

Agro productividad

Estimación del potencial productivo de maíz en la República Mexicana 16

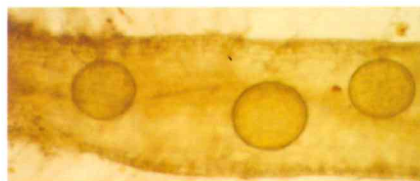
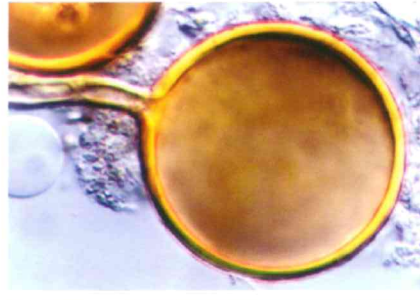
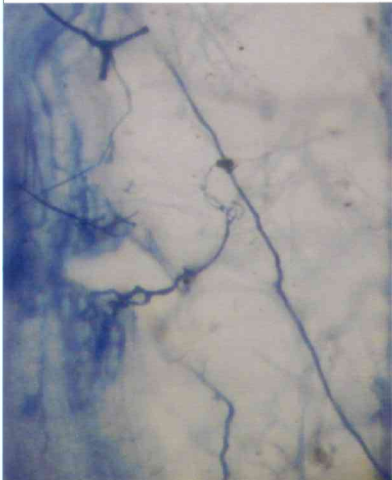
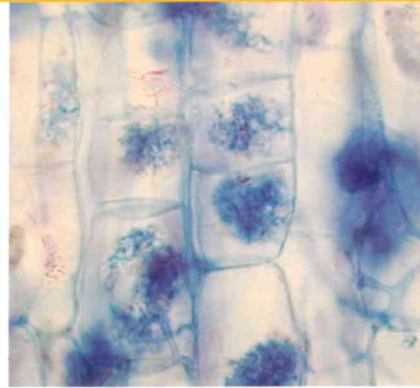
DOSSIER

Los hongos micorrízicos arbusculares como biotecnología en la propagación y manejo de plantas en viveros 19

Respuesta a la inoculación de *Glomus intraradix*, materia orgánica y dosis de fertilización fosfatada en el crecimiento de mezquite (*Prosopis sp.*) 24

Hongos micorrízicos arbusculares como componente de control biológico de la pudrición causada por *Fusarium sp.* en gladiola 29

El protector de granos Granim®: alternativa ecológica del Colegio de Postgraduados para la protección de granos de maíz y de frijol en el medio rural 35



Cáncer del jitomate 9

Tratamiento de semilla de jitomate con agua caliente 13

El maíz es algo más que tortillas y tamales 4





Colegio de Postgraduados

Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas

¡Porque saber producir no basta!

Campeche - Córdoba - Montecillo - Puebla - San Luis Potosí - Tabasco - Veracruz



Desde su fundación en 1959, el Colegio de Postgraduados, trabaja con los productores y las comunidades rurales para la solución de problemas, y ofrece a los pequeños y medianos empresarios, gerentes de empresas, consultores, funcionarios de instituciones del sector, diversas Maestrías Tecnológicas y el primer y único programa de Agronegocios en México.

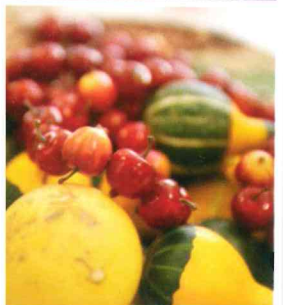


Programa de Agronegocios

Buscar desarrollar capacidades en la dirección y administración de Agronegocios y habilidades en la toma de decisiones y resolución de problemas bajo situaciones de riesgo e incertidumbre, en el entorno globalizado y de crecimiento altamente competitivo.



Persigue un cambio profundo de actitud, ante los problemas de la empresa. Busca que haya un antes y un después de su paso por la maestría, aprendiendo a observar con más claridad el entorno económico y social, adquiriendo herramientas para mejorar la gestión de las empresas, incorporando en suma: valor a su propio activo profesional.



La maestría en Agronegocios mantiene una estrecha vinculación con el mundo empresarial, a los diversos módulos académicos se agregan conferencias magistrales, seminarios intensivos especializados, visitas a empresas, desarrollo y discusión de estudios de caso.

La maestría también es un punto de encuentro de productores y empresarios, un lugar para hacer alianzas estratégicas, para compartir conocimiento y un lugar para hacer negocios.



Cuenta con la flexibilidad para llevarla a cabo en cualquier parte de México y el extranjero, adaptándola a las necesidades y oportunidades que el sector en ese lugar presenta.

Maestrías Tecnológicas

Campus Campeche

Ciencias Agronómicas Aplicadas al Trópico

Campus Córdoba

Agroindustrias
Arquitectura de paisaje

Campus Montecillo

Conservación y Manejo Sustentable de Bosques
Medidas Sanitarias y Fitosanitarias
Agronegocios
Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

Campus San Luis Potosí

Prestaciones de Servicios Profesionales
Manejo y Administración de Vida Silvestre

Campus Puebla

Capacitación para el Desarrollo Rural
Desarrollo Sostenible de Zonas Indígenas
Desarrollo Social
Gestión para el Desarrollo Territorial
Desarrollo y Gestión de Sistemas Ganaderos

Campus Tabasco

Producción Agroalimentaria en el Trópico
Sistemas Sustentables de Producción en el Trópico

Campus Veracruz

Desarrollo Rural Sustentable

Informes:

Coordinación de Educación

Tel: 01 (55) 58 04 59 00 ext. 1070
sacep@colpos.mx

Programa de Agronegocios

Tel: 01 (55) 58 04 59 00 ext. 1137 y 1138
agrocp@colpos.mx y creyna@colpos.mx

www.colpos.mx

CONTENIDO

NOTICIAS _____ 2

AGRICULTURA

El maíz es algo más que tortillas y tamales _____ 4

CULTIVOS

Cáncer del jitomate _____ 9

Tratamiento de semilla de jitomate con agua caliente _____ 13

Estimación del potencial productivo de maíz en la República Mexicana _____ 16

DOSSIER

Los hongos micorrízicos arbusculares como biotecnología en la propagación y manejo de plantas en viveros _____ 19

Respuesta a la inoculación de *Glomus intraradix*, materia orgánica y dosis de fertilización fosfatada en el crecimiento de mezquite (*Prosopis* sp.) _____ 24

Hongos micorrízicos arbusculares como componente de control biológico de la pudrición causada por *Fusarium* sp. en gladiola _____ 29

EMPRESAS

El protector de granos Granim®: alternativa ecológica del Colegio de Postgraduados para la protección de granos de maíz y de frijol en el medio rural _____ 35



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

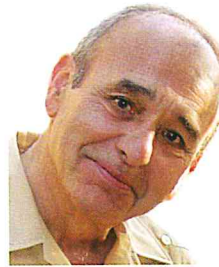
Director General: Félix V. González Cossío
Secretario Académico: Francisco Gavi Reyes
Editor General: Said Infante Gil
Director de Agroproductividad:
Rafael Rodríguez Montessoro

COMITÉ TÉCNICO-CIENTÍFICO

Colegio de Postgraduados: Fernando Clemente S., Dr. Ing. Agr. Catedrático Fauna Silvestre; Ma. de Lourdes de la Isla, Dr. Ing. Agr. Catedrático Aereopolución; Ángel Lagunes T., Dr. Ing. Agr. Catedrático Entomología; Enrique Palacios V., Dr. Ing. Agr. Catedrático Hidrociencias; Jorge Rodríguez A., Dr. Ing. Agr. Catedrático Fruticultura. El Colegio de Puebla: Manuel R. Villa Issa, Dr. Ing. Agr. Economía Agrícola. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias: Pedro Cadena I., Dr. Ing. Agr. Transferencia de Tecnología; Luis Reyes M., Dr. Ing. Agr. Dir. de Promoción y Divulgación. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: Jesús Muñoz V., Ing. Agr. Agronegocios; Víctor Villalobos A., Dr. Ing. Agr. Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana: Rafael Calderón A., Dr. Ing. Agr. Catedrático Desarrollo Rural.

Agro productividad

Julio-Septiembre 2008 No. 1 Año I



El Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas ha procurado, desde su fundación en 1959, transmitir a la sociedad, mediante libros, folletos de divulgación y revistas, el conocimiento generado por sus estudiantes y académicos. En 1966 se inició la publicación de *Agrociencia*, revista plenamente acreditada en el ámbito internacional; en 2004 la de *Agricultura, Sociedad y Desarrollo (ASyD)*; y ahora la de *Agroproductividad*. Cada una de ellas está dirigida primordialmente a un sector específico de lectores, aunque las tres pueden incluir contribuciones relevantes para cualquier interesado en las ciencias - y técnicas- agrícolas. Los lectores y autores de *Agrociencia* son típicamente académicos dedicados a la investigación experimental; y los de *ASyD* están más interesados en los aspectos sociales de la agricultura. Con *Agroproductividad* intentamos acercarnos a técnicos y productores; con el mismo rigor científico que en las otras publicaciones, pero con un lenguaje llano y tratando de proporcionar soluciones prácticas a problemas reales. Seguramente, como en toda empresa que se inicia, habrá en este número uno deficiencias que será necesario ir corrigiendo. En esa tarea, y en conseguir el favor de los lectores esperamos que nos asista lo que Borges llamaba La equívoca fortuna.

EL EDITOR GENERAL DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS
SAID INFANTE GIL



© *Agroproductividad*. Derechos Reservados. Editorial del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Núm. 306. ISSN-0188-7394

Corrección de estilo: Valeria J.Gama Ríos.
Diseño y composición: Bertha M. Espinosa Márquez

SUSCRIPCIONES, VENTAS, PUBLICIDAD CONTRIBUCIONES DE AUTORES

Guerrero # 9, esquina Avenida Hidalgo. 56220.
San Luis Huexotla. Texcoco, Estado de México.
01(595) 928 4013 • agropro@colpos.mx

IMPRESIÓN: 2000 ejemplares - septiembre 2008.
Gráfica, Creatividad y Diseño, S.A. de C.V.
Av. Plutarco Elías Calles # 1321-A. Miravalle.
03580. México D.F. Teléfono: 5672 4075

Aviso: Los nombres comerciales citados en los artículos, notas o ensayos, de ninguna manera implica patrocinio por parte de *Agroproductividad*, ni crítica alguna a otros productos similares.

Presentación de libros



De izquierda a derecha: los Doctores Said Infante, Editor General del Colegio de Postgraduados; José María Hernández, Director General del grupo Mundi Prensa; Félix V. González Cossío, Director General del Colegio de Postgraduados; y Rafael Rodríguez Montessoro, Director de Agroproductividad.

En el marco de la Feria Internacional del libro de Guadalajara que se llevó a cabo en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, se presentaron los libros: *Los Transgénicos*, del Dr. Víctor Villalobos Arámbula; y *El Cultivo del Maíz* - temas selectos, coordinado por los Doctores Carlos de León y Rafael Rodríguez Montessoro, que ante un auditorio completamente lleno comentaron los libros. Las obras son parte del proyecto Biblioteca Básica de Agricultura del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (en coedición con Mundi Prensa México) en el que a la fecha se han publicado además los libros *Nutrición Vegetal*, coordinado por el Dr. Gabriel Alcántar y la Dra. Libia Iris Trejo Téllez; *Moscas Blancas*, coordinado por la Dra. Laura Delia Ortega Arenas; y *¿Qué hacemos con el Campo Mexicano?*, de la autoría del Dr. Manuel Villa Issa, obra que será presentada en la FIL 2008. Las obras están ampliamente distribuidas en librerías y también pueden solicitarse en el correo electrónico: asyd@colpos.mx Atención: CP Enriqueta Santamaría.

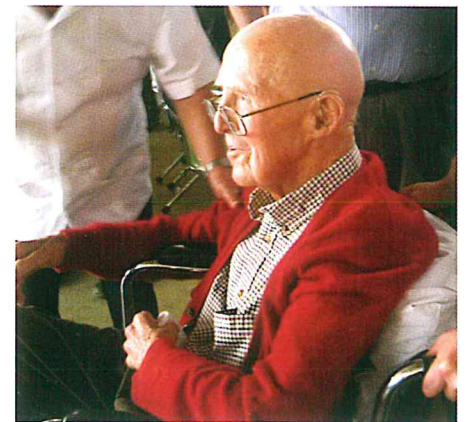


Día del Agricultor en Ciudad Obregón, Sonora



El Director del CIRNO, Dr. Erasmo Valenzuela; el Dr. Gregorio Martínez Valdés, durante muchos años Editor de CIMMYT; y el Dr. Said Infante Gil, Editor General del Colegio de Postgraduados.

En las instalaciones del Centro de Investigación Regional del Noroeste (CIRNO) y del Campo Experimental Valle de Yaqui del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; los días 2 y 3 de abril se realizaron diversas actividades en torno al tradicional festejo conocido como Día del Agricultor, el cual se celebra anualmente desde 1955. Fue especialmente importante para los asistentes la presencia del Dr. Norman E. Bourlag, premio Nobel de la paz y Doctor *Honoris Causa* por varias instituciones de educación superior, entre ellas el Colegio de Postgraduados. Aunque con su salud algo mermada, el Dr. Bourlag mantiene intacta su lucidez y también el entusiasmo con el que ha desempeñado toda su fructífera vida. La demostración de campo tuvo una concurrida asistencia de técnicos, agricultores y estudiantes de educación superior y media superior.



Dr. Norman E. Bourlag.

Agro productividad

PUBLICIDAD: 01(595) 928 4013
agopro@colpos.mx

El maíz es algo más que tortillas y tamales

Dr. Carlos De León - Fitopatología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, cdeleon@colpos.mx

Desde mi época de juventud, ya hace algunos años, comencé a convivir con el estigma de haber estudiado agronomía. En esa época de juventud, se conocieron señoritas con cuyas familias se tenía que pasar el trago amargo del "visto bueno" de los padres y parientes. La pregunta de rigor era obviamente la relacionada con mi actividad profesional, a la que muy orgulloso respondía que era ingeniero agrónomo. Acto seguido, había que explicar que el ingeniero agrónomo es un profesional, con muchos años de estudio, equivalentes a los necesarios para otros estudios universitarios. "Ah, vaya, es que nosotros pensábamos que solo sabías sembrar maíz y otras plantitas, y que de eso vivías".

Hoy día en mis actividades profesionales, cosas de la vida, trabajo y vivo del maíz. Y de nuevo, al explicar que trabajo con maíz, vienen las mismas caras de incredulidad, acompañadas de bocas y ojos abiertos, y la pregunta: ¿con maíz? Pero, ¿qué haces con maíz? ¡Eso es sólo para hacer tortillas y tamales!

Así, para quitarme el estigma de lo malentendido que es el maíz —una planta que no solamente alimentó a la gran mayoría de nuestras culturas americanas, sino que también es parte de nuestra vida diaria— es que decidí recopilar un poco de información básica relacionada con esta planta. Estoy seguro de que si alguien tiene dudas sobre la gran dependencia que se ha creado en un mundo que consume más de 2,000 subproductos derivados del maíz, con los que a diario convivimos, después de leer lo que se anota a continuación, se eliminarán todas las dudas.

¿CUÁNTO Y EN DÓNDE SE PRODUCE EL MAÍZ?

En el mundo, los tres cereales que más se producen en orden decreciente son el trigo, el arroz y el maíz. Después de éstos vienen otros granos, incluyendo no cereales, pero en cantidades mucho menores a las que se producen de éstos tres cereales. En el mundo se produce anualmente un total de cerca de 460 millones de toneladas de maíz, con Estados Unidos de América (EUA) produciendo casi la mitad de esa cantidad (220 millones de toneladas), seguido muy de lejos por China, Brasil, México, Argentina y África del Sur, donde no se produce ni la mitad de lo producido por los EUA. Este cereal es buen indicador del desarrollo de los países, ya que los países de más altos ingresos *per capita* consumen más productos de origen animal, como son huevos, leche y carne de animales criados en su gran mayoría con alimentos cuya base es el maíz. En el mundo, la mayor cantidad de maíz producido se utiliza en diversas formas para consumo humano, seguido por el uso como alimento para animales en forma de grano o de planta forrajera, y por una tercera forma de utilización en la industria, en la elaboración de una gran variedad de más de 2,000 subproductos. Aproximadamente el 6% de la producción total del maíz se destina a ser usada como semilla para siembra.

Por su adaptación a muchas variantes geográficas, como son altura sobre el nivel del mar, latitud geográfica y clima, la planta de maíz es una de las especies más versátiles que se conocen. Se siembra comercialmente desde el nivel del mar y hasta 3,700 metros de altitud, en latitudes geográficas de 0° en el Ecuador hasta los 60° Norte y Sur, y crece en condiciones de temperatura de 6 a 47° C.





ORIGEN DEL MAÍZ

Existen dos teorías, cada una con varias subdivisiones, que tratan de explicar dónde y cómo se originó esta planta. Una teoría supone el origen del maíz a partir del teocintle, otra gramínea muy parecida a la planta que actualmente conocemos como maíz, y la otra asume que se derivó directamente de maíces ancestrales silvestres. Estas dos versiones se presentan con bases muy sólidas y existen adeptos a cada una de ellas. En estudios hechos con muestras de tierra extraída al hacer los barrenos durante la construcción del edificio de la Torre Latinoamericana en la Ciudad de México, se encontraron granos de polen de esos maíces ancestrales en el horizonte correspondientes a 30,000 años AC. Con anterioridad, la evidencia de los maíces más antiguos se había encontrado en las, ahora ya muy saqueadas, cuevas del Valle de Tehuacán, a 3 horas de distancia de la Ciudad de México y a 2,500 metros sobre el nivel del mar. En esas cuevas, entre restos de heces humanas fosilizadas, se encontraron mazorquitas (de 5-6 cm de largo y 6mm de ancho) de esos maíces ancestrales que ya eran usadas como alimento por culturas que habitaban en esas cuevas 5,000 años AC y en las que se puede identificar que ya habían domesticado la planta. Es de mencionarse que el maíz es una planta que de no haber sido domesticada y cuidada por el hombre, prácticamente se hubiera extinguido, ya que no puede reproducirse por sí misma al quedar todos los frutos (cada grano es un fruto) en un recipiente cerrado formado por las brácteas que cubren la mazorca, lo cual hace imposible que se reproduzca por el exceso de competencia entre las plantas que nacen de una sola mazorca.

Gracias a estas evidencias, el concepto más aceptado es que el maíz es originario de los valles altos de México, en regiones sobre los 2,000 m de altura. Sin embargo, existen otras hipótesis que señalan que esta planta es originaria de los valles altos de los países de la zona andina. Esta idea se basa en que no existe relación genética ni de ancestros entre los tipos de maíces primitivos de estas dos regiones. De lo que sí se puede estar seguro es que el maíz es originario del continente americano.

¿Y QUIÉN LO BAUTIZÓ CON ESE NOMBRE?

Entre las muchas culturas precolombinas que existieron, se han encontrado varios grabados y esculturas de plantas y mazorcas de maíz. Existen en algunos de los códices escritos en jeroglíficos de las culturas mexicana, mixteca, zapoteca y maya, que fueron llevados a países europeos durante la invasión española a América, y en donde ahora se conservan como tesoros. Entre las deidades mexicas, existe *Xilonen*, diosa de los maíces en flor, y otras similares en las otras culturas. Entre las culturas precolombinas que se desarrollaron en México, el maíz era conocido como *cintl*, con el significado náhuatl de alimento. De ahí el nombre del *teocintle*, mencionado con anterioridad, con las raíces náhuatl *teo*=dios, y *cintl*=alimento, el alimento de los dioses. En su equivocado viaje a las Indias, Don Cristóbal Colón solamente llegó a las islas del Caribe, en donde, al tomar posesión de la isla de San Salvador, los nativos de la tribu caribe ofrecieron a los hambreados "descubridores" pan de "casave" y de "mahis", dos plantas desconocidas para ellos. Por derivación de la palabra caribe *mahis*, los españoles la transformaron en maíz, aún cuando se asume que en la lengua arawak, de la cultura del mismo nombre en las Antillas y Guyana, ya existía la palabra *macice*, con pronunciación similar en español. En idioma inglés, la planta se conoce como "corn", que significa grano o semilla dura, pero que ahora es el nombre con el que se conoce a la planta. El nombre científico *Zea mays*, se lo dio Carlos Linneo en 1737, tomando el nombre del género *Zea* del griego *zeia* que significa grano o cereal. En su periplo Don Cristóbal llevó plantas a España, de donde viajaron a Inglaterra, lugar donde se les consideró una verdadera curiosidad y eran sembradas como planta ornamental en jardines de la nobleza. A partir de su entrada a Europa, en un período menor de 100 años, el maíz se había diseminado a toda Europa, África y Asia, en donde también se le comenzó a utilizar como alimento humano.

