

HONGOS ASOCIADOS A SÍNTOMAS DE ENFERMEDADES EN CHAYOTE (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) Y ESTRATEGIAS DE MANEJO

BARRENADOR (*Diatraea saccharalis*) Y MOSCA PINTA (*Aeneolamia* spp.; *Prosapia* spp.)
en CAÑA DE AZÚCAR Y SUS ENEMIGOS NATURALES

DISTINCIÓN DE SÍNTOMAS DEL VIROIDE Sunblotch
EN EL AGUACATERO (*Persea americana* Mill.) EN MÉXICO

Uso de fungicidas y tratamiento térmico postcosecha para control
de antracnosis en frutos de **PAPAYA MARADOL** (*Carica papaya*)

BIBLIOTECA BÁSICA DE AGRICULTURA

AÑO 4 / VOLUMEN 4 / NÚMERO 3 / JULIO-SEPTIEMBRE 2011



AP

AGRO PRODUCTIVIDAD

La revista Agroproductividad se está convirtiendo rápidamente en una de las revistas más importantes relacionadas con el medio agrícola en México.

Los artículos que publicamos son cuidadosamente seleccionados con la finalidad de aportar ideas, estudios o propuestas capaces de impulsar el desarrollo agrícola.

Invitamos a todos nuestros lectores a participar de manera directa, ya sea como autores, anunciantes o suscriptores, y de esta manera contribuir a nuestro esfuerzo por ubicar la agroproductividad en el horizonte futuro.

Contacto: 01 (595) 928 4013
01 (595) 952 0200
ext. 68105
agropro@colpos.mx

3 BARRENADOR
(*Diatraea saccharalis*)
Y MOSCA PINTA
(*Aeneolamia* spp.; *Prosapia* spp.)
EN CAÑA DE AZÚCAR
Y SUS ENEMIGOS NATURALES

11 DISTINCIÓN DE SÍNTOMAS
DEL VIROIDE Sunblotch
EN EL AGUACATERO
(*Persea americana* Mill.) EN MÉXICO

17 HONGOS ASOCIADOS
A SÍNTOMAS DE
ENFERMEDADES EN CHAYOTE
(*Sechium edule* (Jacq.) Sw.)
Y ESTRATEGIAS DE MANEJO

24 USO DE FUNGICIDAS
Y TRATAMIENTO TÉRMICO
POSTCOSECHA PARA CONTROL
DE ANTRACNOSIS EN FRUTOS
DE PAPAYA MARADOL
(*Carica papaya*)

29 NOTICIAS

30 BIBLIOTECA BÁSICA
DE AGRICULTURA

36 GUÍA PARA AUTORES



17



Corrección de estilo: Hannah Infante
Diseño: KROW S.C. / www.krow-sc.com
Suscripciones, ventas, publicidad,
contribuciones de autores:

Guerrero 9, esq. Avenida Hidalgo, C.P. 56220, San Luis
Huexotla, Texcoco, Estado de México.

t. 01 (595) 928 4013 / agroproductividad@colpos.mx

Impresión 3000 ejemplares.

© Agroproductividad, publicación respaldada por el Colegio de Postgraduados. Derechos Reservados.

Certificado de Licitud de Título Núm. 0000. Licitud de Contenido 0000 y Reserva de Derechos Exclusivos

del Título Núm. 0000. Editorial del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México,

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Núm. 036.

Directorio

Said Infante Gil
Editor General del Colegio de Postgraduados

Rafael Rodríguez Montessoro†
Director Fundador

Jorge Cadena Iníiguez
Director de Agroproductividad

Comité Técnico-Científico
Colegio de Postgraduados

Fernando Clemente S.
Dr. Ing. Agr. Catedrático Fauna Silvestre

Ma. de Lourdes de la Isla
Dr. Ing. Agr. Catedrática Aereopollución

Ángel Lagunes T.
Dr. Ing. Agr. Catedrático Entomología

Enrique Palacios V.
Dr. Ing. Agr. Catedrático Hidrociencias

Jorge Rodríguez A.
Dr. Ing. Agr. Catedrático Fruticultura

Colegio de Postgraduados 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. Director de promoción y divulgación

Confederación Nacional Campesina
Jesús Muñoz V.
Dr. Ing. Agr. Agronegocios

Instituto Interamericano de Cooperación
para la Agricultura
Victor Villalobos A.
Dr. Ing. Agr. Biotecnología



DR. JORGE CADENA INIGUEZ

JULIO - SEPTIEMBRE 2011, AÑO 4 / NÚMERO 3.

En este número **AGROPRODUCTIVIDAD** ofrece un acercamiento al tema siempre actual de plagas (insectos y enfermedades) en cuatro cultivos importantes: chayote, aguacate, papaya y caña de azúcar. México es el principal productor-exportador de chayote y aguacate en el mundo y en esta ocasión se muestran resultados de investigación acerca de las principales enfermedades que limitan la producción, agentes causales y algunas medidas de prevención y control. La información en aguacate resalta un problema sanitario que involucra al viroide Sunblotch con una galería gráfica de síntomas que ayuda a su identificación en campo. En caña de azúcar; base de la industria azucarera mexicana que por historia es de las más importantes del país y goza del llamado Decreto Cañero de 1991 que la ubica como de interés público, se abordan dos importantes limitantes de la producción (Barrenador y mosca pinta) y uso de enemigos naturales para su control. Un tema importante que asegura la permanencia de los agroproductos en el mercado es su calidad postcosecha resaltando la sanidad y los productos usados, y en papaya es tema de actualidad por ser México un importante exportador por lo cual se entregan resultados de la evaluación de diferentes alternativas para uso comercial.

Gracias.

Jorge Cadena Iníiguez

DIRECTOR DE AGROPRODUCTIVIDAD

Colaboradores

BARRENADOR (*Diatraea saccharalis*) Y MOSCA PINTA (*Aeneolamia* spp.; *Prosapia* spp.) EN CAÑA DE AZÚCAR Y SUS ENEMIGOS NATURALES. Hernández-Rosas F.^{1,2}, Figueroa Rodríguez K.A.^{1,3}. ¹ Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz, Amatlán de los Reyes, Veracruz. ² LPI 5: Biotecnología Microbiana Vegetal y Animal.

³ LPI 13: Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local.

DISTINCIÓN DE SÍNTOMAS DEL VIROIDE SUNBLITCH EN EL AGUACATERO (*Persea americana* Mill.) EN MÉXICO

Compos-Rojas E. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 carretera México-Texcoco. CP 56230, Chapingo, Estado de México, México. educarro@yahoo.com.mx. SantaCruz U.E. y Rivera, G.J.M.; Centro de Investigaciones Agrícolas de Michoacán (CIAMICH, A.C.).

HONGOS ASOCIADOS A SÍNTOMAS DE ENFERMEDADES EN CHAYOTE (*Sechium edule* (JACQ.) SW.) Y ESTRATEGIAS DE MANEJO. Olguín-Hernández G. Grupo interdisciplinario de Investigación en Sechium edule en México, (GISeM), Agustín Melgar 10, C.P. 56108 Texcoco, Estado de México. Autor responsable: mantide28@hotmail.com Cisneros-Solano V.M. Centro Universitario Regional Oriente (CRUO) de la Universidad Autónoma Chapingo, km 3 carretera Huatusco-Xalapa. C.P. 94100. Huatusco, Veracruz, México Acosta-Ramos M. Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 carretera México-Texcoco. CP 56230, Chapingo, Estado de México, México.

USO DE FUNGICIDAS Y TRATAMIENTO TÉRMICO POSTCOSECHA PARA CONTROL DE ANTRACNOSIS EN FRUTOS DE PAPAYA MARADOL. López-Navarrete M.C. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Tuxtla Chico, Chiapas. CP 30700. Autor responsable: marianavarete_33@hotmail.com. Arévalo-Galarza M.L.C.L.Pi 7: Calidad de Alimentos y Bioseguridad (LPI-7) del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera México-Texcoco C.P. 56230, Texcoco, Estado de México. Nieto-Ángel D. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera México-Texcoco C.P. 56230, Texcoco, Estado de México.

BARRENADOR *(Diatraea saccharalis)* Y MOSCA PINTA *(Aeneolamia spp.; Prosapia spp.)* EN CAÑA DE AZÚCAR Y SUS ENEMIGOS NATURALES

Hernández-Rosas F.^{1,2} Figueroa Rodríguez K.A. ^{1,3}

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz, Amatlán de los Reyes, Veracruz.

² LPI 5: Biotecnología Microbiana Vegetal y Animal.

³ LPI 13: Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local

RESUMEN

Se hace una breve descripción morfológica y estados biológicos de dos de las plagas más importantes en el cultivo de la caña de azúcar, el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) y dos especies de mosca pinta o salivazo (*Aeneolamia* spp.; *Prosapia* spp.). Además de indicar las fases en las cuales generan el mayor daño, se describe el modo de acción de los enemigos naturales (validados) de estas plagas con énfasis en mejorar las prácticas de combate y control que permita mayor efectividad con menor impacto ambiental.

Palabras clave: Industria azucarera, enemigos naturales, barrenadores.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la industria azucarera es una de las más importantes de México. Cuenta con un Decreto Cañero desde 1991 como actividad de interés público e incluye la industrialización de el azúcar. En México la caña de azúcar se cultiva en una gran variedad de condiciones ambientales, desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a los 1000 metros, y debido a estas variaciones los rendimientos promedio de campo por ingenio azucarero son variables.

La superficie sembrada con caña de azúcar en México se distribuye en mayor superficie en el estado de Veracruz; durante el periodo de 1998-2008 el promedio ascendió a 256 miles de hectáreas, lo que representó una tasa media anual de crecimiento de 0.2% y 36.9% de la superficie sembrada en el país. Dentro de las limitantes principales de este cultivo se encuentran las plagas insectiles, como el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) y la mosca pinta o salivazo (*Aeneolamia* spp., *Prosapia* spp.).

El barrenador, también conocido como perforador, taladrador, “stalk borer o stem borer” es una plaga que predomina en varios países cañeros de América (Flores, 1994). Los cultivos principales hospedantes de esta plaga son caña de azúcar y pastos aunque en otros casos pueden afectar a maíz y arroz. (Legaspi *et al.*, 1997; Rodríguez-del-Bosque y Vejar-Cota, 2008). Las larvas de los barrenadores de primer instar, es decir, inmediatamente que emergen las larvas del huevo (entre 1 y 2 horas) se alimentan del follaje y se introducen a la yema o al tallo para pasar todos sus instares larvales restantes en el interior del tallo. Si la planta es un rebrote o pelillo, la larva penetra en la base del cogollo y se presenta la muerte del corazón y en consecuencia el futuro tallo moledero muere. Además, en estados de desarrollo avanzados del tallo la larva puede penetrar a nivel de la base y en el último tercio del tallo, lo que reduce su desarrollo fenológico y las perforaciones mediante galerías en el interior de tallo hace que se presente el crecimiento de microorganismos oportunistas causantes de enfermedades (Figura 1) (Flores 1994; FAO, 2004; Hernández – Rosas y García, 2006).



Figura 1. Canuto de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) con galerías producidas por el barrenador del tallo *Diatraea saccharalis*.

Eoreuma loftini o barrenador mexicano del arroz.

Diatraea spp. es uno de los principales géneros de barrenadores que causan daños severos en caña de azúcar, en especial en variedades susceptibles como la CP44-101 y MEX-69290 (Hernández-Rosas *et al.*, 2008). Este género incluye otras especies, además de *D. saccharalis* Fabricius, a *D. grandiosella* Dyar, *D. considerata* Heinrich y *D. veracruzana* Box. Otros barrenadores que se presentan son *Eoreuma loftini* o barrenador del arroz y *Elasmopalpus lignosellus* Zellus y *E. hunteri*, conocidos como barrenadores menores, coralillo o saltarín (Flores, 1994; Hernández-Rosas *et al.*, 2008).

DESCRIPCIÓN DE LOS ESTADOS BIOLÓGICOS DE *Diatraea saccharalis*

Huevo

Las hembras ovipositan sobre el haz o envés de las hojas entre 50 y 200 huevos por postura. Los huevos son en forma de escama color blanco o amarillento de aproximadamente 1 mm de diámetro. Éstos pueden ser puestos en forma aislada o en masa, colocados en filas yuxtapuestas (Figura 2); la duración de esta fase depende de la temperatura ambiente y puede durar entre una y dos semanas (Flores, 1994; Rodríguez del Bosque y Vejar-Cota, 2008).



Figura 2. Huevecillos de *D. saccharalis*, ovipositados en forma de escamas.

Larva

En los primeros instares las larvas se alimentan de los tejidos superficiales del tallo en que están envueltas y posteriormente penetra el tallo a través de los cogollos u otros tejidos suculentos de la planta. El estado larval tiene una duración aproximada de 30 días con siete instares y pueden mantenerse de 100 a 150 días en diapausa (lento desarrollo). En promedio miden de 20 a 25 mm de largo cuando se encuentran en el último instar, son de color blanco cremoso con manchas oscuras o pálidas y un escudo protorácico café-rojizo. En diapausa las manchas de las larvas se vuelven pálidas e indistintas (Flores, 1994, Hernández-Rosas *et al.*, 2008; Rodríguez del Bosque y Vejar-Cota, 2008) (Figura 3).



Figura 3. Larva de *Diatraea saccharalis* con las puntuaciones oscuras sobre el cuerpo que las distingue.

Pupa

El estado de pupa ocurre dentro de las galerías o cámaras en el tallo de la planta; esta estructura es una capa delgada de tejido vegetal que puede ser cubierta cuando la palomilla emerge del tallo. Las pupas miden cerca de 20 mm de largo, son color marrón oscuro a coloración café-rojiza con el extremo del abdomen móvil (Figura 4); la duración de este estado es de cuatro a cinco semanas, aunque se han reportado hasta 7-12 días (Riess y Flores, 1976).



Figura 4. Pupa de *Diatraea saccharalis* (obtecta). Apéndices visibles fusionados al cuerpo.

Adulto

Los adultos son pequeñas palomillas con escamas en sus alas de color amarillo ocre (color “paja”); las alas anteriores tienen una hilera diagonal de puntos café ligeramente marcados que forman líneas diagonales en forma de “W” invertida. Son de hábito vespertino, se esconden durante las horas de mayor luminosidad entre las malezas, hojarascas y lugares con más follaje; aparecen en la tarde y noche en plena actividad buscando pareja para la cópula, o bien, ovopositando. La mayor cantidad de oviposturas se producen del segundo al cuarto día de emergidos los adultos y llegan a poner alrededor de 50 a 200 huevos. Miden desde 20 a 42 mm con alas extendidas, las hembras son más grandes y su tiempo de vida es de 3 a 5 días (Flores, 1994). (Figura 5).



Figura 5. Palomilla adulto de *Diatraea saccharalis*, presenta dos bandas de color café formadas por puntos sucesivos en alas anteriores (Carácter distintivo).

Daños

Destruye el tallo mediante la perforación de las yemas o rebrotes, provoca cogollos muertos cuando ataca a plantas pequeñas, da lugar a la propagación de enfermedades por las perforaciones que hace, y reduce el vigor de la planta debido a los túneles o galerías que hace en los entrenudos.

Incidencia

Los daños se presentan durante todo el ciclo de desarrollo de la caña, aunque pueden observarse diferentes niveles. La época de mayor incidencia es enero-mayo, dañando el pelillo (tallos del rebrote en los primeros meses de desarrollo vegetativo), y en el mes de agosto-septiembre el daño se presenta sin visibilidad aparente debido a que se mantiene en los tallos superiores sin observarse muerte de la parte apical de los tallos; sin embargo, el periodo de mayor actividad y crítico en términos de daño a la plantación ocurre entre abril y mayo, y la mayor distribución de *Diatraea saccharalis* se registra en los estados de Chiapas, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz, México.

Consecuencias

Rompimiento del tallo y muerte de la planta debido a la reducción de vigor; promueve la pudrición roja, transmite la enfermedad del muermo rojo asociada a *Colletotrichum falcatum* y *Physalospora tucumanensis*.

Agentes de control biológico

El control biológico se presenta como una alternativa de manejo preventivo que permite la reducción de las poblaciones y, en consecuencia, menor daño y mayor calidad de jugos.

