

# El Nopal

principales plagas y enfermedades  
del Nopal en México



Catarino Perales Segovia  
Ernesto González Gaona  
Ofelda Peñuelas Rubio  
Jaime Mena Covarrubias  
Lucila Perales Aguilar  
Leandris Argente Martínez

Compiladores



Pantanal Editora

2024

**Catarino Perales Segovia**  
**Ernesto González Gaona**  
**Ofelda Peñuelas Rubio**  
**Jaime Mena Covarrubias**  
**Lucila Perales Aguilar**  
**Leandris Argente! Martínez**  
Compiladores

# **El Nopal: principales plagas y enfermedades del nopal en México**



Pantanal Editora

2024

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu  
Prof. Dra. Allys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña  
Prof. 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  
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. MSc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira  
Prof. 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. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez  
Prof. 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  
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira  
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Prof. Dra. Patrícia Maurer  
Prof. 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*)  
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira  
Prof. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

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  
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  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

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

Ficha Catalográfica

**Catálogo na publicação**  
**Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

N821

El Nopal: principales plagas y enfermedades del nopal en México / Organizadores Catarino Perales-Segovia, Ernesto González-Gaona, Ofelda Peñuelas Rubio, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024. 80p.

Outros organizadores: Jaime Mena Covarrubias, Lucila Perales Aguilar, Leandris Argente Martínez.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-20-4

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756204>

1. Plagas agrícolas. I. Perales-Segovia, Catarino (Organizador). II. González-Gaona, Ernesto (Organizador). III. Argente-Martínez, Leandris (Organizador). III. Título.

CDD 632.3

Índice para catálogo sistemático

I. Plagas agrícolas



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da 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](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## Prologo

---

El Nopal, una de las plantas emblemáticas de México, cuyos usos y costumbres de su utilización han perdurado desde tiempos prehispánicos, no ha recibido la mejor atención y es considerado como una planta “Rustica”. Su producción se ve afectada por diversos organismos, tanto plagas como enfermedades, que causan daños a la integridad de la planta, así como a los productos obtenidos como nopalitos y tunas. En el presente escrito, se presenta información útil para identificar y manejar de manera segura y amigable con el ambiente a estos organismos para reducir sus poblaciones por debajo del umbral económico y evitar los daños ocasionados. Además, para contribuir al conocimiento sobre alternativas que sustituyan a los plaguicidas sintéticos para el control de estas plagas, en busca de producir de manera inocua para contribuir al incremento de la seguridad alimentaria nacional.

Ente las Instituciones que han colaborado con la publicación del documento se encuentran como parte de la Secretaría de Educación Pública, el Tecnológico Nacional de México (TECNM), con su Director General, el Maestro Ramón Jiménez López, el Dr. Gaudencio Lucas Bravo como Secretario Académico de Investigación e Innovación y el Dr. Jesús Olayo Lortia, Director de Posgrado, Investigación e Innovación (DEPII-TECNM). Además de Profesores Investigadores del Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, I. T. Valle del Yaqui e I.T. Superior de Apatzingán, que participaron como editores y autores.

Por parte de la Secretaria De Agricultura Y Desarrollo Rural (SADER), el Dr. Luis Ángel Rodríguez del Bosque, Encargado de despacho del Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias (INIFAP), el Dr. José A. Cueto Wong, Director Regional del Centro De Investigación Regional Norte Centro, y el Dr. Luis Reyes Muro Director de Coordinación y Vinculación en Aguascalientes. Incluyendo como autores y editores a destacados Investigadores de los Campos Experimentales de Pabellón de Arteaga, Ags., Calera, Zac., Apatzingán, Mich. y Santiago Ixcuintla, Nay.