NO TODO SON TORTILLAS, ELOTES Y TAMALES

Existe una larga lista que incluye aproximadamente 2,000 subproductos derivados del maíz. Todos los subproductos industriales se derivan de dos métodos de procesamiento del grano: el tratamiento seco y el húmedo. Del tratamiento seco se obtiene harinas gruesas y finas, usándose las primeras para la elaboración de concentrados animales y para fermentación en la elaboración de cerveza y otras bebidas fermentadas.

De las harinas de partículas más finas, se derivan productos como los cereales para desayuno y mezclas con harina de trigo para panadería, botanas, etc. En productos no comestibles, se usa en la fabricación de agregados similares al triplay, selladores de construcción, cartones, papel corrugado y barrenos para pozos petroleros.

Del procesamiento húmedo del grano se obtienen 5 productos básicos que son el almidón, la dextrosa, el jarabe dulce, el jarabe de alta fructosa y el aceite. A partir de éstos, se mencionan algunos de los subproductos que se usan como componentes en alimentos humanos:

1. Del almidón: antibióticos, aspirina y otros productos farmacéuticos; alimentos para infantes; harinas y productos para panaderías; polvos para cocinar; bebidas (cerveza, borbón); galletas y otros bocados; chicles; helados de crema; polvos cosméticos; postres (pudines, cremas); cubiertas para píldoras y otros medicamentos; rellenos de frutas para repostería; salsa; productos de carne; mostaza preparada; embutidos; jabones y productos de limpieza; sopas; azúcar en polvo; verduras enlatadas; levadura para panadería, etc.

El almidón se usa en grandes cantidades en industrias de papel y textiles, en las que se utiliza para rellenar los poros de las fibras que componen el papel o telas, dando cuerpo a los tejidos. A partir del almidón, se han sintetizado polímeros que se están probando en forma de bolsas de plástico y materiales de empaque biodegradable que podrán competir con los ahora existentes de poliestireno, una vez que los costos de producción sean suficientemente bajos para producirse en forma masiva. Estos nuevos compuestos son un reto para la industria del poliestireno, derivado del petróleo. En el proceso de extracción de almidón, se obtienen dos derivados importantes: dextrina y amilosa. De la dextrina, se obtienen gomas y adhesivos usados en estampillas postales y papelería. En el proceso de fermentación se obtiene alcohol para la elaboración de licores, medicamentos y alcohol etílico para uso como combustible gasol (gasolina + alcohol), con alcohol al 85%. La amilosa posee características especiales de absorción y se usa en la fabricación de pañales y toallas sanitarias.

2. De la dextrosa: en antibióticos; alimentos para infantes e inválidos; harinas y productos para pa-

nadería; componente de mermeladas enlatadas; bebidas (cerveza, borbón); bebidas gaseosas; cereales de desayuno; colorantes de repostería; quesos, cremas y otros productos lácteos; chicles; juegos; productos derivados de cacao; colorantes de alimentos; leche condensada; conos para helados, galletas y botanas; licores y brandy; helados de crema; postres; productos dietéticos; drogas producidas por fermentación; huevos en polvo; pescado en conserva; edulcorantes para varios usos; ácido cítrico para alimentos, jugos de frutas, frutas y verduras enlatadas; frutas en conserva; gelatinas y otros postres; sorbetes de crema; licores; productos de carne (embutidos, jamones, chorizos); medicamentos intravenosos; mantequilla de cacahuete; chícharos enlatados; elote dulce enlatado; salsas para ensaladas; catsups; jarabes dulces de mesa y medicinales; sorbitol para dulcería y dentífricos; sopas deshidratadas; especias secas para cocinar; vinagre, vinos, etc.

3. Del jarabe dulce: en alimentos para infantes; productos para panificación; bebidas fermentadas (cerveza, borbón); bebidas gaseosas; cereales de desayuno; salsas (catsup, ají, tomate); cereales preparados; chicles; productos de cacao; crema en polvo para mezclar con café; leche condensada; galletas; postres; huevos en polvo; edulcorantes; jugos de frutas; mermeladas de frutas; helados de crema; frutas en conserva; productos de malta; malvaviscos; embutidos cárnicos; drogas y productos farmacéuticos; extractos de cítricos en polvo; mantequilla de cacahuete; verduras en conserva; carnes fermentadas; salsas para ensaladas; pescados y mariscos congelados; jarabes medicinales, de mesa, de cacao; vinos aperitivos; sopas deshidratadas; vinagre, etc.

4. Del aceite de maíz: en aceite y grasas para cocinar; cápsulas para vitaminas y otros medicamentos; margarinas; mayonesa; hojuelas de papas fritas; salsas para ensaladas; sopas, etc.



Existe una larga lista que incluye aproximadamente 2,000 subproductos derivados del maíz



5. Del jarabe de alta fructosa: en polvo de panadería y repostería; jugos y frutas enlatadas; especias y condimentos; postres congelados; jaleas y mermeladas; verduras en conserva; bebidas gaseosas; vinos, etc.

La lista de usos industriales sería muy larga, pero aquí se mencionan solamente los que pueden considerarse de mayor interés. De los olotes de las mazorcas, un incómodo desperdicio después de la cosecha que normalmente se usa como combustible o se deja descomponer para ser usado como acondicionador en tierras agrícolas, se ha podido extraer la celulosa (principal componente de los olotes) por procesos de fermentación controlada, de donde se ha sintetizado un explosivo que se prevé competirá con la actual dinamita. Así también, se pueden mencionar otros subproductos como la fabricación de tintas para impresión en periódicos, grasas para zapatos, crayolas, baterías para lámparas, limpiadores para parabrisas de automóviles y muchos otros artículos hechos a base de aceite y otros derivados del maíz.

En el caso del maíz, como en el de muchas otras cosas, se desarrollarán nuevos subproductos conforme se conozca más de la química de sus componentes.

EL MAÍZ COMO ALIMENTO HUMANO

En alguna ocasión tuve la mala experiencia de tener una seria discusión con un periodista mexicano muy famoso, de los que usan su pluma, fama y prestigio profesional para publicar en periódicos y agencias noticiosas con las que laboran, sobre el concepto de que en nuestros países americanos estamos subdesarrollados porque somos "culturas del maíz". Este personaje anotaba que en los países europeos y otros países "desarrollados", el alimento básico era el trigo. El que estemos "subdesarrollados" se puede explicar por múltiples razones, pero no es porque comamos

o no maíz. Todos los cereales, incluyendo el trigo, el maíz, la cebada, el sorgo y otros, tienen contenidos de 8-10% de proteína, bajos para los estándares alimenticios, con la gran limitante de que esa proteína carece de 2 aminoácidos básicos, la lisina y el triptofano, que existen en mayores niveles en la proteína de origen animal. El valor nutricional de los cereales, en general, es su alto contenido de carbohidratos, necesarios como fuente de energía para quien los consume. En caso de no quemarse por medio de ejercicio, estos carbohidratos se acumulan en el cuerpo en forma de grasa.

Debido a esta dieta deficitaria en calidad de proteínas, existen programas de investigación que buscan la forma de resolver la baja calidad de proteína del maíz, incorporando genes que modifiquen la síntesis normal de la proteína en el grano. La respuesta se encontró en 1963, en la Universidad de Purdue, EUA, cuando se observó que algunas colecciones de maíz de Colombia poseían un gene *opaco 2* que activaba la síntesis de los aminoácidos lisina y triptofano, incorporando estos aminoácidos en la proteína. Desafortunadamente, al incorporar ese gene, se creaban una serie de problemas, como una merma de 10% en el peso del grano, granos suaves y de mal aspecto, y susceptibilidad a insectos de granos y pudriciones causadas por hongos. Por estas asociaciones negativas, la mayoría de los programas nacionales que trabajaban activamente en la incorporación de ese gene en materiales normales, abandonaron las investigaciones en esa área. Solamente el CIMMYT y más recientemente el INIFAP en México, y la Academia de Ciencias de China, continuaron trabajando en esa línea. El CIMMYT, al cabo de muchos años de selección, resolvió el problema seleccionando granos de maíz que, teniendo incorporado ese gene *opaco 2*, eran de tipo normal, con buen peso y seleccionados por resistencia contra insectos y enfermedades. El



resultado fue un maíz llamado QPM (Quality Protein Maize), maíz de aspecto normal con el gene de alta calidad nutricional en su proteína, resistente a plagas y enfermedades, y con mayor rendimiento de grano. La diseminación de variedades e híbridos con las características del QPM está siendo promovido activamente por el Dr. Norman Borlaug, receptor del premio Nobel de la Paz en 1969 e iniciador de la llamada "Revolución Verde". En países de África y Asia ya se siembran muchos miles de hectáreas con materiales con calidad de proteína.

¿Y QUÉ HAY PARA EL FUTURO?

Otras investigaciones que se llevan a cabo son las relacionadas con la resistencia al llamado estrés biótico y abiótico, es decir, problemas causados por agentes biológicos (insectos, enfermedades) o no (tolerancias a bajos niveles de nutrientes en el suelo, suelos ácidos, sequía, encharcamiento, etc.), que afectan la producción del grano. Conforme los países se desarrollan, los agricultores buscan nuevas formas de obtener mayores ganancias. En agricultura, esto se puede lograr cambiando cultivos que no tienen buena rentabilidad económica y sembrando otros cultivos que sean más remunerativos. Esto sucede con el maíz que, al no ser rentable, va siendo desplazado a tierras más pobres con mayores limitantes de producción. A la fecha, ya se tienen variedades con alto grado de resistencia a varios insectos, enferme-

dades y sequía, y existen programas de investigación en la selección de materiales tolerantes a la sequía y a bajos contenidos de nutrientes en el suelo. Es de mencionar que Colombia es el país que tiene el liderazgo en el mundo en la selección de maíces tolerantes a suelos ácidos, un problema de gran importancia en países del continente americano, Asia y África. Lo interesante es que en ese país el gobierno apoya estas investigaciones, en un afán de incrementar los ingresos de los productores y de disminuir la cuota de importación, de cerca del 50% del maíz que se consume en el país.

Usando la más novedosa y sofisticada tecnología de la llamada transformación genética de plantas, se han desarrollado nuevas plantas de maíz en las que se han incorporado genes provenientes de otras especies. Este es el caso de nuevas plantas de maíz resistentes a insectos en las que se ha incorporado un gene *Bt*, tomado de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, el cual induce a la planta a sintetizar compuestos tóxicos para los insectos. Usando esta misma tecnología, se han desarrollado nuevas plantas de maíz resistentes al herbicida glifosato.

Estamos en una etapa de grandes cambios y estamos concientes de que es necesario aumentar nuestra producción y ser autosuficientes al producir nuestros alimentos. Pero aún cuando se está trabajando activamente en resolver algunos problemas que afectan la producción del maíz,

tenemos que ignorar temporalmente muchos otros. En este sentido, la investigación es como tapar agujeros con las manos, podemos tapar dos, pero en un momento se abre otro y ya no podemos hacer mucho para resolver ese nuevo problema. Es el caso de lo que sucede con toxinas potentes de mamíferos y aves, producidas por los hongos *Aspergillus flavus* y *Fusarium moniliforme*, los cuales dañan los granos del maíz, produciendo aflatoxinas y fumonisinas, respectivamente. Sin duda, en algún momento tendremos que hacer algo para también resolver esos problemas, pero primero debemos resolver los problemas de aumentar la producción total del grano y no desviarnos en lo que vienen siendo problemas de conservación.

VOLVEMOS AL ORIGEN

Es claro que el maíz seguirá siendo un alimento básico e indispensable en la alimentación de la población del mundo, y que los científicos seguirán encontrando nuevos usos industriales como subproductos del maíz. También es obvio que muchos técnicos que trabajamos con maíz seguiremos estando orgullosos de trabajar con esta planta, ya no solamente para la obtención de nuevos subproductos elaborados de este grano, sino para justificar y valorar nuestro trabajo en un mundo dedicado a la conservación de los recursos naturales, donde se piensa que el origen del maíz, como el de muchos otros alimentos... ¡¡es el supermercado!!



Cáncer del jitomate

Dr. Cristian Nava Díaz - Fitopatología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, cnava@colpos.mx



Síntomas de *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* en fruto de jitomate

INTRODUCCIÓN

La bacteria *Clavibacter michiganensis* contiene cinco subespecies especializadas de acuerdo con el hospedante que atacan: *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* afecta papa; *C. michiganensis* subsp. *nebraskensis* causa la marchitez del maíz; *C. michiganensis* subsp. *insidiosus* ocasiona la marchitez de la alfalfa; *C. michiganensis* subsp. *tessellarius* ocasiona el mosaico del trigo y *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* induce el ojo de pájaro, cancro o cáncer bacteriano del jitomate (CAB, 2007; Schaad *et al.* 2001). *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith 1910) Davis *et al.* 1984 tiene como principales hospedantes a *Lycopersicon esculentum*, *Capsicum annum* y *Solanum nigrum* (CAB, 2007).

El cáncer bacteriano es una enfermedad transmitida por semilla que representa una limitante para la producción de jitomate pues reduce el rendimiento, tanto en calidad como en cantidad. En parcelas comerciales se han observado pérdidas que alcanzan hasta el 80% (Gleason *et al.* 1993; Borokiene, 2006) que significan alrededor de \$300 000 dólares por ciclo por productor (Hausbeck *et al.* 2000).

En invernaderos el cáncer bacteriano puede ser devastador debido al ambiente húmedo y cálido, factores que son propicios para el desarrollo de la enfermedad.

DESCRIPCIÓN

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis* tiene forma bacilar, no móvil, Gram positiva, aeróbica, forma colonias de color amarillo con crecimiento mucoso a 30 °C en medio de cultivo YDC, crece en TTC, no fluorescente, oxidasa negativa, catalasa positiva, crece en 6% NaCl, hidroliza almidón, produce H₂S de peptona y no forma esporas de resistencia (Schaad *et al.* 2001).

La amplificación de elementos repetitivos (rep-PCR) utilizando REP, BOX y ERIC identifica cuatro grupos genéticos denominados A, B, C, y D (Louws *et al.* 1998).

La virulencia es controlada por genes localizados en los plásmidos pCM1 y pCM2 (Meletzus *et al.* 1993). El gen *celA* ubicado en pCM1 es el encargado de producir glucanasas y celulasas las que desintegran los tejidos y ocasionan la marchitez (Jahr *et al.* 2000).

***C. michiganensis* subsp. *michiganensis* afecta jitomate, chile y hierba mora.**

CICLO DE VIDA

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis* es una enfermedad transmitida por semilla. El 0.01% de la semilla infectada es capaz de iniciar una epidemia con consecuencias desastrosas (Hausbeck *et al.* 2000).

La bacteria es un excelente colonizador de la superficie de las hojas. En condiciones controladas, la población aumenta de 7 400 000 a 210 000 000 unidades formadoras de colonias (UFC) por hoja en 7 semanas (Carlton, 1998). Graves daños fueron observados en campo cuando los trasplantes tenían 100 000 000 UFC/g de tejido (Hausbeck *et al.* 2000).

La bacteria penetra por los estomas, hidátodos, tricomas, heridas e incluso la raíz y coloniza los espacios intercelulares. En 7 días invade los vasos conductores. En 14 días coloniza abundantemente el tejido vascular. Sale por medio de las gotas de eglutación, que son las responsables de mantener una alta población epifita del patógeno (Carlton, 1998). Es capaz de diseminarse por medio de herramientas de trabajo, riego, viento y durante las labores culturales como poda, injerto, eliminación de brotes, tutorado, etc. (CAB, 2007).

Sobrevive de una estación a otra en los residuos de la cosecha u hospederos alternos (CAB, 2007).



Agro productividad

PUBLICIDAD: 01(595) 928 4013
agropro@colpos.mx

SÍNTOMAS

Las semillas infectadas tienen una germinación normal y las plántulas en vivero generalmente no muestran síntomas (CAB, 2007).

Las hojas muestran áreas necróticas marginales e intervenales (Fig. 1).

Las plantas inicialmente presentan marchitez en un solo lado. En invernadero la marchitez ocurre durante el día y la planta se recupera en la noche. En casos avanzados la marchitez es irreversible (Fig. 2).

En la superficie de los tallos se observa un cancro típico. El tejido conductor del tallo y pecíolos es necrosado (Fig. 3).

Los frutos generalmente son pequeños, caen prematuramente y maduran a tiempos diferentes (Fig. 4) o presentan manchas superficiales rodeadas de un halo clorótico (Fig. 5).

DETECCIÓN

Los aislamientos de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* son relativamente uniformes y poseen sitios antigénicos comunes lo que facilita la producción de anticuerpos de utilidad en técnicas de diagnóstico como aglutinación, ELISA, inmunofluorescencia e instrumentos de flujo lateral.

Dentro de las técnicas moleculares para la detección de este patógeno se encuentra la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) utilizando los oligonucleótidos CMM5 (gccaataagcc-catatcaa) y CMM6 (cgtcaggaggctgc-taata) que amplifican un fragmento de 614 pares de bases (Schaad *et al.* 2001).

Además es posible su identificación mediante el análisis de ácidos grasos o la secuenciación del gen 16s ribosomal.

MUESTREO DE SEMILLA

El siguiente procedimiento ha sido estandarizado por ISTA-Plant Disease Comitee para la detección de *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* en semilla de jitomate (CAB, 2007).

Homogenice la semilla a muestrear. Obtenga 24 g de semilla (aproximadamente 10000 semillas).

Coloque la semilla en un bolsa de polietileno de paredes gruesas.

Adicione 150 ml de buffer de fosfatos-tween (7.75 g Na_2HPO_4 ; 1.65 g KH_2PO_4 ; 0.2 ml Tween 20; 1000 ml agua destilada; ajuste pH 7.4).

Incube a 4°C durante 15 minutos y posteriormente triture la muestra.

Coloque 0.1 ml de las diluciones 0, -1 y -2 (preparadas en buffer de fosfatos sin tween) sobre los medios de cultivo SCM y mSCM por triplicado. Disperse utilizando una varilla de vidrio.

Incube a 26°C durante 7-10 días.

Las colonias en SCM son convexas, irregulares, mucoides con puntos negros.

Las colonias en mSCM son de color gris, de 2-3 mm de diámetro (incrementando con el tiempo), translúcidas, con puntos negros.

Transfiera las colonias a YDC e incube a 24°C por 24-48 horas.

Identifique las colonias utilizando ELISA, una prueba de patogenicidad o extraiga los ácidos nucleicos y realice una PCR utilizando oligonucleótidos específicos.

MEDIOS DE CULTIVO

Medio semiselectivo para *Clavibacter michiganensis* SCM: 2g K_2HPO_4 ; 0.5g KH_2PO_4 ; 0.25g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1.5g ácido bórico; 10g sucrosa, 0.1g extracto de levadura; 15g agar; 980ml agua destilada; Esterilice a 121°C durante 15 min. Enfríe a 50°C. 100mg ácido nicotínico (en 20 ml agua destilada); 30mg ácido nalidixico (sal sódica en 1 ml 0.1 M NaOH); 10mg telurito de potasio (1ml 1% Chapman tellurite solution, Difco); 200mg cycloheximida (en 1 ml etanol absoluto).

Medio de cultivo semiselectivo modificado mSCM: 2.62 g $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; 0.5 g KH_2PO_4 ; 0.25 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1.5 g ácido bórico; 10g manosa; 0.1 g extracto de levadura; 980 ml agua destilada; 1 gota de pourite (Baxter Healthcare Corporation, Scientific Division, McGaw Park, IL 60085, USA); 12 g de agar. Esterilice y enfríe. Adicione 100 mg de ácido nicotínico; 30 mg de ácido nalidixico; 200 mg de cycloheximida.



Figura 1. Necrosis marginal e intervenal en hojas



Figura 2. Marchitez y muerte de plantas



Figura 3. Corte transversal de tallo mostrando necrosis del tejido conductor

El cáncer del jitomate es una enfermedad transmitida por semilla.

Puede ocasionar pérdidas que oscilan entre 11 y 80%.



Figura 4. Frutos pequeños y maduración desfasada



Figura 5. Manchas rodeadas de halo clorótico (ojo de pájaro) en la superficie del fruto

Agradecemos al Programa de Apoyo Complementario para la Consolidación Institucional de Grupos de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Extracto de levadura-Carbonato de calcio YDC: 10 g extracto de levadura; 20 g CaCO₃; 20 g glucosa (esterilice por separado); 15 g agar; 1000 ml agua destilada (Schaad *et al.* 2001).

CONTROL

No existe un medio de control eficiente. Se puede evitar su ingreso mediante la exclusión. Por ejemplo, la Organización Europea de protección para las plantas (EPPO) restringe su movimiento mediante cuarentenas. En México se considera una plaga de importancia cuarentenaria A2 (presente de distribución restringida) y a punto de ser incluida en la Norma Oficial Mexicana 029 por la que se establecen los requisitos fitosanitarios y las especificaciones de semilla de importación.