Entre los enemigos naturales se encuentran dípteros depredadores como son taquíidos y sírfidos, así como entomopatógenos como los nematodos del género *Hexameris* spp (Familia: Mermitidae), *Heterorhabditis* spp, *Steinernema* spp; la bacteria *Bacillus thuringiensis* y los hongos *Lecanicillium* (antes denominado *Verticillium*) *lecanii* y *Cordyceps* spp (Flores, 1994; Legaspi *et al.*, 1997; Hernández-Rosas y García, 2006; Ventura-Benítez, Hernández-Rosas y Real-Luna, 2007; Hernández-Rosas, Real-Luna, Pérez-Fernández, Ventura-Benítez, 2008; Grifaldo-Alcantara, 2011). (Figura 6).

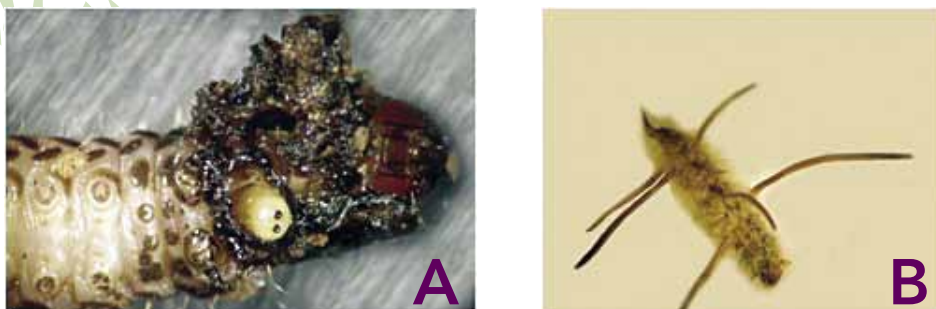


Figura 6. Larvas de *Diatraea saccharalis* atacadas por agentes de control biológico. A: Díptero depredador. B: larva parasitada por *Cordyceps* spp.

Alternativas de manejo

Utilización de feromonas como atrayentes sexuales del adulto del barrenador *D. grandiosella* o del barrenador del arroz *Eoreuma loftini*. El uso de éstas puede ayudar a prevenir los daños de las cañas molederas y romper el ciclo del barrenador. Otra alternativa es la utilización de reguladores de crecimiento, como son los controladores de la muda (Legaspi *et al.*, 1999; Hernández-Rosas *et al.*, 2008).

PRINCIPALES ESPECIES DE MOSCA PINTA

Otra plaga insectil común en caña de azúcar es la mosca pinta o salivazo ("spittlebug") que, además de caña de azúcar, ataca algunas especies de pasto y esporádicamente al maíz y al sorgo. El salivazo succiona savia de las raíces adventicias en sus primeros instares, y, en los últimos se le encuentra en las raíces principales, tallo y brácteas basales; esto último ocasiona la pérdida de las raíces debido al taponamiento vascular de los tejidos por la secreción de entomotoxinas que se libera al momento de la succión de la savia. Se ha estimado que la presencia de 10 insectos por cepa o macollo de caña puede causar una merma de 3 a 6 ton.caña.ha⁻¹; incluso se han reportado daños hasta de 20% en la reducción del rendimiento por hectárea (Flores, 1994; Hernández-Rosas, 2009; Hernández-Rosas *et al.*, 2009).

Las especies más conocidas del género *Aeneolamia* spp. son la *A. contigua* o *A. postica*, *A. contigua campecheana*, *A. contigua santa-rosae*, *A. albofaciata*, y las especies del género *Prosapia* spp. son la *P. bicinta angustata*, *P. tepeana* y *P. simulans*. Entre los estados afectados por esta plaga se encuentran Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Quintana Roo y Campeche (Clark *et al.*, 1976; Flores, 1994; Thompson y León-González, 2005; Castro *et al.*, 2007; Hernández-Rosas, 2009).

Descripción de los estados biológicos de mosca pinta

Huevo

La hembra deposita huevos muy pequeños (0.8 x 0.3 mm) y se reporta una ovoposición de entre 40-100 huevos por hembra. Durante el período cercano a la estiviación la ovoposición no rebasa los 20 huevos durante cuatro días y son de forma oval, de color amarillo-crema (Figura 7). Los huevos son de dos tipos, dependiendo del periodo de postura: los de temporada de lluvia y los de estiviación, donde los primeros eclosionan entre una y dos semanas (Bodegas, 1973; Flores, 1994; Hernández-Rosas, 2009), y los huevos invernantes, cuya postura es generalmente a fines de octubre y noviembre, se mantienen en ese estado hasta finales de mayo, junio o julio, dependiendo de la llegada de las primeras lluvias (Hernández-Rosas, 2009).

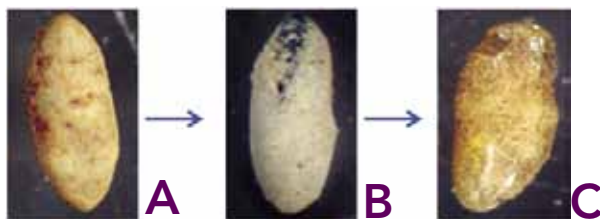


Figura 7. Huevecillos de mosca pinta. A: Huevecillo recolectado de suelo junto a raíces de caña de azúcar. B: Ninfa próxima a eclosionar de huevecillo. C: Huevecillo eclosionado.

Ninfa o Salivazo

El salivazo o ninfa presenta cuatro estadios ninfales y alcanza un tamaño aproximado de 1 a 10 mm. La duración del instar ninfal es de 3 a 4 semanas aunque dependiendo de los grados día de desarrollo o grados calor presentes y acumulados por la ninfa puede ser inferior a las 3 semanas (Flores, 1994; Hernández-Rosas, 2009).

La ninfa de primer instar normalmente se encuentra en las raíces de la caña o pasto y está cubierta de una espuma o saliva que es producida en el extremo anal; esta espuma la protege contra enemigos naturales y desecación propia del subtrópico y trópico durante los cuatro o más estadios ninfales (3 a 4 semanas) (Figura 8) y a partir del último instar las ninfas presentan alas vestigiales las cuales completan su desarrollo entre 2 a 4 días para iniciar el vuelo y comenzar el daño por la inserción del estilete del adulto al alimentarse del parénquima de las hojas (Clark *et al.*, 1976; Flores, 1994; Hernández-Rosas, 2009).



Figura 8. Ninfas de mosca pinta cubiertas de espuma o saliva.

Adulto

El adulto después de la emergencia vuela hacia el envés de las hojas para succionar la salvia del parénquima y en ese momento emite una sustancia toxica que bloquea los conductos vasculares, ocasionándole un área necrosada en forma longitudinal. El tamaño del adulto es de 10 a 15 mm de largo (Figura 9) y, una vez que emergen, son sexualmente maduras y activas, y ovopositan durante cuatro días entre 18 y 40 huevos diarios con un periodo de vida de una semana, aproximadamente (Bodegas, 1973; Flores, 1994; Hernández-Rosas, 2009).

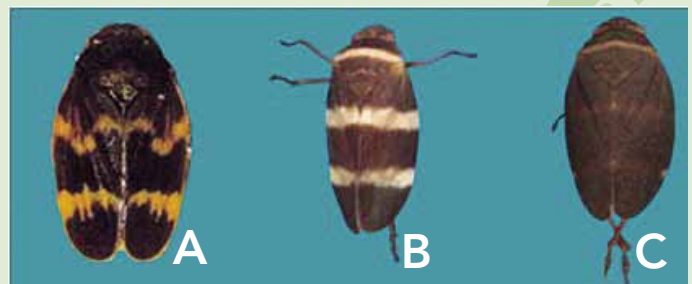
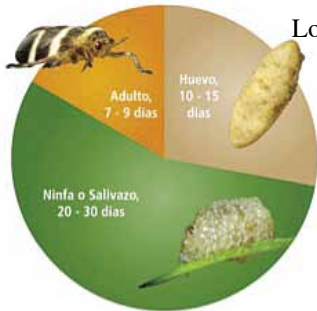


Figura 9. Adultos de mosca pinta. A: *Aeneolamia postica*. B y C: *Prosapia simulans*.

BARRENADOR Y MOSCA PINTA



Los adultos viven de 7 a 9 días y pueden copular en el mismo día de emergencia. La hembra oviposita en el suelo, donde la segunda generación de huevos puede eclosionar en una o dos semanas dependiendo de las condiciones ambientales (grados días de desarrollo acumulados) y,

Figura 10. Ciclo biológico de mosca pinta con los estados de huevo, ninfa y adulto.

en función de ello, el insecto acortará o alargará su vida; de ahí que se puedan presentar de 4 a 6 generaciones desde el mes de junio hasta principios de noviembre (Hernández-Rosas, 2009) (Figuras 10, 11).



Figura 11. Incidencia de mosca pinta durante el año con base a estados biológicos y época de postura de los huevos.

Enemigos naturales de la mosca pinta

La mosca pinta del género *Aeneolamia* spp. y *Prosapia* spp. presentan distintos organismos asociados como enemigos naturales, desde macro depredadores hasta microorganismos entomopatógenos, de los cuales destacan los hongos que afectan al salivazo en el estado de huevo, ninfa y adulto (Hernández-Rosas, 2009), mientras que los nematodos patógenos de insectos o entomopatógenos parasitan a la ninfa y al adulto, como el nematodo gigante (*Hexameris* spp.), y los microscópicos, como *Steinernema* spp. y *Heterorhabditis* spp. (Ferrer *et al.*, 2004; Hernández-Rosas, 2009; Hernández-Rosas *et al.*, 2009; Grifaldo-Alcantara *et al.*, 2010, Grifaldo-Alcantara, 2010).

El adulto y la ninfa o salivazo es infectada por las esporas del hongo *Metarhizium anisopliae* debido a que la espora se desarrolla formando hifas que penetran la cutícula del insecto para introducirse al interior del mismo e invadirlo con su micelio con forma algodónosa. Cerca de los primeros días o más, en ocasiones el micelio algodónoso en el interior de la ninfa emerge por las articulaciones, orificios corporales, ano o boca para formar estructuras reproductivas que cubren al insecto en forma de cúmulos de esporas de color verde olivo característico de *Metarhizium anisopliae*, causándole la muerte (Figura 12) (Flores, 1994; Castillo-Zeno, 2006; Hernández-Rosas, 2009; Hernández-Rosas *et al.*, 2009; Parada-Domínguez, 2010).



Figura 12. Infección causada por *Metarhizium anisopliae* a ninfas de salivazo A: Germinación de esporas. B: Adulto de mosca pinta invadido por las hifas del hongo.

Las esporas de los hongos expuestas al ambiente se dispersan con el viento, la lluvia y las corrientes de agua. En el caso de los nematodos del género *Steinernema* spp. y *Heterorhabditis* spp., éstos se dispersan mediante películas de agua e infectan a la ninfa introduciéndose al cuerpo blando del insecto. En el interior liberan bacterias que producen sustancias tóxicas que matan a la ninfa y al mismo tiempo degradan su cuerpo graso (Figura 13) (Ferrer *et al.*, 2004; Hernández-Rosas, 2009; Grifaldo-Alcantara *et al.*, 2010).



Figura 13. Nematodos entomatógenos (*Steinernema* spp. y *Heterorhabditis* spp.) utilizados en el control biológico de diversas plagas insectiles.

Otros hongos que afectan a los adultos son los *Conidiobolus coronatus* (Figura 14) infectando al adulto mediante el desarrollo de las esporas que son expulsadas en forma hidrostática, de manera que se forma un halo alrededor y sobre el cuerpo del insecto, observándose estructuras diminutas en forma de cristales. El cuerpo de la mosca pinta queda estático con las alas abiertas y sujeta con anclajes sobre el haz de las hojas (Flores, 1994; Hernández-Rosas *et al.*, 2007; Hernández-Rosas, 2009; Hernández-Rosas *et al.*, 2009).

El primer producto bioinsecticida, también llamado

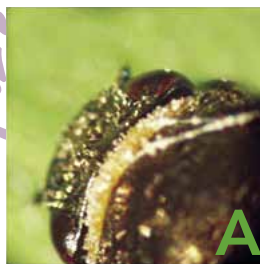


Figura 14. Hongo *Conidiobolus coronatus*. A: Colonización sobre el adulto de mosca pinta. B: Estructuras del hongo.

micoinsecticida para el control de la mosca pinta en México, fue Saligreen-Ma (Figura 15) cuya producción comercial la inició en 1994 el *Campus Córdoba* del Colegio de Postgraduados en colaboración con el Ingenio Central Motzorongo y desde luego, la aplicación del producto en gran parte de la zona de abasto de los Ingenios de Veracruz, Tabasco, Chiapas, entre otros.



Figura 15. Producto de control biológico utilizado contra plagas en caña de azúcar

Actualmente existen otros laboratorios de asociaciones de productores, organizaciones y Comités Cañeros para la producción masiva de esporas de *Metarhizium* spp bajo el método bifásico.

Recomendaciones para el manejo y aplicación de micoinsecticidas:

Aplicar por la tarde después de las 5 pm, que las condiciones óptimas de aplicación del producto oscilen entre 28-30 °C y 65% de humedad relativa constantes durante 12 horas o más. Evitar la combinación de insecticidas químicos con las esporas de *Metarhizium* spp., así como su exposición directa a la radiación solar y, debido a que las esporas afectan sólo al adulto y a la ninfa de la mosca pinta, resultan inocuas y se presenta como alternativa de manejo ecológico u orgánico de la caña de azúcar.

CONCLUSIONES

Los barrenadores del tallo y la mosca pinta son consideradas las plagas con mayor daño al cultivo de caña. Sin embargo, el uso racional y consciente de los enemigos naturales ha permitido que en algunas zonas de abastecimiento se induzca la regulación natural mediante epizootias de *Metarhizium anisopliae* y de otros enemigos naturales asociados a dichas plagas.

