sobretodo calibre de grano (30granos/30g) que producen las variedades desarrolladas en México. Su producción es reconocida debido a la calidad de grano por su uniformidad de tamaño (40-44 granos en 30g), aspecto en el color (blanco-cremoso) y rugosidad pronunciada además de su competitividad por su rendimiento y resistencia a enfermedades de la raíz (Larios, 2016). El color es un factor importante que interfiere significativamente en las propiedades sensoriales de aceptabilidad de la preferencia del garbanzo como alimento. El tamaño de semilla es determinado por su peso, un factor importante de exportación y un componente de rendimiento para su producción. En el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias) se han liberado más de 20 variedades de garbanzo con alto potencial de rendimiento y calidad de exportación. El objetivo de este trabajo es la caracterización de semillas en base a su forma, tamaño y color de cuatro variedades liberadas en el noroeste de México.

Materiales y Métodos

Se utilizaron cuatro variedades de garbanzo liberadas en los Campos Experimentales Valle de Culiacán y Costa de Hermosillo del INIFAP. Blanco Sinaloa 92, Costa 2004, Sinalomex 2018 y Como-743. La variedad Blanco Sinaloa-92 es la más sembrada y proviene de la cruce Santo Domingo-82 X Blanco Lechoso realizada en el Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU). Costa 2004 es una variedad de porte erecto liberada en el Campo Experimental Costa de Hermosillo del INIFAP y proviene de la cruce simple entre Tubutama 88 X Blanco Sinaloa 92. Sinalomex 2018 es una variedad generada en el Campo Experimental Valle de Culiacán de porte semierecto que proviene de la cruce simple Cuga-424 X Tequi Blanco 98. Combo 743 es una variedad del Campo Experimental Valle de Culiacán del INIFAP proveniente de la cruce Progreso 95 X Blanco Sinaloa-92. Los materiales fueron sembrados en el Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF) del INIFAP ubicado en el municipio de Ahome, Sinaloa y se localiza 25° 45' 49" de Latitud Norte y 108° 48' 48" Longitud Oeste a 5 msnm. Predomina el clima semiseco-cálido y cuenta con un suelo tipo vertisol de textura media migajón-limoso. El Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU) se localiza a los 24° 37' 23" Latitud Norte y a los 107° 26' 33" Longitud Oeste a 19 msnm. Predomina el clima seco y cálido; el suelo es compacto tipo feozem háplico de textura media arcillosa. Un kilogramo de grano fue pasado por cribas de orificio redondo de 9 mm. Del total de granos que permaneció sin pasar la criba (tamaño de grano 10mm) se realizó un muestreo contando el número de semillas contenidas para estimar el peso de 100 semillas y medir la longitud de semilla. La circularidad de semilla se estimó en relación con ancho y largo por lo que valores más próximos a 1 [Circularidad b (0-1)].

Resultados y Discusión

Los resultados promedio de tres características de semilla de las cuatro variedades evaluadas se presentan en el cuadro 1. Las variedades presentaron un peso de 100 semillas alto sobre todo blanco Sinaloa 92 que ha sido reportado como con peso muy alto (Gómez et al., 2003). El tamaño de grano medido en su longitud (mm) fue registrado en un promedio de 13mm. Los datos para estimar la relación de largo y ancho de la semilla indican la forma esférica por su circularidad próxima b (0-1) (Duarte et al., 2018).

Cuadro 1. Características de semilla de cuatro variedades de garbanzo de exportación para el estado de Sinaloa

GENOTIPO	peso de 100 semillas (g)	Largo (mm)	Circularidad b (0-1)
BLANCO SINALOA-92	71.2a	13.07b	0.82b
COMBO-743	70.6ab	13.01bc	0.83a
SINALOMEX-2018	69.0ab	13.34a	0.82b
COSTA-2004	68.0c	12.86c	0.82b

Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente similares (Tukey, P<0-05).

Conclusiones

Las variedades presentaron un peso de 100 semillas alto sobre todo Blanco Sinaloa 92 que ha sido reportado como con peso muy alto, mayor a 70 g. El tamaño de grano medido en su longitud (mm) fue registrado en un promedio de 13mm. Los datos para estimar la relación de largo y ancho de la semilla indican la forma esférica por su circularidad.

Sugerencia

Las variedades Blanco Sinaloa-92 y Combo 73 fueron las de semillas o granos más grandes por el peso registrado y longitud. Las variedades Sinalomex 2018 y Costa 2004 son semillas de menor peso, aunque en Sinalomex es de mayor longitud. La circularidad es una característica similar en las variedades evaluadas.

