

Tópicos de investigación agropecuaria con enfoque sustentable en México

Volumen II

Ernesto González Gaona
Ignacio Orona Castillo
Urbano Nava Camberos
Manuel Fortis Hernández
Lucila Perales-Aguilar
Compiladores



Pantanal Editora

2026

Ernesto González Gaona
Ignacio Orona Castillo
Urbano Nava Camberos
Manuel Fortis Hernández
Lucila Perales-Aguilar
Compiladores

**Tópicos de investigación
agropecuaria con enfoque sustentable
en México - Volumen II**



Pantanal Editora

2026

Copyright© Pantanal Editora

Editor Jefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Ejecutivos: Dr. Jorge González Aguilera y Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diseño: El editor. **Diseño y arte:** el editor. Imágenes de portada y contraportada: José Mario. **Reseña:** Autor(es), organizador(es) y editor.

Consejo editorial

Grado académico y nombre

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Ugur Azizoglu
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Institución

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
UEMA
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
Sec. Mun. de Educação, Cultura e Tecnologia de Araripe
Universidade Kayseri, Türkiye
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Consejo Científico Técnico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Hoja de catálogo

Catalogación en publicación
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

T674

Tópicos de investigación agropecuaria con enfoque sustentable en México - Volumen II / Organización de Ernesto González Gaona, Ignacio Orona Castillo, Urbano Nava Camberos, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2026. 137p.

Otros compiladores: Manuel Fortis Hernández, Lucila Perales-Aguilar.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-77-8

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756778>

1. Agricultura sostenible. 2. Control biológico. 3. Enfermedades de las plantas. I. Gaona, Ernesto González (Organização). II. Castillo, Ignacio Orona (Organização). III. Camberos, Urbano Nava (Organização). IV. Título.

CDD 630.72

Índice del catálogo sistemático

I. Agricultura sostenible



Nuestros libros electrónicos son gratuitos y se permite el acceso público, la descarga y el intercambio, pero solicitamos que se dé el debido crédito a Pantanal Editora y también a los organizadores y autores. Sin embargo, no se permite el uso de libros electrónicos con fines comerciales, salvo autorización expresa de los autores y acuerdo de Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

En la actualidad, la agricultura enfrenta el desafío crítico de garantizar la seguridad alimentaria mientras preserva la integridad de los ecosistemas. La dependencia histórica de agroquímicos sintéticos ha generado problemas de resistencia en plagas, degradación de suelos y riesgos para la salud pública. En este contexto, la presente obra compila estrategias avanzadas para el manejo sustentable y orgánico, enfocándose en alternativas biológicas y culturales que fortalecen la resiliencia de los sistemas agropecuarios.

Uno de los pilares fundamentales de este volumen es el manejo de enfermedades complejas, como la "escoba de bruja" en el cultivo de mango (*Mangifera indica* L.). Este patógeno representa una de las mayores limitantes en la producción frutícola mundial, exigiendo la implementación de alternativas que minimicen el impacto ambiental sin comprometer la productividad. Asimismo, se aborda el control alternativo en cultivos de alto valor comercial, como el guayabo (*Psidium guajava* L.) en regiones emblemáticas como Calvillo, Aguascalientes, donde la integración de métodos físicos, biológicos y culturales es vital para enfrentar plagas y enfermedades de manera sistémica.

La obra profundiza también en el control biológico por conservación, destacando el manejo de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) en el algodón. Este enfoque prioriza el aprovechamiento de los enemigos naturales ya presentes en el agroecosistema, reduciendo la necesidad de intervenciones químicas y fomentando un equilibrio ecológico duradero. Por otro lado, la visión de salud integral se extiende al sector pecuario, analizando estrategias para el control de moscas en los establos. Este manejo es crucial no solo por el bienestar animal, sino por su impacto directo en la higiene y sanidad de las unidades de producción láctea y cárnica.

A través de estos capítulos, el lector encontrará un compendio de investigaciones y aplicaciones prácticas que demuestran que es posible transitar hacia un modelo de producción orgánica. El objetivo es proporcionar herramientas técnicas y científicas que permitan a productores, académicos y técnicos agrícolas implementar soluciones eficaces, económicamente viables y, sobre todo, respetuosas con el medio ambiente.

Los autores

Prólogo.....	4
Capítulo I.....	6
Control Alternativo de Plagas y Enfermedades del Guayabo en Calvillo, Aguascalientes	6
Capítulo II	23
Manejo de escoba de bruja en <i>Mangifera indica</i> L. con alternativas sustentables	23
Capítulo III.....	46
Control Biológico de Pulgones del Nogal Pecanero	46
Capítulo IV	67
Control Biológico por Conservación de la Mosquita Blanca, <i>Bemisia tabaci</i> (Hemiptera: Aleyrodidae) en Algodonero.....	67
Capítulo V.....	96
Estrategias para el Control de Moscas en los Establos.....	96
Capítulo VI	114
Estudios toxicológicos de plaguicidas piretroides en especies no objeto de control	114
Índice	135
Los compiladores	136

Manejo de escoba de bruja en *Mangifera indica* L. con alternativas sustentables

Management of witches' broom in *Mangifera indica* L. with sustainable alternatives

Recibida em: 12/11/2025

Aprobado em: 09/03/2026

 10.46420/9786585756778cap2

José Mario Miranda Ramírez¹ 

Catarino Perales Segovia² 

Mario Alberto Miranda Salcedo³ 

Ernesto González Gaona⁴ 

Lucila Perales-Aguilar^{5†} 

María Fernanda Miranda Medina¹ 

Lizeth Rodríguez Villegas¹ 



¹ Tecnológico Nacional de México / ITS de Apatzingán (ITSA), Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, km 3.5 carretera Apatzingán-Aguililla, C.P. 60710, Apatzingán, Michoacán, México.

² Tecnológico Nacional de México / IT El Llano Aguascalientes (ITEL). División de Estudios de Postgrado e Investigación, Km. 18 carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, CP 20330, Aguascalientes, México.

³ INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Valle de Apatzingán, km 17.5, Carretera Apatzingán-Cuatro Caminos, CP. 60781. Antúnez municipio de Parácuaro, Michoacán, México.

⁴ INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Pabellón. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.

Kilómetro 32.5 Carretera Aguascalientes – Zacatecas, C.P. 20660, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

⁵ Tecnológico Nacional de México / IT de Pabellón de Arteaga (ITPABE), Dirección postal: Carretera a la estación de Rincón Km 1. C.P. 20670. Aguascalientes, México.

† Autor para correspondencia: lucila.pa@pabellon.tecnm.mx

RESUMEN

La Escoba de Bruja en mango es una enfermedad que presenta una limitación importante en la producción mundial de mango, generando grandes pérdidas económicas según el tipo de cultivar y la susceptibilidad. En México, esta enfermedad reduce la producción hasta un 40 a 50 %, y actualmente puede encontrarse presente en cualquier región donde se cultiva el mango. Ante ello, esta investigación aborda el manejo de la enfermedad del mango “Escoba de Bruja” género *Fusarium* de manera sustentable. Se presentan alternativas para disminuir la incidencia de la enfermedad y de las poblaciones del ácaro asociado *Aceria mangiferae*; además de mejorar la fitosanidad del cultivo para contrarrestar el daño económico. Entre ellas, considera la posibilidad de estimular y compactar la brotación vegetativa en épocas objetivo para lograr la madurez requerida en la mayoría de los brotes. Uno de los métodos potenciales para reducir la gravedad de la enfermedad de forma ambientalmente segura es el uso de compuestos naturales. Asimismo, la implementación del control biológico mediante microorganismos antagonistas reduce el uso de fungicidas químicos en un sistema de manejo integrado de la enfermedad y ofrece una alternativa eficaz.

Palabras clave: *Fusarium* spp., *Aceria mangiferae*, malformación floral, malformación vegetativa, variedades de mango.

ABSTRACT

Witches' broom in mango is a disease that significantly limits global mango production, causing substantial economic losses depending on the cultivar and its susceptibility. In Mexico, this disease drastically reduces production by 40 to 50%, and it can now be found in any mango-growing region. Therefore, this research addresses the sustainable management of *Fusarium* witches' broom in mangoes. Alternatives are presented to decrease the incidence of the disease and the populations of the associated mite, *Aceria mangiferae*, as well as to improve crop health to mitigate economic damage. These alternatives include stimulating and compacting vegetative growth during target periods to achieve the required maturity in most shoots. One potential method for reducing disease severity in an environmentally safe manner is the use of natural compounds. Furthermore, the implementation of biological control using antagonistic microorganisms reduces the use of chemical fungicides in an integrated disease management system and offers an effective alternative.

Key words: *Fusarium* spp., *Aceria mangiferae*, floral malformation, vegetative malformation, mango varieties.

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) es la especie más importante de la familia de las Anacardiáceas, tanto por su distribución cosmopolita se encuentra geográficamente entre 33° de latitud Sur y 36° de

latitud norte, por su importancia económica es considerado el quinto fruto en consumo mundialmente (Galán-Sauco, 2009). Además, se cosechan alrededor 62.21 millones de toneladas de mango anualmente en una superficie de 6.33 millones de hectáreas (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2026). Mientras que, en México se producen alrededor de 200 mil toneladas de mango al año, en una superficie de 26 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de 7.74 toneladas, que generan una derrama económica de USD \$ 80.04 mdd. Los principales cultivares que se producen son Manila, Ataulfo, Kent, Tommy Atkins, Haden, Keit y Criollo con 65,552.24; 65,124.89; 36,499.36; 26,668.39; 23,971.81; 14,989.39 y 14,806.21 hectáreas respectivamente. Mientras que los cinco principales estados productores en relación a su productividad son Sinaloa, Guerrero, Nayarit, Chiapas y Oaxaca con 517,119; 415,689; 329,624; 272,174 y 214,915 t por año respectivamente (Secretaría de Desarrollo Rural - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SADER-SIAP], 2026).

