

# 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 nopalitas 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 I

---

### Principios del manejo de plagas insectiles

Recibido em: 01/12/2023

Acceto em: 08/02/2024

 10.46420/9786585756204cap1

Ernesto González Gaona 

Jaime Mena Covarrubias 

Julio Lozano Gutiérrez 

Alberto Margarito García Munguía 

Martha Patricia España Luna 

Karla Vanessa De Lira Ramos 

Carlos Alberto García Munguía 

**E**n forma natural las plantas son atacadas por insectos y estos a su vez, son afectados por otros insectos o microorganismos en un intercambio de energía entre los diferentes niveles conocido como balance de la naturaleza o control natural; sin embargo, cuando el hombre establece una planta bajo cultivo y esta es atacada, se le denomina como “plaga” al insecto fitófago, ya que entra en contraposición con los intereses del hombre de obtener un producto o beneficio de esa planta (nopalito o tuna), es decir es un término antropocéntrico acuñado por el hombre y la importancia de la plaga depende de la cantidad, de producto dañado o el porcentaje de pérdida de calidad ocasionada.

Para que una plaga ocasione daños de significancia económica necesita existir una cantidad de ellos atacando al cultivo en un momento dado; es decir, una población que ocasiona daños por arriba de un umbral de daño, que se define como la densidad de insectos que puede ocasionar una reducción en el valor del cultivo (plantas, pencas, nopalitos o tunas dañadas) que es mayor que el costo del tratamiento de control (costo del plaguicida más el costo de la aplicación) (Stern, 1973; NAS, 1975). Aunque cabe mencionar que no existen datos sobre los umbrales de daño ocasionados por las diferentes plagas en el nopal, lo cual trae consigo que se sobrestimen los daños y se consideren situaciones de alarma, lo que conlleva a la aplicación de medidas de manejo excesivas y en algunos casos innecesarias (Perales et al., 2010).

Rodríguez (1998) señala que existen varias razones por las que un insecto se convierte en plaga, entre las que destacan:

1) Introducir un insecto nuevo a la región o al invadir un área no colonizada; en este caso el insecto se denomina como “plaga exótica”, como el caso de la palomilla sudamericana del nopal *C. cactorum* que puede invadir el nopal cultivado y silvestre en las áreas este y noreste de México con altas

probabilidades de que se establezca también en el sureste y en las zonas costeras (Zimmermann et al., 2000; Soberón et al., 2001; CONABIO, 2010).

2) Estimular la sobrepoblación del insecto con la disponibilidad de recursos abundantes y permanentes, que se da al establecer plantaciones homogéneas de *Opuntias*, esto es común en plagas endémicas o nativas, lo cual sería el caso de la mayoría de las plagas del nopal en la zona Centro-Norte de México.

3) Eliminar los factores que controlan o regulan el equilibrio natural de las poblaciones de insectos por el uso desmedido de plaguicidas que afectan en mayor medida a los depredadores y parasitoides del insecto plaga.

4) Inducir un cambio genético en el organismo de los insectos plaga con el abuso de aplicaciones de plaguicidas, las cuales evolucionan generando poblaciones resistentes al ingrediente activo de los productos químicos.

5) Modificar las actividades y hábitos de las personas que habitan las comunidades rurales, por ejemplo, de ser recolector de algún producto, cambiar a cultivador.

### ***Plagas insectiles***

Los insectos pertenecen al *phylum* artrópoda “patas articuladas”, los cuales son animales invertebrados que se caracterizan por presentar el cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza presentan un par de antenas, un par de ojos compuestos, tres ojos simples llamados “ocelos” y las estructuras bucales; en el tórax tienen tres pares de patas articuladas en la parte inferior y uno o dos pares de alas en la parte superior. El abdomen presenta de 10 a 11 segmentos y sin apéndices excepto en su parte posterior que presentan un par “cercus” y la genitalia o aparato reproductivo (Daly et al., 1978).

Se consideran como los organismos más variados sobre la tierra y representan casi el 72% de los animales. Se les encuentra en bosques, pastizales, desiertos, tierras cultivadas, áreas urbanas, lagos, ríos, en el mar, en el aire, suelo, materiales en descomposición, excrementos de animales, dentro o sobre plantas y animales o aun sobre otros insectos.

Considerando sus hábitos alimenticios se pueden denominar como fitófagos cuando se alimentan de plantas verdes y pueden atacar todas sus estructuras (raíces, troncos, tallos, ramas, hojas, flores, semillas y frutos) o solamente succionar savia; cuando solamente se alimentan de otros *phylum* como por ejemplo de los vertebrados, se les denomina parásitos y entomófagos cuando atacan y matan a otros insectos, y pueden ser depredadores o parasitoides (Daly et al., 1978).