Literatura citada

- Duarte, E.R., Gonzalez-Rondán, B., y Rocha, P.S. 2019 Análisis Físico y Germinación de semillas de *Austrochthamalia teyucaarensis* H.A. Keller endémica del bosque Atlántico en peligro de extinción. *Agrociencia* 53:403-416.
- Gómez, G. R. M., Gómez, G. L. y Salinas, P. R. A. 2003. Blanco Sinaloa-92, variedad de garbanzo blanco para exportación. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-C.E. Valle de Culiacán. Folleto Técnico No. 24. 12p.
- Larios Gutiérrez D. R. 2016. Garbanzo mexicano de exportación: situación actual de mercado, ventajas comparativas y análisis de la competencia. IV Simposio nacional de garbanzo. Hermosillo Sonora, México.
- Virgen, G.C. 2020. Biología y manejo integrado de fusarium en garbanzo. In:20-25. Simposio Nacional de Garbanzo. Hermosillo Sonora México 143 p.

RENDIMIENTO Y TAMAÑO DEL GRANO DE NUEVAS VARIEDADES DE GARBANZO BLANCO EN RESPUESTA AL RÉGIMEN DE HUMEDAD

Fernando CABRERA-CARBAJAL¹, Isidoro PADILLA-VALENZUELA ¹

¹INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug
padilla.isidoro@inifap.gob.mx

Resumen

Se sabe que, entre las diferentes leguminosas, el garbanzo es un cultivo muy aceptado en la temporada de invierno en las zonas del país propensas a la sequía, también a nivel mundial donde hay escasez de humedad. En el contexto anterior, la tarea de este trabajo consiste en obtener datos de la interacción riegos x variedades comerciales sugeridas para siembra, así como evaluar si bajo condiciones de estrés hídrico el rendimiento mantiene al cultivo como opción productiva para condiciones de escasa disponibilidad de agua de riego. El objetivo fue evaluar la respuesta de cuatro nuevas variedades y dos testigos de garbanzo blanco en tres regímenes de humedad en el sur de Sonora. Durante el Ciclo O-I 2020-21 se realizó este trabajo, en terrenos del Sitio Experimental Valle del Mayo del INIFAP. El suelo fue del tipo arcilloso (vertisol pelico) con más de 50% de arcilla en un espesor de 0 a 90 cm. Se evaluó el efecto de dos factores, el principal fue número de riegos con tres niveles (programas de riego): 1. Solo riego de presembrado (0 AUX), 2. Riego de presembrado + un riego de auxilio (1 AUX) y 3. Riego de presembrado + dos riegos de auxilio (2 AUX). El secundario fueron seis variedades: 1. Blanco Sinaloa 92, 2. Mazocahui, 3. Combo 743, 4. Blancoson, 5. Sinalomex 2018 y 6. Blanoro. De acuerdo con los resultados de rendimiento cribado es factible obtener un poco más de 2.3 T/ha al aplicar el calendario de riego 2 AUX usando la variedad Mazocahui o la Sinalomex 2018. Fue mejor sembrar cualquier variedad con el calendario 2 AUX. Con el calendario 1 AUX no hubo incremento en rendimiento de ninguna variedad. En el calendario 0 AUX las variedades que menos kilos de grano pequeño producen fueron Combo 743 y Sinalomex 2018.

Palabras clave: Calidad, estrés hídrico, calibre de grano, riego

Introducción

La sequía en el distrito de riego 038 (DDR 038) es recurrente en forma natural. Mediante el proceso de probabilidad de ocurrencia de los registros históricos de almacenamiento; al primero de octubre de cada año de la presa Adolfo Ruiz Cortínez que suministra el agua, se ha determinado que solo en un 35 por ciento hay certeza de obtener el volumen total requerido (874 Mm³) para irrigar el total de la superficie del DDR 038 (aproximadamente 92 mil hectáreas). Esto denota una situación real muy propia del Valle del Mayo, a partir de lo cual se debe diseñar la distribución de áreas-cultivo, aunque es muy probable que se deba incorporar información socioeconómica para llegar a una más adecuada cédula de cultivos.

Se sabe que, entre las diferentes leguminosas, el garbanzo es un cultivo muy aceptado en la temporada de invierno en las zonas del país propensas a la sequía, también a nivel mundial donde hay escasez de humedad. En el contexto anterior, la tarea de este trabajo consiste en obtener datos de la interacción riegos x variedades comerciales sugeridas para siembra, así como evaluar si bajo condiciones de estrés hídrico el rendimiento mantiene al cultivo como opción productiva para condiciones de escasa disponibilidad de agua de riego.

El presente estudio aborda un tema de la demanda transversal incluida en la agenda nacional como: suelo y agua, la cual indica que “el agua y el suelo constituyen un factor clave que permiten el desarrollo de la agricultura y la industria alimentaria, en ese contexto el uso sostenible y eficiente de estos recursos conlleva a lograr una mayor productividad” pero solo si se aplica con oportunidad y con base en las características de almacenamiento de cada suelo que componen el área donde se enfoca realizar este proyecto. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar la respuesta de cuatro nuevas variedades y dos testigos de garbanzo blanco en tres regímenes de humedad en el sur de Sonora.