Sin embargo, durante el proceso de producción de mango existe la presencia de una gran cantidad de enfermedades que afectan su vigor, reducen su producción, disminuyen la calidad del fruto y en casos muy severos causan la muerte del árbol.

Entre las enfermedades más comunes se encuentran *Fusarium mangiferae* [Escoba de Bruja], *Colletotrichum gloeosporioides* [Antracnosis] y *Oidium mangiferae* [Cenicilla]. En el caso de “Escoba de Bruja”, esta enfermedad produce una malformación floral y considerada como el principal problema fitopatológico del mango en todo el mundo (Noriega-Guzmán; González-Hurtado, 2022). Por lo tanto, *F. mangiferae* es el fitopatógeno más dañino que causa la enfermedad de malformación del mango, que disminuye su rendimiento en un 90% (Shahbaz et al., 2025).

La malformación es una limitación importante en la producción mundial de mango, generando grandes pérdidas económicas según el tipo de cultivar y la susceptibilidad. La enfermedad se ha atribuido a diversas causas, como ácaros, virus, hongos y alteración fisiológica (Ansari et al., 2015; Kumar et al., 2021). El agente causal aún no es conocido y no se sabe con certeza cómo penetra al árbol (Noriega-Guzmán; González-Hurtado, 2021). Esta malformación se reportó por primera vez en la India en 1891 (Watt, 1891). A partir de ese tiempo, se detectó en otras zonas de Asia (Israel, Malasia, Pakistán), África (Sudáfrica, Sudán, Suazilandia, Uganda) y América (Brasil, Centroamérica, México, EE.UU.) (Ploetz, 2001). Se plantea que el género *Fusarium* es el responsable de esta enfermedad (Freeman et al., 2015). Se han reportado varias especies que ocasionan la malformación floral y vegetativa en cultivos comerciales de mango. A nivel mundial, el gran volumen de datos sobre malformaciones ha establecido que la enfermedad es causada por varias especies del género *Fusarium*, incluyendo *F. mangiferae*, *F. fujikuroi*, *F. moniliforme*, *F. mexicanum*, *F. sterilihyphosum*, *F. proliferatum*, *F. pseudocircinatum*, *F. tupiense* y *F. oxysporum* (Katoch et al., 2019). En México se informó que los agentes causales son *F. mexicanum* (Otero-Colina et al., 2010; Santillán-Mendoza et al., 2019; Montoya-Martínez et al., 2022), *F. neocosmosporiellum* y *F. proliferatum* (Molina-Cárdenas et al., 2021), *F. incarnatum* (Román-Román et al., 2025), *F. pseudocircinatum* (Montoya-Martínez et al., 2022). Esta enfermedad se registró por primera vez en México en 1958 en

Veracruz, posteriormente se detectó en Morelos y Guerrero, en las variedades manila y criollo (Noriega-Guzmán; González-Hurtado, 2021). Asimismo, en 2012 se reporta la presencia de *F. mexicanum* en aquellos estados ubicados a lo largo de la región del Pacífico central de México (Betancourt-Resendes et al., 2012).

Igualmente, los ácaros son una de las plagas más importantes que limitan la producción de mango, esto debido a que se asocian con patógenos que causan daño al cultivo. Tal es el caso de *Aceria mangiferae* Sayed (Acarina: Eriophyidae) es el ácaro y *Fusarium mexicanum* es el hongo asociado a la malformación de la inflorescencia del mango (Ayala-Ortega et al., 2019). El ácaro de las yemas de mango, fue reportado por primera vez en Egipto como *Eriophyes mangiferae* por Hassan (1944) y posteriormente reclasificado como *Aceria mangiferae* por Sayed (1946). En 1983 se reportó su presencia en Egipto, India, Israel, Pakistán y en el Sur de Florida, USA (Denmark, 1983). Los primeros reportes sobre su asociación con tejido malformado fueron realizados en Egipto (Hassan, 1944; Sayed, 1946; Attiah, 1955) y posteriormente también en Florida (Attiah, 1959). A partir de ese tiempo, el ácaro invariablemente ha sido observado donde se presenta la malformación (Denmark, 1983). También Ayala-Ortega et al. (2019) reportaron *Aceria mangiferae* y *Fusarium mexicanum* como el ácaro y el hongo asociado a la malformación de la inflorescencia del mango, así como a *Oligonychus mangiferus* como la especie de ácaro asociado al follaje en Gabriel Zamora, Michoacán, México. Actualmente puede encontrarse presente en cualquier región de México donde se cultiva el mango.

La participación de los hongos del género *Fusarium* se basa en el hecho de que los síntomas de malformación en tejido vegetativo o floral se han encontrado asociados con altas concentraciones de micelio del hongo y con la presencia de malforminas; sustancias que no se han encontrado en tejido sano (Ram; Yadav, 1999; Singh; Dhillon, 1989; Ram, 1991; Raina; Ram, 1991). Sin embargo, las pruebas de reproducción de síntomas mediante la inoculación del hongo no siempre han sido consistentes; incluso, algunos autores reportan síntomas similares a la malformación, pero debidas a otras sustancias como el Paclobutrazol o Etefon, aplicados al cultivo sin la inoculación del hongo (Ram; Yadav, 1999). Por otro lado, en relación a las malforminas, si bien han estado asociadas a deformaciones en otros cultivos, la aplicación externa de estas sustancias en plantas de mango no siempre ha producido los síntomas característicos de la malformación (Kumar et al., 1993); no obstante, con la aplicación de antimulforminas si se ha reportado una reducción sustancial en el número de panículas afectadas, aunque han fracasado en la erradicación del problema (Ram, 1991; Singh; Dhillon, 1991). Hasta la fecha, los resultados obtenidos con la aplicación de fungicidas han sido erráticos.

Por consiguiente, esta investigación aborda el manejo de la enfermedad del mango “Escoba de Bruja” género *Fusarium* de manera sustentable. Se presentan alternativas para disminuir la incidencia de la enfermedad y de las poblaciones del ácaro asociado *Aceria mangiferae*; además de mejorar la fitosanidad del cultivo para contrarrestar el daño económico.

SINTOMAS DE LA ENFERMEDAD

La Escoba de Bruja afecta el follaje, tronco y ramas (Figura 1 a y b) y reduce los niveles de producción. En México, esta enfermedad reduce la producción hasta en un 40-50 % (García-López et al., 2020). La aparición de grandes inflorescencias agrupadas es frecuente en copas de mango pequeñas y medianas, particularmente en las zonas subtropicales de los países productores de mango durante la temporada de floración. Los brotes vegetativos son agrandados y agrupados comúnmente en viveros y huertos, a este síntoma se le conoce como “Enfermedad de Malformación del Mango” (EMM), mientras que la malformación floral (FM) ocurre en las inflorescencias, lo que ocasiona la falta de cuajado del fruto (Muthukumar et al., 2025). Producen hasta tres veces el número normal de flores inusualmente agrandadas, estériles y generalmente sin frutos (Figura 2) (Marasas et al., 2006; Kumar et al., 2021). En árboles de cuatro a ocho años, la probabilidad de malformación vegetativa es del 90 % (Zakaria, 2023). En viveros, las plántulas pequeñas se ven afectadas principalmente cuando se encuentran bajo árboles ya afectados por enfermedades; estas nuevas plántulas ya presentan problemas. La malformación se observa en plantas de tan solo tres o cuatro meses de edad (Katoch et al., 2019; Zakaria, 2023).

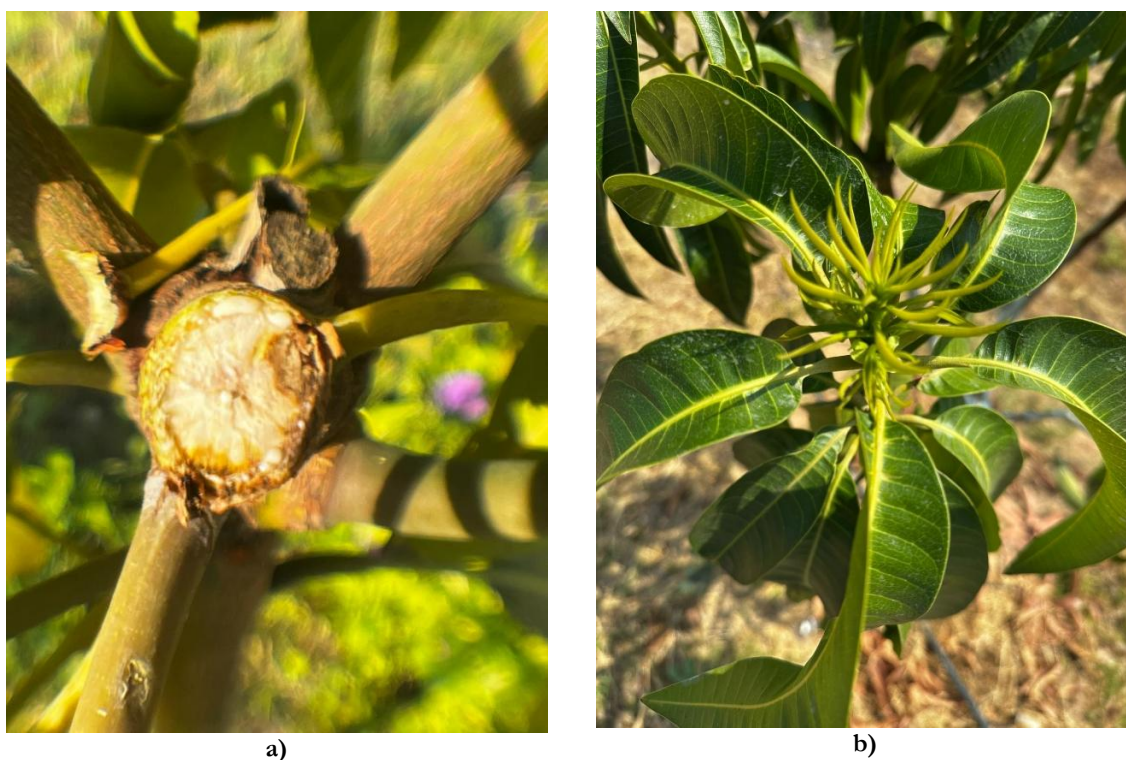


Figura 1. a) Corte transversal del tallo de un árbol de mango Tommy Atkins de 3 años, con incidencia de Escoba de Bruja que presenta un taponamiento en el sistema vascular por *Fusarium* spp., con manejo agronómico convencional. **b)** Mismo árbol antes de realizar el corte, presenta deformación en el ápice en forma de escoba. Municipio de Múgica, Michoacán, México. Foto Dr. José Mario Miranda Ramírez, TecNM-ITSA.