Dependiendo del número de hospederos, los fitófagos se pueden clasificar como monófagos cuando solo atacan a un tipo de *Opuntia*, oligofagos cuando atacan cuatro o cinco especies de plantas como el barrenador *Moneilema* que ataca opuntias y biznagas o el picudo de la espina *Cylindrocopturus biradiatus* (Mena y Rosas, 2007) y polífagos cuando atacan varias especies como son los casos de grana

*Dactylopius opuntiae* (Cockerell) que tiene 26 hospederos o la escama *Diaspis echinocacti* Bouche con cerca de 50 plantas atacadas (Longo & Rapisarda, 1995).

### ***Crecimiento y desarrollo de los insectos***

Los insectos poseen un exoesqueleto o cubierta endurecida que protege los órganos internos, sirviendo también como una armadura contra fuerzas de choque o abrasión, así como también para evitar pérdidas de agua por evaporación y como una barrera para impedir la entrada de organismos y sustancias patógenas. El exoesqueleto no solo sirve de soporte, sino que es el medio con el cual los insectos interactúan con el medio ya que en él se encuentran los órganos sensoriales y se insertan los músculos, lo cual capacita a los insectos para caminar. Aunque pone restricciones en cuanto al crecimiento, por lo cual necesita renovarse al pasar de un estado de desarrollo a otro, proceso conocido como muda, que ha evolucionado en la metamorfosis que capacita al insecto a tener estados especializados en alimentación (larvas y ninfas) y dispersión y reproducción (adultos) pudiendo ocupar diferentes hábitats en el curso de su vida (Borror et al., 1976).

Los estados de desarrollo entre las mudas, se denomina como estadios de tal manera que el primer estadio se ubica entre la eclosión del huevecillo y la primera muda larval o ninfal y el segundo estadio entre la primera y segunda muda. El incremento en el tamaño en cada muda varía entre las diferentes especies y en las diferentes partes del cuerpo, pero en muchos insectos (p.e. las larvas de palomillas) el incremento sigue una progresión geométrica y una manera confiable de medirlo es el registro del ancho de la cápsula cefálica que usualmente es por un factor de 1.2 a 1.4 en cada muda y que es conocido como la ley de Dyar (Dyar, 1890).

Todos los insectos se desarrollan a partir de huevos y la mayoría son ovíparos, esto es que los inmaduros o jóvenes eclosionan de los huevecillos después de que estos son ovipositados; sin embargo, existen algunos insectos que dan origen a juveniles vivos como es el caso de los pulgones en los que los huevecillos se desarrollan en el interior de la hembra, a este comportamiento se le denomina como vivíparos.

La mayoría de los insectos cambian de forma después del desarrollo embrionario a tal grado que los diferentes estadios de un insecto pueden no ser parecidos entre si y/o entre jóvenes y adultos (metamorfosis). En algunas especies, los jóvenes son muy parecidos a los adultos excepto por el tamaño y el desarrollo externo de las alas, en este caso se denomina como una metamorfosis simple. En este caso no existe un periodo de reposo después de la última muda y los jóvenes se denominan como ninfas (p. e. la chinche gris).

En el caso de la metamorfosis completa, los inmaduros y los adultos son muy diferentes y a menudo viven en diferentes hábitats y también tienen diferentes hábitos. Los primeros estadios son parecidos a gusanos y se les llama larvas, los diferentes estadios son muy similares entre sí, difiriendo solo en el tamaño. Después del último estadio larvario, la larva ya no se alimenta y se transforma en un estado llamado “pupa” que a menudo está protegido por un cocón, celda pupal o pupario que es elaborado por la larva antes de pupar. El último cambio se da al emerger el adulto que es capaz de dispersarse y

reproducirse (p. e. gusano blanco, gusano cebra, picudo barrenador, picudo de la espina y minador entre otros) (Borror et al., 1976).

El ciclo biológico de un insecto se puede completar en un mes o en más tiempo pudiéndose alargar hasta un año, pero esto depende de cada especie en particular. Cuando en un año se completan varios ciclos se denominan como multivoltino (p. e. trips y minador de la tuna) y cuando solo existe una generación al año se dice que son univoltinos (p. e. picudo barrenador y picudo de la espina).