LITERATURA CITADA

- Bodegas V.P.R. 1973. Aspectos biológicos sobre la mosca pinta de los pastos, con énfasis en el periodo de incubación de los huevecillos de *Aeneolamia occidentalis* (Fennah). Tesis de Maestría en Ciencias. Monterrey, N.L. ITESM. 111 p
- Castillo-Zeno S. 2006. Uso de *Metarhizium anisopliae* para el control biológico del salivazo (*Aeneolamia* spp y *Prosapia* spp) en pastizales de *Brachiaria decumbens* en El Petén, Guatemala. Tesis Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Turrialba, Costa Rica. 67 p
- Castro U., Cardona C., Vera-Graziano J., Miles J., Garza-García R. 2007. Identificación morfológica y molecular de *Prosapia simulans* (Walker) (Hemiptera: Cercopidae), y selección y mecanismos de resistencia a este salivazo en híbridos de *Brachiaria*. *Neotropical Entomology*, 36 (4): 547-554.
- Clark W.E., Ibarra D.G.E., Van Cleave H.W. 1976. Taxonomy and biology of spittlebugs of the genera *Aenolamia* Fennah and *Prosapia* Fennah (Cercopidae) in Northeastern Mexico. *Folia Entomológica Mexicana*, 34:13-24.
- FAO. 2004. Enfermedades de la caña de azúcar. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la producción de caña y panela. 26 p
- Flores C.S. 1994. Las plagas de la caña de azúcar en México. Ed. Trillas, México 350 p
- Ferrer F., Arias M., Trelles A., Palencia G., Navarro J.M., Colmenarez R. 2004. Posibilidades del uso de nematodos entomopatógenos para el control de *Aeneolamia* varia en caña de azúcar. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, (72): 39-43.
- Grifaldo-Alcántara P.F., Alatorre-Rosas R., Guzmán-Franco A., Hernández-Rosas F., Segura-León O. 2010. Uso de herramientas de morfológicas y de biología molecular para la caracterización de un nematodo entomopatógeno (Steinernematido) aislado de áreas cañeras en Córdoba, Veracruz, México. Simposio Caña de Azúcar, Córdoba Veracruz.
- Grifaldo-Alcantara P.F. 2011. Incidencia de nematodos entomopatógenos en áreas cañeras de Veracruz y su interacción con el barrenador de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis*. Tesis de Maestría en Ciencias. Postgrado de Fitosanidad, Entomología y Acarología. CP-Campus Montecillo.
- Hernández-Rosas F., García L.G. 2006. Avances en el manejo ecológico de barrenadores (*Diatraea* spp.) en el Ingenio Central Progreso. Paso del Macho, Ver. En 2º Foro Nacional: Intercambio Tecnológico en Caña de azúcar Ingenio Central Progreso, Comité de producción y calidad cañera. Paso del Macho, Veracruz, México. Pp 9-10.
- Hernández-Rosas F., Pérez-Fernández M.R., Ventura-Benítez N.I., Real-Luna N. García-Torres J.C. 2007. Efecto del coadyuvante Break-thru sobre *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales) y salivazo, *Aeneolamia postica* (Hemiptera: Cercopidae). XXX Congreso Nacional de Control Biológico-Simposio del IOBC, Mérida, Yucatán, Noviembre. Pp 489-492.
- Hernández-Rosas F. 2009. Manejo del salivazo (*Aeneolamia postica*) mediante inducción de epizootias con *Metarhizium anisopliae*. XXXII Convención de la Asociación de Técnicos Azucareros México A. C. 27 y 28 de Agosto. Córdoba, Veracruz.
- Hernández-Rosas F., Real-Luna N., Pérez-Fernández M.R., Ventura-Benítez N.I. 2008. Enemigos naturales del barrenador del tallo en el agroecosistema caña de azúcar en tres localidades de Paso del Macho Veracruz. XXXI Congreso Nacional de Control Biológico y el XIX Curso Nacional de Control Biológico. 16 al 21 de noviembre. Zacatecas, México
- Hernández-Rosas F., Real-Luna N., Ortiz-Martínez J. 2009. Entomopatógenos asociados a la rizósfera de la caña de azúcar con incidencia de mosca pinta. XXXII Congreso Nacional de Control Biológico. 4 al 6 de noviembre. Villahermosa, Tabasco. Pp. 246-249.
- Legaspi J.C., Legaspi Jr.B.C., King E.G., Saldaña R. 1997. Mexican rice borer, *Eoreuma loftini* (Lepidoptera: Pyralidae) in the Lower Rio Grande Valley of Texas: its history and control. *Subtropical Plant Science*, 49: 53-59.
- Legaspi J.C., Legaspi Jr.B.C., Saldaña R. 1999. Evaluation of a synthetic pheromone for control of the Mexican Rice Borer (Lepidoptera: Pyralidae) in south Texas. *Subtropical Plant Science*, 51: 49-55.
- Parada-Domínguez O. 2010. Microorganismos asociados a la rizósfera de *Brachiaria humidicola* y *Zea mays* en Ocotlán Chico, Sotepan, Veracruz. Tesis de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. Universidad Veracruzana.
- Rodríguez D.B. L.A., Vejar-Cota G. 2008. Barrenadores del Tallo (Lepidoptera: Crambidae) del maíz y caña de azúcar. En: Casos de Control Biológico en México. Ed. Arredondo-Bernal, H. C. y Rodríguez del Bosque, L. A. Mundi Prensa México, SA de CV. Pp 9-22
- Thompson V., León-González R. 2005. La identificación y distribución de los salivazos de la caña de azúcar y los pastos (Homoptera: Cercopidae) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, (75): 43-51.
- Ventura-Benítez N.I., Hernández-Rosas F., Real-Luna N. 2007. Patogenicidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales) sobre el barrenador de la caña de azúcar *Diatraea* spp (Lepidoptera: Pyralidae). XXX Congreso Nacional de Control Biológico-Simposio del IOBC, Mérida, Yucatán, Noviembre. Pp. 171-173 (ISBN: 978-968-5384-11-7).



DISTINCIÓN DE SÍNTOMAS DEL VIROIDE Sunblotch EN EL AGUACATERO (*Persea americana* Mill.) EN MÉXICO

Campos-Rojas E¹

¹Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 carretera México-Texcoco, CP 56230, Chapingo, Estado de México, México. educamro@yahoo.com.mx
SantaCruz U.E.²; Rivera, G.J.M.²;

²Centro de Investigaciones Agrícolas de Michoacán (CIAMICH, A.C.).

RESUMEN

S

e describe la importancia y los síntomas visuales de la enfermedad “Sunblotch” en diferentes órganos de la planta del aguacate (*Persea americana* Mill.), causada por el viroide denominado ASBVd (Avocado Sunblotch Viroid). Esta enfermedad está ampliamente distribuida a nivel mundial en los países productores de aguacate, tales como Guatemala, Sudáfrica, Estados Unidos, Perú, Costa Rica, Venezuela, Israel, España, Chile, Australia y México. Se hace una breve descripción de las condiciones agroclimáticas que favorecen su sintomatología, algunas medidas para evitar su distribución, y se muestra una galería gráfica de las diferentes expresiones de esta enfermedad en un cultivo tan importante para la economía mexicana.

Palabras clave: Aguacate, viroide, asintomático, mancha de sol.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad México cuenta con una superficie de 140 mil hectáreas cultivadas de aguacate y una producción estimada en un millón de toneladas anuales que representan 22% de la producción mundial. Aun cuando México es centro de origen y domesticación del aguacate, además de que cuenta con una producción de dicho fruto en diferentes épocas del año, existen otros países, como Estados Unidos, Israel, Sudáfrica, Chile, España y Perú, entre otros, con los cuales compite.

El aguacate es un perecedero vulnerable en los mercados si llega con bajos estándares de calidad, como son la poca uniformidad en los calibres (tamaño), índice de madurez fisiológica, daños por rozamiento, golpes (manejo rudo), o bien, daño por ataque de insectos y enfermedades. Lo anterior, además de traer consigo disminución en el gusto del consumidor, genera sanciones económicas o bloqueo en los países de entrada. A este respecto la presencia de frutos con ataque por enfermedades está siendo una de las grandes limitantes para alcanzar los estándares de calidad; de éstas sobresalen las reportadas para el fruto como la antracnosis, viruela, varicela, roña del fruto y la llamada “Sunblotch”. Esta última es una enfermedad de ocurrencia común en áreas de producción de California en Estados Unidos de América (USA). En México se ha magnificado como un problema sanitario con especial énfasis en plantaciones nuevas. El agente causal de ésta es un viroide y fue mencionada por primera vez por Coit (1928) como una enfermedad fisiológica sobre frutos de la variedad “Lyon”, así como en ramas y hojas de la variedad “Caliente”. Fue descrita por

primera vez por Horne y Parker (1931) en California, USA y observada por Fawcett (Schroeder, 1935) en Palestina sobre árboles procedentes de la misma California; sin embargo, fueron Wolfe *et al.* (1934) y Stevens (1939) quienes encontraron casos concretos de la enfermedad en La Florida (USA) sobre las variedades “nabal” y “Taylor”.

En México se detectó por primera vez en los años sesenta a raíz de la introducción del aguacate mejorado a los estados de Michoacán, México, Puebla, Morelos, Veracruz, Guanajuato, Jalisco y Nayarit. En la década setenta el problema pasó desapercibido en la franja aguacatera; sin embargo, cuando se definieron y distribuyeron genotipos de mejor adaptación a clima y suelo, como sucedió con las variedades “Hass” y “Fuerte”, se facilitó la propagación y disseminación de este problema (Figura 1). En el caso de Puebla y el Estado de México fue necesario destruir huertas completas ya que la contaminación ocurre tanto en fruto como en árbol, como ha sido registrado en huertos comerciales de aguacate en las regiones de Tinguindín (Xaniro) y Tingambato, Michoacán, con hasta 80% de contagio en árboles de 20 a 25 años de edad.

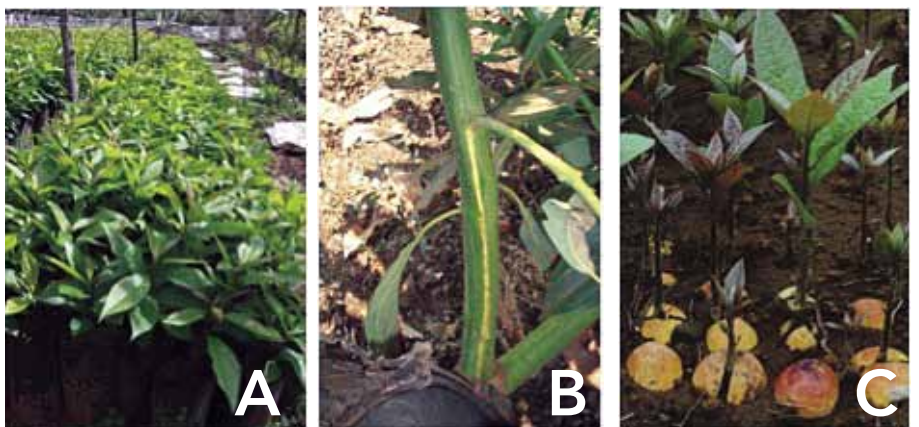


Figura 1. A: Producción masiva de planta de aguacatero (*Persea americana* Mill.) injertada con variedades mejoradas. B: Brote nuevo con viroide. C: Producción de patrones o porta injertos en un vivero sin certificación sanitaria.

A principios de la década de los setenta se tenían 12,000 hectáreas cultivadas de aguacate y para finales de la misma existían entre 35,000 y 42,000 ha; para mediados de los ochenta se registraron 65,000 ha, cerrando la década con cerca de 80,000 ha. Lo anterior promovió la formación de viveros para propagar este frutal sin tener los cuidados fitosanitarios obligatorios, y durante las décadas de los setenta y ochenta se alcanzó a producir entre 2.5 y 3 millones anuales de plantas de aguacatero, facilitando la diseminación y distribución de la enfermedad Sunblotch (mancha de sol) (Figura 2).

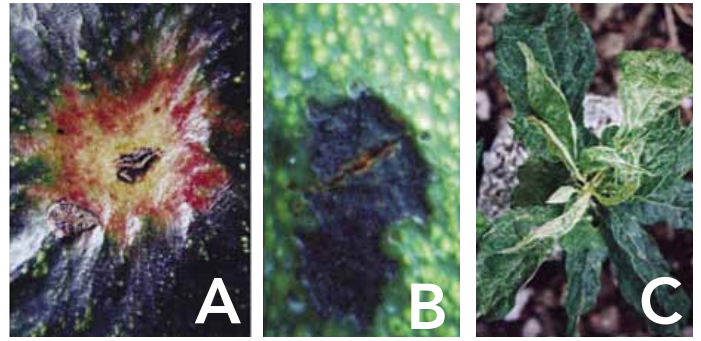


Figura 2. Daños causados por el viroide Sunblotch en *Persea americana*. A-B: Frutos de aguacate dañados con estallamiento de epidermis. C: Crecimiento malformado de hojas.

Zentmyer (1953) la denominó “golpe de sol” en California. Incluso se dijo que posiblemente existieran de cuatro a cinco virus más involucrados en esta enfermedad; sin embargo fue Galindo (1980) quien describió su etiología para el aguacatero en México.

El agente causal se distingue como un viroide de ARN, circular, monocatenario (de 247 nucleótidos), denominado ASBVd (Avocado Sunblotch Viroid), que afecta al aguacate principalmente; es portador de distintas variantes, como ASBVd-B, ASBVd-V y ASBVd-SC (Semancik y Szychowski, 1994), pudiendo presentar manchas amarillas hundidas, violáceas y rojizas; rayado blanquecino en frutos moteados; y variegado (rayado) en hojas, así como resquebrajamiento de corteza en ramas y tronco, acompañado de tejido corchoso, de consistencia áspera con abundantes ramas secundarias.

Esta enfermedad se manifiesta tanto en frutos como en partes vegetativas; los árboles crecen achaparrados, con raquitismo, desnutridos, y con proliferación de ramas secundarias improductivas y resquebrajamiento (ruptura) de la corteza en ramas y troncos (Figura 3).

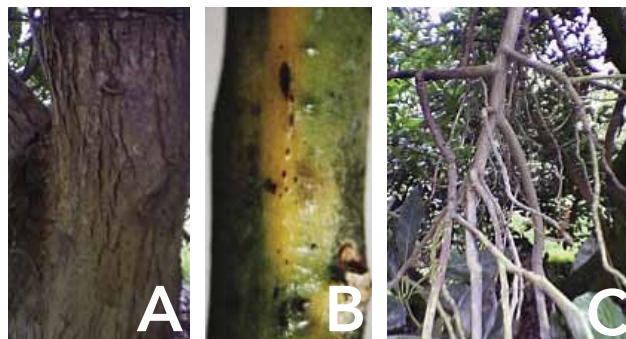


Figura 3. Daños del viroide “Sunblotch” en árboles de *Persea americana*. A-B: Resquebrajamiento, ruptura y necrosis de la corteza en ramas productivas y jóvenes. C: Proliferación de ramas secundarias.

La Figura 4 muestra la variedad de síntomas del daño en frutos visualizados como manchas amarillas hundidas que afectan el crecimiento de la fruta, pudiendo ocasionar o no la pérdida en la simetría del crecimiento, pero con daño irreversible en la calidad comercial.



Figura 4. Variación de síntomas causados por el viroide “Sunblotch” en frutos de aguacate (*Persea americana* Mill.).

Figura 5. Variantes de síntomas del viroide Sunblotch en fruto, hoja y árbol. A: Árbol con achaparramiento. B: Fruto con manchas o rayado en la pulpa. C: Hoja variegada.

Se debe hacer la reflexión acerca del verdadero impacto en campo, de tal forma que ello permita concientizar a los productores y mantenerlo en los límites permisibles. Se han registrado incidencias de daño de entre 0.5 y 1% del total del arbolado con sintomatología auténticamente visible, y de entre 2 y 5% del arbolado con sintomatología medianamente visible (que lo hace ocasional), y de hasta 10 y 35% del arbolado con presencia del viroide en forma asintomática (sin síntoma visual), y que sólo bajo ciertas circunstancias pueden manifestar algún tipo de daño, el cual se atribuye a presencia de variantes patogénicas del viroide (Figura 5).

AMBIENTE FAVORABLE

El viroide del aguacatero (Sunblotch) se mantiene con menor virulencia durante las estaciones frías del año; es decir, finales de otoño, todo invierno y principios de primavera en áreas con altitudes que van de los 1700 a 2400 m, mientras que en altitudes inferiores a 1700 m puede expresar la sintomatología sin importar el tipo climático, lo cual significa que las temperaturas que oscilan de 8 °C a 16 °C no le son favorables, mientras que temperaturas entre 18 °C y 32 °C favorecen su expresión. Se ha observado además que los árboles enfermos pueden ser sintomáticos únicamente en frutos y ramas que tengan mayor exposición al sol; es decir, con disposición de la capa arbórea hacia el oriente, sur y occidente, pero no así hacia el norte.

Otro evento registrado y que coincide de alguna manera con la temperatura ambiental es que la floración que se da de agosto a octubre (“flor loca”) muestra que el “amarre” y el crecimiento del fruto es generalmente asintomática, incluso en la totalidad de la producción de esta época, exceptuando algunos frutos expuestos hacia la salida del sol (oriente) y cuando se desarrollan en altura menor a 1700 m. En cambio, la floración de diciembre a marzo puede ser atacada sólo en árboles totalmente sintomáticos del viroide o, incluso, estar presente todo el año en cualquier parte de sus órganos (flores, frutos, ramas, hojas y tronco) (Figura 6).

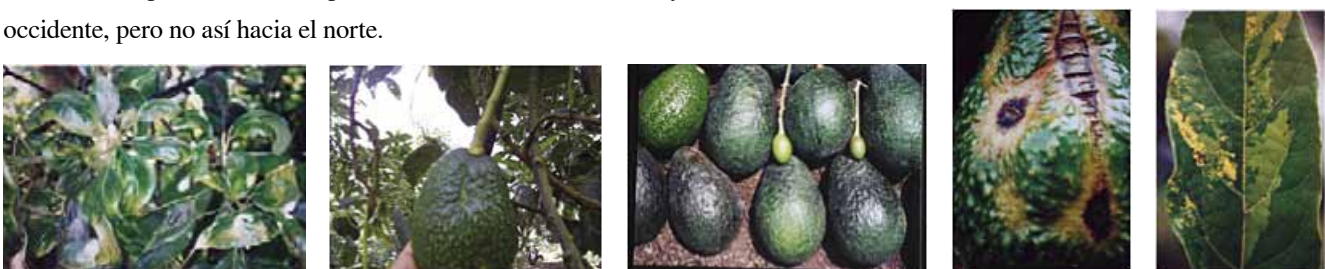


Figura 6. Expresión de diferentes síntomas visuales en hojas y frutos de aguacate (*Persea americana* Mill.) causado por el viroide Sunblotch.