Cuando la bacteria tiene una distribución restringida es posible su erradicación mediante la destrucción de plantas infectadas y residuos de la cosecha. La protección del cultivo puede ser: **Cultural.** Rotación de cultivos al menos de dos años. **Física.** Tratamiento a la semilla con agua caliente. **Biológica.** Bacterias promotores de crecimiento (*Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp.) e inductores de resistencia. **Química.** Reducción de poblaciones epifitas con estreptomina, hidróxido de cobre, mancozeb.

Actualmente no existen variedades resistentes. Los genes de resistencia fueron detectados en *L. hirsutum* LA407 (Francis *et al.* 2001).

Afecta la calidad (frutos manchados) y cantidad (muerte de plantas) de la producción.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Burokiene, D. 2006. Early detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomato seedlings. *Agronomy Research* 4: 151-154

CAB. 2007. Crop Protection Compendium. <http://www.cabdirect.org/>

Carlton, W. M., Braun, E. J., and Gleason, M. L. 1998. Ingress of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* into tomato leaves through hydathodes. *Phytopathology* 88:525-529

Francis, D. M., Kabelka, E., Bell, J., Franchino, B., and St. Clair, D. 2001. Resistance to bacterial canker in tomato (*Lycopersicon hirsutum* LA407) and its progeny derived from crosses to *L. esculentum*. *Plant Dis.* 85:1171-1176

Gleason, M. L., Gitaitis, R. D., and Ricker, M. D. 1993. Recent progress in understanding and controlling bacterial canker of tomato in eastern North America. *Plant Dis.* 77:1069-1076

Hausbeck, M. K., Bell, J., Medina-Mora, C., Podolsky, R., and Fulbright, D. W. 2000. Effect of bactericides on population sizes and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on tomatoes in the greenhouse and on disease development and crop yield in the field. *Phytopathology* 90:38-44

Jahr, H., Dreier, J., Meletzus D., Bahro, R., and Eichenlaub, R. 2000. The endo b1-4-glucanase CelA of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* is a pathogenicity determinant required for induction of bacterial wilt of tomato. *MPMI* 13(7) 703-714

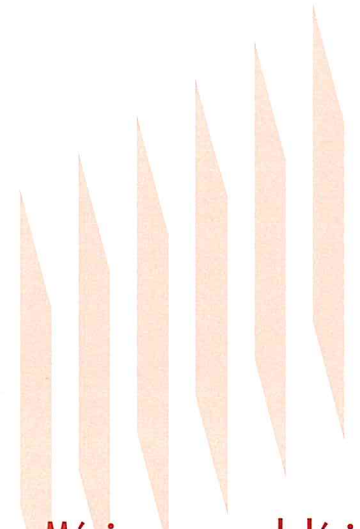
Louws, F. J., Bell, J., Medina-Mora, C. M., Smart, C. D., Opgenorth, D., Ishimaru, C. A., Hausbeck, M. K., de Bruijn, F. J., and Fulbright, D. W. 1998. rep-PCR-mediated genomic fingerprinting: A rapid and effective method to identify *Clavibacter michiganensis*. *Phytopathology* 88:862-868

Meletzus, D., Bermpohl, A., Dreier, J., and Eichenlaub, R. 1993. Evidence for plasmid-encoded virulence factors in the phytopathogenic bacterium *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* NCPPB382. *J. Bacteriol.* 175:2131-2136

Schaad, N.W., Jones, J.B. and Chun, W. 2001. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. Third edition. APS press. St. Paul Minnesota USA: 373p

Tratamiento de semilla de jitomate con agua caliente

Dr. Cristian Nava Díaz - Fitopatología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, cnava@colpos.mx



México ocupa el décimo lugar a nivel mundial en producción de jitomate.

INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es un cultivo muy importante. A nivel mundial se cosecharon 122 880 100 toneladas de jitomate para consumo en fresco y para industria, siendo los principales países productores en orden de importancia, China, Estados Unidos de Norteamérica, Turquía e India. México ocupa el décimo lugar a nivel mundial, con una producción de 2 800 120 toneladas (FAO, 2007).

En lo referente a jitomate para consumo en fresco, Estados Unidos de Norteamérica cosechó 1 671 215 toneladas con un valor de la producción de 1 596 276 000 dólares (USDA, 2007).

Aproximadamente 200 enfermedades con el potencial de limitar la producción han sido reportadas en este cultivo (Jones *et al.* 1997). Dentro de las enfermedades transmitidas por semilla, destacan por los daños que ocasionan, las manchas foliares causadas por *Xanthomonas euvesicatoria*, *X. axonopodis*, *X. vesicatoria*, *X. perforans* y *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Jones *et al.* 2004a; Jones *et al.* 2004c), y *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, el agente causal del cáncer bacteriano, que es capaz de desarrollarse a niveles epidémicos con solo el 0.01% de semilla infectada (Hausbeck *et al.* 2000).

El cáncer bacteriano es una enfermedad de importancia cuarentenaria regulada en el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-029-FITO-1995.

TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE

La eliminación de patógenos en semilla es punto clave para la obtención de planta sana.

Una alternativa efectiva para eliminar de semilla de jitomate a *Xantomonas* spp., *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* y *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* es el tratamiento con agua caliente (Lewis-Ivey y Miller, 2005).

El tratamiento con agua caliente consiste en exponer a las semillas de jitomate a la máxima temperatura y tiempo tolerados por esta especie con la finalidad de eliminar los patógenos, sin afectar la germinación y vigor.

MUESTREO

Con el objeto de evaluar el efecto del tratamiento con agua caliente sobre germinación y vigor de jitomate es recomendable obtener una muestra, tratarla y comparar estas variables con el lote original.

De cada lote de semilla de jitomate obtenga dos muestras de 300 semillas cada una.

Una de las muestras es tratada con agua caliente mientras la otra no.

Realice una prueba de germinación y vigor. Evalúe por ciento de germinación, altura de planta, peso fresco y peso seco en las semillas tratadas y no tratadas.

Realice un análisis de varianza y comparación de medias.

Determine el efecto del tratamiento con agua caliente en la semilla de jitomate. Determine si es conveniente tratar todo el lote o realice los ajustes necesarios a temperatura o tiempo.

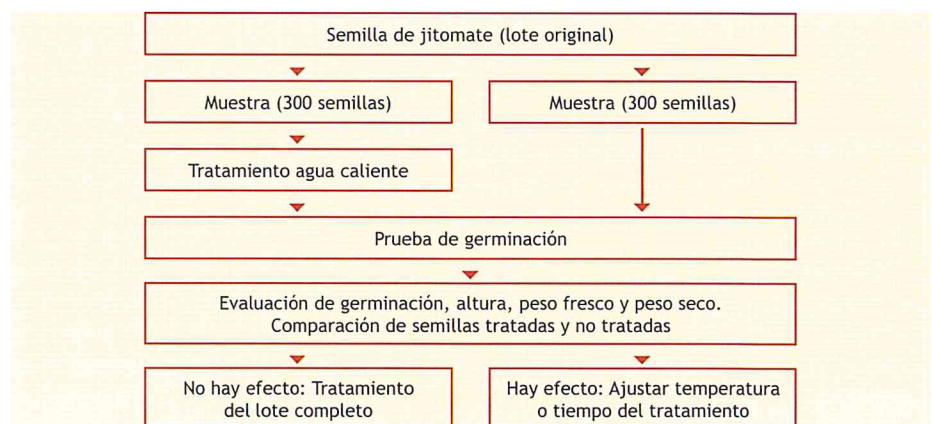




Figura 1. Semilla de jitomate sobre un pedazo de tela.

TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE

Primero, las semillas de jitomate se colocan en una pieza rectangular de tela (cheesecloth, Fig. 1).

Segundo. Las semillas son envueltas en la tela con ayuda de una cinta elástica (Fig. 2).

Tercero. Coloque las semillas en el contenedor con agua destilada estéril a 37 °C e incube por diez minutos (Fig. 3).

Cuarto. Transfiera las semillas al contenedor con agua destilada estéril a 50 °C e incube durante 25 minutos (Fig. 4).

Quinto. Transfiera las semillas al contenedor con agua destilada estéril a 23 °C (temperatura ambiente) e incube por 10 minutos (Fig. 5).

Sexto. Disperse las semillas en un marco de acero previamente esterilizado y deje secar las semillas durante 48 horas (Fig. 6).

RECOMENDACIONES

No exceda ni el tiempo de incubación ni la temperatura en cada uno de los pasos aquí señalados, pues daños al embrión ocasionan disminución en la germinación y vigor de la semilla de jitomate.

Utilice dos baños María y asegúrese que la temperatura es constante en ambos.



Figura 2. Semilla de jitomate envuelta.

Ajuste la temperatura con anticipación al tratamiento. Revise la temperatura en el contenedor donde se depositará la semilla.

La semilla no debe quedar muy apretada dentro del pedazo de tela.

Toda superficie o líquido en contacto con la semilla debe esterilizarse previamente.

Una vez seca la semilla, espolvoree Thiram 75WP.

PRUEBA DE GERMINACIÓN Y VIGOR

Para evaluar la germinación y vigor de la semilla de jitomate seleccione 300 semillas.

Etiquete y divida una charola germinadora de 288 poros en 4 grupos de 72 poros cada uno.

Utilice sustrato estéril libre de suelo para preparar la charola.

Comprima cada uno de los orificios que contienen sustrato.

Coloque una semilla en cada orificio y adicione una capa de sustrato.

Coloque las charolas a 25 °C, durante 25 días. Adicione agua de tal manera que el sustrato no se seque.

En cada grupo de 72 poros evalúe el número de plantas germinadas [(número de plantas germinadas / 72) * 100] y altura promedio [suma de alturas individuales / número de plantas].

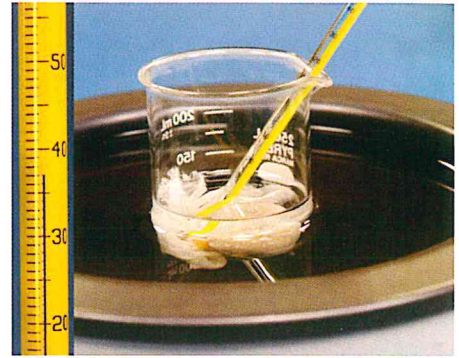


Figura 3. Precalentamiento a 37 °C durante 10 minutos.

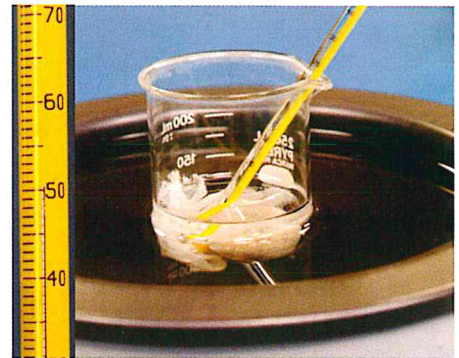


Figura 4. Tratamiento a 50 °C durante 25 minutos.

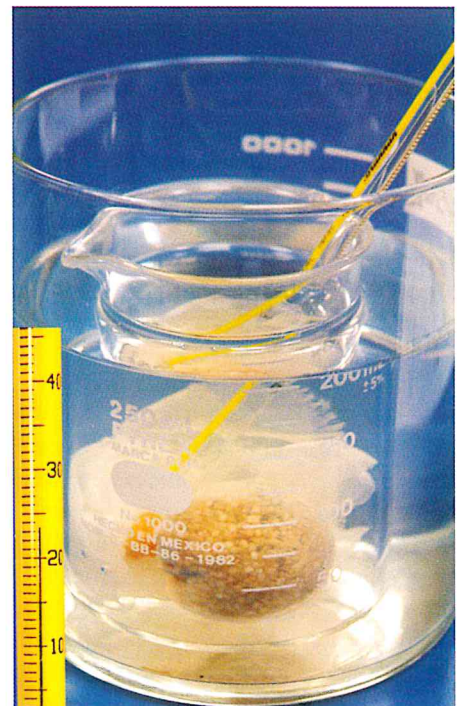


Figura 5. Enfriamiento en agua a 23 °C durante 10 minutos.

Aproximadamente 200 enfermedades tienen el potencial de limitar la producción de jitomate.

Extraiga las plántulas, elimine el sustrato y reúna las plántulas de cada grupo de 72. Calcule el peso fresco promedio por planta [peso total / número de plantas]. Deposite las plántulas en una bolsa de papel y colóquelas en un horno a 50 °C durante 72 horas. Calcule el peso seco promedio [peso total / número de plantas].

Compare el por ciento de germinación, altura, peso fresco y peso seco mediante un análisis de varianza y comparación de medias.



Figura 6. Disperse las semillas y seque.

Dentro de las enfermedades transmitidas por semilla destacan *Xanthomonas spp.*, *Pseudomonas spp.*, y *Clavibacter sp.*

ANÁLISIS DE DATOS

La estructura de los datos y programa para su análisis estadístico (SAS Institute Inc.) es la siguiente:

```
data germination;
input treat$ rep germ height fw dw;
cards;
original 1 97 8.3 5.3 .51
original 2 99 7.7 4.7 .42
original 3 95 8.5 4.9 .47
original 4 93 9.0 5.5 .50
hotw 1 95 8.0 4.9 .46
hotw 2 99 8.1 5.2 .50
hotw 3 97 8.3 5.5 .53
hotw 4 96 8.7 6.0 .57
;
proc print; proc glm; class treat rep;
model germ height fw dw = treat rep /
ss3; means treat / lsd lines; run;
```

The GLM Procedure

Dependent Variable: germ		Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Source	DF	22.50000000	5.62500000	2.29	0.2612
Model	4				
Error	3	7.37500000	2.45833333		
Corrected Total	7	29.87500000			

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
treat	1	1.12500000	1.12500000	0.46	0.5472
rep	3	21.37500000	7.12500000	2.90	0.2027

t Grouping	Mean	N	treat
A	96.750	4	hotw
A	96.000	4	original

Probabilidad

Análisis de resultados. La germinación (variable) no fue afectada por el tratamiento de agua caliente (probabilidad mayor a 0.05). Las semillas tratadas tienen una germinación del 96%, igual que el lote original.

EMPAQUE

Empaque las semillas tratadas en envases nuevos.

Etiquete con los siguientes datos:

Número: 2006-0028
 Propietario: Cristian Nava
 Fecha de recepción: 28 marzo 07
 Cultivo: *Lycopersicon esculentum*
 Variedad: Mountain Spring
 Tratamiento agua caliente: 09 abril 07
 Fungicida: Thiram
 Germinación: 96 %
 Vigor (25 días)
 -Altura: 8.2 cm
 -Peso fresco: 5.4 g
 -Peso seco: 0.5 g

Lote Original
 Germinación: 96 %
 Vigor (25 días):
 -Altura: 8.3 cm
 -Peso fresco: 5.1 g
 -Peso seco: 0.4 g

Responsable de la prueba: MIT

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

FAO, 2007. <http://faostat.fao.org/site/340/DesktopDefault.aspx?PageID=340>

Francis, D. M., Kabelka, E., Bell, J., Franchino, B., and St. Clair, D. 2001. Resistance to bacterial canker in tomato (*Lycopersicon hirsutum* LA407) and its progeny derived from crosses to *L. esculentum*. Plant Dis. 85:1171-1176

Hausbeck, M. K., Bell, J., Medina-Mora, C., Podolsky, R., and Fulbright, D. W. 2000. Effect of bactericides on population sizes and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on tomatoes in the greenhouse and on disease development and crop yield in the field. Phytopathology 90:38-44

Jones J.B., Stall, R.E. and Zitter, T.A. 1997. Compendium of Tomato Diseases. APS press. Minnesota. USA: 73 p

Jones, J.B., Lacy G.H., Bouzar, H., Minsavage, G.V., Stall, R.E., and Schaad, N.W. 2004a. Bacterial spot-worldwide distribution, importance and review. In Momol M.T. and Jones J.B. 2004. 1st international Symposium on Tomato Diseases and 19th Annual Tomato Disease Workshop. University of Florida. Orlando, Florida, USA: 21 pp

Jones, J.B., Lacy, G.H., Bouzar, H., Stall, R.E., and Schaad, N.W. 2004c. Reclassification of the Xanthomonads associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. System. Appl. Microbiol. 27: 755-762

Lewis-Ivey, M.L. and Miller, S.A. 2005. Evaluation of hot water seed treatment for the control of bacterial leaf spot and bacterial canker on fresh market and processing tomatoes. Acta Horticulture 695: 197-204

USDA, 2007. <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1183>

Agradecemos al Programa de Apoyo Complementario para la Consolidación Institucional de Grupos de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.



Estimación del potencial productivo de maíz en la República Mexicana

Dr. Antonio Turrent Fernández - Investigador Nacional, CEVAMEX, INIFAP, aturrent@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se estudia el potencial productivo de maíz de la República Mexicana desde 1963. Hasta antes del año 2000, el concepto de potencial productivo se ceñía a la evolución de las superficies y a la calidad de la tierra de labor sembrada bajo riego y bajo temporal, así como al avance del conocimiento público. Se definía al potencial productivo como el promedio de varios años de producción nacional de maíz si la superficie sembrada fuera tratada con la tecnología pública disponible. Este ejercicio servía como guía para impulsar programas de transferencia de tecnología. En la actualidad también se toma en cuenta a las tierras de labor de ocho estados del Sur-Sureste factibles de ser irrigadas y que se siembran con maíz bajo temporal; también se contabiliza una parte de las tierras con vocación agrícola que se maneja bajo el sistema de ganadería extensiva. Mientras en la definición previa se ponderaba solamente la inversión requerida para generar nuevo conocimiento público y para transferirlo, en la actualidad también se pondera la oportunidad de la inversión pública en varios tipos de infraestructura: interconexión de energía eléctrica para el campo, caminos, irrigación, y otros servicios.

El INIFAP ha sido el aportador clave del avance del conocimiento público sobre el cultivo del maíz en México. En el INIFAP se ha realizado mejoramiento genético de maíz a partir de 10 de las más de 50 razas nativas de maíz, desde la década de los años 1940. Se ha desarrollado maíces mejorados para las seis grandes regiones agroclimáticas del país (Trópico, Bajío, Altiplano, Transición, Meseta Semiárida del Norte y Subtrópico Semiárido) y cuatro Provincias Agronómicas (PA) de la tierra de labor (Riego, Muy Buena¹, Buena y Mediana Productividad), en cada una de las regiones. Para estas 24 condiciones agroclimáticas se han sucedido varias generaciones de materiales genéticos cada vez más adaptados a sus condiciones agroclimáticas, con mayor resistencia a enfermedades y con mayor potencial de rendimiento y uniformidad fenotípica. En total, el INIFAP ha liberado 168 variedades mejoradas de maíz de las que 84 son híbridos y 84 son variedades de polinización libre. Los híbridos han sido desarrollados para las Provincias Agronómicas de mayor calidad, mientras que las variedades de polinización libre se aprovechan en las PA de menor calidad. El sistema universitario público también ha desarrollado y liberado maíces mejorados, si bien sus contribuciones han sido puntuales.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha hecho aportaciones al mejoramiento genético del maíz, como proveedor de materiales premejorados a las instituciones públicas y privadas. Los consorcios transnacionales han concurrido al aporte de materiales mejorados, con énfasis en las Provincias Agronómicas (PA) de mayor calidad y manejadas bajo esquemas de tipo de agricultura industrial.

EVALUACIONES DEL POTENCIAL PRODUCTIVO

Hasta antes de la década de los 1980, los investigadores del INIFAP y de otras 12 instituciones del país habían conducido más de 2500 experimentos de campo en terrenos de agricultores cooperantes en las principales regiones productoras bajo temporal del país, y más de 800 experimentos bajo riego. En esos experimentos, típicamente de 0.3 a 0.5 hectáreas, se estudió la respuesta del maíz a la fertilización, a las densidades de población y a otras prácticas de producción y protección. Estos experimentos fueron conducidos a lo largo de 30 años, por lo que sus resultados integran las variabilidades en los rendimientos asociadas al clima y a la edafología.

¹ En las tierras de labor de la Provincia Agronómica (PA) de Muy Buena Productividad llueve entre 90% y 200% de la evaporación total de junio a septiembre, y los suelos tienen más de 1 m de profundidad; en la PA de Buena Productividad llueve más de 200% de la evaporación junio-septiembre, con suelos profundos y delgados. En la PA de Mediana productividad (a) llueve entre 70 y 200% de la evaporación, con suelos de menos de 1 m de espesor, o (b) llueve entre 70% y 90% de la evaporación con suelos de más de 1 m de espesor. En las tierras de labor de la PA de Baja Productividad (a) llueve entre 50 y 70% de la evaporación junio-septiembre con suelos de menos de 1 m de espesor o (b) llueve menos de 50% de la evaporación y los suelos tienen más de 1 m de espesor. En la PA de Tierras Marginales llueve menos del 50% de la evaporación junio-septiembre, con suelos con menos de 1 m de espesor.

El conocimiento tecnológico y la superficie y calidad de la tierra dedicada al cultivo del maíz muestran evolución sobre el tiempo, y se asocian cada vez con mayores rendimientos y producción nacional. De aquí que los varios intentos por evaluar el potencial productivo de maíz han conducido a información cambiante.