Los compiladores

## Sumario

---

<b>Prologo.....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I.....</b>	<b>7</b>
Principios del manejo de plagas insectiles.....	7
<b>Capítulo II .....</b>	<b>22</b>
Plagas insectiles del Nopal y su control.....	22
<b>Capítulo III.....</b>	<b>59</b>
Principios del manejo de enfermedades.....	59
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>67</b>
Principales enfermedades del Nopal.....	67
<b>Índice .....</b>	<b>78</b>
<b>Sobre los compiladores.....</b>	<b>79</b>

## Principios del manejo de plagas insectiles




Picudo de la penca del nopal afectado por hongos entomopatógenos. Foto: Dr. Jaime Mena Covarrubias, INIFAP-CEZAC

## Capítulo III


### Principios del manejo de enfermedades

Recibido em: 01/12/2023

Aceito em: 08/02/2024


 10.46420/9786585756204cap3

Rodolfo Velásquez Valle 

Ernesto González Gaona 

Catarino Perales-Segovia 

Mario Alberto Miranda Salcedo 

Lucía Perales Aguilar 

Olga Lidia Rivera Dávila 

Una enfermedad se puede considerar como una alteración de un proceso o actividad metabólica de un organismo provocada por un organismo patógeno o la presencia de condiciones ambientales desfavorables para la planta (Sarasola & Rocca, 1975; Agrios, 1985). La mayoría de las enfermedades del nopal se han asociado con malas prácticas de manejo, ya sea durante el establecimiento, desarrollo del cultivo o en la cosecha. Sward (2009) menciona que en el manejo de enfermedades, "la prevención es mejor que la cura" y señala cuatro estrategias: exclusión/prevenición, erradicación/reducción del inóculo, protección y resistencia genética. Son estos los mismos aspectos en los que demandan acompañamiento técnico los productores de nopal (García-Herrera et al., 2003), no obstante, son pocos los que acuden a las convocatorias de capacitación y de divulgación científica (Riojas-López & Fuentes-Aguilar, 2006).

La exclusión es la primera barrera para impedir que un agente infeccioso sea introducido en una zona de producción; se logra al establecer medidas fitosanitarias de cuarentena estrictas para regular la importación de material vegetativo y fruta de un país donde existe la enfermedad hacia otro donde no se presenta. Este tipo de barreras las imponen los organismos de sanidad vegetal de cada país, que en México corresponde al SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria).

Un ejemplo de esto es el caso de *Cactoblastis cactorum*, un insecto utilizado en el control biológico de nopales en Australia (Nobel, 1998; Hosking et al., 1994) que se convirtió en plaga de nopales en el Caribe (Van Driesche et al., 2007) y que ya se encuentra en Florida y Quintana Roo (Johnson & Stiling, 1996; Pestalert.org, 2009; Nature Conservancy, 2010). Este insecto pone en riesgo a los nopales de México, ya que es una plaga de nopales del hemisferio sur (Dodd, 1940; Zimmermann et al., 2000) y es posible que en nuestro país no existan los agentes de control natural para regularla. Por si misma *C. cactorum* tiene una dispersión limitada; sin embargo, la dispersión que realiza el hombre al trasladar material infestado, es la causa de su dispersión a larga distancia y es aquí donde deben funcionar las cuarentenas



fitosanitarias en el traslado de cactáceas ornamentales ya que en ellas pueden estar los huevecillos de la plaga que asemejan a una espina y pueden pasar inadvertidos (Myers et al., 1981; Pestalert.org, 2009).

A nivel parcelario, la prevención es la primera estrategia de manejo de enfermedades, por lo general se recomienda que para establecer las nuevas plantaciones se seleccione el mejor material vegetativo, tanto por su producción como por su sanidad y tratar las pencas con fungicidas preventivos antes de realizar la plantación y evitar establecer el cultivo en lugares donde se presenten encharcamientos.

La amplia diseminación del engrosamiento de los cladodios en las zonas productoras del norte-centro de México es debido en primera instancia al obviar aspectos de sanidad del material vegetativo para establecer nuevas plantaciones, mientras que la dispersión dentro de huertos se debe principalmente al uso de la misma herramienta de corte para cosechar plantas sanas y enfermas, sin desinfectar (Pimienta, 1990).

La erradicación se basa en la detección oportuna de la introducción inicial de un patógeno y que se logre destruir todo el material infestado, antes de que el patógeno se establezca, reproduzca y se disemine.