Materiales y Métodos

Durante el Ciclo O-I 2020-21 se realizó este trabajo, en terrenos del Sitio Experimental Valle del Mayo del INIFAP (SEMAY-INIFAP). El suelo fue del tipo arcilloso (vertisol pelico) con más de 50% de arcilla en un espesor de 0 a 90 cm. Se evaluó el efecto de dos factores, el principal fue número de riegos con tres niveles (programas de riego): 1. Solo riego de presiembra (0 AUX), 2. Presiembra + un riego de auxilio (1 AUX) y 3. Presiembra + dos riegos de auxilio (2 AUX). En el riego de presiembra se aplicaron alrededor de 20 cm de lámina y en los riegos de auxilio fueron de 8 cm aproximadamente. El secundario fueron seis variedades: 1. Blanco Sinaloa 92, 2. Mazocahui, 3. Combo 743, 4. Blancoson, 5. Sinalomex 2018 y 6. Blanoro. La fecha de siembra fue el 21 de diciembre de 2020. La aplicación de los riegos de auxilio fue en la etapa de inicio de floración a los 42 días después de la siembra (dds) y el segundo a los 70 dds al inicio de llenado del grano. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones y el arreglo de tratamiento fue en parcelas divididas. La unidad experimental fue de 4 surcos de 18 m de largo por 0.80 m de ancho para una parcela útil de 8 m². Las variables estudiadas fueron: días a emergencia, días a inicio de floración, días a final de floración, hábito de crecimiento, reacción a rabia, roya mildiu y moho gris, días a madurez fisiológica, rendimiento de origen calibre de grano, el porcentaje de exportación y el rendimiento neto de exportación (cribado). El porcentaje de exportación se obtuvo pasando un kg de muestra por una malla con orificios de 9 mm de diámetro. Para el análisis de varianza se consideró el rendimiento de exportación y el calibre del grano.

Resultados y Discusión

El resultado del análisis de varianza se muestra en el Cuadro 1, mientras que la comparación de medias con Tukey<0.05 se reporta en el Cuadro 2. Conforme a los datos del análisis de varianzas del Cuadro 1, se observa que hay efecto altamente significativo para el factor principal (programa de riegos), similarmente para el factor secundario (variedades), así como para la interacción programas de riego x variedad. Lo anterior llevó a distinguir (según Cuadro 2) tres grupos de tratamientos: 1. Donde hay diferencia absoluta de rendimiento respecto de los demás e indica que es factible obtener un poco más de 2.3 T/ha al aplicar dos riegos de auxilio usando la variedad Mazocahui o la Sinalomex 2018. 2. Donde hay diferencias de transición hacia el rendimiento del grupo 1, pero son menores, aunque sigue prevaleciendo el programa de dos auxilios, el rendimiento esta entre 1.9-2.03 T/ha y aparecen las variedades Blanco Sinaloa 92, Blancoson y Combo 743. 3. En este tercer grupo están 1 AUX y 0 AUX con efecto igual entre ambos, en tanto que entre variedades la diferencia también fue estadísticamente igual. El rango de rendimiento está entre 1.012-1.526 T/ha. Esto último agronómicamente indica que es mejor sembrar cualquier variedad sin dar riegos de auxilio, es decir solo riego de presiembra (Cuadro 3) o no alterar la línea de estrés en la planta con la aplicación de un auxilio. Ya que según Meriño *et al.* 2017, apoyado en Ulemale *et al.* 2013, indican que esto puede ocurrir debido a que fisiológicamente se interrumpe la fase reproductiva del cultivo y nuevamente se

reinicia la brotación de las hojas y la floración, dado además por las características que tiene el cultivo de tener tallos indeterminados.

¿Cómo responde el tamaño de grano de las variedades de garbanzo al efecto del número de riegos?

Una característica que puede interesar a los productores es como responden las variedades de garbanzo al aplicar riegos de auxilio, partiendo de la base que es un cultivo para sembrar solo con el riego de asiento o humedad residual, obtener el mayor rendimiento y que predomine la proporción de grano de tamaño pequeño (50<#granos<85). Al respecto, en la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos de la interacción riego x variedades sobre el rendimiento de grano tamaño grande (36<#granos<50) y pequeño respectivamente. Es así que con cero auxilios marcadamente las variedades que menos kilos de grano pequeño producen fueron Combo 743 y Sinalomex 2018. Luego al someterlas a un riego de auxilio (presiembr + un riego de auxilio) no se aprecia un incremento del rendimiento de tamaño grande, pero si se observa un aumento de kilos de grano de tamaño pequeño, en alguna como la variedad Blanoro, este aumento hace descender su rendimiento de tamaño grande. Por su parte cuando se les aplica un segundo auxilio (presiembr + 2 riegos de auxilio) todas muestran mayor rendimiento de grano grande, entre las que sobresalen la variedad Mazocahui y Sinalomex 2018, reportado en la comparación de medias del Cuadro 2, además esta última con menor producción de grano pequeño. Nota específica es que Blanoro tiende a producir mayor rendimiento de grano tamaño chico en la medida que se le aplican más riegos, aunque puede ser que su rendimiento bruto sea mayor, pero lo que se busca en forma productiva, son granos de mayor calibre desde el punto de vista económico. No obstante, la evidencia experimental indica que, en riego por goteo, Blanoro puede mejorar significativamente su calidad y producir 5.3 t/ha de rendimiento de origen y 5.1 t/ha de rendimiento de exportación (96% en rendimiento de calibres gruesos) (Ortega *et al.*, 2019).