Los insectos sobreviven a los periodos adversos de temperaturas frías o temperaturas muy altas en estados de detención del desarrollo denominados como “quiescencia” cuando es una respuesta a un estímulo ambiental y el desarrollo se reanuda al cambiar las condiciones ambientales restrictivas. Si la detención es una adaptación hereditaria para sobrevivir el invierno se le llama “diapausa” y es inducida por una reducción en la duración de los días que es captada por las células neurosecretoras del cerebro, el rompimiento de la diapausa se observa al incrementarse la longitud de los días y/o por la exposición a un periodo de temperaturas frías que simulan el invierno (Varley et al., 1973)

Los insectos, plantas, peces y réptiles son organismos poiquilotérmicos que no pueden regular su temperatura interna, también denominados como de sangre fría, y en épocas de temperatura fría se tornan más lentos y cuando la temperatura es más cálida se tornan más activos, es por eso que se dice que su crecimiento y desarrollo es regido preponderantemente por la temperatura ya que tiene un efecto directo en muchas reacciones químicas del organismo. A temperaturas cerca del punto de congelamiento o arriba de 30 o 40 °C pocos insectos pueden vivir largo tiempo.

Se observó, qué al criar en laboratorio a un insecto en diferentes temperaturas constantes, la duración de un estadio tiene un tiempo mínimo a 30°C y al obtener la curva de su recíproco, la tasa de desarrollo tiene un máximo a esa temperatura y al linearizar la curva al punto que cruza la línea de temperatura se le llama temperatura umbral de desarrollo (Varley *et al.*, 1973). La cantidad de calor que requiere un insecto para pasar de un estadio a otro o completar su ciclo de vida se puede medir mediante la metodología de las unidades calor, que consiste en ir acumulando la fracción de calor diaria arriba de la temperatura umbral de desarrollo (unidades calor =  $\frac{\text{Temperatura máxima} - \text{Temperatura mínima}}{2} - \text{Temperatura umbral}$ ). Esta forma de medir el tiempo requerido de desarrollo de un insecto es más precisa que si se utilizará una escala en días julianos y puede servir para determinar con antelación la aparición de algún estadio donde se vayan a aplicar medidas de control.

### ***Estrategias de manejo***

El control cultural se refiere a todas aquellas prácticas que evitan la diseminación, establecimiento y crecimiento de la población de la plaga y que favorecen de alguna manera el crecimiento y desarrollo del nopal o de los enemigos naturales de las plagas.

El primer paso en el control de plagas es iniciar la huerta con material vegetativo que se obtenga de huertos sanos, seleccionando plantas con buen vigor, sin daños por plagas y enfermedades, ni malformaciones (Pimienta, 1990; De la Rosa & Santana, 1998). Después del establecimiento es necesario realizar recorridos periódicos en busca de plantas afectadas por plagas y recurrir a la poda sanitaria que debe ser en estos primeros años, sistemática y permanente, ya que el control mecánico de brotes iniciales tendrá como resultado huertos más sanos y con pocos requerimientos de manejo de plagas y enfermedades.

La eliminación de larvas y pupas mediante la extracción mecánica es una estrategia recomendada para el control de picudo barrenador, barrenador *Moneilema*, gusano blanco, picudo de la penca, picudo de la espina, gusano cebrá y barrenador de la unión entre otros (Mena & Rosas, 2007). Otra estrategia es la identificación de sitios o manchones de ataque de plagas, debido a que cada año el problema de alguna plaga se agudiza en una zona determinada, esto es importante en plagas como barrenador del tronco, barrenador *Moneilema*, picudo de la penca, escamas y grana, para realizar acciones de combate dirigidas en esos manchones en lugar de aplicaciones generalizadas.

Se ha observado que las plantaciones que no reciben un manejo adecuado de poda y fertilización, y que solo son visitadas en épocas de cosecha, generalmente tiene un vigor muy deficiente, así como mayor incidencia y severidad de plagas que barrenan el tallo como gusano blanco y cebrá (Pimienta, 1990).

En ocasiones, los productores de nopal de verdura de Milpa Alta aplican abono orgánico, fresco en capas gruesas de 25 a 40 cm de espesor con la finalidad de proporcionar humedad a la planta en zonas que no cuentan con riego y proporcionar nutrimentos a la planta (De la Rosa y Santana, 1998); sin embargo, esta actividad conlleva el riesgo de introducir problemas con plagas del suelo principalmente de gallina ciega, por lo cual el estiércol debe ser semiseco, bien podrido o composteado para evitar problemas con plagas del suelo, aunque se deja de proporcionar humedad, lo cual debe ser sopesado por el productor y decidir qué es lo más importante en su sistema de producción.