La estrategia de reducción del inóculo es la premisa que persiguen las prácticas culturales y se usa para disminuir la incidencia y severidad de las enfermedades y puede ser tan sencilla como la remoción y destrucción del material infestado; aunque es necesario conocer la epidemiología de la enfermedad y determinar los factores que propician el desarrollo y dispersión de la enfermedad, para que las prácticas tengan efecto sobre la disminución de la enfermedad.

La protección puede ser directa o indirecta; la protección directa es una estrategia reactiva donde se aplican medidas de combate cuando se detecta la enfermedad para eliminar al patógeno y/o al organismo vector, mientras que la indirecta es más proactiva y se basa en principios ecológicos de bajo impacto ambiental y sustentables, que son aplicados con antelación a que aparezca la enfermedad y pueden ser por ejemplo en el caso de manejo de frutos desde selección de variedades, tipos de fertilización, estrategias de corte de fruta, desespadoras menos agresivas, lavado y encerado de frutas y aplicación de antagonistas entre otros para disminuir la incidencia de enfermedades en postcosecha (Nobel, 2002).

Dentro de las acciones reactivas se encuentra la aplicación de fungicidas, que pueden ser profilácticos o preventivos, estos son fungicidas de amplio espectro que forman una capa protectora sobre la superficie de la planta impidiendo la penetración de las hifas del hongo al interior de la planta, se aplican cuando inician las condiciones adecuadas de temperatura y humedad para el desarrollo de la enfermedad. Los curativos o sistémicos, son absorbidos por la planta y se aplican cuando la enfermedad inicia y protegen a la planta de nuevas infecciones matando al agente causal en el interior de la planta (Mena, 2008).

En general, se considera que la estrategia preventiva de mejor impacto utiliza fungicidas de amplio espectro con acción en varios sitios en la fisiología del patógeno, mientras que los sistémicos son específicos y solo tienen un solo mecanismo de acción y por ende una mayor probabilidad de que el patógeno adquiera resistencia al plaguicida.

La selección de plantas resistentes es la estrategia más práctica, económica y duradera, pero es la que lleva más tiempo desarrollar y se basa en los principios de coevolución, una guerra entre el patógeno y el hospedero (Sarasola y Rocca, 1975). Se utilizan pruebas experimentales donde se expone el germoplasma a una alta presión del patógeno y se determina si existe alguna respuesta ya sea de compensación, tolerancia o resistencia. En forma posterior, se visualiza el mecanismo por el cual se dio la diferencia comparativa y después de confirmar que no fue por escape, se reproduce masivamente la planta resistente. Actualmente las herramientas de la biotecnología se están utilizando para identificar y explotar este tipo de material, pero es necesario señalar que en este proceso deben intervenir tanto el mejorador de plantas, el fitopatólogo y el biotecnólogo.

Las enfermedades en nopal pueden ser de dos tipos: infectivas (bióticas) causadas por agentes vivos como bacterias, fitoplasmas, hongos, nematodos y virus, entre otros y los ocasionados por factores abióticos como clima (granizo, temperaturas bajas, sequía, etc.), condiciones nutrimentales deficientes, desordenes genéticos y toxicidad por aplicación de plaguicidas (Granata, 1995).

Las bacterias penetran a través de heridas y requieren condiciones de bajas temperaturas, alta humedad y condiciones susceptibles del organismo para que el proceso infectivo ocurra (Schuster & Coyne, 1974), provocan necrosis, tumores y pudriciones suaves; algunos de los géneros patógenos de plantas son: *Agrobacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*; en nopal, las dos primeras son causantes de enfermedades importantes.

Al determinar la patogenicidad de *Pseudomonas fluorescens* en *Mammillaria kewensis*, se observó que después de 17 días de la inoculación, la raíz se deshidrató y mostró una pigmentación naranja discontinua, considerándose como un patógeno obligado, oportunista y con reservorio de inóculo en el suelo como saprofito. La dispersión en condiciones naturales puede ser a través de las plagas del suelo, insectos o en las lesiones causadas por el viento. El hombre también tiene un papel importante al utilizar herramientas contaminadas (Anson, 1982).