Cuadro 1. Análisis de varianza para factor riegos (A), variedad (B) e interacción (AxB). Ciclo O-I 2020-21, SEMAY-INIFAP

Factor de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Significancia
Bloques	3	0.247	0.082	27.758	0.001
Factor A	2	13.861	6.930	2338.240	0.000
Error A	6	0.018	0.003		
Factor B	5	0.856	0.171	3.527	0.009
AXB	10	1.142	0.114	2.352	0.025
Error B	45	2.184	0.049		
Total	71	18.306			

Cuadro 2. Comparación de medias de rendimiento cribado de garbanzo para la interacción riegos (A) x variedades (B). Ciclo O-I 2020-21, SEMAY-INIFAP.

INTERACCIÓN AXB	Rendimiento (T/ha)	Significancia (0.05)
2 AUX x Mazocahui	2.363	a [†]
2 AUX x Sinalomex	2.321	a
2 AUX x BS-92	2.023	ab
2 AUX Blancoson	1.955	ab
2 AUX x Combo	1.914	ab
2 AUX x Blanoro	1.526	bc
1 AUX x BS-92	1.181	c
0 AUX x Mazocahui	1.163	c
0 AUX x Combo	1.117	c
1 AUX x Combo	1.117	c
AUX x Sinalomex	1.096	c
1 AUX x Sinalomex	1.096	c
1 AUX x Mazocahui	1.095	c
0 AUX x Blanoro	1.056	c
1 AUX x Blanoro	1.056	c
0 AUX x BS-92	1.034	c
0 AUX x Blancoson	1.012	c
1 AUX x Blancoson	1.012	c

Tukey_(0.05)

[†] Medias con igual letra no son significativamente diferentes (P<0.01).

Cuadro 3. Rendimiento promedio (T/ha) de grano cribado en seis variedades de garbanzo con tres regímenes de humedad. Ciclo O-I 2020-21, SEMAY-INIFAP

Variedad	0 AUX	1 AUX	2 AUX	Promedio
Blanco Sinaloa 92	1.034	1.181	2.023	1.413
Blancoson	1.012	1.012	1.955	1.236
Blanoro	1.056	1.056	1.526	1.213
Combo 743	1.117	1.117	1.914	1.383
Mazocahui	1.163	1.095	2.363	1.540
Sinalomex 2018	1.096	1.096	2.321	1.505
Promedio	1.080	1.093	2.017	

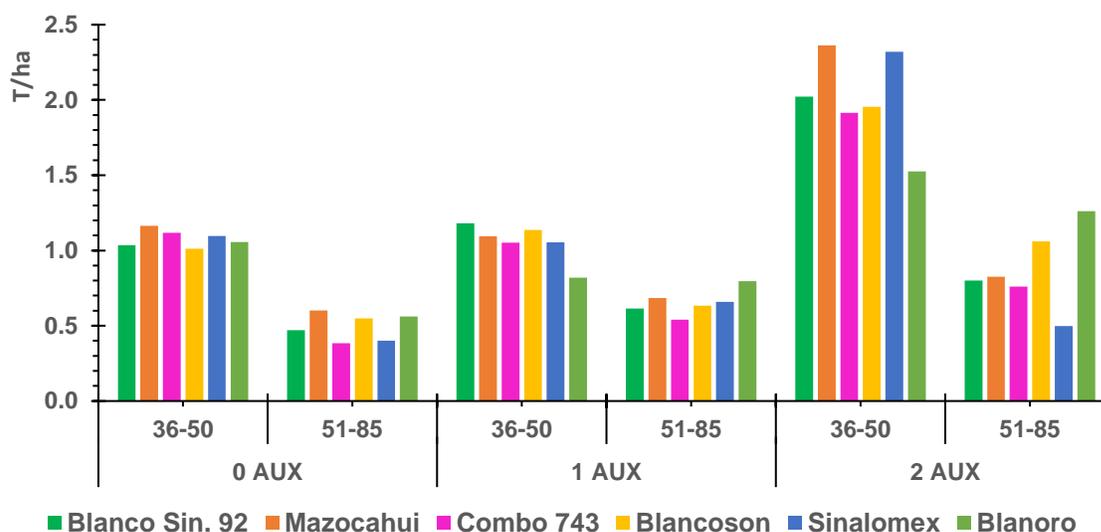


Figura 4. Rendimiento por tamaño de grano (número de semillas en 30g) de variedades de garbanzo en tres calendarios de riego. Ciclo O-I 2020-21, SEMAY-INIFAP.