Figura 2. Malformación floral en árbol de mango Tommy Atkins con manejo agronómico convencional en el municipio de Múgica, Michoacán, México. Foto Dr. José Mario Miranda Ramírez, TecNM-ITSA.

Por su parte, García-López et al. (2020) reportaron que el cultivar Ataulfo es tolerante a *Fusarium subglutinans* y *F. mexicanum*, mientras que Haden y Mallika son altamente susceptibles, esto sustentado en que el período de incubación antes de los síntomas típicos de malformación vegetativa fue mayor en ‘Ataulfo’ (267 días) que en el resto de los cultivares (168 y 198 días). Además, ‘Ataulfo’ mostró la menor incidencia (23.3%) en comparación con Haden y Mallika, que presentaron los valores más altos (80.0 días y 93.3%) en severidad.



Figura 3. Síntomas de malformación en inflorescencias en desarrollo (izquierda) y estado final de la malformación floral (derecha). municipio de Múgica, Michoacán, México. Foto Dr. Mario Alberto Miranda Salcedo, CAEVA-INIFAP.

En algunos casos los síntomas pueden ser evidentes desde los primeros estados de desarrollo de las panículas, mientras que, en otros, se nota hasta que las panículas han completado su crecimiento (Figura 3).

Los síntomas finales pueden variar en el grado de deformación y compactación de las inflorescencias, desde totalmente malformadas y muy compactas hasta más abiertas y con porciones de la panícula sin deformar. Es común encontrar algunas pocas espigas malformadas en panículas aparentemente sanas (Prasad et al., 1972).

Por el tamaño y peso que alcanzan las panículas malformadas, el aspecto general de un árbol afectado puede ser de alto impacto visual y en algunos casos sobrevalorado, sobre todo cuando los daños se evalúan después de que las panículas sanas se han desprendido, ya que a similares porcentajes de daño el número de inflorescencias malformadas que quedan adheridas al árbol es directamente proporcional al número total de inflorescencias producidas en cada caso. Ante ello, para hacer una evaluación real de los daños debe considerarse el número total de inflorescencias producidas durante el ciclo reproductivo del árbol. Khan y Khan (1960) proponen utilizar la siguiente relación:

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{Núm. de inflorescencias malformadas} * \% \text{ de inflorescencias malformadas}}{\text{Núm. de inflorescencias (sanas + dañadas)}}$$

Ecuación 1. Evaluación real de los daños.

Descripción y ciclo biológico de *Aceria mangiferae* (Acarina: Eriophyidae)

Con respecto al ácaro de las yemas *Aceria mangiferae* Sayed (Sayed, 1946), es considerado el principal vector del hongo (*Fusarium* sp.), que causa la malformación de agallas e hipertrofia de las yemas con proliferación en tallos del nudo terminal, llamadas “Escoba de Bruja” (Galán-Saúco, 2009). En Michoacán, México el primer reporte escrito de su presencia en tejido malformado fue realizado por Vega-Piña y Miranda-Salcedo (1993).

Existen controversias de que *Aceria mangiferae* juega un papel en la malformación del mango (Summanwar; Raychoudhury, 1968; Denmark, 1983; Ochoa et al., 1994; Singh, 1997; Atencio-Valdespino et al., 2024). Algunos autores lo consideran solamente como vector o “acarreador” de la enfermedad a través de las heridas que causa en las yemas y por donde se pudiera transferir el hongo a la planta (Singh et al., 1961; Nariani; Seth, 1962; Pinkas; Gazit, 1992; Ploetz et al., 1994; Pernezny; Ploetz, 2000; Freeman et al., 2014); mientras que otros lo señalan como agente directo por el daño que ocasiona en las yemas (Hassan, 1944; Narasimham, 1954) y la eventual inoculación de toxinas (Doreste, 1984). La participación directa del ácaro en la manifestación de la malformación, en algunos casos, también había sido descartada debido a fracasos en el control con acaricidas (Ram; Yadav, 1999); sin embargo, algunos reportes han señalado efectividad mediante esta vía (Wafa; Osman, 1972; Yadav, 1972). Actualmente, la participación directa de *A. mangiferae* está siendo retomada. Algunos autores señalan que el ácaro genera la Escoba de Bruja por sí solo, y que en presencia del hongo se genera una asociación con agallas en el tejido afectado

(Ochoa et al., 1990). Este señalamiento está siendo considerado incluso en manuales de manejo del cultivo en otros países (Mosler; Nesheim, 2002).

El ácaro es blanquecino y forma cuneiforme, con el rostro curvado hacia abajo (Denmark, 1983). No es visible a simple vista debido a que su tamaño como adulto apenas alcanza de 225 a 250 micras de longitud (Denmark, 1983; Chin et al., 2002), aunque en sus estados inmaduros puede ser de menor tamaño (Chin et al., 2002). Las dimensiones, en micras, de sus estructuras anatómicas son: rostro 20, seta dorsal 113, tubérculo dorsal 24, primer brazo (desde la base del tronco) 29, tibia 5, tarso 5, mandíbula 8. Presenta un tanosóma abdominal con 58 anillos, y un telosóma con 6 anillos (Denmark, 1983).

El ciclo biológico desde la eclosión hasta que alcanza el estado adulto se completa en alrededor de 6 días (García et al., 1991; Chin et al., 2002). Bajo temperaturas de 26 °C y humedad relativa del 70 %, el estado de huevo dura aproximadamente 5 días y, después de la eclosión, el estado de larva se completa en 3 días, seguido de un período de reposo de 4 horas para pasar al estado de ninfa, el cual a su vez dura 2 días. El estado adulto se inicia después de un segundo periodo de reposo de 12 horas (García et al., 1991).

Aunque no están disponibles muchos estudios sobre esta especie, en otras como *Aceria tulipae* Keifer, se ha determinado que cada individuo puede ovipositar de 12 (Staples; Allington, 1956) hasta 20 huevecillos (Del Rosarid; Sill, 1958) y producir hasta 3 millones de descendientes en 60 días, aunque no toda la descendencia sobrevive (Somsen; Sill, 1970). En este tipo de ácaros, la dispersión ocurre principalmente a través del viento, aunque una vez en la planta pueden movilizarse por sí solos o ser acarreados sobre el cuerpo de otros insectos (Gibson, 1957; Gamliel-Atinsky, 2009).

Aceria mangiferae se puede encontrar tanto en las yemas de brotes aparentemente sanos como en tejido malformado, siendo en este último donde se presentan las mayores poblaciones. En las yemas se localiza, principalmente, entre los primordios foliares medios y periféricos y en menores cantidades en la región meristemática (Figura 3); posiblemente, evitan partes de la yema donde se condensa mayor humedad, como ocurre en los meristemos y el domo (Peña et al., 2005). Los huevecillos son de color hialino y se depositan principalmente en el área pubescente de las escamas foliares, mientras que los estados móviles se concentran en el área basal no pubescente (Peña et al., 2005).

El ácaro *Oligonychus mangiferus* Rhaman y Spra (Acari: Tetranychidae) es la especie asociada al follaje (Lin, 2013; Ayala-Ortega et al., 2019), causa serios daños a las hojas como el enrollado de los bordes y defoliación (Galán-Saúco, 2009). Aunque los árboles no mueren, la fase vegetativa de la enfermedad impide el desarrollo del dosel y la fase floral reduce drásticamente la producción de frutos (Katoch et al., 2019).