Los hongos son los patógenos más conocidos que ocasionan enfermedades en los nopales. Son organismos que no poseen clorofila y por lo tanto no son capaces de realizar la fotosíntesis, su estado vegetativo es caracterizado por pequeños tubos hialinos denominados micelio, cada pequeño tubo es llamado hifa y puede o no tener septos para formar unidades con uno o más núcleos (Agrios, 2005, Deacon, 2006). Las hifas son capaces de producir órganos de propagación a través de procesos de reproducción (esporas) y multiplicación (conidias) (Granata, 1995).

Las esporas germinan y producen hifas al entrar en contacto con un hospedero susceptible bajo condiciones ambientales adecuadas de temperatura y humedad. La penetración en el hospedero puede ocurrir por medio de enzimas que degradan la pared celular del nopal o por perforación mecánica (Wilson & Talbot, 2009).

Los fitoplasmas, anteriormente llamados organismos tipo micoplasmas desde 1994, (Lee *et al.*, 1998) son microorganismos procariontes sin pared celular, gran positivos que se encuentran agrupados en la clase Mollicutes (Bertaccini *et al.*, 2007), que causan alteraciones en el floema y ocasionan un pobre desarrollo, amarillamiento y baja producción; usualmente son transmitidos por insectos de la familia Cicadellidae y Fulgoridae que succionan la savia de plantas infectadas, al alimentarse adquieren el fitoplasma que se multiplica dentro del insecto y coloniza las glándulas salivales. El insecto se vuelve infectivo y después de un periodo de incubación es capaz de transmitir la enfermedad a otras plantas (Granata, 1995).

Un síntoma asociado con la infección por fitoplasma es la proliferación de flores de nopal, se observa un excesivo número de flores en toda la superficie de la penca con una caída prematura de los receptáculos y abscisión de espinas, con deformación de pencas jóvenes. Afecta tanto plantas silvestres como cultivadas, las variedades donde mayormente se presenta son: amarillo pico chulo, pelón liso y burrona (Granata, 1995).

La fasciación es un fenómeno común en Cactaceae junto con otras especies de plantas suculentas como Euphorbiaceae, Crassulaceae y Asclepiadaceae (El-Banna *et al.*, 2013). Existen reportes de estos síntomas causados por fitoplasma en nopales en Italia (Tessitori *et al.*, 2006).

En México, las ornamentales de *Opuntia* spp., en ocasiones exhiben un fenotipo poco común, probablemente asociado con la infección por fitoplasmas algunos ejemplos son la proliferación de brotes, tallos amarillos, mosaicos y pigmentación púrpura, lo cual les otorga un valor agregado, mejorando su comercialización (Aviña *et al.*, 2009).

En algunos estados de La República Mexicana, los productores de nopal tunero *Opuntia ficus-indica* han detectado una enfermedad llamada planta macho o engrosamiento del cladodio considerándose efecto de una infección de fitoplasmas, señalándolo como el factor clave en la poca producción de tunas en México. Otros síntomas asociados a fitoplasmas son fasciación, engrosamientos, daño en el meristemo apical, mutaciones, deformación de frutos, déficit de microelementos (El-Banna *et al.*, 2013) e infecciones mixtas junto con virus (Suaste *et al.*, 2012).

El desarrollo de las enfermedades ocasionadas por hongos y bacterias, en los nopales es muy rápido debido al alto contenido de humedad y azúcares, que provee una fuente de nutrientes y un ambiente ideal para los microorganismos (Sward, 2009), por lo cual la prevención es el método más eficaz para asegurar una producción exitosa (Granata, 1995). Otros factores tales como sequía, daños por heladas, deficiencias de nutrientes y daños mecánicos ocasionados por la poda o el ataque de insectos

predisponen al nopal o incrementan la infección existente, ya que es difícil que los cladodios intactos sean susceptibles al ataque de hongos debido a la cutícula cerosa.