DESCRIPCIÓN DE SÍNTOMAS.

Un rasgo sobresaliente a este respecto es que los árboles con excelente nutrición enmascaran la enfermedad y sintomatología; es decir, que al principio del crecimiento la mancha amarilla puede manifestarse en frutos, pero cuando éste logra su madurez fisiológica dichas manchas pasan desapercibidas totalmente. Durante los meses de marzo-julio los brotes jóvenes (ramas nuevas) presentan rayas amarillas hundidas (rayado profundo) y longitudinales. En estos meses también se han detectado síntomas de variegado y moteado en hojas en forma de mosaicos, además de manchas amarillas longitudinales y estallamiento de frutos.y estallamiento de frutos.

La sintomatología anterior se ha observado en árboles de la variedad Hass, Fuerte, variedades de menor importancia comercial, y en árboles criollos en México y Guatemala. En este último caso se trata de criollos tanto en condiciones de vivero como en huertas con árboles de 25 a 35 años de edad, mientras que para las variedades Hass y Fuerte se han identificado árboles afectados de 5 a 45 años de edad, lo que podría corroborar su existencia a partir de la introducción de materiales mejorados y, en el caso de criollos, por su posible diseminación vía la semilla del patrón o porta injerto o bien por el origen de la varetta injertada de algún material mejorado.

Para el estado de Michoacán en México se han localizado plantas de aguacatero con el viroide, específicamente en Uruapan por Santacruz (1998), quien también la reportó en viveros de Guatemala en árboles de la variedad Hass y criollos en los años 1999 y 2000, evidenciando con esto su posible

transmisión vía semilla y varetta. Lo anterior coincide con lo descrito por Whitsell (1952) y Hass (1952) quienes explicaron la transmisión y propagación del viroide del aguacate al utilizar plantas de vivero con un material infectado vía semilla y varetta. Además, Wallace y Drake (1962) referenciaron la existencia de árboles asintomáticos (plantas de aguacate normales) y sintomáticos (con síntomas del viroide) en cualquiera de sus órganos. También Desjarnis (1979) señaló la transmisión del viroide por contacto de raíces de plantas enfermas con plantas sanas.

La enfermedad del viroide Sunblotch está ampliamente distribuida a nivel mundial en los países productores de aguacate, tales como Guatemala, Sudáfrica, Estados Unidos, Perú, Costa Rica, Venezuela, Israel, España, Chile, Australia y México. En este último, para el estado de Michoacán se localiza en todos los municipios de la franja aguacatera.



CONCLUSIONES

Se recomienda utilizar plantas (propagación) de viveros certificados que gocen de excelente sanidad, tanto del patrón (semilla) como vareta a utilizar, procedente de árboles no contaminados, aunque sean asintomáticos, los cuales en todo caso deberán ser modificados molecularmente.

Eliminar todo árbol atacado por la enfermedad del viroide; es decir, plantas sintomáticas y medianamente sintomáticas que evidencien físicamente la enfermedad y desinfectar el tronco (tocón) y la cepa del suelo.

En el caso de las plantas asintomáticas (normales), se recomienda observarlas y llevar un registro de su comportamiento reproductivo y emisión de brotes nuevos.

El viroide puede tener un porcentaje aceptable de transmisión durante las labores de poda si se utiliza la misma herramienta en árboles sanos y sintomáticos, por lo que es conveniente desinfectar la herramienta y el equipo de inyección antes de trabajar un árbol nuevo.

LITERATURA CITADA

- Coit J.E. 1928. Sunblotch of the avocado, a serious physiological disease. Yearb. Cal Avocado. Assoc: 27-32
- Desjardins P.R., Drake R.J., Atkins L.E., Bergh B.O, 1979. Pollen Transmission of Avocado Sunblotch Virus Experimentally Demonstrated. California Agric. 33(11): 14-15
- Desjardins P.R., Drake R.J. 1983. Avocado sunblotch viroid: importance of pollen and mechanical transmission in control programs. Western Australia Nut and Tree Crop Association Yearbook 8: 5-12.
- George A. Zentmyer G.A. 1953. Diseases of the Avocado. United States Department of Agriculture. Washington D.C. Yearbook of Agriculture. 875-881
- Horne W.T., Parker E.R. 1931. The avocado disease called Sunblotch Phytopathology 21: 235-238
- Schroeder C.A. 1935. Effects of Sunblotch on the anatomy of the avocado stem. Calif. Avocado Assoc. Yearbook. 125-129.
- Semancik J.S., Szychowski J.A. 1994. Avocado sunblotch disease: a persistent viroid infection in which variants are associated with differential symptoms. Journal of general virology vol. 75 (7):1543-1549
- Stevens H.E. 1939. Avocado Sunblotch in Florida. Phytopathology. 29: 537-541.
- Wallace J.M., Drake R.J. 1962. Seed transmission of avocado sunblotch. California Agric. 16(3): 7
- Whitsell R. 1952. Sunblotch disease of avocados. Calif. Avocado Soc. Yearbook, pp. 217-240.
- Wolfe H.S., Toy L.R., Stahl A.L. 1934. Avocado production in Florida. Fla. Agr. Expt. Sta. Bull. N° 272, 96 p.

Se ha dicho que la transmisión del viroide puede darse a través de granos de polen entre 1 y 4%, utilizando como vectores a las abejas tanto en árboles asintomáticos como sintomáticos (Desjarnis *et al.*, 1983); sin embargo, y si así fuera, la incidencia en campo sería más severa de la que hasta ahora se ha reportado, por lo que debería confirmarse sistemáticamente con observaciones en campo.

Su monitoreo puede ser determinístico (directo) cuando se conocen frutas sintomáticas, evidentemente atacadas por el viroide; sin embargo, esto se complica cuando se tienen árboles medianamente sintomáticos y totalmente asintomáticos y no se sabe diferenciarlos en campo. Se sugiere seguir observando la plantación del huerto ya que nunca dejan de existir novedades (Figura 7 y Cuadro 1).

Árbol	Incidencia y situación (%)			
	Interés	Alarma	Limitante	Devastador
Sintomático	1	3	30	>80
Medianamente sintomático	1	3	30	>80
Asintomático*	1-3	5-15	20-40	>50

*.- Los árboles asintomáticos se pueden reconocer con estudios de RT-PCR'S; y así mismo, tomar las decisiones correspondientes del manejo integral de la enfermedad en el huerto.



Figura 7. Galería de síntomas visuales del viroide Sunblotch en diferentes órganos de la planta de aguacatero (*Persea americana* Mill.) en México.

HONGOS ASOCIADOS A SÍNTOMAS DE ENFERMEDADES EN CHAYOTE (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) Y ESTRATEGIAS DE MANEJO

Olguín-Hernández G.¹

¹Grupo interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, (GISeM), Agustín Melgar 10, C.P. 56108 Texcoco, Estado de México. Autor responsable: mantide28@hotmail.com

Cisneros-Solano V.M.²

² Centro Regional Universitario Oriente (CRUO) de la Universidad Autónoma Chapingo. Km 6 carretera Huatusco-Xalapa

Acosta-Ramos M.³

³ Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 carretera México-Texcoco. CP 56230, Chapingo, Estado de México, México.

RESUMEN

El chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) es un producto no tradicional de exportación cuyo uso principal es alimentario. En México y Centro América su comercialización a gran escala recae actualmente en los tipos del grupo varietal *virens levis*. En México se cultivan más de 3600 ha, donde el estado de Veracruz sobresale como el primer productor y exportador nacional (GISeM, 2011). Dado su éxito comercial en los mercados de Norteamérica, la superficie de producción ha aumentado considerablemente en los últimos años, provocando el surgimiento de enfermedades fúngicas que se han convertido en la principal limitante en la producción de chayote. Con base en lo anterior y en consideración al poco conocimiento de los agentes causales de las principales enfermedades, la investigación se desarrolló en huertas comerciales de chayote en la región centro de Veracruz, México para identificar los organismos fúngicos asociados a sintomatologías de enfermedades que dañan el cultivo. En este trabajo se describen los síntomas visuales en campo y se plantean estrategias de manejo para cada organismo asociado.

INTRODUCCIÓN

EL chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) es una especie originaria de Mesoamérica y se considera a México como centro de origen y domesticación de este género. El chayote se siembra tradicionalmente en huertos familiares junto a plantas arbóreas que le sirven de soporte; sin embargo, con fines comerciales se establecen huertas de producción intensiva en construcciones de madera conocidas como tarimas, tapancos, enramadas o tapextles (Cruz y Querol, 1985; Cadena-Iñiguez, 2005) (Figura 1), pasando de hortaliza de traspatio a producto no tradicional de exportación.

En la dinámica como cultivo comercial los problemas patológicos se presentan con mayor frecuencia e intensidad en las huertas que en los traspacios, convirtiéndose en fuertes limitantes del volumen y calidad del chayote. En el caso de enfermedades



Figura 1. Estructura de plantación comercial de chayote (*Sechium edule*) donde las guías se desarrollan de manera horizontal.

fungosas el ataque ocurre en todas las partes de la planta, provocando pérdidas variables dependiendo de las condiciones agroclimáticas, la susceptibilidad de la variante cultivada, el manejo técnico y el control que se haga de las enfermedades.

INTERACCIÓN PLANTA- PATÓGENO

La mayoría de los órganos de las plantas, excepto los pelos radicales y determinados órganos florales, poseen una capa protectora externa formada por células vivas o muertas como la epidermis de las hojas, tallos herbáceos y corteza en plantas leñosas y, en este caso, los organismos como algunos hongos y bacterias causantes de infecciones sólo penetran por estomas, o bien, por los hidátodos (poros que excretan agua de la planta llamados gutación), generando infecciones, las cuales se producen en mayor proporción si las plantas se hallan envueltas por una fina película de agua o por las gotas de gutación cerca de los ápices de las hojas, facilitando la germinación de esporas y la penetración de sus hifas infecciosas a través de las aberturas naturales. Lo anterior es importante ya que la planta de chayote posee células estomáticas en hojas y frutos (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2006) y la cantidad, distribución y comportamiento de los estomas (cierre y apertura) determinan el destino de muchos tubos germinativos de los patógenos, afectando en algunos casos el movimiento de las células guardas del estoma. A este respecto la Figura 2 muestra cómo hongos y bacterias penetran por estomas de hoja y fruto de chayote.

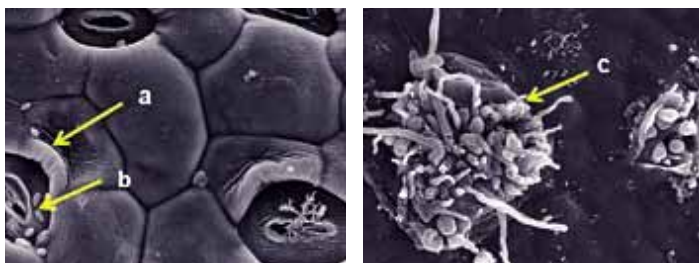


Figura 2. A, B: Penetración de hongos y bacterias a través de células estomáticas en hojas y fruto de chayote. a: Estoma. b: Bacterias en superficie adaxial de la hoja. c: Hifas del hongo *Phytophthora capsici*, invadiendo la planta a través del estoma del fruto de chayote. Micrografías de microscopio electrónico de barrido 1000X (Cadena-Iñiguez, 2005; Olguín-Hernández, 2010).

ORGANISMOS IDENTIFICADOS Y ASOCIADOS A CHAYOTE

Cenicilla (*Golovinomyces cichoracearum* (DC) V.P Heluta)

El síntoma inicial de cenicilla se presenta sobre la superficie de las hojas más viejas. El daño que se aprecia es visible en la superficie abaxial y adaxial de la hoja (Figura 3) e inicia con manchas amarillentas de forma circular (manchas cloróticas ocasionalmente irregulares) que al madurar presentan un micelio blanquecino semejante al talco.

La apariencia de las hojas durante los primeros días es turgente aunque presente colonias de micelio distribuidas al azar; sin embargo, al incrementarse la humedad relativa (60%) y la temperatura ambiente entre los 26-32 °C, el grado de incidencia y la severidad incrementan drásticamente cubriendo completamente la lámina foliar. El daño en estas condiciones afecta a las hojas viejas, jóvenes, brotes tiernos, guías y peciolo, provocando un envejecimiento acelerado del tejido y la caída de las partes afectadas.

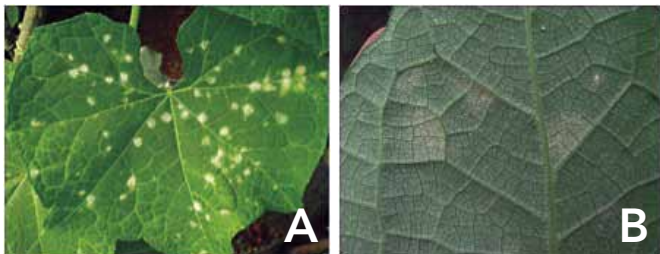


Figura 3. Hojas de chayote con cenicilla (*Golovinomyces cichoracearum*). A: Síntoma típico en superficie abaxial. B: Síntoma en superficie adaxial.

Golovinomyces cichoracearum presenta micelio septado (fraccionado) y conidióforos del tipo oídium en su estado asexual o anamórfico; los conidióforos sostienen generalmente más de dos conidios en cadena y presentan una base retráctil originada del micelio que se pronuncia en ángulo de 90°. Los conidios son elipsoidales o en forma de barril con ornamentación en bandas transversales en forma de canales que cruzan el conidio longitudinalmente (Figura 4).



Figura 4. Estructuras de *Golovinomyces cichoracearum*. A: Conidióforo tipo oídium con base retráctil en ángulo de 90°. B: Conidio en forma de barril ornamentado en bandas transversales en forma de canales. Micrografías de microscopio electrónico de barrido 1500X y 4000X, respectivamente.

Control cultural: Los efectos de esta enfermedad pueden reducirse con la actividad de poda y deshoje a lo largo del período de producción, realizando además enmiendas de cal agrícola (CaCO₃), aplicando al voleo 250 kg·ha⁻¹ sobre el material podado, evitando el área de fertilización llamado cajete (Figura 5).



Figura 5. Residuo vegetal producto de la poda o deshoje depositado en el suelo en una huerta comercial de chayote (*Sechium edule*).

Control biológico: El uso del producto SERENADE MAX® (fungicida-bactericida biológico) de acción preventiva aplicado vía foliar protege a la planta de diversos patógenos actuando además como control o supresor.

Control químico: Se anota en el Cuadro 1.

CUADRO 1. INGREDIENTES ACTIVOS PARA EL CONTROL QUÍMICO SUGERIDOS PARA LA CENICILLA (*Golovinomyces cichoracearum* (DC) V.P Heluta) EN PLANTAS DE CHAYOTE.

Ingrediente activo	Modo de acción	Formulación	Dosis Kg.ha ⁻¹	Intervalo Seguridad Días	Reentrada horas	Toxicidad (banda) ¹
Boscalid + pyraclostrobin	Sistémico, contacto	Gránulos dispersables	0.70-0.80	Sin límite	3	
Kresoxim –metil	Sistémico, contacto	Gránulos dispersables	0.15-0.20	3	12	
Triflumizole	Sistémico, translaminar	Polvo humectable	0.40-0.60	Sin límite	2	
Trifloxistrobin	Contacto, sistémico	Gránulos dispersables	0.12-0.18	Sin límite	12	
Folpet	Contacto	Polvo humectable	1.5-2.5	3	24	
Clorotalonil	Contacto	Suspensión acuosa	2.5	7	12	
Myclobutanil	Sistémico, curativo	Polvo humectable	0.12-0.22	1	24	
Triadimefon	Sistémico, contacto	Polvo humectable	0.35- 0.5	1	12	
Cobre: Sulfato tribásico de cobre monohidratado		Polvo humectable	2.5- 3.0	Sin límite	0	

1._ Ligeramente tóxico

Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M. A. Curtis) Rostovzev)

Este hongo infecta solamente a miembros de la familia Cucurbitaceae (Cohen, 1981) y el chayote es considerado como un hospedante menor del mildiu a diferencia del pepino, melón y calabaza que se consideran hospedantes mayores (CAB, 2007).