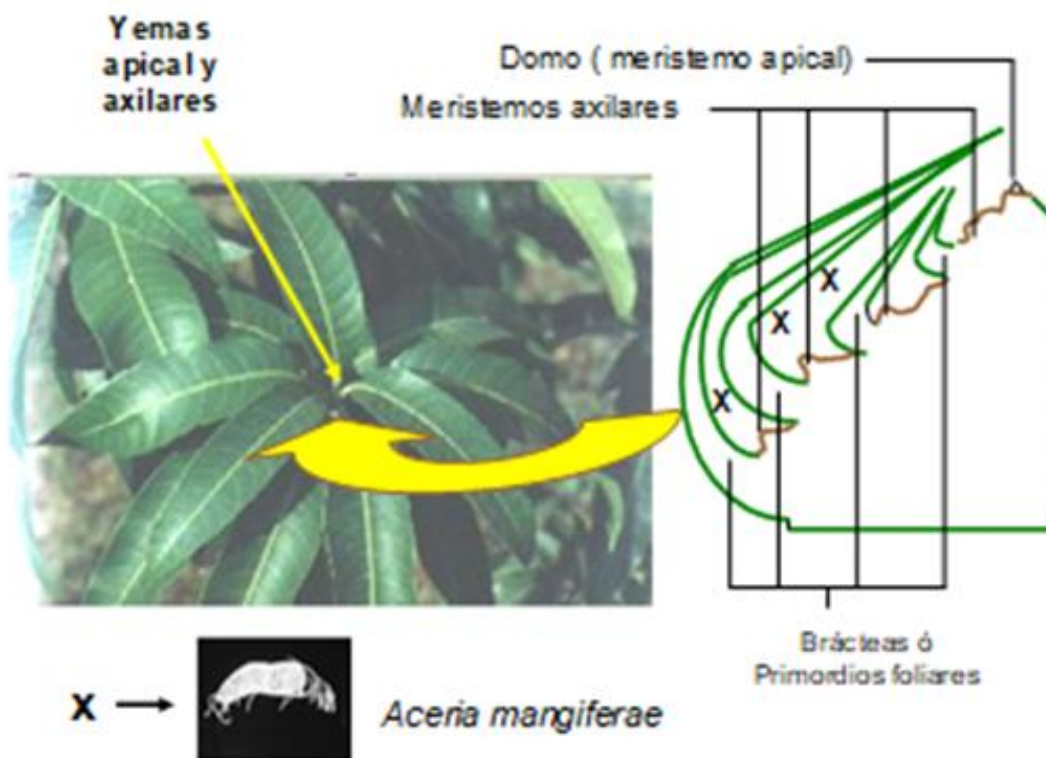


Figura 3. Estructura de una yema de mango (corte longitudinal) y localización de *A. mangiferae*.

Interacción ácaro-malformación

En un mismo árbol, dependiendo del nivel de infestación, se pueden encontrar desde yemas altamente infestadas hasta yemas totalmente libres del ácaro. Su detección se puede realizar mediante disección del tejido y revisión con microscopio y ocular 10x.

En algunos casos, su presencia se asocia con evidencias de necrosis dentro de la estructura de la yema. Algunos autores consideran que esta necrosis puede ser debida a la presencia de algún patógeno (Peña et al., 2005), mientras que otros señalan que también puede ser signo de actividad del ácaro (Alvarado-Ortiz et al., 2004).

Aunque *A. mangiferae* ha sido considerado solamente como vector de *Fusarium* spp., en los últimos años se ha clarificado su relación con la presencia de tejido malformado. Generalmente los mayores porcentajes de malformación floral se asocian con alta infestación por el ácaro, mientras que los más bajos niveles de daño se presentan en huertos con baja densidad poblacional.

Interacción ácaro-fenología del árbol-malformación

Además del clima, la fluctuación poblacional del ácaro a través del año también está influenciada por el número e intensidad de los flujos vegetativos que ocurren en el árbol, los cuales favorecen el crecimiento de sus poblaciones. Flujos muy intensos se acompañan generalmente de fuertes incrementos poblacionales.

Se ha observado, que cuando se inicia una brotación vegetativa el ácaro inicia la colonización de las yemas en los estados juveniles de los nuevos brotes en desarrollo, alcanzando sus máximas poblaciones cuando los brotes llegan a un estado de maduración media (alimonados). Cuando estos brotes maduran completamente, es probable que ya no resulten tan atractivos para el ácaro y entonces migran a nuevas brotaciones, en las cuales se reinicia nuevamente el proceso de colonización y ataque de las nuevas yemas.

Los brotes de mango contienen yemas axilares y terminales, cada una de las cuales está formada, a su vez, por brácteas o primordios foliares, meristemos axilares y meristemo apical o domo.

Bajo condiciones de alta temperatura [Max/Min > 30/20 °C] y humedad en el suelo, o con el estímulo de algunas prácticas de manejo, estas yemas pueden dar origen a un nuevo brote vegetativo; en este caso, las brácteas foliares, los meristemos axilares y el domo, pasan a formar las hojas, las yemas axilares y la yema terminal del nuevo brote, respectivamente. Por otro lado, bajo condiciones de bajas temperaturas, inductivas de diferenciación floral [Max/Min < 20/15 °C], o mediante la aplicación de alguna práctica de inducción, las yemas pueden derivar en la formación de una inflorescencia; en este caso, cada meristemo se constituye en cada una de las cimbras que constituyen la totalidad de la panícula (Figura 4).

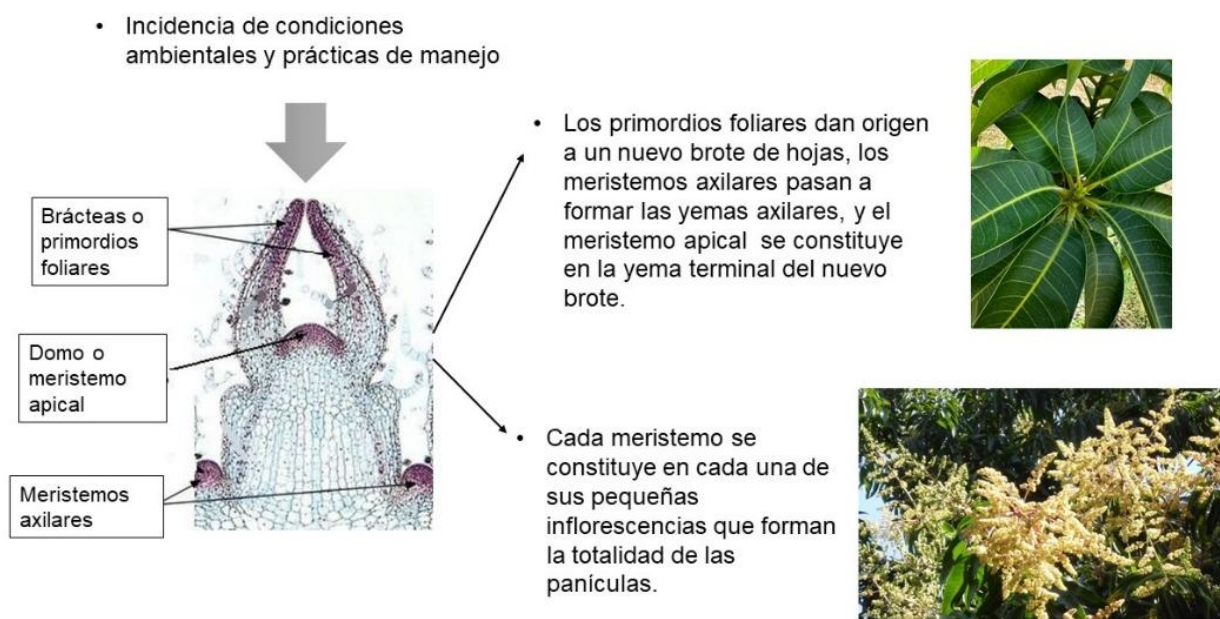


Figura 4. Proceso de brotación de una yema sana.

En algunos casos se pueden activar tanto las estructuras vegetativas como las reproductivas y dar lugar a inflorescencias mixtas vegetativo-reproductivas o reproductivo-vegetativas, dependiendo de la oportunidad en las que se presenten las condiciones climatológicas anteriormente señaladas. Este tipo de inflorescencias se caracterizan por estar acompañadas de estructuras foliares.

Bajo condiciones propicias para crecimiento vegetativo y en presencia del ácaro, cuando principia la brotación, se inicia la colonización de las yemas en formación en el nuevo brote en desarrollo,

alcanzando la máxima población cuando el brote llega a un estado de maduración media; etapas donde posiblemente se inicie asimismo el daño. Una vez que el brote madura, aunque puede ya no encontrarse el ácaro y el brote se encuentre aparentemente sano, probablemente el daño a la yema ya esté presente. Las heridas y la mayor humedad dentro de la estructura de la yema pueden predisponer, o no, al desarrollo de infecciones por *Fusarium*, y posiblemente sea la razón lógica de que no siempre se logre aislar al hongo en tejido malformado, y que aún en tejido sano, aunque en menores porcentajes también se detecte el patógeno, como reportan Ploetz y Gregory (1993) y Noriega-Cantú et al. (1999).

Cuando la yema de un brote maduro ya ha sido dañada, la nueva brotación puede redundar ya sea en malformación vegetativa o floral (Figura 5), dependiendo nuevamente de las condiciones anteriormente señaladas.

- Una vez que el nuevo brote madura, si la yema está dañada, cuando se estimula nuevamente la brotación, se pueden generar brotes vegetativos o inflorescencias mal formadas.