La segunda evaluación del potencial productivo de maíz se hizo en 1977, a partir de 2545 experimentos de campo conducidos en el período 1952-1977. Los experimentos involucrados en este estudio fueron sembrados con las primeras generaciones de maíces mejorados y con los maíces de los productores (razas nativas de maíz). En 1991, el programa conocido como PRONAMAT del mismo INIFAP aportó información fresca sobre el desempeño de la segunda generación de maíces mejorados en las Provincias Agronómicas de Riego y de Temporal de Muy Buena y Buena Productividad. En 1996 se actualizó la información sobre los rendimientos a partir de proyecciones con apoyo empírico; finalmente, en 2000 se incluyeron resultados de experimentos conducidos en ocho Estados del Sur-Sureste bajo riego, que involucran proyecciones sobre tierras potencialmente irrigables, y que también ponderan el uso potencial de tierras con vocación agrícola, que actualmente se subexplotan con el sistema de ganadería extensiva.

Evaluación de 1977 (publicada en 1986²)

Los 2545 experimentos conducidos bajo temporal en el período 1952-1977, fueron agrupados en 72 agrosistemas de maíz, definidos a partir de seis estratos arbitrarios del cociente de la precipitación sobre la evaporación, 3 estratos térmicos y 4 estratos por la calidad de la tierra. El rendimiento óptimo-económico de cada experimento fue ajustado a un modelo de exponentes fraccionarios basado en las variables independientes del agrosistema, por técnica de regresión. De la ecuación de regresión se obtuvo una estimación del rendimiento potencial para cada uno de los 72 agrosistemas de maíz. A partir de información de los V Censos Agrícola, Ganadero y Ejidal, y de las cartas edáficas y climáticas del territorio nacional, se estimó la superficie cultivada de maíz correspondiente a cada uno de los 72 agrosistemas. La integración numérica del rendimiento potencial y la superficie cosechada condujo a la estimación de la producción agregada de maíz para los niveles país, estado, distrito de temporal y municipio. Además se dispuso de 819 experimentos de maíz bajo riego, estimándose la producción por un procedimiento similar simplificado. El resultado de este ejercicio

fue que la producción potencial de maíz sería igual a 20.17 millones de toneladas anuales para la escala nacional, mientras que la producción observada en 1977 fue igual a 10.05 millones de toneladas anuales. La superficie cosechada para ambas estimaciones fue 7.48 millones de hectáreas, de las que 0.97 millones fueron de riego y 6.51 millones de temporal.

Evaluación de 1991 (publicada³ en 1992 y 1996)

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el status de la tecnología para el cultivo de maíz bajo riego y bajo temporal en las Provincias Agronómicas (PA) de Muy Buena y de Buena Productividad. Se condujo 302 módulos de riego en los ciclos agrícolas OI 87/88 y PV 1988, como muestra representativa de un millón de hectáreas de maíz bajo riego, y 201 módulos de temporal en los ciclos PV 1989 y PV 1990 para usar como muestra 1.77 millones de hectáreas de temporal de buena calidad. En ambos casos los módulos fueron de una hectárea. Estos módulos fueron conducidos de manera cooperativa entre el productor y el investigador residente del INIFAP. Los insumos, particularmente la semilla para la siembra y la tecnología, fueron aportados por el proyecto, en tanto que el productor aportó la mano de obra y la fuente de potencia requeridas. Se estableció por coordenadas al azar dos a cuatro predios vecinos de referencia por módulo, en los que el productor aceptó se diera seguimiento a su operación de campo y resultados. Esta parte del estudio produjo 730 parcelas referentes bajo riego y 567 bajo temporal. Los rendimientos promediaron 6.15 t/ha bajo riego, 4.30 t/ha en la PA de Muy Buena Productividad y 3.80 t/ha en la PA de Buena Productividad; los rendimientos homólogos referentes fueron respectivamente 3.63, 2.88 y 2.88 t/ha. Las considerables diferencias se asociaron con el mayor potencial productivo de los híbridos del INIFAP y con mayores densidades de población, aunque similar fertilización, con relación a las parcelas referentes. A partir de esta información y de su comparación con el estudio de 1977, se hicieron proyecciones para la producción nacional de 1985-1989 y para el período 2005-2009. La producción potencial fue 25.77 millones de toneladas anuales, para el período 1985-1989 y de 28.62 millones de toneladas anuales para el período 2005-2009. Se hicieron ambas proyecciones usando la superficie cosechada de 7.10 millones de hectáreas, de las que 1.1 millones son de riego y 6 millones de temporal.

² FUENTE: Antonio Turrent Fernández. 1986. Estimación del Potencial Productivo Actual de Maíz y Frijol en la República Mexicana. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 165 pp

³ Rodrigo Aveldaño Salazar y 55 colaboradores. 1992. El Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología. Documento de circulación interna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F.

Antonio Turrent Fernández, R. Aveldaño Salazar y R. Moreno Dahme. 1996. Análisis de las posibilidades técnicas de la autosuficiencia sostenible de maíz en México. *Terra* 14(4): 445-468.



Evaluación de 2000 (publicada en 2004⁴)

Por los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco y Veracruz, fluye el 62% del recurso agua dulce del país. Sin embargo, muy poca infraestructura hidroagrícola ha sido desarrollada en esta región Sur-Sureste, donde se cosecha anualmente unas dos millones de hectáreas de maíz. Por manejarse bajo temporal, las tierras se siembran solamente en el ciclo Primavera-Verano, permaneciendo ociosas en el ciclo Otoño-Invierno, que es mayormente seco. Se estima que hay un millón de hectáreas de tierras de labor cercanas a fuentes abundantes de agua (ríos, lagunas, acuíferos someros) que podrían ser sembradas dos veces al año si se dotaran de infraestructura de riego.

Con el objetivo de ampliar el potencial productivo conocido de maíz del campo mexicano, se realizó estudios de campo durante los ciclos agrícolas OI 96/97, OI 97/98 y OI 98/99, aprovechando la escasa y regionalmente dispersa disponibilidad de predios con riego. En el ciclo OI 96/97 se condujo experimentos en 261 localidades de los ocho Estados, comparando tres híbridos y cinco variedades de polinización libre del INIFAP con 22 híbridos comerciales ofrecidos por los consorcios transnacionales. En los ciclos OI 97/98 y OI 98/99 se condujo diez experimentos en otras tantas localidades en que se estudió la respuesta de seis híbridos del INIFAP a la fecha de siembra y a la fertilización NPK, y a la densidad de población bajo condiciones de riego. Los resultados muestran que la tecnología actual permite obtener un rendimiento promedio del orden de 8 t/ha en el millón de hectáreas estudiado.

Muy probablemente, la factibilidad de introducir el riego a las tierras de temporal del Sur-Sureste se asocia más con la pequeña que con la grande irrigación, dadas la topografía de lomerío y la profundidad somera de gran parte de esos suelos. El sistema de riego presurizado del tipo pivote central, o de desplazamiento lateral podría ser la alternativa en muchos casos, como ya lo han experimentado productores visionarios del Sureste. Hasta ahora, la escasa interconexión eléctrica actúa como barrera al desarrollo de este tipo de riego.

Finalmente, la consideración de la capacidad maicera del campo mexicano quedaría incompleta si se excluyera la reserva de tierras de labor que actualmente se subutiliza bajo el sistema de ganadería extensiva. Se estima que hay unas 12 millones de hectáreas bajo tal manejo en los mismos ocho Estados del Sur-Sureste. En el sexenio 1988-1994, el poder Ejecutivo Federal tuvo a consideración y descartó, por no ser prioritario, el "proyecto Usumacinta", que planteaba construir infraestructura para el riego de un millón de hectáreas de tierras limítrofes entre Campeche y Tabasco. Gran parte de estas tierras es de uso ga-

nadero extensivo actual. Probablemente en los próximos 10 a 15 años, en la búsqueda de su seguridad alimentaria, la sociedad tomará la decisión de hacer los ajustes necesarios al Artículo 27 Constitucional que permitan dar uso agropecuario integrado a esas tierras. Si en dos millones de hectáreas de esa superficie se siembra maíz bajo riego en el ciclo Otoño-Invierno, se añadirá por lo menos 16 millones de toneladas al año.

La estimación del potencial productivo de maíz para los próximos 10 a 15 años es de 53 millones de toneladas anuales, de las que (a) 29 millones corresponden a lo que se podría producir actualmente a partir de las tierras que ya se cosechan anualmente de maíz: 1.1 millones de hectáreas bajo riego y 6 millones de hectáreas de temporal; (b) 8 millones adicionales se encuentran en el Sur-Sureste, después de acondicionar con infraestructura hidroagrícola un millón de hectáreas de tierras de labor; y (c) 16 millones de toneladas cosechables corresponden a dos millones de hectáreas de la reserva de tierras, actualmente bajo manejo ganadero extensivo, que habrán de acondicionarse para el riego.

La producción nacional promedio del período 2002-2006 es 20.58 millones de toneladas de maíz al año (mientras la producción potencial puede ser de 29 millones de toneladas anuales) y se importa alrededor de 10 millones de toneladas. Es conveniente aclarar que la potencialidad productiva examinada se refiere exclusivamente al uso de tecnología de origen público y con maíz no transgénico. No es necesario cambiar a maíz transgénico, y asumir colectivamente el riesgo y dependencia tecnológica asociados, para recuperar la suficiencia alimentaria en maíz.

CONCLUSIONES

1. El potencial productivo de maíz del campo mexicano ha sido objeto de estudio por parte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias desde el año 1963, y continuó en 1977, 1991 y 2000.
2. Los productores mexicanos cosechan anualmente maíz en 1.1 millones de hectáreas de riego y 6 millones de hectáreas de temporal, y producen 20.58 millones de toneladas anuales. Una considerable fracción de estas tierras se maneja con dosis subóptimas de insumos. La cosecha puede aumentarse a 29 millones de toneladas en la misma superficie, si se aplicara la tecnología pública disponible a la totalidad de las tierras sembradas.
3. En los próximos 10 años y mediando la inversión en infraestructura hidroagrícola e intercomunicación eléctrica y modificaciones a la Constitución, la producción nacional de maíz podría incrementarse hasta el orden de 53 millones de toneladas anuales.

⁴ Antonio Turrent Fernández, R. Comas Gómez, A. López Luna, M. Cantú Almaguer, J. Ramírez Silva, J. Medina Méndez y A. Palafox Caballero. 2004. Producción de maíz bajo riego en el Sur-Sureste de México: II. Desempeño financiero y primera aproximación tecnológica. *Agríc. Tec. Mex.* 30(2): 205-221.

DOSSIER

Los hongos micorrízicos arbusculares como biotecnología en la propagación y manejo de plantas en viveros

19

Respuesta a la inoculación de *Glomus intraradix*, materia orgánica y dosis de fertilización fosfatada en el crecimiento de mezquite (*Prosopis* sp.)

24

Hongos micorrízicos arbusculares como componente de control biológico de la pudrición causada por *Fusarium* sp. en gladiola

29

Los hongos micorrízicos arbusculares como biotecnología en la propagación y manejo de plantas en viveros

Dr. Alejandro Alarcón - Microbiología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, alexala@colpos.mx

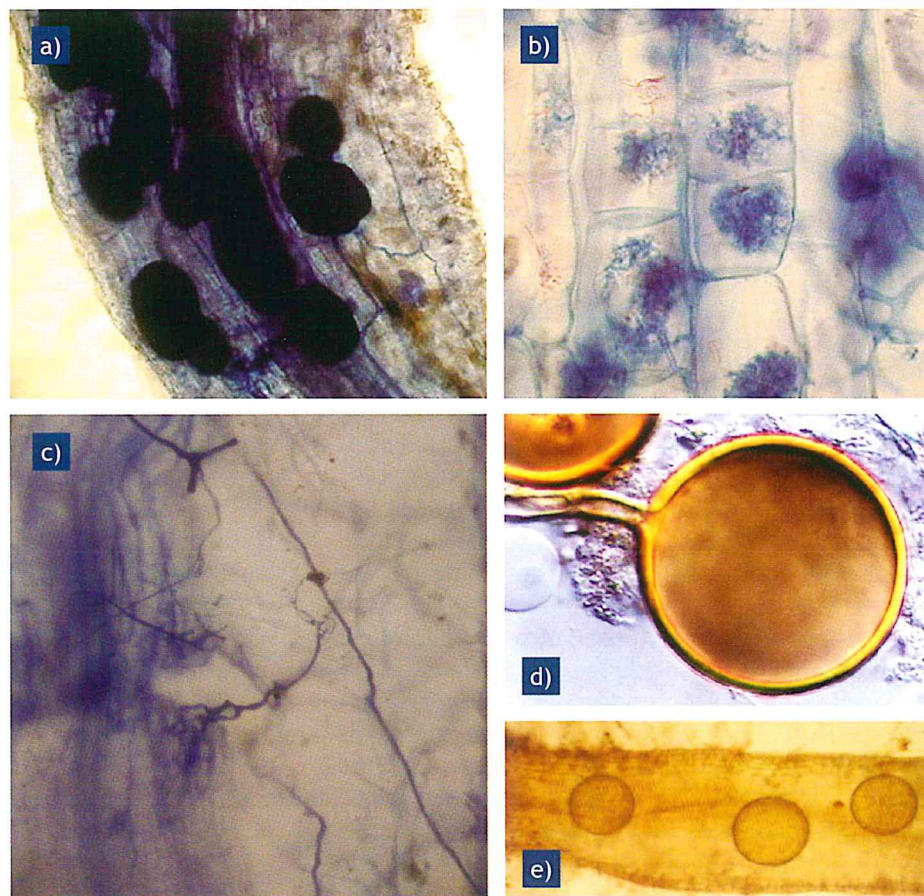


Figura 1. Estructuras típicas intra y extra radicales de los hongos micorrízicos arbusculares: a) vesículas; b) células corticales con arbusculos; c) micelio extraradical; d) esporas formadas en el suelo; y e) esporas formadas en el interior de raíces.

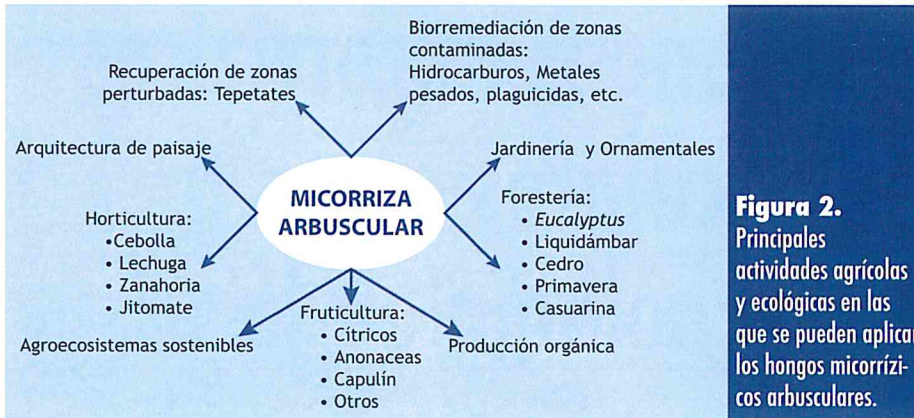


Figura 2. Principales actividades agrícolas y ecológicas en las que se pueden aplicar los hongos micorrízicos arbusculares.

Los HMA son microorganismos que potencialmente pueden contribuir en el control biológico de agentes microbianos

¿QUÉ SON LOS HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES?

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos cosmopolitas que forman simbiosis con más del 80% de las plantas terrestres conocidas hoy en día. Actualmente estos hongos simbióticos están clasificados dentro de la División Glomeromycota, particularmente en el Orden Glomerales, el cual comprende aproximadamente 200 especies descritas.

El nombre de los HMA, proviene de las estructuras fúngicas que todas las especies de HMA forman en las células corticales de la raíz (Fig. 1). Los arbusculos representan los sitios de intercambio de nutrientes entre ambos simbioses. En este caso, el hongo provee a la planta de nutrientes inorgánicos (fósforo, nitrógeno, potasio, etc.), mientras que en reciprocidad, la planta provee al hongo con fuentes simples de carbono (fructosa y glucosa) que le permiten satisfacer sus requerimientos metabólicos. Además de los arbusculos, algunas especies de HMA forman otras estructuras dentro de las raíces como son las vesículas, cuya función es almacenar reservas que pueden ser utilizadas durante periodos de estrés. En cuanto a las esporas, algunos HMA las producen intraradicalmente, mientras que la mayoría de ellos producen esporas de manera extracelular. Estas esporas son las principales estructuras de propagación y resistencia de los HMA durante condiciones adversas.

IMPORTANCIA DE LOS HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Ecológicamente, los HMA han tenido especial relevancia ya que sus ancestros fósiles datan de hace más de 460 millones de años (Periodo Devoniano), por lo que se presume permitieron la adaptación y evolución de las primeras plantas terrestres. Además de su importancia en la evolución de las plantas en ecosistemas terrestres, estos hongos han sido caracterizados por sus efectos benéficos en aspectos relacionados con el mejoramiento de la nutrición, el crecimiento y la adaptación de plantas, particularmente en ambientes adversos (salinidad, sodicidad, sequía, perturbación por erosión, etc.).

Los efectos benéficos de la simbiosis entre los HMA y los sistemas radicales de las plantas repercuten también en un mejor desarrollo fisiológico, gracias al cual las plantas tienen mayor capacidad de crecimiento aún en diversos sistemas de manejo agronómico de las plantas (Fig. 2). Así, dependiendo de las especies vegetales, los hongos pueden promover el crecimiento, que puede ser comparable o mayor al efecto obtenido por la aplicación de fertilizantes. La inoculación de HMA en plantas, de manera general, resulta en mayor crecimiento comparado al de las plantas sin inoculación con estos hongos.

Por otra parte, los HMA han sido considerados elementos de la rizósfera que intervienen en la regulación de las poblaciones microbianas, ya que los efectos negativos de bacterias, hongos y nematodos fitopatógenos son minimizados cuando está establecida la simbiosis en el sistema radical de las plantas. Es decir, los HMA son microorganismos que potencialmente pueden contribuir en el control biológico de agentes microbianos causantes de enfermedades en las plantas. En este caso, las hipótesis relacionadas con su efecto controlador de microorganismos fitopatógenos se basan en: la estimulación de microorganismos rizosféricos antagonistas, el mejoramiento de la nutrición, la inducción de la síntesis de compuestos y metabolitos secundarios inductores de resistencia, y la ocupación de espacios que limitan la infestación de los patógenos en el sistema radical.

Otros beneficios de la simbiosis micorrízica arbuscular se relacionan con las propiedades biológicas del suelo, al estimular poblaciones de microorganismos que intervienen en el reciclaje de nutrientes. Además, los HMA participan significativamente en la agregación de partículas del suelo a través de la secreción de una glicoproteína llamada glomalina, haciendo que los agregados sean menos susceptibles a agentes de erosión. Así, los HMA tienen un papel preponderante en la sostenibilidad

Figura 3. Efectos de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento de especies frutales leñosas: a) altura en *Prunus serotina* L.; b) área foliar en *Coffea arabica* L.; c) a la izquierda, plantas de cítricos micorrizadas, injertadas con la variedad Valencia, mientras que a la derecha se observa el crecimiento de las plantas no inoculadas; y d) efecto de consorcios micorrízicos en la altura de *Carica papaya* L. cv. Maradol roja.



Cuadro 1. Combinaciones planta-HMA con alta respuesta a la inoculación, con base al crecimiento y nutrición, y con potencial de uso en la restauración de suelos perturbados en las zonas tropicales y subtropicales de México (experimentos conducidos en el Área de Microbiología, CP-Montecillo).