Mena (2009), mencionó qué de las 18 plagas de importancia económica en México, solo entre cuatro a seis son problema cada año en una localidad determinada, debido a que los organismos benéficos tienen una función clave en la regulación de las plagas por lo que la primera línea de acción debe ser el conservar los enemigos naturales presentes mediante el manejo del hábitat. De las 49 especies de enemigos naturales detectados en las nopaleras de Zacatecas, 36 son parasitoides (Mena, 2009), que pueden afectar al gusano cebrá, minador de la tuna y picudo de la espina. Para que estos parasitoides tengan un mayor impacto, es necesario manejar el hábitat para que tengan fuentes de alimento como néctar y polen provenientes de plantas en floración, en este caso deberían de coincidir las épocas de floración con las épocas de emergencia de los parasitoides y por ende definir cuándo se deben cortar algunas malezas y/o cuales combatir y cuales dejar.

También cuando se corta la maleza, esta se puede utilizar como cobertera o “*mulching*”, lo cual servirá para conservar la humedad en el suelo y como refugio para los enemigos naturales de las plagas como arañas y escarabajos depredadores, entre otros; sin embargo, la maleza no debe estar “semillando”, ya que si se encuentra en este estado, se incrementarán los problemas de maleza en la base de la planta, lo cual es contraproducente debido a que en esta zona es donde compite la maleza por agua y nutrientes.

Los insectos al igual que muchos organismos sufren en su ambiente natural el ataque de otros organismos que los depredan, parasitan o causan enfermedades y cuando el hombre modifica de alguna manera las poblaciones de estos enemigos naturales para reducir las poblaciones de insectos plaga a densidades menores, ya sea temporal o permanentemente, se considera que se están realizando acciones de control biológico y significa un proceso de regulación por la interacción de dos poblaciones dependientes de la densidades (Barrera, 1998; Van Driesche et al., 2007), teóricamente si se incrementa la población de la plaga, se ocasiona que la población del enemigo natural se incremente y lo regule ocasionando que la densidad de la plaga disminuya.

De acuerdo con la estrategia de manejo, se diferencian tres formas de utilizar el control biológico: por conservación, introducción o incremento. La estrategia de conservación se basa en promover la actividad, sobrevivencia o reproducción de los enemigos naturales nativos ya presentes en el huerto para incrementar su efecto contra la plaga, asumiendo que las especies benéficas nativas pueden potencialmente reducir las poblaciones de la plaga si se les da la oportunidad de hacerlo (Van Driesche et al., 2007).

Algunas prácticas de manejo utilizadas son el control mecánico de brotes iniciales, destrucción de residuos de cosecha, colecta y dispersión de insectos benéficos, disminución de insecticidas de amplio espectro, aplicaciones de insecticidas de extractos de plantas, insecticidas biorracionales, cultivos de cobertera que provean refugio y alimentación a depredadores y avispidas. Esta estrategia de control biológico es la más apropiada para los productores de nopal del altiplano de México (Mena, 2009) y es la forma más utilizada para minimizar los daños económicos ocasionados por las plagas en regiones extensas y con mayor estabilidad y permanencia en su efecto (Altieri et al., 2005).

En caso de que la disminución de la población de la plaga no se logre aun cuando se observe que los enemigos naturales están actuando, es necesario reforzar su actividad con el incremento de insectos benéficos recurriendo a la liberación inundativa o inoculativa de insectos criados masivamente en laboratorio (estrategia de incremento) (Barrera, 1998); sin embargo, esta estrategia no es factible de usar en las plagas del nopal ya que de los insectos que se crían masivamente en México, los más importantes por sus volúmenes de producción son la avispidas parásita de huevecillos de lepidópteros *Trichogramma* spp. y el depredador *Chrysoperla* spp., de los cuales el primero no ha demostrado producir parasitismo en gusano cebrá o gusano blanco, mientras que en los depredadores, existen 13 depredadores que afectan solo a la grana y ninguno sobre otra plaga del nopal ya que la mayoría se encuentran protegidas dentro

de las pencas en sus etapas susceptibles y si se pensara en liberar *Chrysoperla* esta tendría que competir contra las especies nativas más adaptadas y contra una plaga que ya tiene muchos enemigos naturales (Mena, 2009).

La estrategia de control biológico por introducción, se utiliza cuando una plaga invade o infesta una nueva región con clima similar a su zona de origen ocasionando grandes daños por la ausencia de enemigos naturales específicos. Debido a que los nativos no están especializados en alimentarse de la nueva plaga, los niveles de ataque son limitados y es necesario recurrir a la introducción de enemigos naturales provenientes de la zona de origen de la plaga (Van Driesche et al., 2007). Este pudiera ser el caso de la Palomilla sudamericana *C. cactorum* que es originaria de Argentina y Paraguay, y en caso de establecerse en nuestro país, se tendría que ir a buscar a los enemigos naturales específicos en su zona de origen.