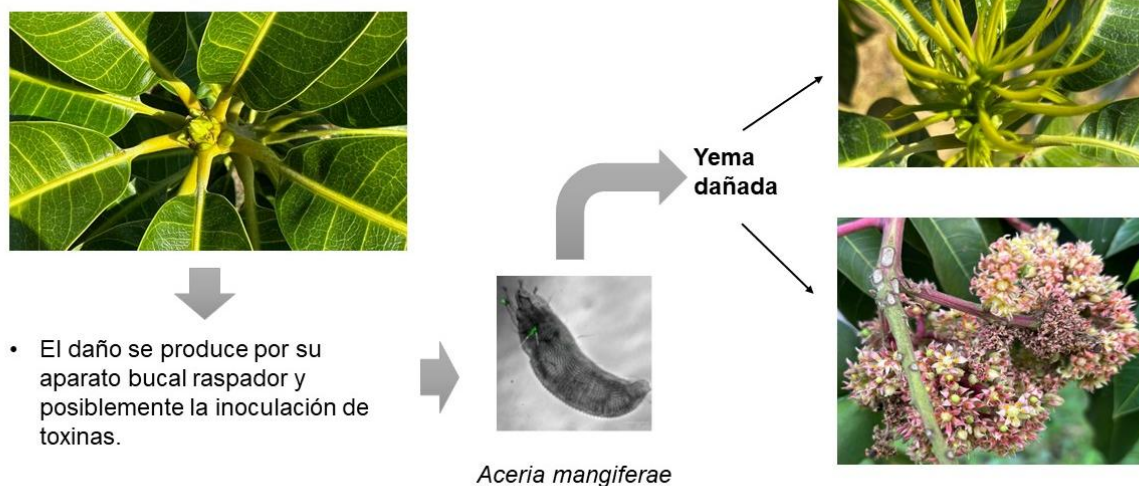


Figura 5. Proceso de brotación de una yema dañada.

En presencia de *Fusarium* los síntomas pueden estar además acompañados con “agallas”. Es posible que la infección ocurra posteriormente en brotes previamente dañados por el ácaro, o que se presente de manera simultánea con la infestación por el ácaro en brotaciones que ocurren al inicio de la época de lluvias.

Mientras los nuevos brotes malformados (vegetativos o reproductivos) se desarrollan es común encontrar en ellos poblaciones mucho más altas del ácaro (5 a 6 veces mayores) que en brotes aparentemente sanos. Posiblemente estas estructuras malformadas en estado fresco, se constituyan en los reservorios más importantes de la plaga para posteriores daños, y sea la causa de que se puede dificultar el control del ácaro cuando no se eliminan mediante poda (Mishra, 1995).

Aunque de ninguna manera se descarta la participación de los hongos en la manifestación de síntomas y aunque tampoco se puede concluir si las heridas que causa el ácaro en las yemas ocasionan

por sí solas la manifestación de la malformación o predispone al desarrollo de infecciones; en ambas posibilidades resulta evidente que el control del ácaro puede redundar en una disminución del problema.

PREVENCIÓN Y/O MANEJO DE LA ENFERMEDAD

Se necesita un enfoque integrado en su manejo para la producción sostenible de mango. Los sistemas de manejo integrado de plagas (MIP) se consideran generalmente clave para promover sistemas sostenibles, dado el creciente reconocimiento de los problemas ambientales asociados con la aplicación de plaguicidas sintéticos. Se ha prestado mayor atención a la sustitución de fungicidas sintéticos por nuevas estrategias, como cambios en las prácticas culturales, el uso de agentes de control biológico y compuestos naturales (Haggag et al., 2014).

El manejo de la enfermedad de la malformación puede tener muchas complicaciones debido a los factores que están involucrados: 1) El clima y la variación entre años, 2) El comportamiento irregular en el crecimiento del árbol y la dificultad en identificar los flujos vegetativos importantes que requieren protección, y 3) Las diferencias en el manejo al que se someten los huertos.

Indiscutiblemente que el mejor control se podría lograr con la protección de todos y cada uno de los flujos vegetativos que se presenten en el árbol o mediante la aplicación sistemática y frecuente de acaricidas durante la mayor parte del año. Sin embargo, esas posibilidades pueden ser poco viables por el alto costo que podrían representar. Otra posibilidad es el control solamente en épocas objetivo del año donde se tenga un alto potencial para el crecimiento poblacional del ácaro y donde se produzcan los nuevos brotes en los cuales se producirá la floración del siguiente ciclo. En este caso se contemplan dos alternativas.

La primera alternativa, se fundamenta en el hecho ampliamente documentado por varios autores, de que para la producción de mango se requiere inicialmente promover un crecimiento vegetativo vigoroso y compacto, seguido posteriormente de un periodo de descanso que permita que los brotes inicialmente formados maduren el tiempo suficiente para elevar sus posibilidades de floración, ya sea en forma natural o mediante alguna estrategia de inducción (Pérez-Barraza et al, 2023; Cerda-Ocaranza et al., 2024; Albores-Flores et al., 2024; Santos-Cárdenas et al., 2025). Por otro lado, se apoya en resultados de investigaciones en las cuales se ha podido determinar que se requieren cuando menos de 5 a 7 meses de descanso en el crecimiento del árbol, para lograr la suficiente madurez en los brotes y se pueda, además de lograr la floración, obtener mejores rendimientos de fruta (Davenport, 2007; García-Lozano, 2010).

Esta alternativa considera la posibilidad de estimular y compactar la brotación vegetativa en épocas objetivo para lograr la madurez requerida en la mayoría de los brotes. Esta época depende de la oportunidad con que se quiera lograr la floración: En marzo cuando se quiera la floración en octubre, o a más tardar hasta mayo o junio cuando se desee la floración en diciembre.

Una vez definida la época objetivo, la brotación se puede estimular mediante poda, laboreo del suelo, fertilización, alta frecuencia de riego, aplicación de reguladores de crecimiento u otras sustancias

que promuevan el crecimiento del árbol, etc. Después de realizar las prácticas o combinación de ellas que se hayan seleccionado, cuando la brotación se presente se pueden realizar dos o tres aplicaciones de acaricidas, enfocando el control a los estados juveniles de esos brotes (estados más susceptibles para el ataque por el ácaro).

Posteriormente, y a partir de que los nuevos brotes formados alcancen el color característico de brote “sazón”, se debe intentar detener brotaciones posteriores hasta el momento de la inducción a floración. Para lograr lo anterior, se puede reducir la intensidad y frecuencia de riego, evitar fertilizaciones nitrogenadas adicionales, evitar la realización de podas tardías ó mediante el uso de sustancias inhibidoras de crecimiento, etc.

En este caso, el control que se puede lograr depende de la eficiencia con que se puedan manipular estas etapas y la oportunidad de aplicación de los acaricidas o repelentes de insectos.

La segunda alternativa, consiste simplemente en realizar aplicaciones mensuales de acaricidas o repelentes de insectos durante los meses de marzo a julio, en los cuales generalmente ocurren los flujos vegetativos donde se producen los brotes que darán origen a las inflorescencias del siguiente ciclo. En este caso las aspersiones deberán también enfocarse a los estados juveniles de brotes en flujos vegetativos importantes que se presenten en ese periodo.

Manejo de ácaros y *Fusarium* spp.

La contaminación ambiental por plaguicidas está aumentando debido a su uso para intentar controlar diversas plagas y proteger cultivos agrícolas. Uno de los métodos potenciales para reducir la gravedad de las enfermedades de forma ambientalmente segura es el uso de compuestos naturales. Los compuestos naturales son aquellos productos que no se producen por síntesis química en laboratorios, sino que se encuentran en la naturaleza en sales minerales y agentes biológicos (Haggag et al., 2014).

Para el manejo de los ácaros se recomienda la aplicación de caldo sulfocálcico elaborado con 20 kg de azufre en polvo + 10 kg de cal viva, hervir en 100 L de agua por 45 minutos, dejar enfriar y colar para poder aplicar al follaje asperjado en dosis de 2% (Restrepo-Rivera; Hansel, 2006).

También se pueden combatir con azufre en dosis de 300 mL por cada 100 L de agua y no aplicar en 15 días posteriores aceites (Quintero-Sánchez et al., 2011).

Igualmente, Pal (2024), reportó que con la aspersión al follaje de azufre en polvo humectable al 80%, en dosis de 2 g L⁻¹, se pueden obtener buenos resultados. De 16.56 ácaros por brote en muestreo previo, y a los 15 días posteriores a la aplicación, encontró una disminución en la población de *A. mangiferae* a 1.28 ácaros por brote en promedio y registrando una longitud máxima en crecimiento en los brotes florales.

Análogamente, Abou-Awad et al. (2011) estudiaron el manejo de poblaciones de ácaros mediante plaguicidas y evaluaron la infestación que causa el ácaro *Aceria mangiferae* Sayed [ácaro del brote floral del mango] y *Metatulus mangiferae* (Attiah) [ácaro de la roya del mango] en un huerto abandonado de mango

en el cv. “Alphonso”. Reportaron que la abamectina (Vertimec 1.8 % CE a razón de 794 g/ha) asperjada al follaje, es un control prometedor contra los ácaros eriófidos del mango. Causó una reducción del 95 % y del 97 % en las poblaciones de *A. mangiferae* y *M. mangiferae* en brotes u hojas, respectivamente, durante los 35 días posteriores a las aplicaciones.

Aunado a lo anterior, para evitar la propagación del hongo como medida preventiva, se recomienda la desinfección de las herramientas utilizadas para la eliminación de la escoba de bruja sumergiendo en alguna solución de fungicida de contacto como el Captan, Mancozeb de 3.0 a 5.0 g por L de agua o yodo al 5 % alternando en cada corte de árbol a árbol (Figura 6).



Figura 6. Árbol de mango Tommy Atkins en floración, sin daño de escoba de bruja en las panículas, con manejo agronómico sustentable en el municipio de Múgica, Michoacán, México. Foto Dr. José Mario Miranda Ramírez, TecNM-ITSA.

El control biológico mediante antagonistas para reducir el uso de fungicidas químicos en un sistema de manejo integrado de enfermedades de las plantas ofrece una alternativa eficaz para controlar enfermedades (Haggag et al., 2014). Es por ello que, una buena alternativa es el uso de *Trichoderma harzianum* para el manejo de agentes causales (*Fusarium* spp.) de la enfermedad Escoba de Bruja del Mango. Los resultados se reflejan hasta al segundo año después de su aplicación (Figura 7).