El daño causado por mildiu en chayote se presenta en las hojas que forman la llamada “corona” de la planta. Estas hojas son completamente expandidas y los síntomas se presentan en condiciones de humedad relativa alta ($\geq 85\%$). Este organismo se identifica por manchas amarillas irregulares sobre el haz de la hoja (Figura 6) con correspondencia en el envés y crecimiento micelial de color blanco opaco; un rasgo característico distintivo es que las manchas tienen una apariencia seca en la hoja. Esta enfermedad es alarmante en plantaciones comerciales ya que la “corona” (área central de la planta) se ve defoliada y las guías productivas reciben mayor irradiancia, se deshidratan y tornan amarillas (quemadura de sol), provocando reducción de la producción y ocasionalmente su muerte.

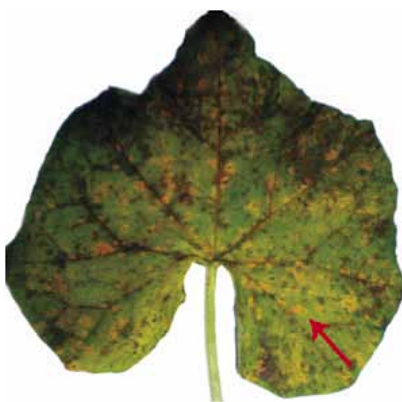


Figura 6. Síntoma de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en hoja de chayote completamente expandida con manchas amarillas de forma irregular.

Pseudoperonospora cubensis presenta esporangióforos aéreos con ramificación dicotómica (Figura 7) y se producen en pequeños grupos sobre el estoma del huésped infectado. Los esporangios pueden ser de forma ovoide a elipsoide, son portados en cada extremo subagudo del esporangióforo y muestran tabiques delgados con una papila en su extremo distal.

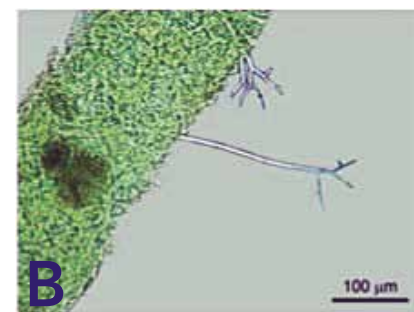


Figura 7. A: Hoja de chayote con Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) con manchas amarillas típicas de forma irregular delimitadas por las nervaduras. B: Esporangióforo con ramificación dicotómica. Fotografía en microscopio de luz.

Control cultural: Se deben eliminar las hojas viejas o senescentes, realizar corte de guías iniciales (las más gruesas) para regular la entrada de luz y aire, y evitar que el entarimado genere oscuridad y exceso de humedad que favorece la germinación de esporas.

Control biológico: Se recomienda el uso de SERENADE MAX® en forma similar a lo anotado para *Golovinomyces cichoracearum*.

Ahogamiento de guías (*Alternaria alternata* (Fries) Keissler, Beih. Bot. Centralbl)

Este hongo es un patógeno común en gran cantidad de cultivos (Agris, 2005) y en el caso de cucurbitáceas ha sido reportado para pepino, melón y sandía en condiciones de invernadero. Es un invasor común de los tejidos dañados (CAB, 2007); afecta principalmente hojas, tallos, flores y frutos de plantas anuales, en particular de hortalizas y plantas de ornato.

En chayote se presenta asociado a lesiones en guías ascendentes, generalmente en etapas tempranas, aunque también afecta guías productivas (Figura 8 y 9). El daño visible se inicia con el reblandecimiento del tejido (normalmente por una lesión mecánica), que termina en “ahogamiento” (pudrición de una porción intermedia de la guía). La parte afectada presenta consistencia húmeda, color café, y cambia a negro; sin embargo, a diferencia de otras lesiones húmedas asociadas a raíz y a guías basales de chayote, este daño no presenta olor pútrido. La lesión puede estar localizada y sólo causar un estrangulamiento o puede extenderse longitudinalmente sobre la guía y abarcar mayor superficie.



Figura 8. Ahogamiento de guía productiva de chayote (*Sechium edule*) causado por *Alternaria alternata* en huertas comerciales.

Alternaria alternata presenta cadenas de conidios que se posan sobre un conidióforo; puede desarrollar conidióforos secundarios que se ubican de forma lateral y generalmente son más cortos que el original (Figura 10). Los conidios son elipsoidales y presentan septos longitudinales y transversales, por lo que reciben el nombre de conidios muriformes.



Figura 9. Ahogamiento de guía ascendente de chayote (*Sechium edule*) causado por un daño mecánico inicial y asociado al oportunismo de *Alternaria alternata*.

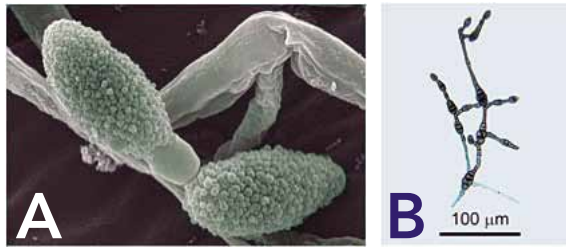


Figura 10. A: Cadenas de conidios de *Alternaria alternata* con superficie granulada atribuida a proteínas. Micrografía de microscopio electrónico de barrido 3000X. B: Cadena de conidios muriformes sobre conidióforo principal y secundario. Fotografía en microscopio de luz de una preparación permanente del agente asociado al ahogamiento de guías.

Control cultural: este hongo tiene bajo impacto en campo cuando la plantación es manejada adecuadamente donde el levantamiento de guías a la tarima es la práctica más importante para evitar la infección. Es recomendable distribuir las guías sobre el alambre de la tarima para evitar su amontonamiento en etapas tempranas y facilitar el paso de aire que evite acumulación de humedad, además de evitar considerablemente el maltrato involuntario de guías jóvenes (tiernas) por el paso constante de personal. De presentarse la enfermedad en guías que no han alcanzado el alambre, es recomendable podarlas para evitar el contagio de otras.

Control biológico: Se recomienda el uso de SERENADE MAX® en forma similar a lo anotado para *Golovinomyces cichoracearum*.

Control químico: Se anota en el Cuadro 2.

CUADRO 2. INGREDIENTES SUGERIDOS PARA EL CONTROL QUÍMICO DEL AHOGAMIENTO (*Alternaria alternata*) EN PLANTAS DE CHAYOTE

Ingrediente activo	Modo de acción	Formulación	Dosis Kg.ha ⁻¹	Intervalo Seguridad días	Reentrada horas	Toxicidad Banda ¹
Oxido cuproso	Contacto	Polvo humectable	0.75	Sin límite	12	
Captan	Contacto	Polvo humectable	2-3	1	24	
Clorotalonil-75	Contacto	Suspensión acuosa	2.5	7	12	
Bitertanol	Sistémico	Líquido	Dosis ²	-----	12	

1. Ligeramente tóxica

2. 75 a 175 ml por cada 100 litros de agua

Secadera de guías laterales o productivas (*Glomerella cingulata* [anamorfo: *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc.])

Este hongo ha sido asociado a chayote con necrosis en guías laterales (de crecimiento horizontal) productivas. El periodo principal de su presencia es cuando prevalece alta humedad relativa (85-90%) y temperatura ambiente entre 19-25 °C. En huertas comerciales se conoce como “secadera de guías” y el síntoma inicial es un ligero marchitamiento de una guía en específico (rara vez toda la planta). Su presencia y daño se han asociado a un oportunismo permitido por una herida física causada por podas realizadas con poco cuidado, efecto de ráfagas de aire y lesiones por golpe de granizo. La importancia de esta enfermedad radica en que si no se elimina la guía afectada, esto se puede generalizar al transmitirse a las guías de las plantas vecinas ya que en forma comercial el chayote se cultiva en una tarima o “tapanco” que hace la función de soporte y las guías se desarrollan en forma horizontal (plagiotrópico), sobreponeándose unas sobre otras.

El síntoma se puede presentar en la parte media del entrenudo y en el propio nudo, de tal forma que la parte apical de la guía afectada reflejará un marchitamiento más acentuado que el resto de las guías durante el patrón diurno de transpiración (7:30 a 18:30 citado por Cadena-Iñiguez *et al.*, 2001), lo que permite identificarla con mayor facilidad. En cultivo intensivo se presenta asociado con manchas color blanco opaco que cambian a café oscuro cuando ocurre la necrosis, muestran deshidratación y ocurre un agrietamiento en la parte afectada (Figura 11).

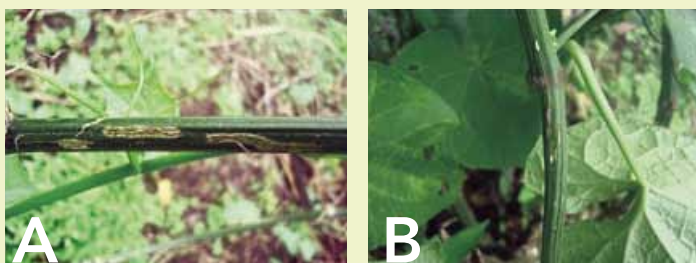


Figura 11. Guías ascendentes de chayote (*Sechium edule*) con lesiones necróticas, deshidratación y agrietamiento. A: Daño inicial provocado por granizo. B: Contagio de *C. gloeosporioides* por oportunismo después de la herida.

El hongo *C. gloeosporioides* produce conidios hialinos, cilíndricos, elípticos, falcados, lunados o encorvados con ápices redondeados, unicelulares o aparentemente bicelulares (Figura 12).

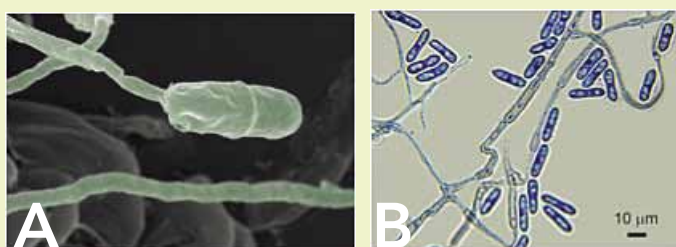


Figura 12. A: Conidios de *Colletotrichum gloeosporioides* con un aparente septo a la mitad del conidio. Micrografía de microscopio electrónico de barrido 6000X. B: Conidios de microscopía de luz de una preparación permanente del agente asociado a la secadera de guías.

El control de esta enfermedad deberá hacerse de manera preventiva, además de que muchos de los productos que son aplicados para el control de otras enfermedades también controlan este hongo.

Control cultural: al igual que *Alternaria alternata*, este hongo tiene bajo impacto en campo cuando las guías se mantienen sanas; sin embargo, se ha observado que la mayor expresión de síntomas se da cuando ocurre daño mecánico. El levantamiento de guías y la realización de podas con cuidado disminuyen la aparición de lesiones. Si la lesión ya se presenta sobre la guía es importante podarla y aplicar fungicida de contacto.

Control biológico: Se recomienda el uso de SERENADE MAX® en forma similar a lo anotado para *Golovinomyces cichoracearum*.

Control químico: Se recomienda lo anotado en el Cuadro 2.

Síntoma de marchitez y amarillamiento (*Fusarium oxysporum* Schelchtendahl emend. Snyder & Hansen y *Gibberella pulicaris* [Anamorfo: *Fusarium sambucinum* Fückel sensu stricto]).

En huertas comerciales de chayote se presenta pudrición de raíz y guías basales, conocida como "agriamiento", asociada a *F. oxysporum* y *F. sambucinum*. Este problema es evidente cuando la temperatura y la humedad ambiental oscilan entre 13-19 °C y 85-90%, respectivamente. El síntoma inicial de reconocimiento es cuando la planta muestra marchitamiento prolongado durante el patrón diario de transpiración y las hojas muestran coloración verde muy oscuro (más intenso de lo normal), atribuido probablemente a una menor tasa de conducción de agua de la raíz-vástago de la planta, afectando severamente la turgencia (Figura 13). Al generalizarse la enfermedad, las plantas dañadas manifiestan aborto de flor y frutos sin alcanzar su desarrollo normal; muestran coloración verde pálido o amarillo y en los frutos de mayor crecimiento aparecen abundantes ampollas en la epidermis (Figura 13 y 14). La esporulación de *F. oxysporum* y *F. sambucinum* se observa en los primeros 3-15 cm de la guía a partir del suelo. La apariencia de la guía infectada y con esporulación muestra una zona de contraste altamente diferenciada entre la parte dañada y la sana, observándose una coloración café rojiza de consistencia húmeda y fuerte olor pútrido, así como abundante esporulación color blanco opaco (Figura 15).

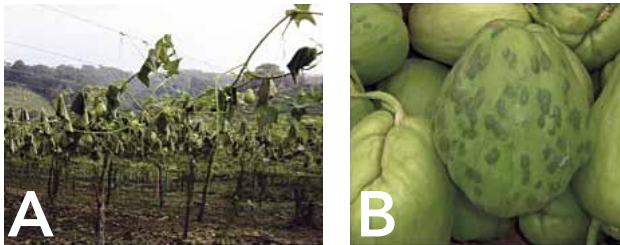


Figura 13. A: Marchitamiento de planta de chayote (*Sechium edule*) en huertas comerciales. B: Chayote con ampollas o "avejentamiento" prematuro como consecuencia de la sintomatología asociada a *F. oxysporum* y *F. sambucinum*.



Figura 14. Sintomatología asociada a *F. oxysporum* y *F. sambucinum*. A: Deshidratación y cese de crecimiento de fruto de chayote. B: Pudrición de guía basal de chayote (*Sechium edule*) en huertas comerciales.

F. oxysporum, produce microconidios usualmente ovales, elípticos, formados sobre fíales simples (Figura 16).

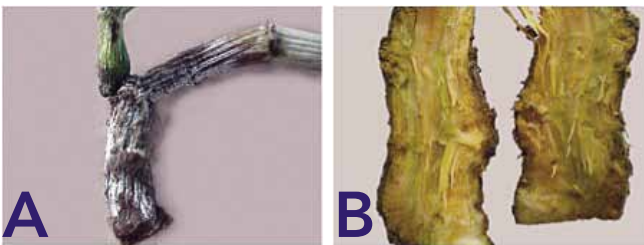


Figura 15. A: Guía basal de chayote (*Sechium edule*) fuertemente invadida por la esporulación asociada de *F. oxysporum* y *F. sambucinum*. B: Corte longitudinal sobre la zona de la guía mayormente dañada con necrosis de haces vasculares.

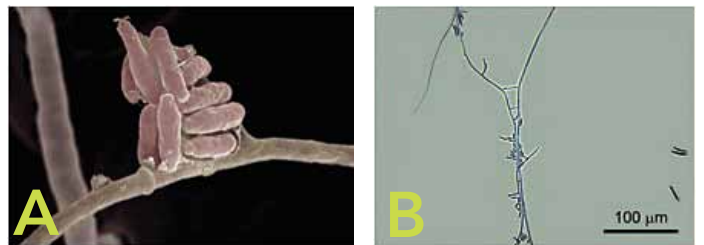


Figura 16. Microconidios de *Fusarium oxysporum*. A: Micrografía de microscopio electrónico de barrido 6000X. B: Fotografía en microscopio de luz de una preparación permanente del agente asociado a la marchitez y amarillamiento.

Fusarium sambucinum, produce macroconidios que se originan sobre polifialides, los conidios presentan tres septos y dos ápices puntiagudos (Fig. 17).



Figura 17. Estructuras de *Fusarium sambucinum*. A: Macroconidios con tres septos y ápices puntiagudos. B: Polifialides. Micrografías de microscopio electrónico de barrido 1300X y 2500X respectivamente.

Control cultural: la incorporación de materia orgánica beneficia el establecimiento de numerosos organismos que compiten y suprimen el establecimiento de estos hongos, impidiendo que causen enfermedad o limitando la significancia en la producción. Se ha observado que la infección que ocurre en las guías basales se presenta principalmente por el salpique de suelo, por lo que es conveniente colocar un mantillo que evite el golpeteo del agua de lluvia o riego hacia las guías basales. Realizar cuidadosamente las labores de redondeo o cajeteo de la planta para evitar lesiones, además de retirar el fruto-semilla (en chayote se siembra el fruto fisiológicamente maduro) una vez que la planta es nutrimentalmente independiente, lo cual ocurre entre los 80-90 días, y así evitar larvas de barrenadores que dañen la raíz y el nudo basal de las guías.