Especies vegetales	Hongos micorrízicos arbusculares inoculados	Condición experimental
LEGUMINOSAS		
<i>Erythrina americana</i>	Consortio <i>Glomus</i> spp. (Zac-19*)	Adición de materia orgánica y aplicación de roca fosfórica (RF)
<i>Acacia saligna</i>	Consortio <i>Glomus</i> spp. (Zac-8**)	Tres dosis de fertilización con P y doble simbiosis: <i>Rhizobium</i> -HMA en suelos ácidos
<i>Acacia cyanophylla</i>	Consortio <i>Glomus</i> spp. (Zac-8**)	Fertilización con P y doble simbiosis con <i>Rhizobium</i> -HMA en suelos ácidos
<i>Acacia farnesiana</i>	Dos consorcios: <i>Glomus</i> spp.**	Tres diferentes tipos de suelo
<i>Pithecellobium dulce</i>	<i>Gomus fasciculatum</i> y diferentes consorcios de <i>Glomus</i> spp.**	Fertilización con P
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	<i>G. fasciculatum</i> y diferentes consorcios de <i>Glomus</i> spp.	Suelos con baja fertilidad
<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Gomus intraradices</i> , consorcios de <i>Gigaspora</i> spp., y <i>Glomus</i> spp. (incluye <i>Glomus</i> Zac-19)	Aplicación de RF, doble inoculación: menor defoliación durante el transplante y mayor dependencia micorrizica en suelos ácidos y con fertilizantes
<i>Eysenhardtia polystachya</i> , <i>Mimosa biuncifera</i> y <i>Dodonaea viscosa</i>	Consortio <i>Glomus</i> spp. (Zac-3**)	Incremento de supervivencia en tepetate (suelo derivado de cenizas volcánicas)
<i>Acacia schaffneri</i>	<i>Glomus aggregatum</i> y diferentes consorcios de <i>Glomus</i> spp.**	Tepetate y aplicación de material orgánica
NO LEGUMINOSAS		
<i>Casuarina equisetifolia</i>	<i>Glomus aggregatum</i> , <i>Glomus intraradices</i> , y consorcios de <i>Glomus</i> spp. (Zac-2**)	En mezcla de suelo agrícola y forestal
<i>Cupressus lindleyi</i>	<i>Glomus fasciculatum</i> y el consorcio <i>Glomus</i> spp. (Zac-19*)	Fertilización con 15 kg N y 10kg P ha ⁻¹ por año
<i>Cedrela odorata</i> , <i>Tabebuia donell-smithii</i> .	Consortio <i>Glomus</i> spp. (MTZ-1**) aislado de la región tropical en Veracruz	Incremento diferencial del crecimiento y biomasa vegetal, la cual fue mayor para <i>Tabebuia donell-smithii</i>

* Consortio integrado por tres especies: *Glomus claroideum*, *Gl. diaphanum* y, *Gl. albidum*.

**Especies fúngicas no identificadas.

***Especies de HMA: *Glomus geosporum*, *Gl. mosseae*, dos especies no identificadas de *Glomus*, y dos no identificadas de los géneros *Acaulospora* y *Gigaspora*, respectivamente.

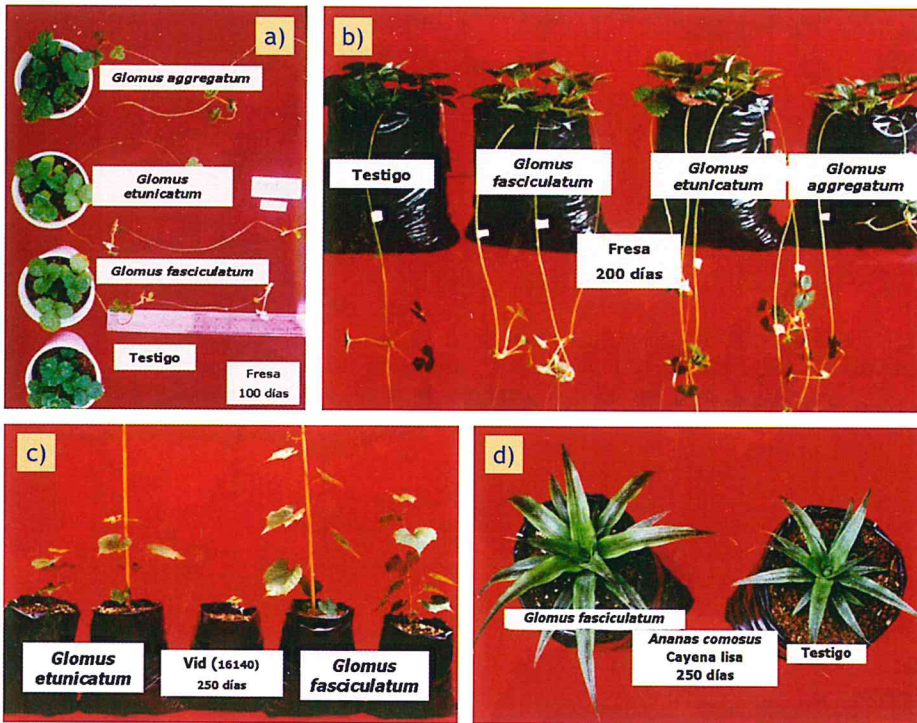


Figura 4. Efectos de los hongos micorrízicos arbusculares en la promoción del crecimiento de especies frutales propagadas *in vitro*: a,b) producción de estolones en plantas madre de fresa; c) altura de un portainjerto de *Vitis vinifera* L.; y d) área foliar de *Ananas comosus* L.

de agrosistemas y ecosistemas. Por otra parte, los HMA son considerados elementos importantes durante la fitorremediación de suelos contaminados con compuestos orgánicos (hidrocarburos del petróleo, plaguicidas, etc.) e inorgánicos (metales pesados y elementos potencialmente tóxicos), al estimular la adaptación, establecimiento y actividad fisiológica de las plantas utilizadas en esos sistemas.

LOS HONGOS MICORRÍZICOS COMO BIOTECNOLOGÍA PARA USO EN PLANTAS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA Y FORESTAL

Las principales aplicaciones de los HMA en las que sus efectos han sido exitosos se enfocan a la inoculación de plantas durante la propagación y manejo en viveros. Aquellas especies de plantas que requieren de una etapa de aclimatación o crecimiento en vivero durante su propagación son susceptibles de ser inoculadas con HMA con éxito, para promover su crecimiento y desarrollo. Para asegurar el establecimiento y la expresión

de los beneficios de los HMA (Fig. 3), se requiere esterilizar o desinfectar previamente los sustratos de crecimiento, y después proceder a inocular las plantas. De esta forma, se ha visto que especies frutales como cítricos, guanábana, papaya, chirimoya, zapote blanco, durazno, manzano, aguacate, y especies forestales como casuarina, cedro blanco, eucalipto, así como leguminosas arbóreas (Cuadro 1) presentan mayor crecimiento al ser inoculadas con especies o consorcios de HMA.

En el caso de plantas obtenidas por cultivo *in vitro*, la inoculación de HMA promueve la aclimatación post-*in vitro*, así como su crecimiento y desarrollo (Fig. 4). Algunos ejemplos de esto se refieren al incremento de la supervivencia y formación de estolones en plantas madre de fresa, incrementos en altura en plantas de vid, o aumentos en el área foliar en piña.

Con base en lo anteriormente expuesto, se presenta a continuación la forma técnica de inocular plantas con HMA en el vivero mediante la aplicación de inoculante en sustratos de crecimiento en una proporción de 1 en 10 v/v, respectivamente. En este caso, el inoculante es mezclado en forma homogénea en el sustrato; se tiene el riesgo de que los propágulos de los HMA queden muy diluidos en el sustrato.

- Aplicación de dosis de inóculo directamente al sistema radical de las plántulas durante el transplante (Fig. 5). De esta manera, se puede inocular plantas con raíces colonizadas ($0.5 \text{ g planta}^{-1}$) o con suelo inóculo dependiendo de la calidad y cantidad de propágulos del inoculante ($1-10 \text{ g planta}^{-1}$). También se puede realizar la aplicación con tabletas, "pellets" o perlas, con base en las recomendaciones comerciales del producto.

- Aplicación de los propágulos de HMA de formulaciones solubles mediante sistemas de riego por aspersión. Mediante este sistema se pueden inocular grandes cantidades de plantas producidas en viveros comerciales. Sin embargo, se debe tener mucho cuidado en evitar la obstrucción de los filtros de los sistemas de irrigación a causa del efecto de la acumulación de propágulos de HMA. Además, este sistema no asegura que las esporas y demás propágulos

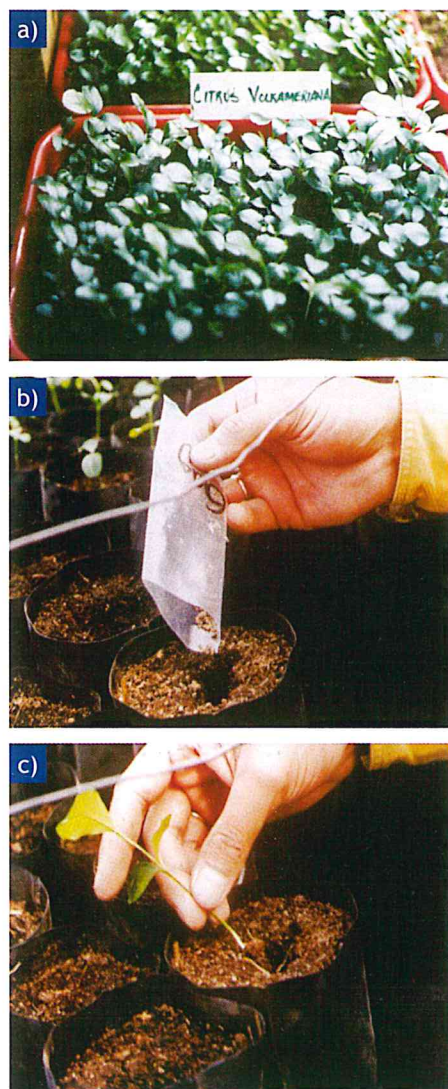


Figura 5. Proceso de inoculación de HMA en plantas al momento del trasplante: a) plántulas de cítricos en semillero; b) aplicación del inoculante; y c) trasplante en el hueco donde se aplicó el inoculante.

de los HMA alcancen el sistema radical de las plantas, ya que generalmente la irrigación se hace sobre la parte aérea de las plantas. Por otra parte, los propágulos de HMA están más expuestos a la deshidratación por efecto de la irradiación solar, al quedar sobre los órganos vegetales y menos en el suelo.

Para la inoculación con inoculantes de HMA en plantas, se deben seguir ciertos criterios con el fin de garantizar que el producto a aplicar resulte en beneficios para sus hospedantes. Dentro de estos criterios están:

- La evaluación de la calidad del inoculante con base en la cantidad y viabilidad de los propágulos de los HMA.
- En caso de utilizar sólo raíces de plantas trampa, éstas deben estar colonizadas por lo menos en un 50 %.
- Se debe proceder a evaluar la posible presencia de microorganismos fitopatógenos. Para esto, se pueden utilizar plantas indicadoras que son susceptibles a la infección de hongos o bacterias patógenas. De otra forma, la presencia de estos microorganismos indeseables puede evaluarse mediante la utilización de métodos microbiológicos.
- Evaluar si existen efectos negativos ocasionados por los acarreadores, soportes, o sustratos utilizados durante la producción del inóculo. Como ejemplo, el contenido de sales de los productos comerciales (medido por la conductividad eléctrica) puede ser muy alta, lo que puede producir toxicidad en las plantas inoculadas.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Alarcón A. y R. Ferrera-Cerrato. 1999. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra* 17(3):171-191

Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato (Editores). 2000. *Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular*. MundiPrensa. México

Alarcón, A., M.C. González-Chávez, R. Ferrera-Cerrato y A. Villegas-Monter. 2001. Efectividad de *Glomus fasciculatum* y *Glomus etunicatum* en el crecimiento de *Vitis vinifera* L. micropropagadas. *Terra* 19(1):29-35

Alarcón, A., M.C. González-Chávez, R. Ferrera-Cerrato y A. Villegas-Monter. 2000. Efecto de hongos micorrízicos arbusculares en la dinámica de aparición de estolones y nutrición de plantas de fresa cv. Fern obtenidas por cultivo *in vitro*. *Terra* 18(3) 211-218

Ferrera-Cerrato, R. y A. Alarcón. 2001. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Rev. Ciencia ErgoSum* 8(22):175-183

Ferrera-Cerrato, R., A. Alarcón y M.E. Lara Hernández (Editores). 2004. *Manual: Tecnología de hongos micorrízicos en la producción de especies forestales en vivero*. PRONARE-SEMARNAT. México. 98 p

Smith, S.E. and D.J. Read. 1997. *Mycorrhizal symbiosis (Second Edition)*. Academic Press. San Diego. USA

Respuesta a la inoculación de *Glomus intraradix*, materia orgánica y dosis de fertilización fosfatada en el crecimiento de mezquite (*Prosopis* sp.)

Dr. Abdul Khalil Gardezi - Hidrociencias, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, kabdul@colpos.mx

Dr. E. Ojeda Trejo - Edafología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, enriqueot@colpos.mx

Ing. Agr. Habibshah Gardezi - Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, habibshah_mut@yahoo.com

Dr. Sergio R. Márquez Berber - Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, sermarber@gmail.com

Las micorrizas potencian la absorción de nutrientes esenciales por las raíces, en especial de aquellos de difícil adquisición como el fósforo, propiciando un mejor desarrollo de la planta

El mezquite destaca en la vegetación de zonas áridas y semiáridas, por su gran cantidad de usos. Este trabajo se realizó bajo condiciones de invernadero, con el objetivo de evaluar la respuesta del mezquite (*Prosopis* sp.) a la inoculación con *Glomus intraradix*, a la aplicación de fósforo y a dosis crecientes de materia orgánica. El suelo fue esterilizado con bromuro de metilo, con las siguientes características: pH de 7.9 ppm (alcalino), conductividad eléctrica de 0.247 dSm⁻¹, 1.61% materia orgánica, 0.11% de nitrógeno total, 4.0 ppm de fósforo, 5.89 meq/100g de potasio, 0.87 meq/100g de sodio y la textura franca. Los tratamientos aplicados resultaron de la interacción de los factores, materia orgánica (MO) y *G. intraradix*. Las dosis de fósforo fueron 0, 100, 200 y 300g kg⁻¹. La MO se probó con las dosis de 0, 300, 450 y 900g kg⁻¹; el endofito endomicorrízico fue *G. intraradix* probado únicamente con y sin inoculación. Los resultados indican que la inoculación con *G. intraradix* incrementó significativamente ($\alpha=0.05$) todos los valores de las variables estudiadas, incrementando en más del doble el peso seco de la biomasa. La aplicación de materia orgánica incrementó significativamente el valor de las variables estudiadas, de un 34 a un 199% con respecto al testigo. La aplicación de 900g de materia orgánica incrementó significativamente ($\alpha=0.05$) el peso seco de la biomasa con respecto al testigo y a la dosis de 300g. La materia orgánica no afectó el desarrollo del sistema radical. No se encontró respuesta significativa a la aplicación de las dosis de fósforo. Estos resultados ayudarán a diseñar estrategias para el mejor cultivo del mezquite (*Prosopis* sp.), para la reforestación y recuperación de suelos en zonas áridas y semiáridas.

Palabras clave: *Prosopis*, mezquite, endomicorriza, materia orgánica, fertilización fosfatada.

INTRODUCCIÓN

El mezquite (*Prosopis* sp.) es uno de los recursos maderables más importantes de las zonas áridas y semiáridas de México; ha sido utilizado desde épocas precolombinas por las diferentes etnias que habitaban estas regiones. Mezquite es el nombre común de leguminosas perennes, leñosas del género *Prosopis*, el cual es un género primitivo Mimosoide como lo demuestran sus granos de polen simple y la mayoría de los pétalos libres (Dávila 1983). Algunos autores mencionan que las especies asiáticas de *Prosopis*, las especies americanas que se desarrollan en el hemisferio oeste, e incluso el relacionado género *Prosopidastrum*, formalmente considerado como sección de *Prosopis* con dos especies, parecen tener un origen común en un centro floral desértico ancestral localizado en África tropical donde sólo persiste *Prosopis africana*, la menos especializada de las especies (Burkart 1943, Signoret 1970, Felker 1979, Felger 1981, Peña 1981, Dávila 1983, Galindo 1983).

En México, durante la época colonial se inició el uso indiscriminado de las mezquiteras y otros recursos forestales; su utilización era principalmente como fuente de energía, utilizados en forma doméstica como carbón o leña y en algunas industrias incipientes como las minas de oro y plata, y para la elaboración de durmientes de ferrocarril. Posteriormente ha existido un alto grado de deforestación, tanto por la apertura de nuevas tierras al cultivo como por la alta demanda de carbón vegetal de las zonas urbanas así como por el uso de madera con diversos fines. Una pequeña parte de la población rural recolecta las vainas del mezquite con el objeto de utilizarlas en forma de harina como suplemento para su ganado en el estiaje, aunque la mayoría proporciona las vainas enteras o en "greña", disminuyendo su aprove-

chamiento por el ganado; de esta manera, su utilización como forraje se restringe al libre consumo de los animales en pastoreo, principalmente cabras, ovejas, bovinos, equinos y una gran cantidad de fauna silvestre, destacando roedores y lagomorfos. Entre sus múltiples usos se han mencionado: el forrajero, medicinal, alimenticio, ecológico, utilización de la madera para diversos fines; además, por su alto contenido de taninos, se emplea en el curtido de pieles (Galindo, 1986; Ortega y Meléndez, 1991). El mezquite (*Prosopis* sp.), en muchas ocasiones el único elemento de porte arbóreo, posee un enorme potencial para responder favorablemente a la rehabilitación de zonas áridas y semiáridas degradadas o tendientes a la desertificación. Mediante repoblaciones de mezquite se puede proveer de energía. Asimismo, incrementa la fertilidad del suelo a través de la fijación de N y proveer vainas para la alimentación del ganado o humanos. Una vez alcanzado el crecimiento adecuado de la planta, su madera puede utilizarse para la elaboración de muebles y subproductos, en la construcción, etc..

Como consecuencia de lo anterior, existen algunas recomendaciones relacionadas con una adecuada producción de alimentos y combustibles ya que pueden ser la solución para el desarrollo socioeconómico de los países del Tercer Mundo (Pimentel *et al.*, 1986), así como para frenar la desertificación y recuperar las zonas que han perdido su potencial productivo (Kassas, 1977). Sin embargo, no ha recibido la atención que merece como elemento de desarrollo económico regional, estatal o nacional. Uno de los problemas a que se han enfrentado las forestaciones o reforestaciones, tanto en zonas templadas como en climas áridos y semiáridos, es el bajo porcentaje de éxito o procedimiento de los árboles trasplantados. Esta problemática se acentúa en zonas de baja precipitación

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza del experimento factorial en plantas de mezquite (*Prosopis* sp. a los 170 días después del transplante), en ocho variables evaluadas.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Variables							
		Altura (cm)	Área foliar (cm ²)	Número de ramas	Número de hojas	Peso seco de la raíz (g)	Diámetro de tallo (cm)	Volumen radical (cm ³)	Peso seco de la biomasa (g)
Tratamientos	31	1951.31	116786.3 ¹	1116.2	3983.3	15.7 ²	0.1 ²	116.0	126.2 ²
G. intraradix	1	22295.5 ²	25606.0 ¹	11440.7 ²	38080.7 ²	48.5 ¹	1.4 ²	493.7 ²	1624.4 ²
MO	3	19192.6 ²	589419.2 ²	4331.2 ²	16902.8 ²	99.9 ²	0.3 ²	748.5 ²	528.9 ²
Fósforo	3	617.7	489.5	26.3	345.2	5.1	0.01	60.5	6.5
G x MO	3	4968.9	84737.9	64.7	1292.1	6.2	0.1	12.3	79.3 ²
G x P	3	2323.4	140028.9	1120.2	5614.3	5.9	0.04	37.1	30.2
MO x P	9	4259.3	58728.8	446.7	696.1	5.4	0.02	41.3	21.4
G x MO x P	9	6838.3	43525.4	279.3	741.5	4.1	0.01	17.1	17.8
Error	64	1094.0	62996.5	567.2	3860.1	7.3	0.03	34.3	18.4
CV (%)		31.8	58.1	52.5	53.1	50.1	23.8	40.5	35.7

¹ Significancia $\alpha=0.05$

² Altamente significativo $\alpha=0.01$

Cuadro 2. Diferencia significativa honesta del efecto de *Glomus intraradix* en ocho variables evaluadas.

<i>Glomus intraradix</i>	Variables							
	Altura (cm)	Área foliar (cm ²)	Número de ramas	Número de hojas	Peso seco de la raíz (g)	Diámetro de tallo (cm)	Volumen radical (cm ³)	Peso seco de la biomasa (g)
Inoculada	119.3 a	483.5 a	70.1 a	136.8 a	6.1 a	0.8 a	16.7 a	16.1 a
Sin inocular	88.8 b	380.3 b	48.3 b	97.0 b	4.7 b	0.6 b	12.2 b	7.9 b

Cifras con la misma letra en cada variable son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$)

y temporal errático, características que presenta la región centro-norte de la República Mexicana, en las cuales el porcentaje de sobrevivencia al trasplante es de alrededor del 40%. El manejo de hongos micorrízicos en el mejoramiento del crecimiento y nutrición de plantas ha sido propuesto como complemento o alternativa a la fertilización.