Figura 7. Mango Ataulfo cultivado de manera orgánica, antes de cosecha en la localidad “El Letrero”, municipio de Múgica, Michoacán, México. Foto Dr. José Mario Miranda Ramírez, TecNM-ITSA.

De ahí que, Michel-Aceves et al. (2013) evaluaron *T. barzianum* con dos cepas nativas, Thzn-2 y Thzcf-12 en 1×10^8 conidios viables por g^{-1} en ambas, el producto comercial *T. lignorum* (MYCOBAC®) 2×10^7 conidios viables por g^{-1} comparados con Benomilo (BENLATE®) con 150 g; Benzotiazol + Metilen bistiocianato (BUSAN®) 200 mL y un testigo contra *Fusarium oxysporum* y *F. subglutinans* en mango Haden con 20 años de edad, en etapa de diferenciación floral y en una huerta comercial durante dos ciclos (dos años). Como punto de referencia realizaron una ligera poda fitosanitaria para eliminar inflorescencias y ramas vegetativas afectadas por la “escoba de bruja”, esto al inicio de la preparación del huerto (enero). Reportaron el número de inflorescencias sanas y enfermas por m^2 y totales. Los mejores resultados fueron para los microorganismos superando así a los fungicidas (Tabla 1).

Tabla 1. Número de inflorescencias sanas y enfermas por área de copa promedio y por año por m^2 en mango Haden (Tukey $P \leq 0.05$).

Producto	Inflorescencia sanas año 1	Inflorescencias sanas año 2	Inflorescencias promedio	Inflorescencias enfermas año 1	Inflorescencias enfermas año 2	Inflorescencias promedio
Thzn-2	584.59	363.39	473.99a	226.38	171.17	198.78
Thzcf-12	639.58	237.66	438.62ab*	272.44	227.55	250.00
MYCOBAC®	382.51	440.23	411.37ab*	260.18	175.33	217.76
BENLATE®	499.61	195.77	437.69ab*	374.97	213.87	294.42
BUSAN®	354.38	198.82	276.60b	308.99	276.02	292.51
Testigo	510.07	224.6	367.34ab*	472.54	274.45	373.50
Promedio	495.12	276.74	385.94	319.25	223.07	271.16

*Medias entre columnas seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey0.05). Fuente: Michel-Aceves et al. (2013).

Prácticas culturales

Es importante señalar, que las inflorescencias afectadas continúan su crecimiento sin producir fruto hasta el final de la temporada, se marchitan y quedan como masas compactas de color negro que persisten hasta la temporada siguiente (Chávez-Contreras et al., 2001; Katoch et al., 2019). Las medidas de saneamiento adecuadas, incluyendo la eliminación y destrucción de los materiales infectados de malformación del mango, son importantes para prevenir la propagación de la enfermedad (Ploetz, 2007; Shahbaz et al., 2025). La severidad de la enfermedad puede reducirse con base en el saneamiento eliminando la densidad del inóculo dentro de las panículas infectadas y con aplicaciones oportunas de fungicidas efectivos (Freeman et al., 2015), o con microorganismos antagonistas.

Monitoreo y detección oportuna de la enfermedad

Es necesario realizar un monitoreo regular en los huertos de mango, asimismo detectar signos y síntomas de la enfermedad de la malformación del mango a tiempo y brindar un manejo adecuado y oportuno (Li et al., 2021). Un diagnóstico temprano permite la pronta implementación de medidas de control como la poda, o los tratamientos químicos y/o biológicos. Además, conocer los síntomas de la enfermedad contribuye a un manejo agronómico eficaz.

CONCLUSIONES

Este estudio resalta la importancia del mango y destaca la malformación que afecta al cultivo y disminuye su producción. El manejo sustentable de plagas, es una estrategia crucial para la agricultura contemporánea. El manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) involucra la combinación de métodos culturales, biológicos y químicos para reducir los daños causados por estas. Esta metodología permite conocer la interacción ácaro-patógeno-hospedero para realmente evaluar el daño ocasionado y resalta la importancia del monitoreo constante de las poblaciones de plagas y enfermedad. La opción del control biológico y el uso racional de ciertos insecticidas, fungicidas y bactericidas es una buena alternativa que asegura la sostenibilidad del agroecosistema del cultivo de mango.

LITERATURA CITADA

- Abou-Awad, B. A., Metwally, A. S., & Al-Azzazy, M. M. (2011). Environmental management and biological aspects of two eriophyid mango mites in Egypt: *Aceria mangiferae* and *Metaculus mangiferae*. *Acarología*, 51(4): 481-497. <https://hal.science/hal-01600563/document>
- Albores-Flores, V. J., Grajales-Conesa, J., Pérez- Santos, G., Pérez-Escobar, K. J., López-García, J. A., Albores-Flores, C. I. & Utrilla-Vázquez, M. (2024). Miel como inductor de compuestos fenólicos, flavonoides y de crecimiento de fruto de mango var. Ataúlfo. *Tecnología en Marcha*, 37(2): 134-143. <https://doi.org/10.18845/tm.v37i2.6723>

- Alvarado-Ortiz, A. N., Acin, N. & Zamora, J. L. (2004). Crop profile for mangoes in Puerto Rico. USA: National information system for the regional IPM centers.
- Ansari, M. W., Rani, V., Shukla, A., Bains, G., Pant, R. C. & Tuteja, N. (2015). Mango (*Mangifera indica* L.) malformation: a malady of stress ethylene origin. *Physiol Mol Biol Plants*, 21(1): 1-8. <https://doi.org/10.1007/s12298-014-0258-y>
- Atencio-Valdespino, R., Herrera-Vásquez, J. Á., Aguilera-Cogley, V., & Vásquez-Osorio, A. (2024). Perspectiva general de los ácaros fitófagos en mango y marañón. *Revista Científica Guacamaya*, 9(1), 8-24. <https://doi.org/10.48204/j.guacamaya.v9n1.a5762>
- Attiah, H. H. (1955). A new eriophyd mite on mango from Egypt. *Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte*, 39: 379-383. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19570500308>
- Attiah, H. H. (1959). On the discovery of two economic species of eriophyd mites on mango and citrus trees in Florida. *The Florida Entomologist*, 42(4): 189-190. <https://doi.org/10.2307/3492236>
- Ayala-Ortega, J. D. J., Gutiérrez-Cuevas, O. A., Ávila-Val, T. D. C. & Vargas-Sandoval, M. (2019). Identificación del ácaro y el patógeno asociado a la malformación floral de mango en Gabriel Zamora, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(SPE23), 345-350. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i23.2034>
- Betancourt- Resendes, I., Velázquez-Monreal, J. J., Montero-Castro, J. C., Fernández-Pavía, S. P. & Lozoya- Saldaña, H. (2012). *Fusarium mexicanum* causal agent of mango malformation in Jalisco, Mexico. *Revista Mexicana de fitopatología*, 30(2): 115-127. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092012000200002&script=sci_abstract&tlng=en
- Cerda-Ocaranza, M. G., Salgado-Mora, M. G., López-Reyez, D., Aguirre-Cadena, J. F. & Trigueros-Vázquez, I. Y. (2024). Respuesta de la Floración del Mango Ataulfo (*Mangifera indica* L. cv Ataulfo.) A diferentes Dosis de Paclobutrazol, en Huehuetán, Chiapas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4): 774-786. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12319
- Chávez-Contreras, X., Vega-Piña, A., Tapia-Vargas, L. M., & Miranda-Salcedo, M. A. (2001). Mango, manejo y producción en el trópico seco de México. Libro técnico núm 1. Campo Experimental Valle de Apatzingán. CIRPAC-INIFAP. Michoacán, México. 108 pp.
- Chin, D., Brown, H., Brown, G., Pitkethle, Y. R., Conde, B., Owens, G., Kulkarn, V. & Smith, S. (2002). Pests, diseases and disorders of mangoes in the Northern Territory -An illustrated field guide. Department of Business, Industry and Resource Development, Northern Territory Government, Australia. 98 pp. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20023188150>
- Davenport, T. L. (2007). Reproductive physiology of mango. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19: 363-376. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400007>