Un factor importante de prevención es la aplicación temprana (30-45 días después de sembrado) y en forma seriada (al menos una vez cada 21 días hasta los 90 días) de 1-5 litros por “mata” (se compone de dos plantas) de caldo bordelés (cal + cobre: 2 kg de cada uno en 200 litros de agua), aplicado en las guías basales y raíces principales.

Control biológico: el uso de biocontroladores, como *Bacillus subtilis*, líquido o soluble, en dosis de 1 a 2 litros por hectárea, resulta eficiente, no tiene restricción, puede aplicarse sin tomar en cuenta intervalos de seguridad ni días de reentrada. La incorporación de diferentes especies de *Trichoderma* spp benefician la actividad microbiana del suelo, incrementando la capacidad supresora contra el establecimiento de patógenos de la raíz con origen en el suelo.

Control químico: Se mencionan en el Cuadro 3.

CUADRO 3. INGREDIENTES SUGERIDOS PARA EL CONTROL QUÍMICO DE LA MARCHITEZ Y AMARILLAMIENTO (*F. oxysporum* Y *F. sambucinum*) EN PLANTAS DE CHAYOTE (*Sechium edule*).

Ingrediente activo	Modo de acción	Formulación	Dosis Kg.ha ⁻¹	Intervalo seguridad días	Reentrada horas	Toxicidad Banda ¹
Tiofanato metílico	Sistémico	Polvo humectable	0.7-1	1	24	
Captan	Contacto	Polvo humectable	2-3	1	24	
Thiram	Contacto	Polvo humectable	1-2	-----	-----	
Clorotalonil	Contacto	Suspensión acuosa	2.5	7	12	
Tiabendazol	Sistémico	Polvo humectable	2-3	0	12	
Metalaxil+ mancozeb	Sistémico	Polvo humectable	2	Sin limite	-----	
Propamocarb+ Fosetil ²	Sistémico	Líquido	2	2	12	

1 Ligeramente tóxico

2 Formulación líquida, las unidades de recomendación deben contemplarse en L.ha⁻¹.

CONCLUSIONES

Se ha observado que el control cultural en las huertas reduce significativamente la incidencia de enfermedades fungosas en el cultivo de chayote; esto involucra la eliminación de frutos infectados que cuelgan de la guía y los que caen al suelo. Además de la aplicación de cal agrícola, realizar podas y deshoje que contribuye a mejorar la luminosidad, reducir la humedad y equilibrar la temperatura interna de la huerta para evitar el desarrollo de hongos. Lo anterior reduce el número y tipo de aplicaciones con agroquímicos y eleva los estándares de calidad y volumen de la producción. El uso de fungicidas de acción sistémica debe ser restringido a pocas aplicaciones (no más de dos aplicaciones por ciclo productivo) y debe alternarse con otros métodos de control de enfermedades para evitar el desarrollo de poblaciones de microorganismos resistentes.

LITERATURA CITADA

- Agrios G.N. 2005. Plant Pathology. Academic Press, Inc. New York. 703 p
- CAB International. 2007. Crop Protection Compendium, 2007 Edition. Wallingford, UK: CAB International. www.cabicompendium.org
- Cadena-Iníiguez J., Ruiz-Posadas L.M., Trejo-López C., Sánchez-García P., Aguirre-Medina J.F. 2001. Intercambio de gases y relaciones hídricas del chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 7(1): 21-35
- Cadena-Iníiguez I.J. 2005. Caracterización morfoestructural, fisiológica, química y genética de diferentes tipos de chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw. Tesis Doctorado. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 156 p
- Cadena-Iníiguez J., Arévalo-Galarza L.M., Ruiz-Posadas L.M., Aguirre-Medina J.F., Soto-Hernández M.R., Luna-Cavazos M., Zavaleta-Mancera H.A., 2006. Quality evaluation and influence of 1-MCP on *Sechium edule* (Jacq.) Sw. fruit during postharvest. *Postharvest Biology and Technology*. 40:170-176
- Cohen Y. 1981. Downy mildew of cucurbits. The Downy Mildews. D.M. Spencer, ed. Academic Press. New York.
- Cruz-Leon A., Querol-Lipovich D. 1985. Catálogo de recursos genéticos de chayote (*Sechium edule* Sw.) en el Centro Regional Universitario de Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo, México pp. 5-25
- GISeM. 2011. Rescatando y aprovechando los recursos fitogenéticos de mesoamérica volumen 1: Chayote. Texcoco, Estado de México. 20 p.
- Olguín-Hernández G. 2010. Identificación y caracterización morfológica, cultural y molecular de hongos asociados a *Sechium edule* (Jacq.) Sw. en México. Universidad Autónoma Chapingo. 97 p.

Uso de fungicidas
y tratamiento térmico postcosecha
para control de antracnosis en frutos de

PAPAYA MARADOL

(*Carica papaya*)

López-Navarrete M.C.¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Tuxtla Chico, Chiapas. CP 30700. Autor responsable: marianavarrete_33@hotmail.com

Arévalo-Galarza Ma. de Lourdes C.²

LPI-7: Línea Prioritaria de Investigación en Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera México-Texcoco C.P. 56230, Texcoco, Estado de México.

Nieto-Ángel D.³

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera México-Texcoco C.P. 56230, Texcoco, Estado de México.

RESUMEN

Uno de los problemas que provocan mayores pérdidas en el manejo postcosecha de papaya es la incidencia de antracnosis provocada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz y uno de los fungicidas más utilizados para su control ha sido el thiabendazol; sin embargo, su efectividad se ha disminuido por la resistencia del hongo, y esta situación ha originado la búsqueda de nuevos fungicidas en el manejo postcosecha de papaya para reducir las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad. El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad biológica (*in vitro* e *in vivo*) de los fungicidas azoxystrobin, trifloxystrobin, pyraclostrobin, prochloraz y thiabendazol y un tratamiento térmico (53 °C) sobre el crecimiento e incidencia de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en frutos de papaya var. “Maradol”. Los resultados mostraron que la aplicación de pyraclostrobin y thiabendazol (500, 250, 50 mg L⁻¹) y azoxystrobin (500, 250 mg L⁻¹) controlaron el crecimiento del hongo, mientras que trifloxystrobin (500, 250, 50 mg L⁻¹) y azoxystrobin (50 mg L⁻¹) fueron poco efectivos. En cuanto a la efectividad biológica, prochloraz (500 y 250 mg L⁻¹) y pyraclostrobin (500 mg L⁻¹) fueron los únicos fungicidas efectivos en el control de la enfermedad con niveles de 85.5, 92.7 y 81.8%, respectivamente. El tratamiento hidrotérmico tuvo un control de la enfermedad del 57.8 %.

Palabras clave: antracnosis, control químico, termoterapia.

INTRODUCCIÓN

El papayo (*Carica papaya* L.) variedad Maradol es uno de los frutos tropicales más apreciados y demandados para consumo e industrialización a nivel nacional e internacional (Cituk *et al.*, 1996). La producción de esta variedad va en ascenso sobre otras variedades debido a sus cualidades de fructificación temprana, alta producción, sabor, color, consistencia, precios de venta y demanda en los mercados (Mandujano, 1995) (Figura 1).

Dentro de las principales pérdidas postcosecha de frutos de papaya destacan las ocasionadas por enfermedades que se manifiestan en mayor grado durante el transporte y comercialización de los frutos. El hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., causante de la antracnosis, se desarrolla en una gran variedad de hospedantes, tales como aguacate, cítricos, mango, papaya y plátano. En México y otros países es considerada como la enfermedad que ocasiona mayores pérdidas postcosecha en estos productos. Al respecto se ha reportado que debido a pudrición por antracnosis las pérdidas postcosecha de papaya alcanzan del 40% hasta la pérdida total (Macedo, 2004; Cappellini *et al.*, 1988; Dickman y Álvarez, 1983).

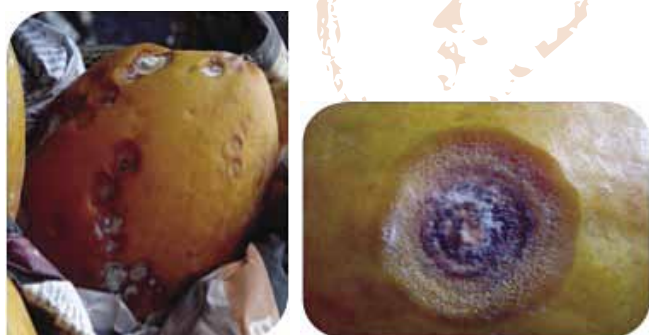


Figura 2. Síntoma visual característico de antracnosis en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) variedad "Maradol" causado por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.



Figura 1. Frutos de papaya (*Carica papaya* L.) variedad "Maradol"

La antracnosis usualmente inicia en el campo de cultivo en etapas tempranas del desarrollo del fruto; sin embargo, el patógeno permanece en estado quiescente hasta que el fruto alcanza la fase climatérica. Una vez que el fruto comienza el proceso de maduración, se manifiestan los síntomas de la enfermedad (Álvarez y Nishijima, 1987). En papaya los síntomas de antracnosis consisten en lesiones semicirculares o angulares color café con hundimientos en la epidermis del fruto que se extienden como lesiones húmedas en las cuales el hongo irrumpe como esporas de color naranja que se desarrollan en masas y, algunas veces, en anillos concéntricos (Snowdon, 1990; Bailey y Jeger, 1992) (Figura 2).

Para su control se han utilizado básicamente fungicidas a base de benzimidazoles, principalmente thiabendazol, ya sea solo o en combinación con agua caliente; sin embargo, la efectividad del tratamiento resulta limitada debido a los problemas de resistencia presentados hacia el producto (Gutiérrez *et al.*, 2003). Recientemente se ha presentado un nuevo grupo de fungicidas perteneciente a las estrobilurinas (QoI) entre los que destacan azoxystrobin, trifloxystrobin y pyraclostrobin, registrados en numerosos países para el control de enfermedades en cereales, pastos, vid, hortalizas y ornamentales (Fernández-Ortuño *et al.*, 2008), y los resultados obtenidos permiten asumir que las estrobilurinas podrían representar una alternativa para el control de enfermedades fúngicas que ocurren durante el manejo postcosecha de frutas y hortalizas. Otro fungicida utilizado con éxito en Europa, Australia, Asia y Sudamérica es el prochloraz (imidazol); en Brasil, por ejemplo, ha sido autorizado como tratamiento postcosecha para el control de *C. gloeosporioides* de mango y papaya (Navickiene y Ribeiro, 2005; Vinggaard *et al.*, 2006) y; por otro lado, desde hace varios años se ha reportado el efecto benéfico de tratamientos con agua caliente para el control de enfermedades postcosecha. Con estos antecedentes, el objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de los fungicidas azoxystrobin, trifloxystrobin, pyraclostrobin, prochloraz y thiabendazol, así como de un tratamiento hidrotérmico para el control de pudrición por antracnosis en frutos de papaya “Maradol” *in vitro* e *in vivo*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento, purificación e identificación de *Colletotrichum gloeosporioides*

El hongo se aisló de frutos de papaya “Maradol” infectados por el hongo, el cual se purificó e hizo crecer a través de cultivos monoconidiales en medio papa dextrosa agar (PDA) (Figura 3).

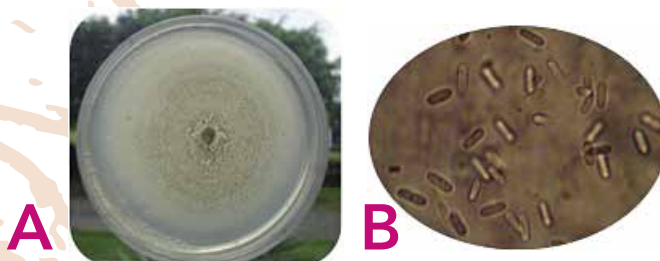


Figura 3. A: Crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides* en PDA y B: esporas del hongo.

Crecimiento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*

De los cultivos monospóricos se tomaron discos de 4 mm y se colocaron individualmente sobre cajas con PDA que contenían a cada uno de los fungicidas evaluados en dosis de 500, 250 y 50 mg L⁻¹. Se utilizaron cuatro cajas por dosis, se incubaron y se midió diariamente el crecimiento micelial durante 12 días para calcular con ello la efectividad de los fungicidas *in vitro*.

Efectividad de fungicidas y termoterapia

Se utilizaron frutos de papaya “Maradol” cosechados en madurez fisiológica los cuales se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2%. A cada fruto se le realizaron 10 heridas donde se depositó una suspensión de conidios (1x10⁵ conidios.ml⁻¹) (Figura 4).



Figura 4. Inoculación de *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos de papaya variedad “Maradol”.

Los frutos se mantuvieron en cámaras húmedas a 24 ± 2 °C por 24 horas; posteriormente, los fungicidas (5 min) se aplicaron a través de inmersión total de los frutos. Los fungicidas evaluados fueron azoxystrobin, trifloxystrobin, pyraclostrobin, prochloraz y thiabendazol en dosis de 500, 250 y 50 mg L⁻¹ cada uno y termoterapia (53 °C por 3 minutos). Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, donde un fruto fue considerado como una repetición.

Para el tratamiento hidrotérmico los frutos se sumergieron en agua estéril a 53 °C (3 min) y posteriormente fueron colocados en agua estéril fría durante 5 min; adicionalmente se estableció un tratamiento testigo el cual se inoculó y sumergió en agua destilada estéril. Nuevamente los frutos se mantuvieron en cámaras húmedas durante 8 días a 24 ± 2 °C (Figura 5) y durante este periodo se evaluó la incidencia del daño expresado como el porcentaje de heridas infectadas por fruto y la severidad de acuerdo al diámetro de la lesión en mm.

La efectividad de los fungicidas se calculó mediante la fórmula de Abbott (1925). Los datos generados se analizaron mediante un análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS System® v. 9.1.



Figura 5. Frutos de papaya (*Carica papaya* L.) variedad "Maradol" en madurez fisiológica en cámaras húmedas.

RESULTADOS

Crecimiento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*

Los resultados *in vitro* indicaron que prochloraz presentó 100% de eficiencia a las dosis evaluadas ya que no mostró crecimiento del micelio durante el periodo de observación.

En lo que respecta a pyraclostrobin, las tres dosis evaluadas y azoxystrobin (500 y 250 mg L⁻¹) presentaron efectividad en el control del crecimiento micelial entre 75.9 y 88.0%, en tanto que azoxystrobin a 50 mg L⁻¹ así como los tratamientos con trifloxystrobin, registraron la menor efectividad (26.7 y 44.7%, respectivamente). Los tratamientos con thiabendazol presentaron un control del crecimiento micelial de 85.7-91.6% (Figura 6).

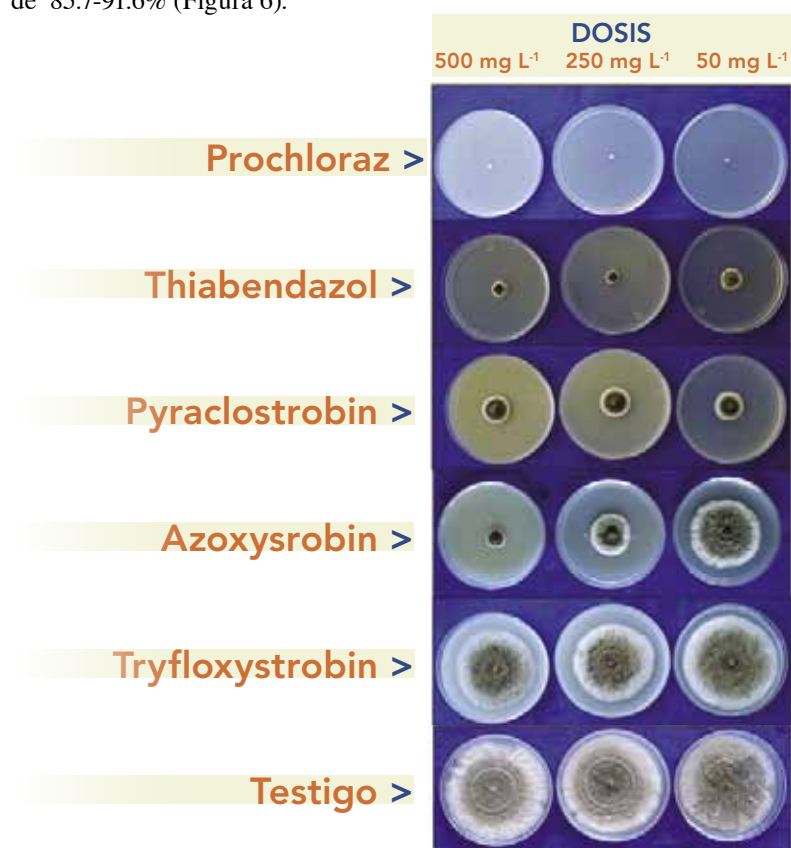


Figura 6. Inhibición *in vitro* del crecimiento micelial de *C. gloeosporioides* en medio PDA, durante 12 días, n=4.