Conclusiones

Es factible obtener un poco más de 2.3 T/ha de grano cribado al aplicar dos riegos de auxilio usando la variedad Mazocahui o la Sinalomex 2018.

Es mejor sembrar cualquier variedad con riego de presiembra mas dos auxilios. La productividad de las variedades no se incrementa con la aplicación de riego de presiembra mas un riego de auxilio.

Con el calendario de riegos de solo riego de presiembra, las variedades que menos kilos de grano pequeño producen fueron Combo 743 y Sinalomex 2018.

Agradecimiento y/o fuente financiera: INIFAP y Fundación PIEAES, A.C.

Literatura Citada

- Meriño H. Y., Boicet F. T., Boudet A. A., Cedeño A. A. 2017. Respuesta agronómica de dos cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) bajo diferentes condiciones de humedad del suelo en la provincia de Granma. Revista Centro Agrícola, Vol.44, No.2, abril-junio, 22-28.
- Ortega M., P. F., G. A. Fierros L., J. A. Acosta G., B. Z. Guerrero A., V. Valenzuela H., S. Velarde F. y E. Gutiérrez P. 2019. Efecto de sistemas de siembra en dos genotipos de garbanzo en riego por goteo. Memoria Día del Agricultor 2019. Publicación Especial No 26. INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug. Cd. Obregón, Sonora, pp. 39-40.
- Ulemale C.S., Mate S.N. and Deshmukh D.V. 2013. Physiological Indices for Drought Tolerance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). World Journal of Agricultural Sciences 9 (2): 123-131.
- Yücel D., Mart D. 2014. Drought Tolerance In Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences. Special Issue: 1.

RENDIMIENTO, TAMAÑO DE GRANO Y FENOLOGÍA DE LÍNEAS ELITE Y VARIEDADES COMERCIALES DE GARBANZO BLANCO

Isidoro PADILLA-VALENZUELA¹, ELÍAS CHÁVEZ-OLIVAS², Víctor VALENZUELA-HERRERA³, Pedro Francisco ORTEGA-MURRIETA⁴, Gustavo Adolfo FIERROS-LEYVA⁴, Jorge Alberto ACOSTA-GALLEGOS⁵

¹INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP. ²Estudiante Universidad Estatal de Sonora, ³Campo Experimental Costa de Hermosillo. ⁴Campo Experimental Valle del Culiacán, ⁵Campo Experimental Bajío.

padilla.isidoro@inifap.gob.mx.

Resumen

La variedad de garbanzo dominante en el mercado por dos décadas ha sido Blanco Sinaloa-92 (Gómez, 2003), cuyas características de grano han permitido que el garbanzo mexicano se exporte a más de 40 países, siendo España, Argelia e Italia los principales compradores. Posteriormente se han liberado otras variedades para Sonora. Sin embargo, la presión de otros países productores de garbanzo blanco grande en el mercado internacional, provocan que en el INIFAP se sigan generando nuevas variedades con características superiores que permitan competir en el sector de mercado internacional que atiende México. Con base en lo anterior, en el ciclo otoño-invierno 2020-21 se examinó el comportamiento agronómico y calidad de ocho líneas elite de los programas de mejoramiento del INIFAP: Hoga 2005-10-5, Cuga 09-3125, Cuga 09-2067, Cuga 09-3168, Hoga 021, Cuga 09-3160, Hoga 2006-14-8 y Cuga 09-2004 en el Valle del Mayo. Blanco Sinaloa 92 y Blanoro fungieron como testigos. Las variables que se midieron fueron: Días a emergencia, días a inicio de floración, madurez y altura de planta. Se estimó el rendimiento de origen, rendimiento de exportación, calibre de grano y porcentaje de exportación. Todas las líneas avanzadas superaron a los dos testigos en el rendimiento de origen y de exportación, excepto Hoga 2005-10-5. La línea avanzada Cuga 09-2004 mostró un rendimiento de exportación casi del doble de rendimiento a comparación de los testigos; sin embargo, mostró tendencia a producir grano de calibre chico. En general, las bajas temperaturas y la humedad del riego ocasionaron un retraso en el amarre de vainas y con ello un corto periodo para el llenado de grano y como consecuencia la presencia de un alto porcentaje de grano de bajo calibre. Palabras clave: Clima, calibre de grano, calidad de exportación