- Del Rosarid, M. S. & Sill, W. H. (1958). A method of rearing large colonies of an eriophyd mite, *Aceria tulipae* (Keifer), in pure culture from a single egg or adult. *Journal of Economic Entomology*, 51(3): 303-306. <https://doi.org/10.1093/jec/51.3.303>
- Denmark, H. (1983). *Eriophyes mangiferae* (Sayed) a pest of mango (Acarina: Eriophyidae). Entomology Circular, Plant Industry Division, Florida Department of Agriculture and Consumer Services. 254(12): 1-2. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19840510801>
- Doreste, S. E. (1984). Información sobre el eriófido del mango, *Eriophyes mangiferae* (Sayed), en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela*, 13: 91 -100. <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=9184490>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2026). Statistical database. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> .
- Freeman, S., Shtienberg, D., Maymon, M., Levin, A.G. & Ploetz, R. C. (2014). New insights into the epidemiology of mango malformation disease lead to a new integrated management strategy for subtropical environments. *Plant Disease*, 98 (11): 1456-1466. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-14-0679-FE>.
- Freeman, S., Gamliel-Atinsky, E., Maymon, M., Shtienberg, D. & Youssef, S. (2015). Enfermedad de malformación del mango: etiología, epidemiología y manejo. *Acta Horticulturae*. 1075: 207-214. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1075.23>
- Galán-Saúco, V. (2009). El cultivo del mango (Segunda Edición). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Gamliel-Atinsky, E., Freeman, S., Sztejnberg, A., Maymon, M., Ochoa, R., Belausov, E., & Palevsky, E. (2009). Interaction of the mite *Aceria mangiferae* with *Fusarium mangiferae*, the causal agent of mango malformation disease. *Phytopathology*, 99(2): 152-159. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-99-2-0152>
- García, R. J. S., Sánchez, G. M. C. & Espinosa, C. L. O. (1991). Identificación de los eriófidos asociados con la “escoba de bruja” del mango (*Mangifera indica* L.) y ciclo biológico de la especie más común. Memorias. XXVI Congreso Nacional de Entomología. Veracruz, Ver., México. p 59.
- García-López, E., Téliz-Ortiz, D., Villegas-Monter, Á., Hernández-Castro, E., Valdovinos-Ponce, G. & Mora-Aguilera, J. A. (2020). Tolerance of five mango cultivars to malformation disease in Mexico. *Journal of Plant Pathology*, 102(4): 1145-1151. <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00592-5>
- García-Lozano, J. (2010). Fenología del cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) en el alto y bajo Magdalena: bases conceptuales para su manipulación. Colombia: Corpoica. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13003>
- Gibson, W. W. (1957). Observations on the wheat curl mite, *Aceria tulipae* (K.), (Acarina, Eriophyidae) on wheat and sorghum sprouted under ripening wheat. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 30(1): 25–28. <http://www.jstor.org/stable/25082223>

- Haggag, W. M., Shabaan, A. M., Nasr, A. K. & Abd El-Salam, A. M. E. (2014). Integrated pest management for sustainable mango production. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 29(2): 276-282.
- Hassan, A. S. (1944). Notes on *Eriophyes mangifera* SN (Acarine). nov. *Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte*, 28: 179-180. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19460500038>
- Khan, M.D. & Khan, A.H. (1960). Studies on malformation of mango inflorescence in West Pakistan. *Punjab Fruit J.* p 247-258.
- Katoch, P., Katoch, A., & Dangi, B. (2019). An overview on mango malformation and the potential approaches to their management. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4): 621-626. <https://www.phytojournal.com/archives/view-pdf/8986/8-3-40>
- Kumar, J., Singh, U. S. & Beniwal, S. P. S. (1993). Mango malformation: one hundred years of research. *Annual Journal of Phytopathology*, 31(1): 217-232. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.31.090193.001245>
- Kumar, A., Bhuj, B. D., Ram, S. & Singh, C. P. (2021). Mango malformation: etiology and preventive measures, *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 25(6): 8025-8058. <http://annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/6995>
- Li, D., Song, Z., Quan, C., Xu, X. & Liu, C. (2021). Recent advances in image fusion technology in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 191: 106491. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106491>
- Lin, M. Y. (2013). Temperature-dependent life history of *Oligonychus mangiferus* (Acari: Tetranychidae) on *Mangifera indica*. *Experimental and Applied Acarology*, 61: 403-413. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10493-013-9716-4>
- Marasas, W. F. O., Ploetz, R. C., Wingfield, M. J., Wingfield, B. D. & Steenkamp, E. T. (2006). Mango malformation disease and the associated *Fusarium* species, *Phytopathol*, 96: 667-672. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0667>
- Michel-Aceves, A. C., Otero-Sánchez, M. A., Díaz-Castro, A., Martínez-Rojero, R. D., Ariza-Flores, R., & Barrios-Ayala, A. (2013). Biocontrol de la "Escoba de Bruja" del campo, con *Trichoderma* spp., en condiciones de campo. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 31(1): 1-12. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092013000100001&script=sci_arttext
- Mishra, D. N. & Das, T. K. (1995). Efficacy of some pesticides and plant hormones in the control of mango bud mite and its impact on various growth characters. *Environment and Ecology*, 13(2): 354-360. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19961101445>
- Molina-Cárdenas, L., López-Urquidez, G. A., Amarillas-Bueno, L. A., Vega-Gutiérrez, T. A., Tirado-Ramírez, M. A., Velázquez-Alcaraz, T. D. J., Velarde-Félix, S. & López-Orona C. A. (2021). Mango malformation disease caused by *Fusarium neocosmosporiellum* in Mexico. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 43: 714-721. <https://doi.org/10.1080/07060661.2021.1880483>

- Montoya-Martínez, A. C., O'Donnell, K., Busman, M., Vaughan, M. M., McCormick, S. P., Santillán-Mendoza, R., Pineda-Vaca, D., Clapes-Garduño, L., Fernández-Pavía, S. P., Ploetz, R. C., Benítez-Malvido, J., Montero-Castro, J. C. & Rodríguez-Alvarado, G. (2022). Weeds harbor *Fusarium* species that cause malformation disease of economically important trees in Western Mexico. *Plant Disease*, 106(2): 612-622. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-21-1339-RE>
- Mosler, A. M. and Nesheim, N. (2002). Florida Crop / Pest Management Profile: Mango. Document CIR 1401. University of Florida. IFAS Extensión.
- Muthukumar, M., Bajpai, A., Soni, S. K., Singh, S. K., Bajpai, Y. & Kumar, S. (2025). Identifying the causal agent of floral malformation as *Fusarium* complex using metagenomic and metabolomic approaches, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 136: 102556. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2024.102556>
- Narasimham, M. J. (1954). Malformation of panicles in mango incited by a species of *Eriophyes*. *Current Science*, 23: 297-298.
- Nariani, T. K. & Seth, M. L. (1962). Role of Eriophyd mites in causing malformation disease of mango. *Indian Phytopathol*, 15 (3-4): 231-234 <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19641101365>
- Noriega-Cantú, D. H., Téliz, D., Mora-Aguilera, G., Rodríguez-Alcazar, J., Zavaleta-Mejía, E., Otero-Colinas, G., & Campbell, C. L. (1999). Epidemiology of mango malformation in Guerrero, Mexico, with traditional and integrated management. *Plant Disease*, 83(3): 223-228. <https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.3.223>
- Noriega-Guzmán, R., & González-Hurtado, P. E. (2022). Aplicación de procesamiento de imágenes RGB (Back-End) para la detección de la enfermedad “Escoba de la bruja” IAFRUT. *Revista Foro de Estudios sobre Guerrero*, 9(2): 24-29. <https://revistafesgro.cocytieg.gob.mx/index.php/revista/article/view/53>
- Ochoa, R., Aguilar, H. & Sanabria, C. (1990). Ácaros fitoparásitos asociados al cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas*, 16: 32-37. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10929>
- Ochoa, R., Aguilar, H. & Vargas, C. (1994). Phytophagous mites of Central America: an illustrated guide. Technical Series, Technical Manual no. 6. Editor CATIE: Turrialba, Costa Rica. 234 pp.
- Otero-Colina, C. G., Rodríguez, A. G, Fernández, P. S., Maymon, M., Ploetz, R. C., Aoki, T. & Freeman, S. (2010). Identification and characterization of a novel etiological agent of mango malformation disease in Mexico, *Fusarium mexicanum* sp. nov. *Phytopathology*, 100(11): 1176-1184. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-10-0029>
- Pal, R. (2024). An investigation on role of *Aceria mangiferae* (Acari: Prostigmata) for formation of mango malformation [Doctoral dissertation], Agricultural Entomology, Bidhan Chandra Krishi

- Viswavidyalaya, Mohanpur, Nadia-741252. <https://krishikosh.egranth.ac.in/items/6258d611-a253-43cf-8bbd-3ca0c401333d>
- Peña, J. E., Palevsky, E., Otero-Colina, G., Ochoa, R. & Meister, C. W. (2005). Mango bud mite, bionomics and control of *Aceria mangiferae* under Florida conditions. In *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 118: 228-234.
- Pérez-Barraza, M. H., Santos-Cárdenas, M. V., Álvarez-Bravo, A., Cano-Medrano, R., & González-Acuña, I. J. (2023). Avances recientes en inducción floral, desarrollo de fruto y cuajado en mango (*Mangifera indica* L.). *Acta Horticulturae*, 1415: 265-278. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2025.1415.32>
- Pernezny, K. & Ploetz, R. C (2000). Some common mango diseases in Florida. Center for Tropical Research and Education. University of Florida. Homestead, USA.
- Pinkas, Y. & Gazit, S. (1992). Mango malformation - control strategies. 4th. Int. Mango Symp. Miami, USA. 5-10 July. p. 22.
- Ploetz, R. C. & Gregory, N. F. (1993). Mango malformation in Florida: Distribution of *Fusarium subglutinans* in affected trees, and relationship among strains within and among different orchards. *Acta Horticulturae*, 341: 388 - 394. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.341.43>
- Ploetz, R. C., Zentmyer, G. A., Nishijima, W. T., Rohrbach, K. G. & Ohr, D., eds. (1994). Compendium of Tropical Fruit Diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Ploetz, R. C. (2001). Malformation: a unique and important disease of mango, *Mangifera indica* L. In B. A. Summerell, J. F. Leslie, D. Backhouse, W. L. Bryden and L. W. Burgess (eds), *Fusarium*: Paul E. Nelson Memorial Symposium (St Paul: APS Press), pp. 233- 247. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20013135878>
- Ploetz, R. C. (2007). Diseases of tropical perennial crops: challenging problems in diverse environments. *Plant Disease*, 91(6), 644–663. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-91-6-0644>
- Prasad, A., Nirwan, R. S. & Singh, S. (1972). Mango malformation – A review of work done at the Horticultural Research Institute, Saharanpur, India. *Acta Horticulturae*, 24: 229 -231. https://www.actahort.org/books/24/24_42.htm
- Quintero-Sánchez, R., Gioanetto, F. & Díaz-Vilchis, J. T. (2011). El cultivo de mango orgánico. Morelia Michoacán, México: Ediciones Michoacanas, S. A.
- Raina, K. & Ram, S. (1991). Occurrence of malformin - like substances in malformed mango seedling. *Acta Horticulturae*, 291: 272-278. https://www.actahort.org/books/291/291_30.htm
- Ram, S. (1991). Horticultural aspects of mango malformation. *Acta Horticulturae*, 291: 235-252. https://www.actahort.org/books/291/291_27.htm
- Ram, S. & Yadav, V. K. (1999). Mango malformation: a review. *Journal of Applied Horticulture* (Lucknow), 1(1): 70-78. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19990312973>