En este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta del mezquite a la inoculación de *G. intraradix* y a la fertilización fosfatada en un suelo representativo del Altiplano Potosino, asociada con diferentes dosis de materia orgánica (MO).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en condiciones de invernadero, en las instalaciones del Campus SLP, CP en Salinas de Hidalgo, SLP. Las semillas de mezquite fueron tratadas con escarificación mecánica (tambor de escarificación con lija fina) durante 5 min. Posteriormente se germinaron en charolas de unicel con tezontle estéril como sustrato; cuando las plántulas alcanzaron la altura promedio de 6 cm se trasplantaron en bolsas de polietileno negro con 3 kg de suelo pasteurizado con vapor de

agua por 4 hrs durante dos días consecutivos. Este suelo fue esterilizado con bromuro de metilo, con las siguientes características: pH de 7.9 (alcalino), conductividad eléctrica de 0.247 dSm⁻¹, 1.61% materia orgánica, 0.11% de nitrógeno total, 4.0 ppm de fósforo, 5.89 meq/100g de potasio, 0.87 meq/100g de sodio y textura franca. Los tratamientos establecidos resultaron de la interacción de los siguientes factores: 1) micorriza con dos niveles: con y sin *G. intraradix*; 2) materia orgánica (MO) con cuatro niveles: 0, 300, 450, y 900 g Kg⁻¹ (el equivalente al suelo utilizado por maceta), utilizando como fuente de MO estiércol pulverizado de ganado bovino; 3) las dosis de fertilización fosfatada fueron 0, 100, 200 y 300 g Kg⁻¹. La aplicación de los tratamientos se realizó durante el trasplante. De la combinación de factores y niveles se definieron 32 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento, en un diseño completamente al azar con arreglo factorial con un total de 96 unidades experimentales. La inoculación se realizó empleando 10 g de arena mezclada con raíz de sorgo colonizada por *G. intraradix*. Se evaluaron las siguientes variables de respuesta: altura de planta en centímetros, área foliar en centímetros cuadrados,

**Figura 1.**

T.32: *G. intraradix*, P= 300 ppm, MO= 900 g, Suelo= 2100 g
T.17: *G. intraradix*, P= 0 ppm, MO= 0, Suelo= 3 Kg

**Figura 2.**

T.30: *G. intraradix*, P= 100 ppm, MO= 900 g, Suelo= 2100 g
T.6: Sin *G. intraradix*, P= 100 ppm, MO= 300 g, Suelo= 2700 g
T.2: Sin *G. intraradix*, P= 100 ppm, MO= 0, Suelo= 3 Kg.



Figura 3.

T.32: *G. intraradix*, P= 300 ppm, MO= 900 g, Suelo= 2100 g
T.26: *G. intraradix*, P= 100 ppm, MO= 450 g, Suelo= 2550 g
T.1: Sin *G. intraradix*, P= 0 ppm, MO= 0, Suelo= 3 Kg



Figura 4.

T.6: Sin *G. intraradix*, P= 100 ppm, MO= 300 g, Suelo= 2700 g
T.30: *G. intraradix*, P= 100 ppm, MO= 900 g, Suelo= 2100 g
T.1: Sin *G. intraradix*, P= 0 ppm, MO= 0, Suelo= 3 Kg.

número de ramas, número de hojas, peso seco de la raíz en gramos, diámetro del tallo en centímetros, volumen radical en centímetros cúbicos, peso seco de biomasa en gramos (PSB) y porcentaje de colonización micorrízica total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Cuadro 1) muestra que la inoculación de *G. intraradix* y las dosis de materia orgánica afectaron significativamente el comportamiento de todas las variables estudiadas en forma positiva, con respecto al testigo (figs. 1, 2, 3 y 4). Las dosis de fósforo y las interacciones entre los factores estudiados no presentaron diferencias significativas con relación al testigo

con excepción de las interacciones entre *G. intraradix* y la materia orgánica en la variable peso seco de la biomasa.

Como se indicó inicialmente, la inoculación con *G. intraradix* incrementó significativamente ($\alpha=0.05$) todos los valores de las variables estudiadas (Cuadro 2). El efecto benéfico de la inoculación de las plantas de *Prosopis* sp. con *G. intraradix* se observa tanto en el desarrollo vegetativo de la planta como en el mayor crecimiento de las raíces. La gran diferencia en el peso seco de la biomasa (más del doble) en favor de las plantas inoculadas es resultado de la interacción positiva entre una mayor altura de la planta, un mayor número de ramas

y un mayor número de hojas que da una mayor área foliar. Este mayor aparato fotosintético que genera el mayor peso seco de la biomasa, seguramente estuvo favorecido por un mayor aporte de nutrientes y de agua aportados por la simbiosis con los hongos micorrízicos.

La interacción altamente significativa ($\alpha=0.01$) entre la inoculación con *G. intraradix* y las dosis de materia orgánica refuerza la noción de que las micorrizas potencian la absorción de nutrientes esenciales por las raíces, en especial de aquellos de difícil adquisición como el fósforo, propiciando un mejor desarrollo de la planta.

La aplicación de materia orgánica incrementó significativamente ($\alpha=0.05$)

Cuadro 3. Diferencia significativa honesta de las dosis de materia orgánica en ocho variables.

Materia orgánica (g)	Variables							
	Altura (cm)	Área foliar (cm ²)	Número de ramas	Número de hojas	Peso seco de la raíz (g)	Diámetro de tallo (cm)	Volumen radical (cm ³)	Peso seco de la biomasa (g)
0	79.8 b	205.2 b	39.2 b	78.8 b	2.4 b	0.5 b	6.2 b	5.3 c
300	110.0 a	505.5 a	67.7 a	129.9 a	6.8 a	0.7 a	15.9 a	12.4 b
450	111.5 a	455.8 a	63.4 a	120.0 ab	5.9 a	0.8 a	18.2 a	14.6 ab
900	115.0 a	557.1 a	67.1 a	138.9 a	6.9 a	0.7 a	17.9 a	15.8 a

Las cifras con la misma letra en cada variable son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$)

el valor de las variables estudiadas con respecto al testigo, de un 34 hasta un 198% (Cuadro 3). El aumento en el contenido de materia orgánica aplicada a las plantas de *Prosopis* sp. mejoró su desarrollo vegetativo, aunque las diferencias sólo fueron significativas ($\alpha=0.05$) en la variable que sumariza el crecimiento de la parte aérea que es el peso seco de la biomasa. La aplicación de 900 g de materia orgánica incrementó significativamente ($\alpha=0.05$) el peso seco de la biomasa con respecto al testigo y a la dosis de 300 g. Este mayor peso seco de la biomasa se debe a la acumulación de una mayor altura de la planta, un mayor número de ramas y a una mayor área foliar, dada por un mayor número de hojas.

Las diferentes cantidades de materia orgánica aplicada no tuvieron un efecto discernible sobre el sistema radical de *Prosopis* sp.

El porcentaje de colonización por micorriza varió de 9.25% con la adición de *G. intraradix* y 900g kg⁻¹ de MO hasta 77.50% con la adición de *G. intraradix* y 300g de MO y 100g kg⁻¹ de P₂O₅.

Finalmente, para los niveles del efecto principal de la fertilización fosfatada como fuente de P₂O₅, para

ninguna variable se detectó la creación de más de un grupo. Es decir, los niveles de fósforo ensayados no presentaron diferencia media significativa ($\alpha=0.05$) entre ellos.

Los resultados mencionados anteriormente para el efecto de la inoculación con micorrizas y la aplicación de materia orgánica son similares a los encontrados por Gardezi *et al.* (1999) para *Sesbania emerus* (Aubl) Urban, en donde las micorrizas y la materia orgánica mejoraron el crecimiento de esta leguminosa. Por otro lado, Gardezi *et al.* (2000), trabajando con el chapulixtle (*Dodonaea viscosa*) encontraron también una respuesta positiva a la inoculación con endomicorrizas, pero a diferencia del presente trabajo, también una gran respuesta a la aplicación de

fósforo que incrementó el peso seco de la raíz, el volumen radical, el peso seco de la biomasa y el área foliar. En trabajos realizados con otra leguminosa arbórea, *Leucaena leucocephala*, Gardezi *et al.* (2003) tuvieron una respuesta benéfica a la doble inoculación con *Glomus* spp. y con *Rhizobium* sp., que también protegieron al árbol de los efectos tóxicos de las dosis altas de cobre y de cromo.

CONCLUSIONES

La micorriza *G. intraradix* y la aplicación de materia orgánica mejoraron el crecimiento en la mayoría de las variables evaluadas (altura de la planta, área foliar, número de hojas, peso seco de raíz, diámetro de tallo, volumen radical y peso seco de biomasa) del mezquite (*Prosopis* sp.).

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Berkart, A. 1943. Las leguminosas argentinas. ACME Agency. Buenos Aires, Argentina. 590 pp
- Dávila, A.H. 1983. La distribución del mezquite en México. En: SARH, SFINIF (eds). Segunda reunión Nacional sobre ecología, manejo y domesticación de plantas útiles del desierto (memoria). Gómez Palacio, Dgo. México. 167 pp
- Felker, P. 1979. Mezquite: All-purpose leguminous arid land tree. En: Gary A.R. (ed) New Agricultural Crops. 5:89-125
- Felger, S.R., Leigh L., Buchman L.S., Cornejo O.D., Dimmitt A.M., Johnson G.D., Nagel C., Ratner L., and Stigers A. 1981. Inventing the world's arid lands for new crops: A model from Sonoran Desert. Mezquite as example of a new crop. En: Lund G.H. Caballero (ed.). Arid land resource inventories developing cost-efficient methods and international workshop. La Paz, México. USDA Forest Service p. 112-116
- Galindo, A. S. 1986. Hibridación natural en el mezquite (*Prosopis laevigata* y *P. glandulosa* var. *torreyana*) de la altiplanicie de San Luis Potosí. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 112 p
- Gardezi, A.K., R. Ferrera-Cerrato, J.L. Aguilar A., y M. Larqué S. 1999. Crecimiento de *Sesbania emerus* (Aubl) urban inoculada con *Glomus* sp. En presencia de vermicomposta. Terra Vol. 17: 109-114
- Gardezi, A.K., V.M. Cetina A., D. Talavera M., R. Ferrera-Cerrato, F. Rodríguez N. y M. Larqué S. 2000. Efecto de inoculación con endomicorriza arbuscular y dosis creciente de fertilización fosfatada en el crecimiento de chapulixtle (*Dodonaea viscosa*). Terra Vol.18: 153-159
- Gardezi, A.K., I.D. Barceló-Quintal, V.M. Cetina- Alcalá, A.L. Bussy, M.A. Borja-Salin, and M. Larqué-Saavedra. 2003. Preliminary studies of phytoremediation by *Leucaena leucocephala* in association with arbuscular endomycorrhiza and *Rhizobium* in soil polluted by Cu and Cr. Proceedings Vol XIV. Computer Science, Engineering Applications. The 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics. Orlando, Florida. Pp 6-11
- Gómez, L.F. 1971. Importancia económica de los mezquites (*Prosopis* spp.) en algunos estados de la República Mexicana. En: Gómez et al. 1970. Mezquite y Huizaches. Algunos aspectos de la economía, ecología y taxonomía de los géneros, *Prosopis* y *Acacia* en México. I.M.R.N.R (ed.), A.C., México, D.F. p.1-69
- Kassas, M. 1977. Arid and semiarid land: problems and prospects. Agro Ecosystems 3:185-204
- Ortega, R. S.A. y R. Meléndez G. 1991. El mezquite: su potencial en zonas áridas. En: Meléndez *et al.* (eds.). Alternativas de manejo y utilización de los recursos de zonas áridas. Bermejillo, Dgo. México. pp. 43-50
- Peña, N.J.M. 1981. Biología, ecología e importancia del mezquite. Serie Tec-Cient. INIP-SARH. 2(1):40 pp
- Pimentel, D., W. Dazhong, S. Eigenbrode, H. Lang, D. Emerson and M. Karasik. 1986. Deforestation: interdependency of fuelwood and agriculture. Oikos 46:404-412
- Signoret, P.J. 1970. Datos sobre algunas características ecológicas de *Prosopis laevigata* y su aprovechamiento en el Valle del Mezquital. En: Beltrán E. (ed). Mezquites y Huizachez. IMRNR. México, D.F. p. 73-85



El Dr. Abdul Khalil Gardezi forma parte de los cien académicos distinguidos del Colegio de Postgraduados de los años 2002, 2004, 2005, 2006 y 2007, reconocimiento que se entregó en el año correspondiente. Distinciones internacionales: Adelade Sur de Australia y Universidad de Escocia Inglaterra; en Florida EEUU, es miembro del comité organizador del Instituto Internacional de informática y cibernética en el área de Ingeniería y contaminación ambiental. Arbitro de publicaciones internacionales.

Hongos micorrízicos arbusculares como componente de control biológico de la pudrición causada por *Fusarium* sp. en gladiola

Dr. Abdul Khalil Gardezi - Hidrociencias, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, kabdul@colpos.mx

Dr. E. Ojeda Trejo - Edafología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, enriqueot@colpos.mx

Ing. Agr. Habibshah Gardezi - Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, habibshah_mut@yahoo.com

Dr. Sergio R. Márquez Berber - Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, sermarber@gmail.com

Se realizó un experimento bajo condiciones de invernadero con gladiolas variedad Fany Roja, con el propósito de evaluar el efecto de la micorriza arbuscular en el control de la pudrición radical causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*. Se utilizó un diseño de tratamientos completamente al azar con 10 repeticiones, en arreglo factorial 3x2, conformado por los factores micorriza y suelo. Se aplicaron tres tratamientos de micorriza (*Glomus* sp. Zac. 19, *G. aggregatum* y sin micorriza) en dos niveles de suelo (infestado naturalmente y pasteurizado). Las siguientes variables fueron evaluadas 120 días después del trasplante: altura de planta, peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz, peso fresco de bulbos e índice de pudrición radical. Los resultados muestran que la adición de *Glomus* spp. mejoró la resistencia a pudrición radical en suelos infestados ($p > 0.05$). Además, se indica que el tratamiento sin micorriza en suelo pasteurizado produjo los valores más altos en la mayoría de las variables evaluadas. Por otra parte, los valores más bajos de altura de planta y peso seco de la parte aérea se obtuvieron en el tratamiento compuesto por suelo infestado sin micorriza, además de que presentó el mayor índice de pudrición radical. Los factores micorriza, suelo e interacción micorriza-suelo influyeron en la variable altura de la planta en una forma altamente significativa. En el caso de la variable peso seco de la parte aérea, sólo hubo diferencias altamente significativas en el factor suelo. Se puede mencionar que los tratamientos con *G. aggregatum* y *Glomus* sp. Zac-19 presentaron mayor control de la pudrición en comparación con suelos infestados sin micorriza.

Palabras clave: *Gladiolus grandiflorus*, pudrición radical, *Glomus* spp.

INTRODUCCIÓN

La gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) es una de las flores más importantes a nivel mundial, ya que ocupa el quinto lugar entre las plantas bulbosas, siendo una de las flores más apreciadas dentro de las plantas ornamentales. Las gladiolas se utilizan como plantas de paisaje en jardines y como especímenes de exhibición y para corte; sus vistosas flores pueden ser prácticamente de cualquier color, excepto azul, aunque los tonos violetas parecen casi azules con luz tenue (Larson, 1988). El género *Gladiolus* pertenece a la clase Monocotyledoneae, familia Liliaceae. El nombre del género proviene de la palabra griega gladius, que significa sable, por la forma de sus hojas. La mayoría de las gladiolas crecen en estado natural en África del Sur, en el Cabo de Buena Esperanza. De este lugar se han originado también varias especies silvestres que crecen en Europa en la región del Mediterráneo. Se conocen más de 200 especies de gladiolas, pero pocas son realmente de interés en horticultura ornamental. Algunas se han empleando en

trabajos de hibridación, los cuales se hacen actualmente en Inglaterra, Holanda, EUA y Canadá. Hoy en día existen más de tres mil variedades de gladiolas, de las cuales se aprovechan aproximadamente 300 en la producción comercial (Leszczńska y Borys, 1984).

En México, esta especie ocupa el primer lugar entre las geofitas; actualmente se cultivan 2,568 ha entre los estados de Puebla (San Martín Texmelucan), Morelos, Michoacán, Estado de México (Villa Guerrero, Chalma, Malinalco, Valle de Bravo) y Veracruz (Leszczńska, 1989). En México la gladiola se cultiva mediante rotaciones periódicas en las diferentes áreas, debido principalmente al serio problema de diseminación de enfermedades fungosas de gran persistencia en el suelo, como es el caso de *Stromatina* y *Fusarium*. La diseminación tan vertiginosa de las enfermedades se ocasionan principalmente por el sistema de propagación vegetativa tan eficiente que presenta la especie, ya que un solo corno, el cual se utiliza durante varias generaciones, produce en cada ciclo, decenas y a veces cientos de cormillos, muchos de los cuales se quedan en el suelo y otros pasan a formar parte del material que se empleará en sucesivas plantaciones. De tal manera que si un solo corno se encuentra enfermo o con daños o ha sido cultivado en un suelo infestado, esto es suficiente para asegurar que las plantas y el suelo quedarán contaminados con la enfermedad (*Stromatina*, *Fusarium*, *Phytium*, etc.). Esto hace necesario establecer un programa de rotación de cultivos, aplicar un control químico muy severo o establecer un programa de control biológico mediante la aplicación de hongos micorrízicos arbusculares contra hongos fitopatógenos del suelo, los cuales se ha demostrado son eficientes en el control de enfermedades edáficas (Gardezi *et al.*, 1999). Forsberg (1975) menciona a los hongos *Fusarium oxysporum*, *Pencillium gladioli*, y a la bacteria *Pseudomonas marginata* como los principales patógenos que atacan a los cormos o bulbillos de gladiola.

Por otra parte, Leyva (1992) menciona que la pudrición del bulbo, la pudrición de la raíz y el marchitamiento vascular de la gladiola han sido asociadas a *Fusarium oxysporium* f sp. *gladioli*, que es el patógeno más impor-

tante de este cultivo tanto para la producción de flor, como para la obtención de bulbo (Ochoa, 1994). Woltz y Magie (1977) señalaron que aún no es posible asegurar si se trata de diferentes etapas de la misma enfermedad (originadas todas por el mismo agente causal), o si se trata de diferentes fitopatógenos (hongos o bacterias) involucrados en un complejo. Cuando *Fusarium oxysporium* f sp. *gladioli* afecta los cormos, se observa pudrición en los anillos concéntricos de su estructura y las lesiones inician en la parte inferior de éste justo donde inician las raicillas, por lo que los síntomas son amarillamiento foliar y posteriormente la muerte de las plantas. Es común que al extraer la planta ya no exista el corno debido a su total pudrición o se encuentren sólo vestigios de éste (López, 1989).

Actualmente, bajo las condiciones de producción comercial de las gladiolas sólo es posible sembrar estas plantas una vez (o dos, en el mejor de los casos) en el mismo terreno y esperar de seis a ocho años para volver a cultivarlas en el mismo lugar, sin el riesgo de tener problemas fitopatológicos fuertes (Leszczńska-Borys, 1994). En algunos casos, ha sido posible disminuir la enfermedad causada por *Fusarium* al incorporar suficiente cal al suelo para mantener niveles de pH entre 6.5 a 7.0. Además se ha evaluado que una fertilización nitrogenada en forma de nitratos (90%) y amoniacal (10%) permite un mejor control de la enfermedad. Por otra parte, una alta fertilización nitrogenada favorece la pudrición del bulbo (Woltz y Magie 1975).

La pudrición y marchitamiento ocasionados por especies de *Fusarium* (Forsbug, 1975), es uno de los problemas más graves a los que se enfrenta el cultivo de la gladiola en todo el mundo, por lo que se hace necesario generar material propagativo sano, resistente a la enfermedad o aplicar algún tipo de control biológico. La endomicorriza arbuscular es una simbiosis que se establece entre ciertos hongos del orden Glomales, y una alta diversidad de especies vegetales que mejora la nutrición de la planta (Gerdemann, 1975; Gardezi *et al.*, 1995; Gardezi *et al.*, 1999, 2000) y que puede proveer a las plantas de cierta defensa contra el ataque de patógenos (Schonbeck y Dehne, 1977).

Agro
productividad

OBJETIVOS

Conocer el efecto de la micorriza arbuscular en el control de la pudrición radical ocasionada por *Fusarium oxysporum* f. sp. gladioli y el desarrollo de plantas de gladiola en dos tipos de suelo: uno naturalmente infestado y otro pasteurizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento en condiciones de invernadero, utilizando suelo infestado de Villa Guerrero, México, donde previamente se había cultivado gladiola que presentaba claros síntomas de pudrición radical. Se estudiaron los factores suelo y micorriza; el factor suelo tuvo dos niveles: pasteurizado y no pasteurizado; el factor micorriza tuvo 3 niveles: *Glomus* Zac-19, *G. aggregatum* y sin micorriza. La cepa fue proporcionada por sección de microbiología especialidad de edafología del colegio de postgraduados. La inoculación con el hongo endomicorrízico arbuscular se realizó al momento de que los cormos ya habían brotado, empleando 3 g de inoculante (suelo más 1.5 g de raíz con un promedio de 450 esporas/g de suelo de alfalfa colonizada) de *Glomus* sp. Zac-19 y 3 g de inoculante más 1.5 g de raíz colonizada de *G. aggregatum*. El material vegetativo se obtuvo de la región de Villa Guerrero, el cual presentaba síntomas de ataque por *Fusarium*; el cultivar fue Fany roja, de calibre 12-14. Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones, en arreglo factorial completo 3x2. La combinación de los niveles y factores originó 6 tratamientos. Se pasteurizó el suelo con vapor de agua a 75 °C por un período de 3 h dos días seguidos. La textura del suelo fue franco (arena 42%, limo 38% y arcilla 20%) con pH en suspensión suelo agua 1:2 de 5.3, la conductividad eléctrica 1.1 dsm⁻¹ a 25 °C, el porcentaje de nitrógeno total fue 0.03% y el de materia orgánica 5.0; presentó 40 mg kg⁻¹ de fósforo disponible por el determinado método de Bray 1. Estos datos no son básicos para la clasificación taxonómica del suelo, del cual no se dispone de información para tal propósito. Después de 120 días se registró la altura de planta, peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz, peso fresco de bulbillos o hijuelos e índice de pudrición radical (IPR) mediante la siguiente escala: 1= sin pudrición, 2= ligera pudrición, 3= pudrición moderada, 4= pudrición severa y desarrollo radical pobre. También se evaluó el porcentaje de colonización micorrízica en raíces de gladiola. Phillips y Hayman (1970).