Respecto al control de plagas con insecticidas sintéticos, muchos autores están en desacuerdo en su aplicación en el cultivo del nopal, preferentemente por que el productor lo adopta como la única opción de control (Perales et al., 2010), además de que no existen plaguicidas autorizados para su uso en el cultivo, esto es más una cuestión de las empresas de agroquímicos que deben realizar las pruebas de efectividad biológica y no del gobierno como muchos productores consideran (García-Hernández & Valdez-Cepeda, 2003), por lo cual se cita que las recomendaciones actuales de insecticidas no se apoyan en estudios que permitan tener confianza en cuanto a su eficacia y repercusión en el ambiente (Pimienta, 1990), en este sentido Mena y Rosas (2007) señalaron que si se abusa en el empleo de insecticidas, se corre el riesgo de romper el balance que existe en el control de algunas plagas como la escama y que los más afectados y más tardados en recuperarse son los enemigos naturales, lo cual puede ocasionar que esta plaga secundaria adquiera el estatus de plaga primaria.

Además, con el uso indiscriminado de insecticidas con residualidad y tóxicos al hombre y fauna silvestre, se corre el riesgo de que se puedan presentar problemas de resistencia a insecticidas, intoxicaciones y contaminación (De la Rosa & Santana, 1998).

Existe una tendencia generalizada en la mayoría de los cultivos en disminuir el uso de insecticidas de amplio espectro y alta residualidad, por insecticidas más específicos y menos persistentes, en ocasiones provenientes de extractos de plantas como el neem (Tamez-Guerra & Nuñez-Mejía, 2007), rotenona, nicotina (González-Coloma et al., 2007; Lira-Saldívar et al., 2007), así como también derivados de origen biológico como *Bacillus thuringiensis* (Ibarra, 1998), virus de poliedrosis nuclear y hongos que afectan a insectos (Alatorre, 1998; Ibarra & Del Rincón, 1998), así como plaguicidas biorracionales como el Ditera® para el control de nematodos (Valent, 2006).

### **Corolario**

Para el manejo de plagas del nopal es necesario identificar con precisión la plaga ya sea por el daño ocasionado o por la identificación de algún estado biológico, los organismos benéficos que se están alimentando de la plaga, determinar la magnitud del daño ocasionado y en primera instancia recurrir a estrategias de manejo cultural y/o biológico. En caso de aplicar insecticidas, aplicarlos de acuerdo a necesidades específicas y no a un calendario preestablecido (Brechelt, 2004; Perales et al., 2010) y debido a que no existen pocos productos autorizados para el cultivo se debe preferir la utilización de productos biorracionales, entendiéndose que estos controlan efectivamente a las plagas pero tienen origen natural o son derivados de organismos biológicos y que tienen bajo impacto tanto al ambiente como a organismos vivos no objeto de control (Valent, 2006).

### **De héroe a villano el caso de *Cactoblastis cactorum* Berg.**

Se debe considerar que en ocasiones se toman acciones que tienen un fin determinado; sin embargo, pueden existir daños colaterales no considerados o que por falta de una adecuada planeación se pueden salir de control y convertirse en plagas. Esto ocurre preferentemente al introducir plantas o insectos de una región a otra, como es el caso de la introducción de nopales a Australia con fines de alimentación de ganado y donde los nopales invadieron tierras de cultivo y forestales. A continuación, se hace una breve reseña de lo que paso y de sus consecuencias.

En 1839 se introdujo como ornamental una planta de *O. stricta* en Sydney, Australia, después de que se plantó se aclimato y expandió a tal grado que se convirtió en una maleza, estableciéndose una ley para su control en 1883. Durante 1914, se introdujeron pencas de nopal sin espinas como forraje para el ganado, al establecerse las plantas produjeron frutos con semillas viables, pero de estas semillas dispersadas por pájaros, se produjeron plantas con y sin espinas, estas últimas no las consumía el ganado (vacuno y ovino) y comenzaron a invadir terrenos llegando en 1925 a invadir 10 millones de hectáreas principalmente en Queensland involucrando a *O. stricta*, *O. ficus indica* y *O. vulgaris* (Nobel, 1998).