Efectividad de fungicidas y tratamiento térmico

De acuerdo con los resultados obtenidos (Cuadro 1 y Figura 7) tras el periodo de almacenamiento establecido, la mayor efectividad en el control de la enfermedad se obtuvo con los tratamientos de prochloraz (500 y 250 mg L⁻¹) y pyraclostrobin (500 mg L⁻¹), con una efectividad de 92.8, 85.5 y 81.9%, respectivamente; estos tratamientos presentaron menor incidencia del microorganismo (5, 20 y 30%).

En el caso de las estrobilurinas, únicamente pyraclostrobin (500 mg L⁻¹) resultó efectivo para el control de la enfermedad. El resto de los tratamientos tuvieron una eficiencia menor a 60% en el control de la enfermedad, presentando frutos con daño considerable.

CUADRO 1. INCIDENCIA, SEVERIDAD Y EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE LA ANTRACNOSIS CAUSADA POR *Colletotrichum gloeosporioides* EN FRUTOS DE PAPAYA VARIEDAD "MARADOL" TRATADAS CON FUNGICIDAS Y TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO A OCHO DÍAS DESPUÉS DE INOCULACIÓN.

Tratamiento	Incidencia (%)	Severidad * (diámetro de lesión, mm)	Efectividad (%)
Prochloraz 250 mg L ⁻¹	5.0	1.0 e	92.8
Prochloraz 500 mg L ⁻¹	20.0	2.0 de	85.5
Pyraclostrobin 500 mg L ⁻¹	30.0	2.5 cde	81.9
Termoterapia: 53 °C/ 3 min	50.0	5.8 bcde	57.6
Azoxystrobin 500 mg L ⁻¹	97.5	6.6 bcd	52.3
Thiabendazol 250 mg L ⁻¹	100.0	6.9 bcd	50.0
Pyraclostrobin 250 mg L ⁻¹	85.0	7.5 bc	45.7
Thiabendazol 500 mg L ⁻¹	72.5	8.0 b	41.4
Azoxystrobin 250 mg L ⁻¹	85.0	8.8 ab	36.6
Trifloxystrobin 250 mg L ⁻¹	95.0	8.9 ab	35.5
Trifloxystrobin 500 mg L ⁻¹	65.0	8.9 ab	35.3
Testigo	100.0	13.8 a	1)
DMS		5.0623	

1) Sin valor, debido a la naturaleza de la fórmula Abbott. * Valores con la misma letra no son significativamente diferentes en la prueba de Tukey (P_s 0.05). DMS: Diferencia Mínima Significativa

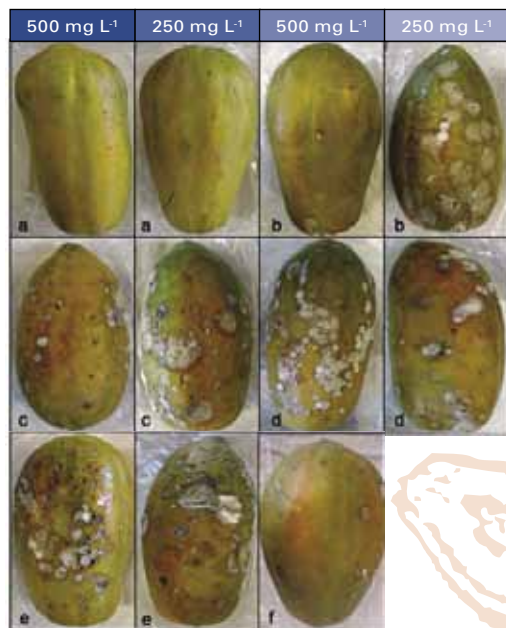


Figura 7. Frutos de papaya (*Carica papaya* L.) variedad "Maradol" inoculadas con *C. gloeosporioides* y tratadas con dosis de 500 y 250 mg L⁻¹ de los fungicidas: a) prochloraz; b) pyraclostrobin; c) azoxystrobin; d) thiabendazol; e) trifloxystrobin; f) termoterapia.

CONCLUSIONES

Las pruebas realizadas indican la existencia de resistencia de *Colletotrichum gloeosporioides* para azoxystrobin, thiabendazol y trifloxystrobin en concentraciones de 250 y 500 mg L⁻¹; sin embargo, prochloraz en ambas concentraciones (250 y 500 mg L⁻¹) y pyraclostrobin (500 mg L⁻¹) tuvieron una efectividad de 80 a 100% en el control del hongo causante de antracnosis, planteando una alternativa al uso de thiabendazol.

LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Álvarez, M.A., and T.W. Nishijima. 1987. Postharvest diseases of papaya. *Plant Disease* 71:681-686.
- Bailey, A.J., and J.M. Jeger. 1992. *Colletotrichum*: biology, pathology and control. British Society for Plant Pathology. C.A.B. International. 388 p.
- Cappellini, R.A., M.J. Cepones, and G.W. Lightner. 1988. Disorders in apricot and papaya shipments to the New York market, 1972-1985. *Plant Disease* 72: 366-368.
- Cituk, C.D.E., T.A.R. Trejo, L.G. Borgesm, M.F. Soria, y R.M. Arzápalo. 1996. Producción de papaya (*Carica papaya* L) variedad Maradol para Yucatan. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Centro de Investigaciones y Graduados Agropecuarios. 18 p.
- Dickman, M.B., A.M. Álvarez. 1983. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Disease* 67: 748-750.
- Fernández-Ortuño D., J.A. Torés, A. De Vicente, A. Pérez-García. 2008. Mechanisms of resistance to QoI fungicides in phytopathogenic fungi. *International Microbiology* 11: 1-9.
- Gutiérrez-Alonso, J.G., O. Gutiérrez-Alonso, D. Nieto-Angel, D. Téliz-Ortiz, E. Zavaleta-Mejía, F. Delgadillo-Sánchez, H. Vaquera-Huerta. 2003. Resistencia a Benomil y Thiabendazol en aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. Y Sacc. Obtenidos de mango (*Mangifera indica* L.) en cinco regiones de México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21: 260-265.
- Macedo, T.G., 2004. Controle químico e hidrotérmico da antracnose em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) na pós-colheita. In: Silva, K.S., T.N. Hojo, O.L. Lemos, M.P. Bomfim, A.A. Bomfim, G.L. Esquivel, A.P.B. Prado, A.R. São José, N.O. Dias, G.M.T. 2006. Patogenicidade causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (penz) em diferentes espécies frutíferas. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28: 131-133.
- Mandujano, B.R.A. 1995. Conservación de la pureza genética del cultivar papaya "Maradol", y su importancia en la propagación. En: Memoria de la Reunión técnica sobre cultivo de papaya roja en la Costa de Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco y S.D.R. 8-20 pp.
- Navickiene S., and M.L. Ribeiro. 2005. An Alternative LC-UV Procedure for the Determination of Prochloraz Residues in Fruits. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 16: 157-162.
- Snowdon, L.A. 1990. A color atlas of postharvest diseases and disorders of fruit and vegetables. Volume 1: General introduction and fruit. University of Cambridge. Wolfe Scientific. England. 302 p.
- Vinggaard, A.M., U. Hass, M. Dalgaard, H.R. Andersen, E. Bonefeld-Jørgensen, S. Christiansen, P. Laier, M.E. Poulsen. 2006. Prochloraz: an imidazole fungicide with multiple mechanisms of action. *International Journal of Andrology* 29: 186-192.

Editorial del Colegio de Postgraduados



Editorial del Colegio de Postgraduados



Entrada al pabellón, donde también pueden verse las exhibiciones de otras editoriales mexicanas. Algunas otras editoriales presentes en el pabellón fueron Siglo XXI, el Fondo de Cultura Económica y la Universidad Veracruzana.

Del 10 al 16 de octubre tuvo lugar la Feria del Libro de Frankfurt, el evento más importante de su género a nivel mundial. En ella se presentó el fondo editorial del Colegio de Postgraduados, que se exhibió en el Pabellón de México por intermedio de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana (CANIEM).



Parte del fondo del CP. Presentes el Editor General del CP y Pelayo García Cervero, Director de Ediciones Paraninfo, sello al cual se ha incorporado la empresa MundiPrensa.

Agroecología y enfermedades de la raíz en cultivos agrícolas

Roberto García Espinosa

En esta obra Roberto García Espinosa presenta un enfoque revolucionario para el estudio de las enfermedades de la raíz en los cultivos agrícolas, ubicándolo por niveles de acuerdo con la Teoría General de Sistemas, y mostrando su utilidad en la organización del conocimiento relacionado con la estructura y el comportamiento de los patosistemas edáficos.

Se maneja aquí un enfoque holístico y ecológico para lograr una mayor comprensión y, por ende, un mejor manejo que el actual, de los problemas inducidos por enfermedades con origen en el suelo, apartándonos del enfoque cartesiano, que ha pretendido diseccionar subsistemas de muy elevada complejidad y estudiar y manejar sus componentes individuales: este enfoque reduccionista nos ha impedido tener una visión integradora, así como un acercamiento permanente y sustentable a los graves retos que nos presentan las enfermedades de la raíz. El concepto de Agroecología es novedoso y seguramente enriquecerá la visión del mundo de los estudiosos de estos temas.



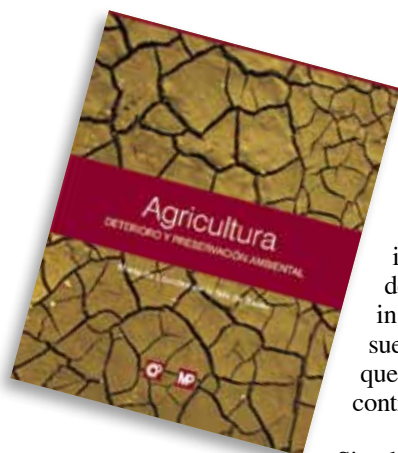
Agricultura: deterioro y preservación ambiental

María de Lourdes de la Isla de Bauer

En esta obra la autora, una de las primeras profesionales de la Agronomía en México, examina el impacto ambiental y demográfico de la agricultura a través de milenios. El descubrimiento de cómo producir alimentos sin considerar a las plantas como creación intocable de los Dioses tuvo consecuencias trascendentales: un incremento poblacional desmesurado en los últimos 10,000 años y, en consecuencia, la necesidad de tener una alta producción de alimentos; esto se intentó resolver en el siglo pasado con la llamada Revolución Verde, que contribuyó a abastecer de trigo y maíz a México y a evitar hambrunas en diversos países de África. Sin embargo, algunos insumos necesarios para estos sistemas de producción ocasionaron contaminación del aire, agua y suelo, y deterioro de los recursos naturales. Ante este escenario surge un movimiento conservacionista que trata de preservar los recursos naturales aún disponibles, aunque este enfoque frecuentemente se contrapone con la eficiencia productiva.

Sin duda la polémica persiste, y por ello la autora propone varios tópicos de debate. Entre otros: *contaminación ambiental, uso de agroquímicos, efecto invernadero y cambio climático global.*

Este es un libro indispensable para estudiantes y profesores de Agronomía, Biología, Ciencias Ambientales, y para cualquier persona interesada en el tema de la producción racional de alimentos destinada a la población humana del siglo XXI y subsecuentes.



Casos de control biológico en México

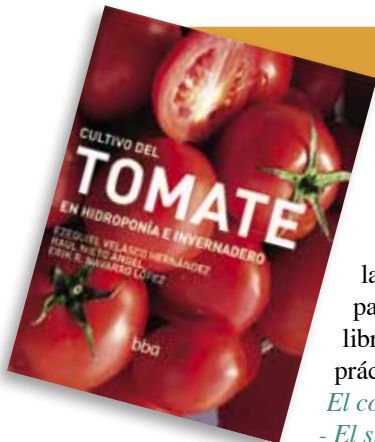
Hugo C. Arredondo Bernal y Luis A. Rodríguez del Bosque

El control biológico de plagas agrícolas es una tecnología que derivó del reconocimiento del balance de la naturaleza que ocurre en los ecosistemas naturales. En el ámbito agrícola, el control biológico es una manifestación de la ecología aplicada que ha contribuido al desarrollo de la agricultura de México y de muchos países. Este libro reúne la destacada participación de expertos que ofrecen sus experiencias y conocimientos que permiten mostrar la naturaleza de una tecnología noble que ofrece, al mismo tiempo, beneficios a la economía de los agricultores, protección del ambiente y salud de los consumidores.

El presente libro incluye 34 capítulos sobre el control biológico de plagas de cultivos básicos, cultivos industriales, hortalizas, frutales y recursos naturales. En todos los capítulos se describen las plagas y se analiza el conocimiento actual sobre su biología, ecología, enemigos naturales y las acciones sobre control biológico, con énfasis en México. Todos los casos discuten además los retos y perspectivas sobre el uso de agentes de control biológico en los contextos nacional e internacional.



SEGUNDA EDICIÓN



Cultivo del tomate en hidroponía e invernadero

Ezequiel Velázco Hernández, Raul Nieto Ángel, Erik R. Nanárrro López

El uso de invernaderos y de la hidroponía para el cultivo comercial de diferentes especies hortícolas se ha incrementado aceleradamente en los últimos quince años. El conocimiento sobre las especies o variedades más rentables, y el manejo de los factores que influyen en la producción, se han ido desarrollando hasta integrar los paquetes tecnológicos más adecuados para las diferentes condiciones ambientales y económicas de producción. Los autores del presente libro, además de dominar los fundamentos de la Fisiología Vegetal, poseen una amplia experiencia práctica en el manejo del cultivo de tomate (tomate rojo o jitomate) bajo esta condición ambiental.

El contenido del libro se presenta en forma lógica y gradual e incluye los siguientes temas:

- El sistema de cultivo en invernadero: ventajas y desventajas
- Factores que influyen significativamente en la producción

- Nutrición mineral y riego
- Preparación de la solución nutritiva
- Plagas, enfermedades, y desórdenes fisiológicos
- Maduración fisiológica para cosecha
- Uso de portainjertos

El texto guía al productor, desde la definición del material vegetal y todo el proceso de producción, hasta las nuevas tecnologías más eficientes para que el tomate exprese su máximo potencial.

El Camino Real de Tierra Adentro

Tomás Martínez Saldaña

Este libro encierra en sus páginas una narrativa fascinante. Describe la saga de una ruta entrañable: El Camino Real de Tierra Adentro, senda proverbial para viandantes que la han recorrido durante siglos; sendero vital entre el norte de México y el suroeste de los EE.UU. El camino real de tierra adentro comenzó como un sendero de indecisas huellas, de mercaderes nativos, frailes incautos, gambusinos osados y esperanzados labradores y pastores. Con el tiempo se formaron a su vera importantes poblaciones como Querétaro, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas, Fresnillo, Sombrerete, Durango, Paso del Norte, Socorro, Alburquerque y Santa Fe.

A lo largo del camino, y de la mano de una lectura atenta, descubriremos la antigua ruta que va de Zacatecas a Paso del Norte, y de allí hasta Santa Fe del Nuevo México. El contraste con las supercarreteras es alucinante. Aquí se narra el nacimiento del moderno norte novohispano.