- Restrepo-Rivera, J. & Hansel, J. (2006). Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y panes de piedra. Cd. Mx., México: Secretaría del Medio Ambiente.
- Román-Román, L., Vega-Gutiérrez, T. A., Tirado-Ramírez, M. A., Cázarez-Flores, L. L., Molina-Cárdenas, L. & Rojo-Báez, I. (2025). Caracterización morfológica y molecular de *Fusarium incarnatum* asociado a la Malformación del Mango (*Mangifera indica*) en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 43(2): 1-8. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2407-1>
- Santillán-Mendoza, R., Pineda-Vaca, D., Fernández-Pavía, S. P., Montero-Castro, J. C., Goss, E. M., Benítez-Malvido, J., & Rodríguez-Alvarado, G. (2019). Genetic diversity of *Fusarium mexicanum*, causal agent of mango and big-leaf mahogany malformation in Mexico. *Molecular Biology Reports*, 46(4): 3887-3897. <https://doi.org/10.1007/s11033-019-04832-5>
- Santos-Cárdenas, M. V., Pérez-Barraza, M. H., Alejo-Santiago, G., Aburto-González, C. A. & Arrieta-Ramos, B. G. (2025). La poda modifica brotación vegetativa y proceso de floración en mango 'Ataulfo'. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16(1): 1-12. e3264. <https://doi.org/10.29312/remexca.v16i1.3264>
- Sayed, M. T. (1946). *Aceria mangiferae* nov. spec. (*Eriophyes mangiferae* Hassan MS) (Acarina-Eriophyidae). *Bulletin de la Société Fouad Premier d'entomologie*, 30: 7 – 10. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19480500659>
- Secretaría de Desarrollo Rural - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SADER-SIAP]. (2026). Anuario estadístico de la producción agrícola 2023 en México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Shahbaz, M., Seelan, J. S. S., Abasi, F., Fatima, N., Mehak, A., Raza, M. U., Raja, N. I. & Proćków, J. (2025). Nanotechnology for controlling mango malformation: a promising approach. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 43(5), 2610-2630. <https://doi.org/10.1080/07391102.2024.2312449>
- Singh, L. B., Singh, S. M. & Nirvan, R. S. (1961). Studies on mango malformation: I Review, symptoms, extent, intensity and cause. *Horticulturae Advance*, 5: 197-207.
- Singh, Z. & Dhillon, B. S. (1989). Presence of malformin-like sustances in malformed floral tissues of mango. *Journal of Phytopathology*, 125(2): 117-123. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19891132203>
- Singh, P. K. (1997). Biology of some mites associated with mango malformation. M.Sc. Thesis. Departament of Entomology, N. D. University of Agriculture and Technology, India. 50 p.
- Somsen, H. W. & Sill, W. H. (1970). The wheat curl mite, *Aceria tulipae* Keifer, in relation to epidemiology and control of wheat streak mosaic. Kansas Agricultural Experiment Station. Research Publication 162. 24 p. <https://extension.k-state.edu/historicpublications/pubs/STB162.pdf>

- Staples, R. & Allington, W. B. (1956). Wheat streak mosaic in Nebraska and its control. Research Bulletin: Nebraska Agricultural Experiment Station Bulletin No. 178. 40 p.
<https://digitalcommons.unl.edu/ardhistrb/198/>
- Summanwar, A. S. & Raychoudhury, S. P. R. (1968). The role of the Eriophyid mite (*Aceria mangiferae*) in the causation of mango malformation. *Indian Phytopathol*, 21(4): 463-464.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19729502102>
- Vega-Piña, A. & Miranda-Salcedo, M. A. (1993). Distribución, incidencia y severidad de la escoba de bruja del mango (*Mangifera indica* L.) en el Valle de Apatzingán, Mich. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 11: 1-4.
- Wafa, A. K. & Osman, A. A. (1972). Control of mango bud mite, *Aceria mangiferae* Sayed, on mango trees in Egypt (Acarina). *Bulletin of the Entomological Society of Egypt. Economic Series*, 6: 231-238.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19740517214>
- Watt, G. (1891). A Dictionary of Economic Products of India (Calcutta: Government Printing Press).
https://assets.cambridge.org/97811080/68734/excerpt/9781108068734_excerpt.pdf
- Yadav, T. D. (1972). Role of mango bud mite *Aceria mangiferae* Sayed in mango malformation. *Acta Horticulturae*, 24: 238. https://www.actahort.org/books/24/24_46.htm
- Zakaria, L. (2023). *Fusarium* species associated with diseases of major tropical fruit crops. *Horticulturae*, 9(3): 322. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030322>

A

áfidos, 49, 53, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 64
 Algodonero, 70, 72, 89, 98
Alona guttata, 118, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131

B

Bemisia tabaci, 70, 71, 73, 74, 87, 88
 Bioacumulación, 123, 124, 128

C

Conotrachelus dimidiatus, 7, 8, 9, 10
 Conservación, 70
 Control Biológico, 48, 70
Cyclocephala lunulata, 7, 8, 11, 12

E

escoba de bruja, 24, 37, 38, 39
 Establos, 99

G

guayaba, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17

H

Haematobia irritans, 99, 100, 102, 103, 104

L

Lecane papuanna, 118

M

Mangifera indica, 24, 26
 Mango, 24, 28, 38, 39
Meloidogyne incognita, 7, 14
 Moscas, 99, 102, 105
 Mosquita Blanca, 70, 71
Musca domestica, 99, 100, 102, 103, 105

N

Nogal, 48, 51, 53, 54
 nuez, 49, 50, 58

P

Pestalotiopsis clavispora, 7
 plaguicidas, 117, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 127, 129

S

Stomoxys calcitrans, 99, 100, 102

T

toxicidad letal, 118, 127, 130

Z

zooplancton, 118, 126, 127, 128, 132

Los compiladores



Dr. Ernesto González Gaona

Investigador Titular del Programa de Sanidad Forestal y Agrícola del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, adscrito al Campo Experimental Pabellón en Aguascalientes desde 1984, Miembro del SNII Nivel 1. Líneas de Investigación: Manejo orgánico biológico de plagas y enfermedades en Guayaba, Nopal, Vid, Maíz, así como plagas forestales con énfasis en defoliadores de la familia Diprionidae.



Dr. Ignacio Orona Castillo

Profesor Investigador de Tiempo Exclusivo de la Universidad Juárez del Estado de Durango, adscrito a la Facultad de Agricultura y Zootecnia, ubicada en el ejido Venecia, Gómez Palacio Durango desde 2006. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Líneas de Investigación: Economía de los Recursos Naturales y Comercialización de Productos Agropecuarios.



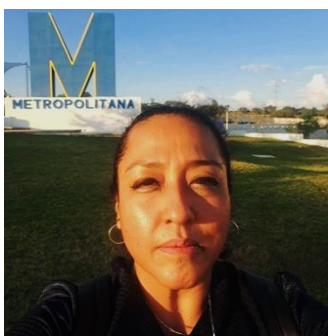
Dr. Urbano Nava Camberos

Profesor Investigador de tiempo completo de la Universidad Juárez del Estado de Durango, adscrito a la Facultad de Agronomía y Zootecnia, ubicada en el ejido Venecia, Gómez Palacio, Durango. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II. Líneas de investigación: Manejo Integrado de Plagas en cultivos forrajeros, hortícolas, frutícolas y algodónero.



Dr. Manuel Fortis Hernández

Profesor-Investigador en el Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Torreón, en Torreón, Coahuila desde el año 1992. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Líneas de investigación: Manejo sustentable de los recursos agronómicos y agricultura protegida.



Dra. Lucila Perales-Aguilar

Profesora Investigadora de tiempo parcial del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga (ITPABE) y de la Universidad Tecnológica Metropolitana de Aguascalientes (UTMA). Miembro activo de la Red Internacional de Biotecnología y Estrategias Innovadoras para la Seguridad Alimentaria Global (BioSecuraNet). Líneas de investigación sobre Biotecnología Agropecuaria y desarrollo de tecnologías amigables con el ambiente, para la conservación de la biodiversidad y el manejo ecológico de plagas y enfermedades.

Ante los desafíos críticos de la seguridad alimentaria y la degradación ambiental, esta obra reúne estrategias avanzadas para una gestión sostenible y orgánica como alternativa a la dependencia de agroquímicos sintéticos. Mediante estudios de caso que abarcan desde el control de la escoba de bruja en el cultivo de mango y las plagas en los huertos de guayaba, hasta el control biológico mediante la conservación de la mosca blanca en el algodón y la gestión sanitaria en el sector ganadero, el libro demuestra la viabilidad de sistemas agrícolas resilientes. Con una sólida base técnica y científica, el texto ofrece a productores, académicos y técnicos herramientas prácticas para la transición hacia un modelo de producción que equilibre la productividad, la viabilidad económica y el respeto esencial por la integridad de los ecosistemas.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br