Introducción

La producción de garbanzo en el noroeste de México se basa en la obtención de granos altamente diferenciados en tamaño, lo que ha dado fama mundial al garbanzo mexicano, reconocido como de tamaño extra grande (Gowda, 2011). La variedad de garbanzo dominante en el mercado por dos décadas ha sido Blanco Sinaloa-92 (Gómez, 2003), cuyas características de grano han permitido que el garbanzo mexicano se exporte a más de 40 países, siendo España, Argelia e Italia los principales compradores (Manjarrez, 2004). Además de Blanco Sinaloa-92, posteriormente se han liberado otras variedades para Sonora (Morales, 2005). No obstante, la gran mayoría de estas variedades están en desuso por su baja calidad y/o por la pérdida de la resistencia a las enfermedades de la raíz, situación que le puede ocurrir a las variedades actualmente en uso. Por esta razón, se requiere de disponer de nuevas variedades con mejores atributos, respecto a calidad y resistencia a los patógenos causantes de las pudriciones de raíz, organismos que cada vez amenazan con mayores daños por el constante monocultivo y por las

cambiantes condiciones ambientales y por su propia evolución que superan los genes de resistencia utilizados en el mejoramiento previo. Además, la presión de otros países productores de garbanzo blanco grande en el mercado internacional, provocan que en el INIFAP se sigan generando nuevas variedades con características superiores que permitan competir en el sector de mercado internacional que atiende México. El objetivo fue determinar el comportamiento agronómico, calidad y fenología de ocho líneas elite de garbanzo blanco bajo condiciones del Valle del Mayo, Sonora.

Materiales y Métodos

Se evaluaron 8 líneas avanzadas: Hoga 2005-10-5, Cuga 09-3125, Cuga 09-2067, Cuga 09-3168, Hoga 021, Cuga 09-3160, Hoga 2006-14-8 y Cuga 09-2004 en los terrenos del Sitio Experimental del Valle del Mayo (27° 00" N y 109° 30" 04" W) a 39 msnm. Blanco Sinaloa 92 y Blanoro fungieron como testigo. Se utilizó un diseño experimental jerárquico con arreglo en franjas y cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 8 surcos de 90 metros de largo por 0.80 metros de ancho. La parcela útil fueron 2 surcos de 4 m de largo por 0.80 m de ancho (6.4 m²). Las variables que se midieron fueron: Días a emergencia, días a inicio de floración, madurez y, altura de planta. Al final del ciclo se consideró el rendimiento de origen, rendimiento de exportación, calibre de grano y porcentaje de exportación. Para la estimación de rendimiento se colectaron las plantas 2 surcos en un tramo de 4 metros a los 134 días después de la siembra. Las condiciones de clima: temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, lluvia y ración solar se registraron en la estación climatológica automatizada, ubicada a 100 m del lote experimental (Remas: Red de Estaciones Automatizadas de Sonora, 2021). El calibre de grano se obtuvo contando los granos en una muestra de 30 g; mientras que para el porcentaje de exportación se pesó un kilo de semilla de cada muestra y se pasó por una criba con orificios de 9mm x 9mm. Se analizaron estadísticamente los datos de rendimiento, y se hizo la separación de medias mediante DMS (0.05) usando paquetes computacionales (Olivares, 2015).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de los análisis de varianza de los datos de rendimiento de origen, rendimiento de exportación y calibre de origen del grano. El análisis del rendimiento de origen detectó como mejores rendidoras a las líneas Cuga 09 3125; Cuga 09 2004; Cuga 09 3168 y Cuga 09 3160 con 3.9, 3.58, 3.544 y 3.418 t/ha y superando de 23.6 hasta 33.1% al mejor testigo Blanoro. Así, en el rendimiento de origen, todas las líneas avanzadas superan a los testigos comerciales en un 11 hasta un 38% más de rendimiento de origen. En rendimiento de exportación, valor que determina la rentabilidad del garbanzo, el análisis estadístico identificó como mejores genotipos a las líneas Cuga 09 2004; Cuga 09 3160; Cuga 09 3168 y Cuga 09 3125 con 2.734, 2.535, 2.526 y 2.146 t/ha, respectivamente y superaron al mejor testigo de 31 hasta 50%. Excepto Hoga 2005-10-5, Las demás líneas superaron a los testigos de 12 a 16% a los testigos. En calibre de origen, las líneas sobresalientes Cuga 09 2004; Cuga 09 3160; Cuga 09 3168 y Cuga 09 3125, mostraron grano de bajo calibre bajo las condiciones ambientales en que fueron evaluadas con 54, 55, 51 y 53 granos/30g.

Estos resultados confirman lo reportado por Ortega *et al.* (1996) y coinciden parcialmente con Morales *et al.* (1997), quienes afirmaron que las variedades de ciclo corto poseen mayor potencial

productivo porque producen un mayor número de flores viables y baja tendencia al aborto, en comparación con valores de 65 a 75 % reportados por Cubero (1987) y van der Maesen (1972). Por otro lado, Padilla *et al.* (2008) encontraron de 6.6 a 7.2% de aborto en variedades de ciclo intermedio y 15.0 a 19.1% en las tardías.