El cultivo del maíz / Temas selectos

Rafael Rodríguez Montessoro y Carlos de León

Este segundo volumen de temas selectos del cultivo del maíz incluye una gran diversidad de temas: desde los más tradicionales como su iconografía en Mesoamérica, hasta su utilización para producir biocombustibles, pasando por los posibles efectos deletéreos de los transgenes en otras plantas cultivadas. Seguramente esta nueva obra recibirá la misma favorable acogida que su predecesora.

Otros temas que conviene destacar son:

- El maíz y sus usos estratégicos
- La importancia del riego
- Mecanización del cultivo
- El maíz en la bioeconomía
- Genotecnia convencional y moderna del maíz





El libro de los Bovinos Criollos de América

Jorge de Alba Martínez

Hace cinco siglos comenzó la conquista y colonización del Continente Americano, que trajo consigo plantas y animales exóticos que invadieron el ambiente original; entre ellos el ganado bovino, que se reprodujo y extendió ampliamente en tierras templadas, tropicales y desérticas del nuevo mundo. Comenzó así el proceso descrito por Darwin como la evolución bajo domesticación a través del tiempo.

Un científico mexicano, el Dr. Jorge de Alba, encontró núcleos de vacas criollas lecheras en Centroamérica y posteriormente en Suramérica. Estos hatos tenían detrás quinientos años de historia y desafiaban con éxito todos los problemas y retos que limitan drásticamente la producción y la vida misma de esos animales, mejor adaptados a lugares templados, cuando son llevados a climas más adversos.

El Dr. de Alba, maestro e investigador en Turrialba, Costa Rica, se percató de que esas vacas criollas eran un tesoro genético para la producción de leche en los trópicos del mundo. Los siguientes sesenta años de su vida los dedicó a localizar hatos, y a conservar y mejorar la productividad de esas vacas mediante la investigación y la transferencia.

En este libro póstumo Don Jorge relata, con lenguaje claro y preciso, la historia completa de los viajes, descubrimientos, los resultados de los proyectos de investigación y los colaboradores participantes. La saga culmina con la creación de una asociación de productores de ganado criollo lechero y para carne con base en México, que se extiende a Mesoamérica. Se describen más de veinte razas criollas supervivientes: desde Argentina hasta la costa este de EEUU.

Herbolaria mexicana

F. Alberto Jiménez Merino

El conocimiento y uso de las plantas medicinales para mantener o recuperar la salud es tan antiguo como la existencia del hombre. La herbolaria ha sido practicada por la mayoría de las civilizaciones; fue ampliamente difundida por griegos y romanos como Galeno e Hipócrates, cuya enseñanza médica rigió al mundo hasta la Edad Media.

Recientemente ha resurgido el interés por las plantas medicinales. Muchos de los medicamentos de la industria farmacéutica contienen derivados de ellas. Según la herbolaria china existe una planta para casi cualquier trastorno de la salud. Por otra parte, también debemos tomar en cuenta el carácter preventivo que tiene el consumo de las plantas para muchas enfermedades.

En esta obra se caracterizan 457 plantas y productos como una contribución al estudio de la herbolaria, destacando el papel que pueden jugar en la economía de las comunidades rurales, debido a la creciente industria de productos herbales farmacéuticos. Se previene también sobre la recolección excesiva de algunas especies, varias de ellas en peligro de extinción.



SEGUNDA EDICIÓN

Las ciencias agrícolas mexicanas y sus protagonistas

Eduardo Casas y Gregorio Martínez

El prólogo de Norman Borlaug que honra este volumen presenta un vívido recuento de los trabajos y los días de los pioneros de la investigación agrícola en México: de Edmundo Taboada a Basilio Rojas Martínez pasando por una lista de epónimos que el lector puede revisar en la portada. Los 14 protagonistas de esta saga son tan notables que destacar a algunos sería una injusticia histórica. Sin duda, los más de 100,000 agrónomos mexicanos encontrarán en esta obra de Eduardo Casas Díaz y Gregorio Martínez Valdés una referencia histórica y, los más afortunados, alguna alusión personal: directa o indirecta.



Los transgénicos / Oportunidades y amenazas

Víctor M. Villalobos A.

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.



Manejo de Fertilizantes Químicos y Orgánicos

Editores: Sergio Salgado García y Roberto Nuñez Escobar

En este siglo la población del mundo podría duplicarse, lo que requerirá incrementar en la misma medida la capacidad de producir alimentos. Los fertilizantes son uno de los principales insumos necesarios para mantener e incrementar los rendimientos de los cultivos. Los fertilizantes químicos de mayor uso se elaboran a partir del petróleo, lo que encarece su costo y reduce su disponibilidad en regiones de extrema pobreza. Por ello, en este libro se proponen soluciones para producir alimentos con alternativas más sustentables de fertilización del suelo. Los diferentes capítulos de esta obra se centran en los siguientes tópicos:

Importancia de los fertilizantes

El suelo y la nutrición de los cultivos

Los fertilizantes químicos

Fertilizantes de liberación lenta

Micronutrientes

Recomendaciones de fertilización

Los fertilizantes y la fertirrigación

Los abonos orgánicos

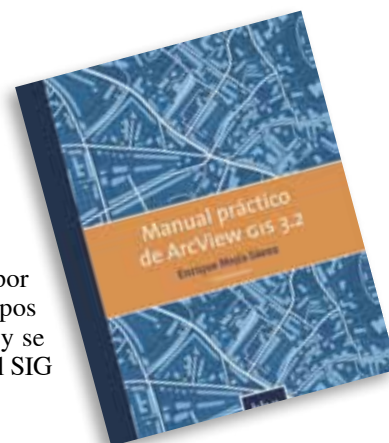


Este libro será una referencia útil para estudiantes y profesores de agronomía, así como para agricultores, estudiosos de la fertilidad del suelo y para técnicos asesores en fertilización de cultivos.

Manual práctico de ArcView GIS 3.2 / Temas selectos

Coordinador: Enrique Mejía Sáenz

ArcView® es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de escritorio desarrollado por Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI); el nombre, software y logotipos de ArcView® nombrados y mostrados en este libro son propiedad exclusiva de ESRI, y se hace referencia a ellos con un solo objetivo, el de mostrar la facilidad y conveniencia del uso del SIG ArcView®. <http://www.esri.com>



Moscas blancas / Temas selectos sobre su manejo

Editora: Laura Delia Ortega Arenas

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



Nutrición de cultivos

Editores: Gabriel Alcántar González y Libia I. Trejo Téllez

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 - Nutrimientos y elementos benéficos - Diagnóstico de la condición nutrimental - Concentración de elementos en el tejido vegetal - Fertilización - Hidroponía y Fertirriego

Plagas del Suelo

Editores: Luis A. Rodríguez del Bosque y Miguel Ángel Morón

El estudio de los insectos subterráneos es importante a nivel mundial debido a los daños que causan a numerosas especies vegetales. En México existen muchas especies de insectos que viven en el suelo, particularmente de los órdenes Coleóptera y Lepidóptera, que causan perjuicios considerables a los cultivos, por alimentarse de las partes subterráneas y la base del tallo de las plantas. Las pérdidas en rendimiento y calidad varían de acuerdo con la plaga, cultivo, manejo agronómico y la región.

El libro tiene 24 capítulos agrupados en tres secciones. En la primera, *Fundamentos*, se describe la importancia, métodos de estudio, diversidad, biología y ecología de las plagas del suelo. La segunda, *Manejo*, contiene las principales estrategias para su combate, entre ellas las prácticas culturales, control microbiano, tolerancia varietal, control químico y manejo sustentable. La tercera, *Estudios de Caso*, incluye experiencias en las regiones con la mayor problemática, así como el análisis particular de algunas plagas.



Producción de árboles y arbustos de uso múltiple

Luis Pimentel Bribiesca

La producción de árboles y arbustos de uso múltiple ha tomado especial relevancia en las décadas recientes en México y en muchos países del mundo. La investigación sobre semillas forestales, viveros y reforestación ha sido impulsada por el auge de las plantaciones forestales. En esta obra el autor, con más de 40 años de experiencia como docente e investigador en la Universidad Autónoma Chapingo y el Colegio de Postgraduados, examina temas como la recolecta de semillas, la biología de la germinación, las distintas tecnologías de producción, y el transporte de la planta.

Esta obra está dirigida a maestros e investigadores en el campo forestal, como texto para el aula o como libro de consulta. Seguramente otros usuarios serán los recolectores de semillas, viveristas, reforestadores, Arboricultores, y todas las personas interesadas en la reproducción y propagación de árboles y arbustos.



¿Qué hacemos con el Campo Mexicano? 2ª. Edición

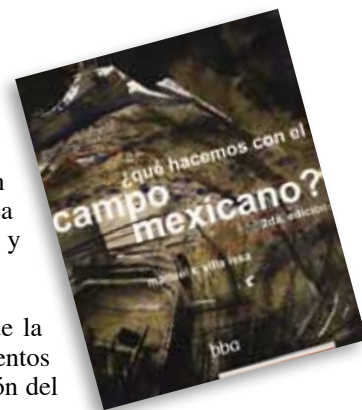
Manuel R. Villa Issa

El campo fue una de las causas más importantes del inicio de la Revolución de 1910, primer movimiento social del Siglo XX. Al terminar la lucha armada, se inicia el proceso de reconstrucción del país y, como parte de estas acciones, el Estado Mexicano hace un pacto social con los productores del campo; se crean instituciones y se desarrolla una política para aumentar fuertemente la producción, elevar el nivel de bienestar de la población rural y abastecer de alimentos a la población.

Como consecuencia de esta política, el campo se transforma en el sector más poderoso de la economía mexicana, de tal forma que entre 1940 y 1972, el campo fue capaz de producir alimentos para toda la población a precios bajos, generar las divisas necesarias para la industrialización del país y transferir los recursos para el proceso de urbanización de México.

Así, finalmente, en 1995 se da el gran parteaguas en el campo: el Estado Mexicano decidió dar por terminado el pacto social que tenía con los productores y deja en manos del mercado la suerte de la población rural y la producción y abasto de alimentos al país. Esta situación se puede observar claramente cuando el índice de "Apoyo Total Estimado" (TSE por sus siglas en inglés), elaborado por la OCDE, cae de 34.1% en 1994 a 0.0% en 1995; en otras palabras, el Estado Mexicano se retiró prácticamente por completo del campo. Mientras tanto, este índice mostraba valores de 35.7% y 45.9% para Estados Unidos y Canadá. En estas condiciones entraron los productores mexicanos al TLCAN.

Es urgente dar un golpe de timón a este rumbo; generar una política de Estado de largo plazo que aproveche los recursos que tiene el campo para producir, aumentar el bienestar de la gente en el campo y ofrecer alimentos a precios adecuados a la población urbana.



Riegos ancestrales en Iberoamérica

Editor general: Tomás Martínez;

editores regionales: Jacinta Palerm, Milka Castro y Luis Pereira

Los estudios que en esta obra se nos presentan pretenden demostrar que la eficiencia de la gestión ancestral del agua está basada en técnicas vernáculas adaptadas a condiciones locales y además lograda por el control y gestión comunal de los recursos productivos. La primera parte de la antología rescata ejemplos de técnicas de gestión del agua en Latinoamérica, España y Portugal. Es relevante que éstas son implementadas por poblaciones locales que poseen conocimiento vernáculo de la técnica adaptada a un medio específico. La segunda parte abunda en este tema desde el punto de vista de la organización social que hace posible el funcionamiento de las mismas. De este modo recuerda que en la gestión comunal son frecuentes las instituciones, organizaciones y manifestaciones con un fuerte sentido de vida colectiva, de solidaridad vecinal y de cohesión social que poseen profundas raíces históricas.



ESTRUCTURA

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 idioma español.

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

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

Centímetros	Pixeles	Pulgadas
21.59 x 27.94	2550 x 3300	8.5 x 11
18.5 x 11.5	2185 x 1358	7.3 x 4.5
18.5 x 5.55	2158 x 656	7.3 x 2.2
12.2 x 11.5	1441 x 1358	4.8 x 4.5
12.2 x 5.55	1441 x 656	4.8 x 2.2
5.85 x 5.55	691 x 656	2.3 x 2.2
9 x 11.5	1063 x 1358	3.5 x 4.5
9 x 5.55	1063 x 656	3.5 x 2.2

La estructura de la contribución será la siguiente:

1) Artículos: una estructura clásica definida por los capítulos: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Literatura Citada;

2) Notas o Ensayos: deben tener una secuencia lógica de las ideas, exponiendo claramente las técnicas o metodologías que se transmiten en lenguaje llano, con un uso mínimo de términos técnicos especializados.

FORMATO

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

Autor o Autores. Se escribirán él o los nombres completos, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Al pie de la primera página 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 colocarán en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a las 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 ser de preferencia a colores. Se debe 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.

El LABSAB realiza análisis:

- Químicos en tejido vegetal
- Químico de agua y soluciones
- Físico-químicos de suelos

Cuenta con personal técnico altamente capacitado y emplea técnicas y equipo de avanzada, lo que le permite garantizar rapidez, confiabilidad y eficiencia en los resultados.



Aparatos científicos utilizados en el análisis de muestras en el LABSAB

COORDINACIÓN

DRA. LIBIA I. TREJO-TÉLLEZ
Tel y Fax: (01 595) 95 1 01 98
tlibia@colpos.mx

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Campus Montecillo
Edificio de Edafología e Hidrociencias
Primer piso.
Carretera México-Texcoco km 36.5.
Montecillo, Estado de México.
C.P. 56230

www.colpos.mx



ANÁLISIS QUÍMICO EN TEJIDO VEGETAL

Determinación	Costo (\$)	Determinación	Costo (\$)
Carbono orgánico	35.00	Boro	45.00
Nitrógeno	40.00	Sodio	45.00
Fósforo	40.00	Cloro	40.00
Potasio	40.00	Sulfatos	40.00
Calcio	40.00	Amonio	40.00
Magnesio	40.00	Nitratos	40.00
Hierro	45.00	Plomo	80.00
Cobre	45.00	Cadmio	80.00
Zinc	45.00	Aluminio	80.00
Manganeso	45.00	Cobalto	80.00

ANÁLISIS DE AGUA Y SOLUCIONES

Determinación	Costo (\$)	Determinación	Costo (\$)
pH	25.00	Fosfatos	35.00
Conductividad eléctrica	25.00	Amonio	40.00
Potasio	35.00	Nitratos	40.00
Calcio	32.00	Plomo	80.00
Magnesio	32.00	Cadmio	80.00
Sodio	35.00	Hierro	80.00
Bicarbonatos	29.00	Cobre	80.00
Carbonatos	29.00	Aluminio	80.00
Sulfatos	29.00	Cobalto	80.00
Cloruros	29.00		

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

Determinación	Costo (\$)	Determinación	Costo (\$)
pH	25.00	CIC	75.00
Conductividad eléctrica	25.00	Boro	70.00
Materia orgánica	40.00	Cobre extractable	35.00
Nitrógeno total	45.00	Hierro extractable	35.00
Fósforo	40.00	Manganeso	60.00
Potasio intercambiable	39.00	Molibdeno	60.00
Calcio intercambiable	39.00	Zinc extractable	35.00
Magnesio intercambiable	39.00	Cadmio extractable	45.00
Sodio intercambiable	39.00	Níquel extractable	45.00
Nitratos	40.00	Bromo extractable	45.00
Amonio	40.00	Cobalto extractable	45.00
Sulfatos	40.00		

ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS

Determinación	Costo (\$)
Densidad aparente	35.00
Densidad real	35.00
Textura	40.00
Capacidad de campo	60.00
Punto de marchitez permanente	60.00

El Postgrado Forestal del Colegio de Postgraduados está formado por un grupo académico pionero y líder en el país en la formación de personal altamente calificado a nivel maestría y doctorado en Ciencias Forestales.

Este postgrado forma parte del Padrón de Postgrado de Excelencia del CONACyT, y ofrece el más amplio y versátil diseño curricular para cursar maestrías y doctorados.

El egresado(a) es un profesional con conocimientos sobre el uso y manejo racional de los recursos forestales, y con un entrenamiento académico científico sólido que le permite integrarse con facilidad a los equipos de trabajo en el sector.



<http://www.cm.colpos.mx/2010/index.php/component/content/article/20.html>
01 (595) 952 0200 ext.1474
forest@colpos.mx