Las enfermedades en los nopales se distinguen de acuerdo al órgano atacado y a los síntomas específicos asociados a él. Por lo que es frecuente que se dé un nombre común a una enfermedad por los síntomas ocasionados, pero al señalar el agente causal se citen varios organismos, lo cual dificulta la efectividad de las acciones de combate. A partir de cladodios se han aislado hasta 41 especies de hongos; sin embargo, algunos de ellos no reproducen los síntomas iniciales (Flores-Flores *et al.*, 2013). Ejemplo de lo anterior son los diversos fitopatógenos asociados con la mancha negra en el nopal *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria alternata*, *Curvularia lunata*, *Fusarium lunatum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *Pseudocercospora sp.*, *Pseudocercospora opuntiae*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Fusarium oxysporum* y *Phialophora cyclaminis*.

Debido a lo anterior siempre se debe considerar la variación de patogenicidad dependiente de la variedad del hospedero y las condiciones climáticas (Flores-Flores *et al.*, 2013; Franco de Souza *et al.*, 2010). En este caso, el diagnóstico es crucial para la identificación exitosa de los agentes primarios y secundarios; así mismo, es el primer paso para el manejo eficiente, ya que cada organismo patógeno tiene sus propias características y su conocimiento es básico para saber cuándo se deben realizar las acciones de combate.

## LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. (1985). Fitopatología. (versión en español M. Guzmán O.) LIMUSA, México. pp. 661-710.
- Agrios, G. N. (2005). Plant pathology. Elsevier Academic Press, 5th edition. Nueva York. 922 p.
- Anson, A. E. (1982). A pseudomonad producing orange soft rot disease in cacti. *Phytopath.Z.* 103:163-172.
- Aviña-Padilla, K., Parra-Cota, F., Ochoa-Sánchez, J. C., Perales-Segovia, C., & Martínez-Soriano, J. P. (2009). Phytoplasmas Associated to Diseases of Ornamental Cacti in Mexico. *Journal of Biological Sciences*, 9, 268-271.
- Bertaccini, A., Calari, A., & Felker, P. (2007). Developing a method for phytoplasma identification in cactus pear samples from California. *Bull. Insectol.* 60: 257-258.
- Deacon, J. W. (2006). Fungal biology. Blackwell Publishing, 4th edition. Malden, MA., USA. 371 p.
- Dood, A. P. (1940). The biological campaign against prickly pear Commow. Prickly pear. Bd. Brisbane, Australia 117p.
- El-Banna, A. N., El-Nady, M. F., Dewir, Y. H., & El-Mahrouk. (2013). Stem fasciation in cacti and succulent species-tissue anatomy, protein pattern and RAPD polymorphisms. *Acta Biologica Hungarica*, 64(3), 305-318.

- Flores-Flores, R., Velázquez-del Valle, M. G., León-Rodríguez, R., Flores-Moctezuma, H. E., & Hernández-Lauzardo, A. N. (2013). Identification of fungal species associated with cladode spot of prickly pear and their sensitivity to chitosan. *Journal of Phytopathology*, pp. 1-9.
- Franco-de Souza, A. E., Cordeiro-Nascimento, L., Araújo, E., Batista-Lopes, E., & Francisca Maria-Souto, F. (2010). Ocorrência e indentificação dos agentes etiológicos de doenças em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) no semiárido Paraibano. *Biotemas*, 23(3), 11-20.
- García-Herrera, E. J., Hernández-Ríos, I., Tarango-Arámbula, L. A., Torres-Torres, M. E., Becerra-Rivas, J. J., Pastor-López, F. J., ... & Tiscareño-Ramírez, A. B. (2003). Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología en el estado de San Luis Potosí. Etapa II. Caracterización de la cadena agroalimentaria del nopal tunero e identificación de sus demandas tecnológicas. Colegio de Postgraduados campus San Luis Potosí y Fundación Produce San Luis Potosí. Salinas de Hidalgo, S.L.P., México. 80 p.
- Granata, G. (1995). Biotic and abiotic disease. In: *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*. Barbera, G., P. Inglese, E. Pimienta Barrios., & E. J. Arias-Jiménez (eds.). FAO. Plant production and protection paper. Number 132. 216 p.
- Hernández, P. R., N. Carrazana, J. C., Gaspar, R., Mata, P. & Flores, E. N. (2009). Detection of phytoplasma on Indian Fig (*Opuntia ficus-indica* Mill) in Mexico Central Region. *OnLine J. Biol. Sci.*, 9, 62-66.
- Hosking, J., R., Sullivan, P. R., & Welsby, S. M. (1994). Biological control of *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. var. *stricta* using *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) in an area of New South Wales, Australia, where *Cactoblastis cactorum* (Berg) is not a successful biological control agent. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 48, 241-255.
- Johnson, M. D., & Stiling, D. P. (1996). Host specificity of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae), an exotic *Opuntia-feeding* Moth, in Florida. *Environmental Entomology*, 4, 743-748.
- Lee, I. M., D. E. Gundersen-Rindal, & A. Bertaccini. (1998). Phytoplasma: Ecology and Genomic Diversity. *Phytopathology*, 88, 1359-1366.
- Mena, C., J. (2008). Bases para desarrollar un programa de manejo integrado contra las plagas y enfermedades del nopal. In *Memorias del VII Simposium taller "Producción y aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México*. *Revista Salud Publica y Nutrición Edición Especial No 2*: 37 - 53.
- Myers, J. H., Monro, J., & Murray, N. (1981). Egg clumping, host plant selection and population regulation in *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera). *Oecologia*, 51, 7-13.
- Nature Conservancy. (2010). Stopping the spread: cactus moth. The nature conservancy nature. org. En línea [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/cactoblastis/doctos/cactus\\_moth\\_final1.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/cactoblastis/doctos/cactus_moth_final1.pdf) (Consultado el 02 de julio de 2010).

- Nobel, S. P. (1998). Los incomparables agaves y cactus. Primera edición en español. Editorial Trillas, México. 211 p.
- Nobel, S. P. (2002). Cacti biology and uses. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California. 280 p.
- Pestalert. (2009). Detección y erradicación de brote de palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum* Berg) en Isla Contoy, municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, México. [www.pestalert.org/espanol/oprdetail.cfm?oprID=376&keyword=Cactoblastis%20cactorum](http://www.pestalert.org/espanol/oprdetail.cfm?oprID=376&keyword=Cactoblastis%20cactorum). (Consultado el 5 de julio de 2010).
- Pimienta, B., E. (1990). El nopal tunero. Universidad de Guadalajara. México. 246 p.
- Riojas-López, M. E. y Fuentes-Aguilar, A.T. (2006). Caracterización del manejo del cultivo de tuna (*Opuntia* spp.) en los municipios de Ojuelos de Jalisco, Jalisco y Pinos, Zacatecas, México. Avances en la Investigación Científica, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. pp. 595-601.
- Sarasola, A. A., & Rocca de S. M. (1975). Fitopatología, Curso moderno. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur. 364 p.
- Schuster, M. L., & Coyne, D. P. (1974). Survival mechanisms of phytopathogenic bacteria. Annual Review Phytopathology, 12, 199-221.
- Suaste, D. A., Rojas, M. R. I., E. Zavaleta, M. E., & Pérez, B. D. (2012). Detección molecular de fitoplasmas en nopal tunero (*Opuntia ficus-indica*) con síntomas de engrosamiento del cladodio. Revista Mexicana de Fitopatología, 30, 72-80.
- Swart, W. J. (2009). Strategies for the management of cactus pear diseases: a global perspective. Acta Horticulturae, 811, 207-215.
- Tessitori, M., Masenga, V., & Marzachi, C. (2006). First report of a phytoplasma associated with abnormal proliferation of cladodes in cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) in Italy. Plant Pathology, 55, 292.
- Van Driesche, R. G., Hoddle, M. S., & Center, T. D. (2007). Control de plagas y malezas por enemigos naturales. Traducción E. Ruiz, C., J. B. Coronada y J. M. Álvarez. USDA - US Forest Service. Forest Health Technology Enterprise Team. FHTET – 2007 - 02. p. 293.
- Wilson, R. A., & Talbot, N. J. (2009). Under pressure: investigating the biology of plant infection by *Magnaporthe oryzae*. Nature Reviews. Microbiology, 7, 185-195.
- Zimmermann, H. G., Moran, V. C., & Hoffmann, J. H. (2000). The renowned cactus moth, *Cactoblastis cactorum*: its natural history and threat to native *Opuntia* florae in Mexico and the United States of America. Diversity and Distributions, 6, 259-269.

## Principales enfermedades del Nopal



Nopal con tunas en la cara de la penca en Zacatecas. Foto: Dr. Jaime Mena Covarrubias, INIFAP-CEZAC.

# Índice

---

	<b>B</b>		<b>O</b>
Barrenador, 24, 31			Opuntias, 7, 15, 30, 35
	<b>C</b>		organismos, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 21, 22, 48, 58, 60, 61, 62, 73, 77
Cactáceas, 79			
	<b>D</b>		<b>P</b>
Daños, 34, 70			Palomilla, 13, 15
	<b>I</b>		Picudo, 23, 24, 26, 36, 45
Insectos, 26, 33, 39			Producción, 79
	<b>M</b>		<b>V</b>
México, 1, 2, 3, 6, 7, 11, 12, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 35, 39, 40, 41, 44, 47, 58, 59, 61, 66, 67, 70, 73, 78, 79			Virus, 26



## Sobre los compiladores

---



**Dr. Catarino Perales Segovia.** Profesor Investigador Titular C, del Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, del Tecnológico Nacional de México, Doctorado en Ciencias en Entomología y Acarología, Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel 1. Profesor Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México. Manejo agroecológico de plagas, estrategias de bajo impacto ambiental para el manejo de plagas para sustituir la aplicación de plaguicidas sintéticos.



**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.



**Dra. Ofelda Peñuelas-Rubio.** Profesora Investigadora Titular C, del Tecnológico Nacional de México, Campus valle del Yaqui Doctorado en Ciencias Biotecnológicas por el Instituto Tecnológico de Sonora. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel 1. Profesora Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Miembro del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. Línea de investigación: Agricultura sustentable, Fisiología, Bioquímica, Biología Celular y Molecular de sistemas terrestres y costeros.



**Dr. Jaime Mena Covarrubias.** Investigador Titular, con más de 44 años de experiencia en investigación en el área de Sanidad Vegetal en el INIFAP ZACATECAS; participación desde 1996 en el desarrollo de varios proyectos de investigación sobre manejo integrado de los insectos plaga del nopal tunero en Zacatecas. Coordinador del Grupo de Trabajo en Plagas y Enfermedades de la FAO Cactus-Net International Committee desde Septiembre 2004 hasta 2016. En los últimos años ha publicado dos artículos científicos sobre biología y control de grana cochinilla en revistas nacionales, y un capítulo de un libro publicado por la FAO sobre manejo integrado de plagas del nopal.



**Dra. Lucila Perales Aguilar.** Profesora Investigadora del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, miembro del SNII candidata, con experiencia en biotecnología de plantas del semidesierto y remediación de suelos contaminados con metales pesados. Profesor con perfil deseable de la Secretaría de Educación Pública. Línea de investigación sobre Producción de Cactáceas y Agavaceas in vitro y remediación de suelos del semidesierto.



**Dr. Leandris Argente Martínez.** Profesor Investigador Titular C, del Tecnológico Nacional de México, Campus valle del Yaqui. Doctorado en Ciencias Biotecnológicas por el Instituto Tecnológico de Sonora. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel 1. Profesor Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Líder del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. Línea de investigación: Agricultura sustentable, Fisiología, Bioquímica, Biología Celular y Molecular del estrés.



**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](mailto:contato@editorapantanal.com.br)