Cuadro 1. Componentes del rendimiento y calidad de ocho líneas elite de garbanzo. Ciclo OI 2020-21.

Genotipo	Rendimiento de origen (t/ha)	% Exportación	Rendimiento Neto (t/ha)	Calibre de origen (Granos/30g)		
Cuga 09-2004	3.580	ab	76	2.734	a	54
Cuga 09-3160	3.418	abcd	74	2.535	ab	55
Cuga 09-3168	3.544	abc	71	2.526	ab	51
Cuga 09-3125	3.900	a	55	2.146	abc	53
Hoga 2006-14-8	2.996	cde	74	2.055	bc	53
Cuga 09-2067	3.025	bcde	58	1.774	cd	54
Hoga 021	2.919	de	59	1.706	cd	53
Blanoro	2.611	e	54	1.410	d	54
Blanco Sinaloa	2.600	e	64	1.406	d	53
Hoga 2005-10-5	2.896	de	43	1.231	d	55
DMS (0.05)	0.558			0.603		NS

Durante el desarrollo de las etapas de floración y amarre de vainas se registraron temperaturas mínimas en rangos de 4.5 a 9.7 °C, y máximas de 20 a 27.3°C entre los 43 a los 73 días después de la siembra (dds) (Figuras 1, 2 y 3). En la etapa de amarre de vainas y desarrollo del grano (73 a 93 dds), las temperaturas mínimas fluctuaron de 3.6 a 12.1 °C y las máximas de 21.3 a 28.4 °C. Además, del 11 al 14 de enero (28 dds) en la etapa de 9 nudos las temperaturas se mantuvieron de 1.1 a 1.8 °C, que no afectaron el desarrollo de la planta. Lo anterior coincide con lo reportado por Papadakis citado por Auckland y van der Maesen (1980), quienes señalan que el garbanzo puede tolerar temperaturas entre 8 y 22 °C, aunque su temperatura óptima es de 25 a 31 °C durante el periodo de floración. La lluvia, alta humedad relativa y la nubosidad en conjunto o por separado, son factores que pueden afectar negativamente el rendimiento al interferir en la polinización y el amarre de frutos (Azíz *et al.*, 1960; Sen y Mukherjee, 1961; Padilla *et al.*, 2008). Como puede apreciarse en el Cuadro 2 se muestran las principales variables agronómicas donde se observa que la emergencia ocurrió a los 12 d de la siembra en todos los tratamientos. Los días a inicio de floración estuvieron en un rango de 42 a 45 d, donde Blanoro y Cuga 09 2067 fueron los más tardíos a esta etapa. Los días a madurez ocurrieron de los 108 a los 113 d con la línea CUGA 09 3160 más tardía y HOGA 2005-10-5 y CUGA 09 2067 las más tempranas. HOGA 021 fue de porte más bajo con 41 cm; CUGA 09 3168 y Hoga 2005-10-5 alcanzaron el porte más alto.

Cuadro 2. Variables agronómicas de ocho líneas elite de garbanzo en condiciones del sur de Sonora. Ciclo OI 2020-21.

Tratamiento	Genotipo	Emergencia	Inicio de flor	Días a madurez	Altura de planta (cm)
1	Hoga 2005-10-5	12	43	109	62
2	Cuga 09-3125	12	42	108	59
3	Cuga 09-2067	12	45	109	60
4	Cuga 09-3168	12	43	110	62
5	Blanoro	12	44	110	60
6	Blanco Sinaloa	12	43	111	55
7	Hoga 021	12	42	110	41
8	Cuga 09-3160	12	42	113	56
9	Hoga 2006-14-8	12	43	110	55
10	Cuga 09-2004	12	43	111	61

Conclusiones

Todas las líneas avanzadas superaron a los dos testigos en el rendimiento de origen y de exportación, excepto Hoga 2005-10-5.

La línea avanzada Cuga 09-2004 mostró un rendimiento de exportación casi del doble de rendimiento a comparación de los testigos; sin embargo, mostró tendencia a producir grano de calibre chico.

En general, las bajas temperaturas y la humedad del riego ocasionaron un retraso en el amarre de vainas y con ello un corto periodo para el llenado de grano y como consecuencia la presencia de un alto porcentaje de grano de bajo calibre.

Agradecimientos y/o fuente financiera

INIFAP y FUNDACIÓN PIEAES, AC

Literatura Citada

- Auckland A.K., J.G. Van der Maesen 1980. Chickpea. In: Hybridization of Crop Plants. WR Fehr, H.H Hadley (eds). American Society of Agronomy-Crop Science Society of America. Madison, WI, USA, pp. 249-259.
- Azíz M.A., M.A. Khan, S. Shah 1960. Causes of low setting of seed in gram (*Cicer arietinum* L). Agric. Pakistan 11:37-48.
- Cubero J.I. 1987. Morphology of chickpea. In: The Chickpea. M C Saxena, K. B. Singh (eds). Icrisat, India pp: 35-66.