Durante 1912 se enviaron a América exploradores con la finalidad de buscar enemigos naturales de los nopales en su ambiente nativo. De los enemigos más promisorios se incluían varias cochinillas que se establecían bien pero no disminuían la cantidad de nopales, hasta que se introdujo en 1925 la palomilla sudamericana *Cactoblastis cactorum* que consume gran parte del clorenquima y parte del tejido parenquimatoso que almacena el agua, destruyendo la planta por el efecto de la alimentación y enfermedades bacterianas que entraban por las aperturas de las pencas que las larvas ocasionaban (Dodd, 1940). Se consideró que por el efecto de la palomilla para 1933 casi el 90% de los nopales se había erradicado (Nobel, 1998).

Hasta allí todo estaba muy bien ya que la erradicación de los nopales, planta exótica, por la palomilla no ponía en riesgo a las plantas de Australia; sin embargo, considerando que la palomilla

afectaba a muchas especies de *Opuntia*, se introdujo a las islas Nevis, Monserrat y Antigua, en el Caribe a finales de los años 50's con la finalidad de controlar *Opuntias* nativas (*O. triacantha* y *O. stricta*) que se habían incrementado en los pastizales por el sobrepastoreo, esto sin considerar que el Caribe se ubica en los límites de la distribución de cientos de especies de nopales (CONABIO, 2002; Van Driesche et al., 2007).

De las islas del Caribe se ha extendido de varias formas hasta llegar a América continental. En Florida se le detectó en 1990, se cree que llegó en un embarque de cactus infestados en viveros proveniente de República Dominicana (Zimmermann et al., 2000; CONABIO, 2002) y su impacto ha sido muy importante al reducir las poblaciones de *O. spinosissima* (*sin. Opuntia (Nopalea) corallicola*) una especie endémica y prácticamente extinta (Golubov et al., 2001), se considera que también tiene el potencial de atacar otras especies raras como *O. triacantha* y *O. cubensis*, así como a especies con mayor dispersión como *O. stricta* (variedad *stricta* y *dillenii*) *O. humifusa* y *O. pusilla* y nopales naturalizados como *O. ficus indica*, *O. monacantha*, *O. leucotricha* y *O. cochenillífera* (CONABIO, 2002; Zimmermann et al., 2004). La palomilla se ha dispersado hacia el norte moviéndose a lo largo de las costas del Golfo y del Atlántico hasta Alabama y Carolina de Sur (Nature Conservancy, 2010).

En Isla Mujeres, Quintana Roo el Comité Estatal de Sanidad local de la SAGARPA detectó en agosto de 2006 un brote positivo de la plaga (Flores Moreno et al., 2006; CONABIO, 2010). No se conoce con precisión como llegó si por los huracanes Stan y Wilma en octubre de 2005 o por el comercio internacional y el turismo en isla Mujeres/Cancún. La infestación abarcó un área de 2.5 ha la planta afectada fue *Opuntia dillenii* una especie estrictamente de costa que crece en las dunas cerca de las playas, que presenta todos los estadios de la plaga.

Las acciones iniciales de combate se dirigieron a la eliminación de ovipositoras y pencas afectadas (3,543 y 2,618 respectivamente en los primeros 32 días) y capacitación de técnicos; sin embargo, es difícil el lograr la erradicación debido a la densa vegetación y lo escarpado del terreno (Zimmermann y Pérez, 2006). Para la erradicación de esta plaga, está en proceso el desarrollo de estrategias de detección y control con feromonas y la técnica del insecto estéril (Floyd, 2006; Heath et al., 2006).

Después de las acciones del Programa Regional de Erradicación y Monitoreo de la Palomilla en la Península de Yucatán implementado en 2006, solo se detectaron dos palomillas en la zona afectada durante 2007 y después de un periodo teórico de tres ciclos sin detección de la plaga se consideró oficialmente que el brote fue erradicado ([www.pestalert.org](http://www.pestalert.org), 2009).

## LITERATURA CITADA

- Alatorre, R. (1998). Hongos entomopatógenos. In: memorias del IX Curso Nacional de control biológico. Rodríguez del B., L. A. & J. L. Leyva, V. (eds.). Sociedad Mexicana de Control Biológico. Tamaulipas, México, pp. 104-112.

- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., & Fritz, M. (2005). Manage insects on your farm: a guide to ecological strategies. Handbook series book 7. Sustainable Agriculture Network. USDA-SARE, Beltsville, MD, USA.
- Barrera, J. F. (1998). Introducción, Filosofía y Alcance del Control Biológico. In: memorias IX Curso nacional de control biológico. Rodríguez del B., L. A. & J. L. Leyva, V. (eds.). Sociedad Mexicana de Control Biológico. Tamaulipas, México, pp. 1-9.
- Borror, D. J., DeLong, D. M., & Triplehorn, C. A. (1976). An introduction to the study of insects. Fourth Edition. Holt, Rinehart and Winston. New York.
- Brechelt, A. (2004). Manejo Ecológico de plagas y enfermedades. Red de Acción de Plaguicidas y sus alternativas para America Latina. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. República Dominicana.
- CONABIO. (2002). Invasión de la palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*) en México y sus posibles implicaciones económicas y ecológicas. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/cactoblastis/doctos/EstudioConab1o2001.doc> (02 de julio de 2010).
- CONABIO. (2010). Alerta: detección de *Cactoblastis cactorum* en Isla Mujeres, Quintana Roo. Iniciativa mexicana para la conservación de los nopales y desiertos. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/cactoblastis/doctos/cactoblastis.html> (02 de julio de 2010).
- Daly, H. V., Doyen, J. T., & Ehrlich, P. R. (1978). Introduction to insect biology and diversity. International Student Edition. McGraw-Hill Kogakusha, LTD. México.
- De la Rosa H., J. P., & Santana, D. (1998). El Nopal. Usos, manejo agronómico y costos de producción en México. Primera reimpresión. Comisión Nacional de las Zonas Áridas - Universidad Autónoma Chapingo - Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. México.
- Dodd, A. P. (1940). The biological campaign against prickly pear. Commonwealth Prickly pear Board, Brisbane, Australia.
- Dyar, H. G. (1890). The number of moults of lepidopterous larvae. Psyche, 5, 420-422.
- Flores-Moreno, H., Mandujano, M. del C., & Gobulov, J. (2006). ¡Ahí viene! la palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*) en México. Sociedad Mexicana de Cactología. Succus, 2, 3-4.
- Floyd, J. (2006). Reporte de las actividades realizadas durante el proyecto durante octubre de 2006 en el proyecto *C. cactorum*. USDA-APHIS-PPQ-EPD, Riverdale MD, USA. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/cactoblastis/doctos/octubre2006cactoreporte.pdf> (02 de julio de 2010).

- García-Hernández, J. L., & Valdez-Cepeda, R. D. (2003). Plagas y enfermedades del nopal. In: El Nopal. Alternativas para la agricultura de zonas áridas en el siglo XXI. Murillo A., B., E. Troyo D., & J. L. García H. (ed.). Editorial Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz B. C. S. México, pp. 137-175.
- Gloubov, J., Mandujano, M. C., & Soberón, J. (2001). La posible invasión de *Cactoblastis cactorum* Berg en México. Cactáceas y Suculentas Mexicanas, Tomo XLVI, No 4, pp. 90–92.
- González-Coloma, A., Reina, M., Fraga, B. M., Díaz, C. E., & Cabrera, R. (2007). Bioplaguicidas naturales para la protección de cultivos. In: Bioplaguicidas y Control Biológico. Lira-Saldivar, R. H (ed.). Centro de Investigaciones en Química Aplicada - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Monterrey, México, pp. 30-41.
- Heath, R. R., Teal, P. E. A., Epsky, N. D., Dueben, B. D., Hight, S. D., Bloem, S., Carpenter, J. E., Weissling, T. J., Kendra, P. E., Cibrian, J., & Bloem, K. A. (2006). Pheromone - based attractant for males of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). Environmental Entomology, 35, 1469-1476.
- Ibarra R., J. E. (1998). Bacterias entomopatógenas. In: memorias del IX Curso Nacional de control biológico. Rodríguez del B., L. A. & J. L. Leyva, V. (ed.). Sociedad Mexicana de Control Biológico. Tamaulipas, México, pp. 76-89.
- Ibarra R., J. E., & del Rincón, M. C. (1998). Virus patógenos. In: memorias del IX Curso Nacional de control biológico. Rodríguez del B., L. A. & J. L. Leyva, V. (ed.). Sociedad Mexicana de Control Biológico. Tamaulipas, México, pp. 90-103.
- Lira-Saldivar, R. H., Hernández-Suárez, M., Chávez-Betancourt, C., & Cuellar, E. (2007). Bioplaguicidas de origen vegetal: El caso de los extractos y productos derivados de la gobernadora (*Larrea tridentata*). In: Bioplaguicidas y Control biológico. Lira-Saldivar R. H. (Ed.). Centro de Investigaciones en Química Aplicada - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Monterrey, México, pp. 13-29. lta esta cita referida en la página 68
- Longo, S., & Rapisarda, C. (1995). Pests of cactus pear. In: Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO, Plant Production and Protection paper 132. Barbera, G., P. Inglese and E. Pimienta, B. (ed.), pp. 100-108.
- Mena C. J. (2009). Alternativas de control biológico de plagas del nopal. In: Memorias del VIII Simposium - Taller nacional y 1er Internacional. Producción y aprovechamiento del nopal. Vázquez-Alvarado R. E., F. Blanco-Macías y R. Valdez-Cepeda (ed.). Universidad Autónoma de Nuevo León. México, pp. 95-110.
- Mena C., J., & Rosas G. (2007). Guía para el manejo integrado de las plagas del nopal tunero. SAGARPA - INFAP - Campo Experimental Zacatecas. México. Publicación Especial Núm. 14. 34 p.

- National Academy of Sciences (NAS). (1975). Pest control: an assessment of present and alternative technologies Vol. 1. EUA.
- 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) (02 de julio de 2010).
- Nobel, S. P. (1998). Los incomparables agaves y cactus. Primera edición en español. Editorial Trillas, México.
- Perales S., C., Carrillo, J. R., & Tafoya, R. (2010). Principales plagas del nopal y su manejo. In: Biotecnología para el semidesierto. Tópicos sobre el cultivo de nopal y maguey. Silos, E. H., L. L. Valera, M., C. Perales, S., A. Nava, C., J. Méndez, G., A. Amante, O. & D. Rossel, K. (Comp.). Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes–Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. Aguascalientes, México, pp. 47-61.
- 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). (5 de julio de 2010).
- Pimienta, B., E. (1990). El nopal tunero. Universidad de Guadalajara. México.
- Rodríguez del B., L. A. (1998). Teoría y bases ecológicas del control biológico. In: memorias del IX Curso Nacional de control biológico. Rodríguez del B., L. A. & J. L. Leyva V. (eds.). Sociedad Mexicana de Control Biológico. Tamaulipas, México, pp. 10-21.
- Soberón, J., Golubov, J., & Sarukhan, J. (2001). The importance of *Opuntia* in México and routes of invasion and impact of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). *The Florida Entomologist*, 84, 486-492.
- Stern, V. M. (1973). Economic thresholds. *Annual Review of Entomology*, 18, 259 - 280.
- Tamez-Guerra, P., & Núñez-Mejía, G. (2007). El insecticida botánico Neem (*Azadirachta indica* A. Juss): Ejemplo de agricultura sustentable en la India con potencial para México. In: Bioplaguicidas y Control Biológico. Lira-Saldívar, R. H (ed.). Centro de Investigaciones en Química Aplicada - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Monterrey, México, pp. 97-109.
- Valent. (2006). Guide to Understanding & evaluating biorational products. Valent BioScience Corporation Libertyville IL. USA.
- 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 & J. M. Álvarez. USDA - US Forest Service. Forest Health Technology Enterprise Team. FHTET – 2007 - 02, p. 293.
- Varley, G. C., Gradwell, G. R., & Hassell, M. P. (1973). *Insect Population Ecology. An analytical approach*. University of California Press. Blackwell Scientific Publications. Great Britain.

- Zimmermann, H. G. M., & Pérez, S. (2006). Reporte técnico de la misión en el marco de la cooperación SAA con el organismo internacional de Energía atómica. Asesoría al programa de monitoreo sobre la palomilla del nopal *Cactoblastis cactorum* en la Península de Yucatan y evaluación del brote en Isla Mujeres, Quintana Roo
- Zimmermann, H. G., Bloem, S., & Klein, H. (2004). Biology, history, Threat surveillance and control of the cactus moth *Cactoblastis cactorum*. FAO-/IAEA Programme of Nuclear techniques in Food and Agriculture. IAEA/FAO-BSC/CM. Vienna, Austria. 47 p. Disponible en línea [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/cactoblastis/doctos/biology\\_history\\_threat.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/cactoblastis/doctos/biology_history_threat.pdf) (02 de julio de 2010).
- Zimmermann, H. G., Moran, V. C., & Hoffmann, J. H. (2000). The renowned cactus moth, *Cactoblastis cactorum*: its natural history and threat to native *Opuntias* floras in Mexico and the United States of America. *Diversity and Distributions*, 6, 259-269.

# Plagas insectiles del Nopal y su control



Artrópodos asociados al cultivo del Nopal en México. 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.



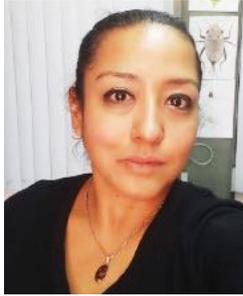
**Dr. Ernesto González Gaona.** Investigador Titular del Programa de Sanidad Forestal y Agrícola del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, adscrito al Campo Experimental Pabellón en Aguascalientes desde 1984, Miembro del SNII Nivel 1. Líneas de Investigación: Manejo 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)