Cuadro 1. Análisis de varianza para las variables altura de planta, peso seco de la parte aérea, peso seco de la raíz, peso fresco de bulbillos e índice de pudrición radical de gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) tratado con inoculación micorrízica en suelo estéril y no estéril

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Calculada	PR>F
Variables					
Altura (cm)					
Micorriza (M)	2	265.21	132.60	5.05	0.0079**
Suelo (S)	1	208.03	208.03	7.92	0.0058**
M * S	2	985.31	492.65	18.76	0.0001**
Peso Seco de la parte aérea (g)					
Micorriza	2	1.70	0.852	0.24	0.7867 NS
Suelo	1	212.28	212.268	59.85	0.0001**
M * S	2	14.59	7.299	2.06	0.1324 NS
Peso Seco de Raíz (g)					
Micorriza	2	1.37	0.689	7.53	0.0008**
Suelo	1	1.40	1.408	15.39	0.0002**
M * S	2	0.26	0.132	1.45	0.2384 NS
Peso fresco de bulbillos (g)					
Micorriza	2	263.61	126.80	0.40	0.6738 NS
Suelo	1	5718.72	5718.72	17.86	0.0001**
M * S	2	200.58	100.29	0.31	0.7317 NS
Índice de pudrición radical					
Micorriza	2	37.06	18.53	26.46	0.0001**
Suelo	1	75.20	75.20	107.37	0.0001**
M * S	2	28.46	14.23	20.32	0.0001**

** Diferencia altamente significativa
NS = no significativo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al final del experimento, se aislaron en medio de cultivo papa-destrosa-agar tres cepas de *Fusarium* de raíces necrosadas y las pruebas de patogenicidad indicaron que dos de ellas eran patogénicas. Para la variable altura de planta e índice de pudrición radical, el análisis de varianza indicó una diferencia altamente significativa para los factores micorriza, suelo y la interacción micorriza-suelo (Cuadro 1).

En este cuadro, se puede observar que las variables peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz y peso fresco de bulbillos tuvieron efecto altamente significativo para el factor suelo; mientras que para el factor micorriza, sólo hubo significancia estadística en la variable peso seco de raíz, en ninguna de las tres últimas variables existió significancia para la interacción micorriza-suelo.

Cuadro 2. Índice de pudrición radical (IPR) de Gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) tratado con micorriza arbuscular en suelo estéril (pasteurizado) y no estéril.

Tratamientos	IPR	
1. Suelo infestado sin micorriza	3.30	A
2. Suelo infestado + <i>Glomus</i> sp. Zac-19	1.35	B
3. Suelo infestado + <i>G. aggregatum</i>	0.90	B C
4. Suelo pasteurizado sin micorriza	0.35	C
5. Suelo pasteurizado + <i>Glomus</i> sp. Zac-19	0.30	C
6. Suelo pasteurizado + <i>G. aggregatum</i>	0.15	C

Cifras seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

Respecto a la pudrición radical (Cuadro 2) el mayor índice (IPR) correspondió al suelo infestado y sin micorriza (testigo), mientras que la utilización de micorriza permitió disminuir el IPR en suelos infestados, reduciendo el daño al aplicar *Glomus* sp. Zac-19 de 3.30 hasta 1.35, y a 0.90 al usar *G. aggregatum*, el promedio de estos dos es estadísticamente igual y diferente al testigo. La esterilización del suelo sin el uso de micorriza, disminuye el IPR a 0.35 y al combinar el suelo esterilizado con *Glomus* sp. Zac-19, la pudrición radical alcanzó un índice de 0.3, reduciéndose aún más (0.15) al utilizar *G. aggregatum*. El promedio de los tres tratamientos que incluyeron suelo estéril es estadísticamente igual. Ahora bien, las raíces de las plantas de los tratamientos con suelo estéril mostraron una ligera pudrición, posiblemente debido a contaminación. Cuando se evaluó el porcentaje de colonización micorrízica, en ninguno de los tratamientos inoculados con micorriza se observó alta colonización en las raíces de gladiolo. Estos resultados indican que la reducción en la pudrición radical del gladiolo en este caso no tuvo una reducción significativa por el uso de hongo endomicorrízico arbuscular, tal vez por alto grado de infestación de suelo proveniente del patosistema edáfico que eliminó la eficiencia de la micorriza arbuscular. Los hongos endomicorrízicos arbusculares son constituyentes esenciales de la microflora natural del suelo en ecosistemas naturales y probablemente colonizan más tejidos vegetales que cualquier otro tipo fúngico. Su abundancia y la influencia en la nutrición y en el crecimiento de las plantas hospederas es de gran trascendencia fisiológica y ecológica para el buen funcionamiento y estabilidad de las comunidades vegetales (Gardezi *et al.*, 1999; 2000).

Para la variable altura de planta, se tuvo un efecto significativo del factor micorriza, del factor suelo y de la interacción micorriza-suelo. En

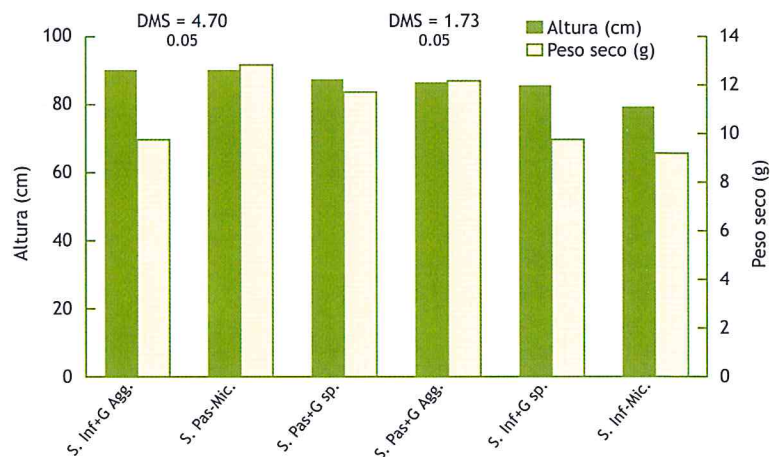


Figura 1. Efecto de inoculación micorrizica arbuscular en dos tipos de suelo, pasteurizado y no pasteurizado, sobre altura de planta y peso seco de parte aérea de gladiola (*Gladiolus grandiflorus*).

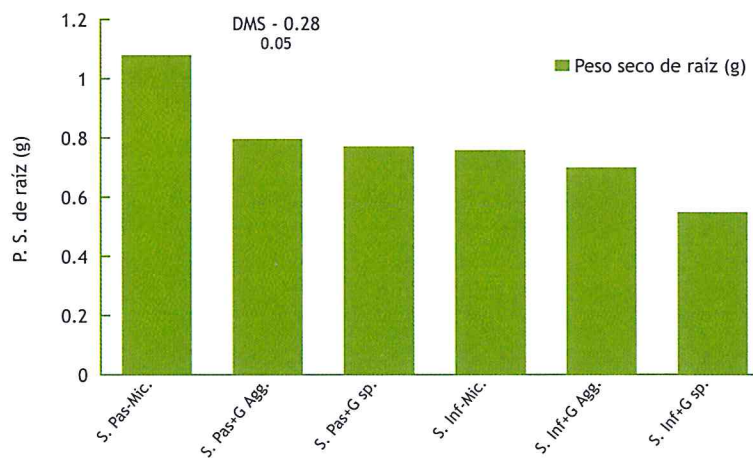


Figura 2. Peso seco de raíz de gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) inoculada con hongos micorrizicos arbusculares en dos tipos de suelo, pasteurizado y no pasteurizado.

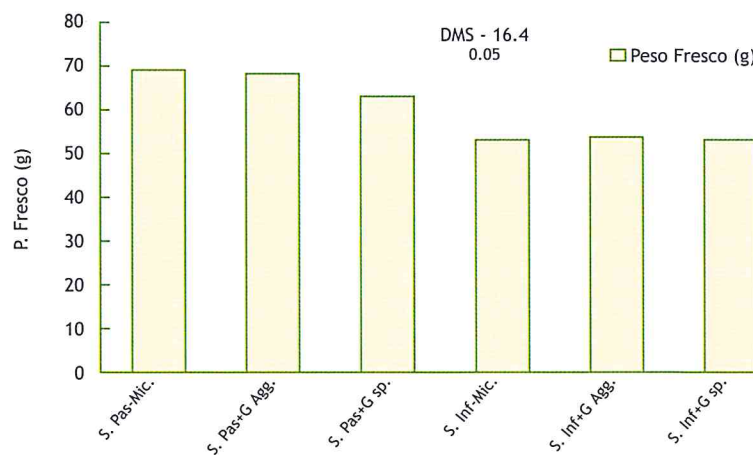


Figura 3. Peso fresco de bulbillos de gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) inoculada con hongos micorrizicos arbusculares en dos tipos de suelo, pasteurizado y no pasteurizado.

la fig. 1, se puede observar que el tratamiento 3 (suelo infestado más *G. aggregatum*) produjo los mayores valores, mientras que el tratamiento 1 (suelo infestado sin micorriza) provocó la menor altura de las gladiolas.

El peso seco de la parte aérea presentó diferencias altamente significativas, debido al factor suelo. En la fig. 1 se puede observar que el suelo pasteurizado promovió la mayor producción de biomasa.

Con relación al peso seco de raíz, los factores micorriza y suelo tuvieron un efecto altamente significativo, sin presentar interacción evidente entre ambos factores. En la fig. 2 se muestra que el tratamiento 4 (suelo pasteurizado sin micorriza) tuvo la mayor producción de biomasa radical, mientras que el tratamiento 2 (suelo infestado más *Glomus* sp. Zac-19) promovió la menor pudrición de raíces. El peso seco de bulbillos fue influenciado significativamente por la variable suelo. En la fig. 3 se observa que la mayor producción de bulbillos se obtuvo en el suelo pasteurizado, tanto sin micorriza como con *G. aggregatum*.

CONCLUSIÓN

La utilización de micorriza arbuscular, tanto *Glomus* sp. Zac-19 como *G. aggregatum*, favorecen el control biológico del daño ocasionado por *Fusarium oxysporum* f. sp. gladioli cuando se produce gladiola en suelos contaminados por este fitopatógeno, siendo éste el patógeno que causa mayores daños, tanto en la producción de flor como en la obtención de bulbo.

Los hongos endomicorrízicos arbusculares son constituyentes esenciales de la microflora natural del suelo

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Forsburg, J.L. 1975. Diseases of ornamental plants. University of Illinois Press. USA. pp. 90-97

Gardezi, A. K., R. García E., R. Ferrera C., and C. A. Pérez M. 1995. Endomicorriza, rock phosphate, and organic matter effects on growth of *Erythrina americana*. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. Vol. 13 pp. 48-50

Gardezi, A. K., R. García E., R. Ferrera C., and M. Larqué S. 1999. Effect of Arbuscular Mycorrhizae on tomato *Lycopersicon esculentum* Mill) in Naturally Infested Soil with *Fusarium oxysporum* f. sp. Radicis-Lycopersici. Rev. Mexicana de Fitopatología. 17:23-28

Gardezi, A. K., V. M. Cetina A., D. Talavera M., R. Ferrera-Cerrato, F. Rodríguez N. y M. Larque S. 2000. Efecto de la inoculación con endomicorriza arbuscular y dosis creciente de fertilización fosfatada en el crecimiento de chapulxtle (*Dodonea viscosa*). Rev. Terra. 18:153-159

Gerdemann, J.W. 1975. Vesicular-arbuscular mycorrhizae: The development and function of roots. In: J.G. Torrey y D. T. Clarkson (eds). Academic Press. New York. pp. 575-591

Larson, R.A. 1988. Introducción a la Floricultura. AGT Editor, S.A. México, D.F. 147-160

Leszczyńska, B.H. 1989. Cultivo de gladiola. pp. 248-264. Memorias Primer Congreso Nacional sobre Floricultura en México. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Méx.

Leszczyńska, B.H. y M.W. Boris 1994. Gladiola. Ed. EDAMEX. México, D.F. 166 p.

Leyva M.S.G. 1992. Enfermedades del gladiolo. Memoria del curso de acreditación técnica en el manejo y certificación fitosanitaria de ornamentales. Chapingo, México. pp. 61-73

López M. J. 1989. Producción de claveles y gladiolos. 115 p. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España

Ochoa M.D.L. 1994. Detección y factores epidemiológicos de la virosis del crisantemo (*Dendranthema grandiflora* cv. "Polaris") y prácticas de manejo para la marchitez del clavel (*Dianthus caryophyllus*) y pudrición del tallo del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus*). Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México

Schonbeck F. and. H.S. Dehne. 1977. Damage to mycorrhizal and non-mycorrhizal cotton seedlings by *Thielaviopsis basicola*. Plant Disease Rep. 62:266

Woltz S.S., and Magie R.O. 1975. *Gladiolus Fusarium* disease reduction by soil fertility adjustment. Proc. Fla. St. Hort. Soc. 88:559-562

Woltz S.S., R.O. Magie, C. Switkin C., P. E. Nelson., and T. A. Tousson. 1977. *Gladiolus* disease response to pre-storage corm inoculation with *Fusarium* species. Plant Disease Rep. 62:134-137

Agro
productividad

PUBLICIDAD: 01(595) 928 4013
agropro@colpos.mx



Agro productividad

PUBLICIDAD: 01(595) 928 4013
agropro@colpos.mx

El protector de granos Granim®: alternativa ecológica del Colegio de Postgraduados para la protección de granos de maíz y de frijol en el medio rural

Dr. Angel Lagunes Tejeda - Entomología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, alagunes@colpos.mx

Muchos campesinos de varias regiones de México realizan siembras de maíz y frijol solo para el consumo de sus familias. La disponibilidad de semilla, mano de obra familiar, cercanía de la parcela a la vivienda, la necesidad de alimento y sobre todo la cultura tradicional son factores que influyen en la permanencia de esta actividad.

Una vez realizada la cosecha los agricultores de subsistencia almacenan el maíz y el frijol tratando de evitar que estos granos sean dañados por roedores o insectos. En el caso de insectos, las pérdidas en el frijol en México se estiman en 35%, y para maíz varía de 20 al 80%. El aumento en la temperatura en los últimos años favorece el aumento de los daños por insectos.

Para asegurar la protección de los granos alimenticios los campesinos con recursos adquieren agroquímicos para el combate de los insectos de almacén. Estos productos requieren un manejo especial, ya que su uso inadecuado provocar accidentes. La mayoría de los campesinos de subsistencia no utilizan insecticidas. Se considera un hecho que el ajuste en el precio de las tortillas tiene un menor impacto en la economía de las familias de los campesinos, dado que estos reservan una parte de su producción para su propio consumo, lo anterior hace mandatorio que el grano almacenado se conserve sano



La indispensable tortilla



Picudo del maíz



Gorgojo del frijol



Maíz dañado



Maíz sano



Validación del Granim® a nivel comercial



Bolsa de 5 Kg. del protector de granos



Analizando el protector de granos

el mayor tiempo posible. Por esto, en el momento actual cobra la mayor importancia, como instrumento de política social, el apoyo otorgado por los distintos niveles de gobierno a la conservación adecuada de estos granos básicos.

Como resultado de 20 años de investigaciones realizadas en México, el Colegio de Postgraduados puede ofrecer a los campesinos un insecticida natural para la protección de los granos de maíz y frijol, que no representa riesgos de daños a la salud y al medio ambiente. Concretamente, el insecticida Granim® es un producto formulado con compuestos minerales y vegetales que se eliminan del grano al momento del lavado para su consumo. No es tóxico para los humanos y otros animales domésticos; no es cancerígeno ni mutagénico, no requiere condiciones especiales para su utilización; no necesita espacios especiales para su almacenamiento y no transmite sabor a los granos.

Con 5 Kg. de Granim® por media tonelada de maíz o de frijol, el agricultor puede asegurar una parte importante de la alimentación familiar

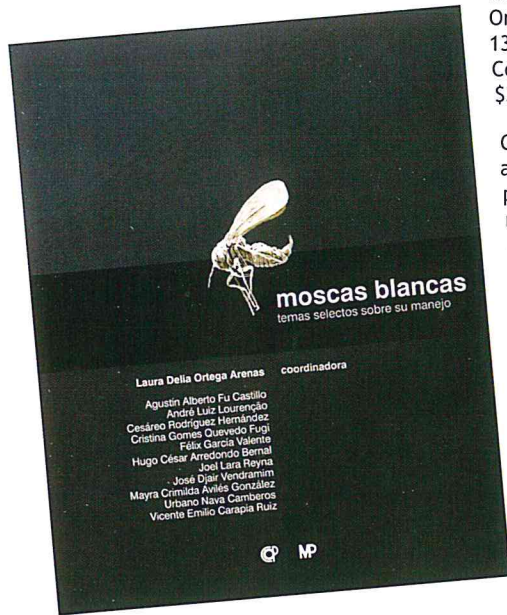
con granos sanos maximizando su rendimiento. Granim® protege al maíz del ataque del picudo (*Sitophilus zeamais* Motz), y en el frijol lo protege del daño del gorgojo *Acanthoscelides obtectus* (Say) insectos que son considerados plagas importantes de estos granos almacenados. El Granim® se presenta en bolsas de 5 Kg., cantidad suficiente para los 500 Kg. de maíz que una familia promedio del campo consume en un año.

El Granim® se mezcla con el grano de maíz o de frijol y posteriormente se encostala. El protector de granos se adhiere a los granos en forma superficial para impedir el daño de los insectos.

Se estima que la demanda potencial para los campesinos de subsistencia del país se estima en 5000 toneladas anuales, el Colegio de Postgraduados tiene una capacidad actual instalada para iniciar un programa regional de 200 toneladas anuales. La información sobre como adquirir el protector de granos Granim® se obtiene en el Colegio de Postgraduados a través del contacto: alagunes@colpos.mx



Mezcla del protector de granos con maíz



MOSCAS BLANCAS. MANEJO Y CONTROL

Ortega Arenas (Coordinadora)
134 págs. Primera edición 2008
Coedición Mundi-Prensa - Colegio de Postgraduados
\$300,00 M.N. ISBN 978-968-7462-61-5

Cuando las Moscas Blancas empezaron a ser una plaga de importancia en la agricultura, la aspersión oportuna de insecticidas permitía controlarlas con un balance económico favorable para el productor. Sin embargo, el uso indiscriminado de productos químicos, y el desconocimiento de la biología del insecto causaron resistencia a los insecticidas, contaminación del ambiente, daño a la salud de productores y consumidores, desaparición de sus enemigos naturales, incremento en los costos de producción y efectos sociales indeseables.

Este libro sobre Moscas Blancas es resultado de la preocupación de un grupo de investigadores mexicanos y brasileños por la creciente amenaza de este insecto en muchas regiones del mundo. No es un manual de recomendaciones, pero sí una guía para que los lectores encuentren estrategias para enfrentar la plaga. Está dirigido a productores, técnicos, estudiantes, investigadores, extensionistas y en general, a las personas interesadas en este fenómeno ecológico.

Una lista resumida de tópicos abordados:

- Bioecología
- Taxonomía y diagnóstico
- Interacción con arvenses
- Fertilización nitrogenada
- Resistencia vegetal
- Distribución espacial y muestreo
- Resistencia a insecticidas
- Parasitoides y depredadores
- Substancias vegetales
- Control microbiano
- Manejo integrado

¿QUÉ HACEMOS CON EL CAMPO MEXICANO?

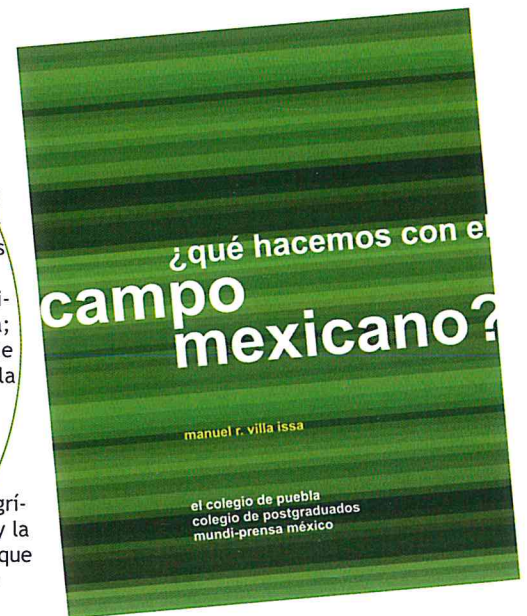
Manuel R. Villa Issa
237 págs. Primera edición 2008
Coedición Mundi-Prensa - Colegio de Postgraduados
\$300.00 M.N. ISBN 978-968-7462-62-2

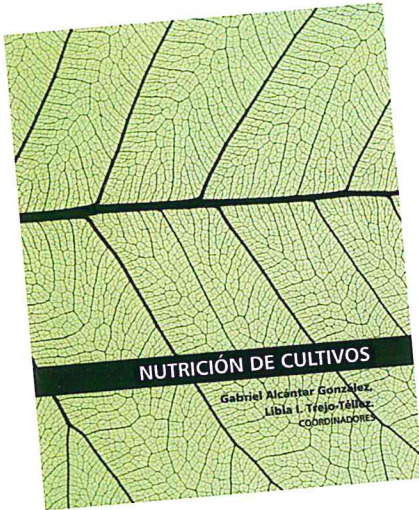
En el siglo XX el campo mexicano tuvo transformaciones radicales. Pasó de un sistema de latifundio durante el porfiriato a otro de minifundismo económicamente protegido (e improductivo) desde el régimen de Lázaro Cárdenas del Río (1934-1940) hasta el de José López Portillo (1976-1982). En el mandato de Carlos Salinas de Gortari (1988-1994) se modificó profundamente la legislación agraria, particularmente el artículo 123 constitucional. Resultados de estas transiciones fueron:

- El sector agrario, que al término de la segunda guerra mundial generaba 60% de las divisas que ingresaban al país, a fines del siglo pasado dejó de ser un motor de la economía; fue incapaz de alimentar a la población, generó una balanza comercial deficitaria desde 1980, además de expulsar a las ciudades o al extranjero a una parte importante de la población rural.
- Actualmente los apoyos al campo son 50% de los de 1994.
- Estamos en gran desventaja frente a nuestros socios comerciales agrícolas.

Algunas propuestas:

- El campo no puede entenderse como un sector aislado. Tiene que considerarse la política agrícola de los países con los que estamos asociados, la política económica general del país y la política agrícola interna. Todos los paquetes de apoyo para el campo tienen menor efecto que un cambio en la política económica (tipo de cambio, desgravación, políticas tarifarias ...)
- Organizar y ordenar el marco legal
- Promover el desarrollo rural sustentable
- Considerar al campo como un asunto de seguridad nacional
- Fortalecer la investigación científica en el sector





NUTRICIÓN DE CULTIVOS

Gabriel Alcántar González y Libia I. Trejo-Tellez (Coordinadores)

472 págs. Primera edición 2007

Coedición Mundi-Prensa - Colegio de Postgraduados

\$350.00 M.N. ISBN: 978-968-7462-48-5

En la obra Nutrición de Cultivos, los autores, todos ellos reconocidos investigadores especialistas en el tema, plasman las experiencias y conocimientos adquiridos en sus destacadas trayectorias académicas. El texto está dirigido principalmente a estudiantes de licenciatura en ciencias biológicas y agronomía (suelos, fitotecnia, horticultura...), pero será también de gran utilidad para investigadores, técnicos, estudiantes de postgrado y productores agrícolas relacionados con la materia. Algunos tópicos cubiertos son:

- Desarrollo histórico de la disciplina
- Nutrientes y elementos benéficos
- Diagnóstico de la condición nutricional
- Concentración de elementos en el tejido vegetal
- Fertilización
- Hidroponía y Fertirriego

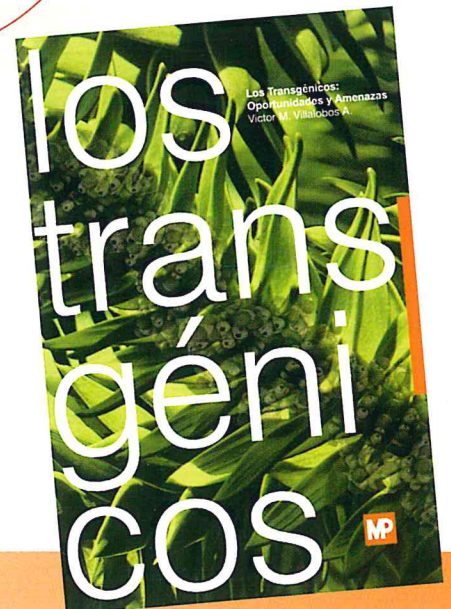
LOS TRANSGÉNICOS. OPORTUNIDADES Y AMENAZAS

Víctor M. Villalobos

114 págs. Primera edición 2008

Ediciones Mundi-Prensa

\$275.00 M.N. ISBN: 978-968-7462-54-7



Los transgénicos son organismos (vegetales o animales) usados en la agricultura, medicina o industria, mejorados genéticamente para conferirles habilidades novedosas que no hubiesen podido adquirir en condiciones naturales, y han sido resultado de la investigación científica, principalmente en la Ingeniería Genética, la Biología Molecular y la Agronomía.

Una de las aplicaciones más avanzadas sobre este tema en la agricultura son los cultivos transgénicos, que han trascendido el ámbito del laboratorio científico y del campo experimental, para cultivarse comercialmente desde 1996 en campos agrícolas del mundo, como una forma novedosa de producción de granos y oleaginosas; más eficiente, con menor impacto negativo al ambiente, y con ahorros económicos directos para más de diez millones de agricultores que los cultivan en 22 países.

EL CULTIVO DEL MAÍZ. TEMAS SELECTOS

Rafael Rodríguez Montessoro y Carlos De León (Coordinadores)

126 págs. Primera edición 2008

Coedición Mundi-Prensa - Colegio de Postgraduados

\$300.00 M.N. ISBN: 978-968-7462-55-4



A partir de que la humanidad aprendió a producir sus alimentos se inició el proceso evolutivo de las diferentes civilizaciones en los sitios que se consideraron idóneos para fundar los primeros asentamientos humanos. La agricultura se desarrolló entonces como una actividad sin la cual ningún pueblo puede subsistir. Los pobladores del llamado viejo continente fundaron su civilización en el trigo, los asiáticos en el arroz, y fue el maíz la planta seleccionada por los pueblos de América. Las evidencias indican que el maíz se originó en México a partir del Teozintle 3000 a 4000 años AC, y para 1800 AC se había extendido a toda mesoamérica y posteriormente al resto del continente americano. El vocablo maíz se deriva de la transformación fonética del término tahino mahiz, que significa fuente de vida, lo que refleja la inmensa importancia que tiene para nuestros pueblos.

En el presente volumen, dirigido a técnicos, productores y estudiantes de agronomía, y escrito por especialistas del más alto nivel, se presenta información actualizada sobre diversos aspectos del cultivo de la planta. Algunos de los temas abordados son:

- Nutrición
- Plagas y Enfermedades
- Producción de Semilla
- Malas Hierbas
- Manejo Postcosecha
- Cultivos Asociados

Guía para los autores

Agroproductividad es una revista de divulgación auspiciada por el Colegio de Postgraduados para entregar los resultados obtenidos por los investigadores en ciencias agrícolas y afines a los técnicos y productores. En ella se podrá publicar información relevante al desarrollo agrícola en los formatos de artículo, nota o ensayo. Las contribuciones serán arbitradas y la publicación final se hará en el idioma español.

Estructura

La contribución tendrá una extensión máxima de diez cuartillas incluyendo las ilustraciones. deberá estar escrita en Word a doble espacio empleando el tipo Algerian a 12 puntos y márgenes de 2.5 cm. Evitando el uso de sangría al inicio de los párrafos.

Las ilustraciones serán de la calidad suficiente para su impresión en offset a colores y con una resolución de 300 dpi en formato JPG o TIFF o RAW y el tamaño, dependiendo de la imagen y su importancia de acuerdo con la siguiente tabla comparativa:

Centímetros	Pixeles	Pulgadas
21.59x27.94	2550x3300	8.5x11
18.5x11.5	2185x1358	7.3x4.5
18.5x5.55	2185x656	7.3x2.2
12.2x11.5	1441x1358	4.8x4.5
12.2x5.55	1441x656	4.8x2.2
5.85x5.55	691x656	2.3x2.2
9x11.5	1063x1358	3.5x4.5
9x5.55	1063x656	3.5x2.2

La estructura de la contribución será la siguiente:

- 1) para artículos, una estructura clásica definida por los capítulos: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Literatura Citada;
- 2) las Notas o Ensayos deben tener una secuencia lógica de las ideas, exponiendo claramente las técnicas o metodologías que se transmiten en lenguaje llano con uso mínimo de términos técnicos especializados.

Formato

Título. Debe ser breve y reflejar claramente el contenido. Los nombres científicos cuando se incluyan deben escribirse en itálicas.

Autor o Autores. Se escribirán el o los nombres completos. separados por comas con un índice progresivo en su caso. Al pie de la primera página siguiendo el índice se indicará el nombre de la Institución a la que pertenece el autor y la dirección oficial incluyendo el correo electrónico.

Cuadros. Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Los cuadros deben numerarse progresivamente indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Cuadro 1. Título) y se colocaran en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a que se hace mención mediante un índice en el texto incluido en el cuadro.

Figuras. Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Las fotografías deben de preferencia ser a colores. Se deben proporcionar originales en tamaño postal anotando al reverso con un lápiz suave el número y el lugar que le corresponda en el texto. Los títulos de las fotografías deben mecanografiarse en hoja aparte. La calidad de las imágenes digitales debe ceñirse a lo indicado en la tabla comparativa al inicio.

Unidades. Las unidades de pesos y medidas usadas serán las aceptadas en el Sistema Internacional.

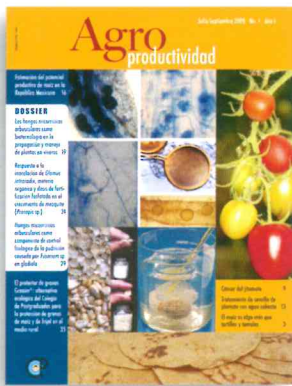
Nota. Con objeto de dar a conocer al autor o autores se deberá proporcionar una fotografía reciente de campo o laboratorio de carácter informal.

Factores de conversión

Para convertir los valores de la columna 1 en los de la columna 2, multiplique por A.
Para convertir los valores de la columna 2 en los de la columna 1, multiplique por B.

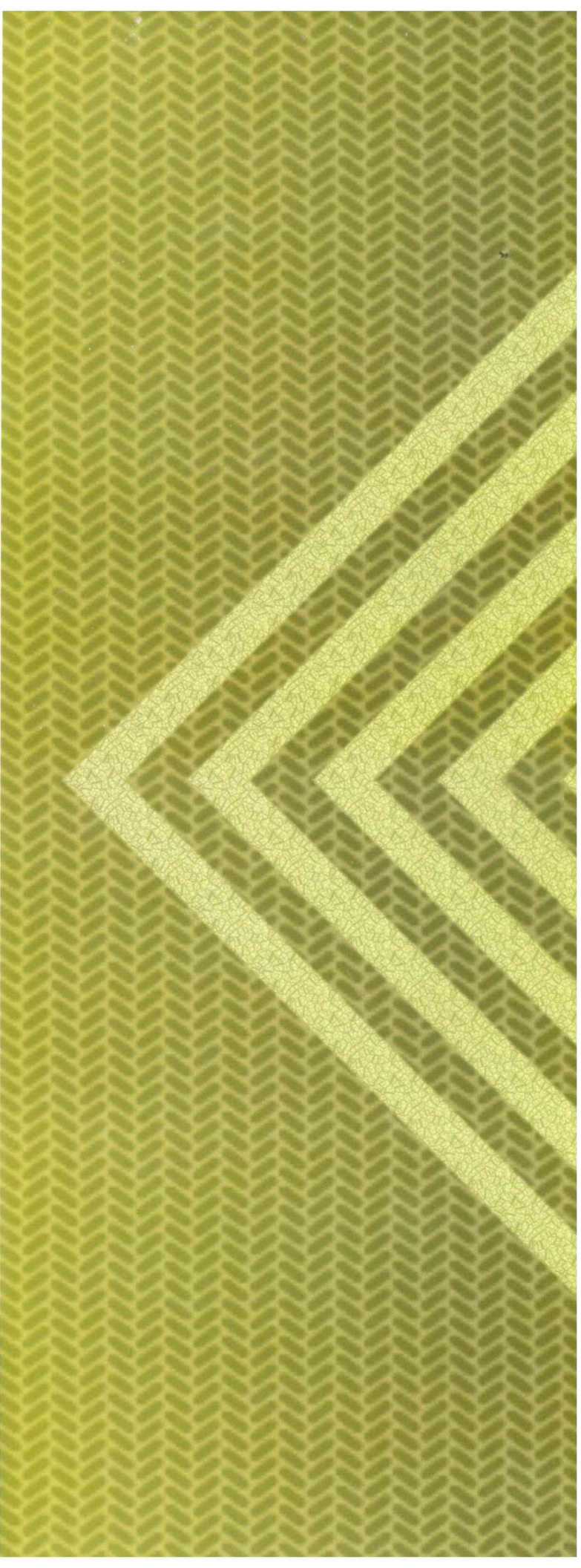
A	1	2	B
Longitud:			
0.621	kilómetros, km	millas, mi	1.609
1.094	metros, m	yardas, yd	0.914
3.28	metros, m	pies, ft	0.304
1.0	micrómetros, μm	micras, μ	1.0
0.0394	milímetros, mm	pulgadas, in	25.4
10	nanómetros, nm	Ángstrom, Å	0.1
Área:			
2.47	hectáreas, ha	acres, acre	0.405
247	kilómetros ² , km ²	acres, acre	0.00405
0.386	kilómetros ² , km ²	millas ² , mi ²	2.590
2.47×10^{-4}	metros ² , m ²	acres, acre	4.05×10^3
10.76	metros ² , m ²	pies ² , ft ²	9.29×10^2
1.55×10^{-3}	milímetros ² , mm ²	pulgadas ² , in ²	645
Volúmen:			
6.10×10^4	metros ³ , m ³	pulgada ³ , in ³	1.64×10^5
9.73×10^{-3}	metros ³ , m ³	acre-pulgada	102.8
35.3	metros ³ , m ³	pies ³ , ft ³	2.83×10^2
2.84×10^{-2}	litros, L	bushels, bu	35.24
1.057	litros, L	cuartos, qt	0.946
3.53×10^{-2}	litros, L	pies ³ , ft ³	28.3
0.265	litros, L	galones, gallon	3.78
33.78	litros, L	onza fluida, oz	2.96×10^2
2.11	litros, L	pinta fluida, pt	0.473
0.034	mililitros, ml	onza fluida, oz	29.574
Masa:			
2.20×10^{-3}	gramos, g	libras, lb	454
3.52×10^{-2}	gramos, g	onzas, oz	28.4
2.205	kilogramos, kg	libras, lb	0.454
10^{-2}	kilogramos, kg	quintal, q	10^2
1.10×10^{-3}	kilogramos, kg	toneladas, ton	907
1.102	toneladas, t	toneladas, ton	0.907
0.022	kilogramos, kg	hundredweight, cwt, 100 lb	45.359
0.0197	kilogramos, kg	hundredweight, cwt, 112 lb	50.783
Rendimiento:			
0.893	kg/ha	lb/acre	1.12
1.49×10^{-2}	kg/ha	bu/acre, 60 lb	67.19
1.59×10^{-2}	kg/ha	bu/acre, 56 lb	62.71
1.86×10^{-2}	kg/ha	bu/acre, 48 lb	53.75
8.9×10^{-3}	kg/ha	cwt/acre, 100 lb	111.99
7.98×10^{-3}	kg/ha	cwt/acre, 112 lb	125.23
893	t/ha	lb/acre	1.12×10^3
0.446	t/ha	ton/acre	2.24

Presión:			
9.90	Megapascales, Mpa	atmósferas	0.101
10	Mpa	bar	0.1
1.00	t/m ³	g/cm ³	1.00
2.09×10^{-2}	Pa	lb/ft ²	47.9
1.45×10^{-4}	Pa	lb/in ²	6.90×10^3
Temperatura:			
1.00 (K-273)	kelvin, K	Celsius, °C	1.00 (°C+273)
(9/5 °C) + 32	Celsius, °C	Fahrenheit, °F	5/9 (°F-32)
Energía, Trabajo			
Calor			
9.52×10^{-4}	Joule, J	British thermal U, BTU	1.05×10^3
0.239	Joule, J	caloría, cal	4.19
10^7	Joule, J	erg	10^{-7}
0.735	Joule, J	pie-libra, ft-lb	1.36
2.387×10^{-5}	J/m ²	cal/cm ²	4.19×10^4
10^5	Newton, N	Dynas	10^{-5}
1.43×10^{-3}	watts/m ²	cal/cm ² /min	698
Transpiración y Fotosíntesis			
3.60×10^{-2}	mg/m ² /s	g/dm ² /hora	27.8
5.56×10^{-3}	mg (H ₂ O)/m ² /s	$\mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{s}$	180
Conductividad E			
10	Siemens/m	mmho/cm	0.1
Dispersión:			
0.107	litros/hectárea	galones/acre	9.35
0.893	kilogramos/hectárea	libras/acre	1.12
Velocidad:			
2.24	metros/segundo	millas/hora	0.447
0.621	kilometros/hora	millas/hora	1.609
Concentración:			
1.000	mg/L	ppm	1.0
2.000	ppm	lb/AFS*	0.5
0.449	kg/ha	ppm	2.227
0.898	kg/ha	lb/AFS*	1.114
*AFS = Acre Furrow Slice.			
Otras equivalencias útiles			
Fitomasa:			
1 g de Materia Seca por metro cuadrado = 0.01 t/ha			
1 t/ha = 100 g/m ²			
1 g de Materia Seca org. es casi igual a 0.45 g de C y 1.5 g de CO ₂			
1 g de C es casi equivalente a 2.2 g de Materia Seca org. y 2.7 g de CO ₂			
1 g de CO ₂ es casi equivalente a 0.67 g de Materia Seca org. y 0.37 g de C			



Agro productividad

01 (595) 9 28 40 13
 agropro@colpos.mx



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Si Usted es un prestador de servicios profesionales o productor agropecuario, le ofrecemos:

Tecnologías y paquetes tecnológicos

Componentes técnicos y paquetes tecnológicos para la producción de cereales, leguminosas, hortalizas, frutas y forrajes; tecnología para producción de ganado y métodos para el manejo de agostaderos y bosques, entre otros.

Productos de la investigación

Plantas, semillas mejoradas, clones vegetales, prototipos de implementos y maquinaria, publicaciones científicas institucionales, insecticidas biológicos, inoculantes (micorrizas), vacunas, bacterinas, biofertilizantes.

Capacitación y apoyos a la transferencia de tecnología

Cursos de tecnología de producción, módulos demostrativos, prácticas guiadas, diplomados, clínica de diagnóstico, capacitación en la acción, modelos transferencia de tecnología eficiente, eventos técnicos y científicos, certificación de capacidades técnicas.

Análisis de laboratorio

Calidad de semillas, suelos, tejidos, bromatológicos y específicos, plantas, fertilizantes, inóculos biológicos, fitopatológicos, entomológicos, cultivo de tejidos, residuos de plaguicidas, calidad de agua, pruebas diagnósticas, análisis genéticos de plantas y animales, calidad del aire, servicios de constatación.

Evaluaciones diversas

Anabólicos, implantes, vacunas, variedades mejoradas, fertilizantes, herbicidas, reguladores, inoculantes, mejoradores de suelo, fungicidas, maquinaria y equipo, proyectos productivos de variedades de plantas, fertilidad de sementales, insecticidas, anatomía y tecnología de la madera, evaluaciones genéticas de bovinos de carne y leche, evaluación de impactos ecológicos.

Asesoría, diagnósticos y dictámenes técnicos

Control de organismos dañinos, plagas y enfermedades, estudios de mercado, de riesgo climático y rentabilidad, técnicos legales (peritajes), plan de manejo integral de recursos naturales, evaluaciones de programas de desarrollo, elaboración de planes rectores de Sistema-Producto.

Certificación de implementos y maquinaria agrícola

Información de clima y predicción de cosechas

Para mayor información consulte la página

www.inifap.gob.mx

Ponemos a su servicio 8 Centros de Investigación Regional, 5 Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria y 38 Campos Experimentales distribuidos en el país

Soluciones tecnológicas al servicio del campo mexicano