- Gómez G., R.M., Gómez G.L. y Salinas, P.R.A. 2003a. Blanco Sinaloa-92, variedad de garbanzo blanco para exportación. SAGARPA-INIFAP- CIRNO-CE. Valle de Culiacán. Folleto técnico Núm. 24. 12 p.
- Gowda, C.L.L., Upadhyaya, H.D., Dronavalli, N. and Singh, S. 2011. Identification of large-seeded high-yielding stable kabuli chickpea germplasm lines for use in crop improvement. *Crop Sci.* 51:198-209.
- Manjarrez S., P., Gómez G., R.M., Salinas P., R.A. y Armenta C., 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 Núm. 52. 21 p.
- Morales G., J.A. y Durón, L.J. 2004. Aspectos generales del garbanzo. *In*. El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. Libro técnico número 6. INIFAP-CIRNO-CECH. 11-12 pp
- Morales G., J.A., Manjarrez S., P., Castillo T., N., Salinas P., R.A., Montoya C., L. y Padilla V., I. 2005. Costa 2004: nueva variedad de garbanzo blanco para la Costa de Hermosillo. SAGARPA-INIFAP- CIRNO-CE. Costa de Hermosillo. Folleto técnico Núm. 28. 20 p.
- Olivares S., E. 2015. Programa de Análisis Estadístico. Versión 1.6. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.
- Ortega M., P.F., Grageda G., J. y Morales G., J.A. 1996. Effect of sowing dates, irrigation, plant densities and genotypes on chickpea in Sonora, Mexico. *Internatl. Chickpea and Pigeon Pea Newslet.* 3:24-25.
- Padilla V., I., R. I. Valenzuela V., C. M. Armenta C., R. A. Salinas P. y E. Sánchez S. 2008. Comportamiento agronómico de genotipos de garbanzo en siembra tardía en el Valle del Mayo, Sonora, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, Vol. 31 (1): 43-49.
- Sen S., D. Mulkerjee (1961) Preliminary studies of defective seed setting in gram. *S. Cult.* 27:185-188.
- Van der Maesen, L.J.G. 1972. *Cicer L., a Monograph on the Genus with Special Reference to the Chickpea (Cicer arietinum L.), its Ecology and Cultivation.* University of Wageningen, The Netherlands. 342 p.

La presente publicación se terminó de imprimir el mes de diciembre de 2021 en los Talleres de Color Express de México, S.A. de C.V. Calle 12 de Octubre 120. Col. San Benito. Hermosillo, Sonora, México. Tel: (662) 214-75-78.

Tiraje: 500 ejemplares

La serie de Memoria Científica son publicaciones integradas con información transferida en eventos científicos como simposios, congresos y reuniones, cuyo objetivo es presentar información sobre los cultivos, en los cuales el INIFAP-CIRNO a través del Campo Experimental Costa de Hermosillo realiza investigación así como de otras fuentes generadoras, con el fin de apoyar a los productores de esta región agrícola del estado de Sonora.

COMITÉ EDITORIAL

Presidente

M.C. Teodoro Cervantes Mendivil

Secretario

Ing. Luis A. Maldonado Navarro

Vocales

M.I. Fabián Robles Contreras

M.C. José Grageda Grageda

M.C. Miguel Ángel Zapata Moreno

El presente documento fue revisado y autorizado para su publicación por el Grupo Colegiado Científico Técnico del CECH integrado por las siguientes personas:

Presidente

M.C. José Grageda Grageda

Secretario

M.C. Teodoro Cervantes Mendivil

Vocales

M.C. Miguel Ángel Zapata Moreno

M.A. Karla Guadalupe Domínguez Canizales

M.Sc. Pedro Francisco Ortega Murrieta

Dra. Ana Aurora Fontes Puebla

En el proceso editorial de la presente memoria participaron las siguientes personas:

Compilación y Edición

M.Sc. Fernando Afonso Vieira de Figueiredo

M.Sc. Pedro Francisco Ortega Murrieta

Ing. Gustavo Adolfo Fierros Leyva

M.C. Isidoro Padilla Valenzuela

Diseño de portada e Interiores

José Benito Montaña Dórame

Campo Experimental Costa de Hermosillo (INIFAP)
Pascual Encinas Félix No. 72 • Colonia La Manga • Hermosillo, Sonora.
C.P. 83220 • Tel.: (55) 3871-8700 Ext. 81339. E-mail: cecostahermosillo@inifap.gob.mx

www.gob.mx/inifap

El desarrollo del evento así como la impresión de esta memoria científica se realizó con el apoyo de:

