

El Nopal

Ecofisiología del Nopal en México



Ernesto González Gaona
Leandris Argentel Martínez
Lucila Perales Aguilar
Ofelda Peñuelas Rubio
Alberto Margarito García Munguía
Karla Vanessa De Lira Ramos

Compiladores



Pantanal Editora

2024

Ernesto González Gaona
Leandris Argentel Martínez
Lucila Perales Aguilar
Ofelda Peñuelas Rubio
Alberto Margarito García Munguía
Karla Vanessa De Lira Ramos
Compiladores

El Nopal: ecofisiología 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 Argente-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: ecofisiología del nopal en México / Organizadores Ernesto González Gaona, Leandris Argente Martínez, Lucila Perales Aguilar, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024.
81p.

Outros organizadores: Ofelda Peñuelas Rubio, Alberto Margarito García Munguía, Karla Vanessa de Lira Ramos

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-21-1

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756211>

1. Ecología fisiológica. I. Gaona, Ernesto González (Organizador). II. Martínez, Leandris Argente (Organizador). III. Rubio, Ofelda Peñuelas (Organizador). IV. Título.

CDD 574.5

Índice para catálogo sistemático

I. Ecología fisiológica



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

Prólogo

El presente libro constituye un tributo a una de las especies vegetales que identifican a los Estados Unidos Mexicanos. Es el resultado del esfuerzo de un gran grupo de investigadores que forman parte de la Red Nacional del Nopal en México. Aquí hemos recopilado información clásica y científica sobre la capacidad que tiene el nopal para desarrollarse en la mayoría de los climas y ecosistemas de México, así como formas de propagación y principales usos.

Ente las organizaciones que han colaborado con la redacción del documento se encuentran la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), cuyo secretario es el Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula, el Ing. Víctor Suárez Carrera, Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria, el Dr. Salvador Fernández Rivera, Coordinador General de Desarrollo Rural y el Lic. Ignacio Ovalle Fernández, Director General de Seguridad Alimentaria Mexicana.

Participaron además de manera activa un colectivo de directivos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), entre ellos Dr. Luis Ángel Rodríguez Del Bosque, Encargado del Despacho de los Asuntos de la dirección General del INIFAP, el Dr. Alfredo Zamarripa Colmenero Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación, el Dr. Luis Ortega Reyes, Coordinador de Planeación y Desarrollo y el Lic. José Humberto Corona Mercado, Coordinador de Administración y Sistemas.

Se destaca también la participación del Dr. José Antonio Cueto Wong, Director Regional del Centro de Investigación Regional Norte Centro, el Dr. Juan Bautista Rentería Ánima, director de Investigación, el Ing. Ricardo Carrillo Monsiváis, Director de Administración y Dr. Luis Reyes Muro, Director de Coordinación y Vinculación en Aguascalientes

Finalmente se hace mención especial al Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes y al Instituto Tecnológico Valle del Yaqui, del Tecnológico Nacional de México (TECNM), donde prestigiosos investigadores ofrecen acceso universal al conocimiento científico generado tras muchos años de investigación.

Los editores

Resumen

Prólogo.....	4
Capítulo I.....	7
Introducción al cultivo del Nopal.....	7
Capítulo II.....	15
Características de Los Nopales.....	15
Capítulo III.....	27
Selección del sitio y Plantación del Nopal.....	27
Capítulo IV.....	37
Manejo anual del Cultivo.....	37
Capítulo V.....	45
Usos y aprovechamiento de los Nopales.....	45
Capítulo VI.....	64
Generación de biogás y energía eléctrica.....	64
Índice.....	79
Sobre los compiladores.....	80

Introducción al cultivo del Nopal



Huerta de Nopal tunero. Foto: Dr. Jaime Mena Covarrubias, INIFAP-CEZAC.

Capítulo I

Introducción al cultivo del Nopal

Recebido em: 01/12/2023

Aceito em: 08/12/2023

 10.46420/9786585756211cap1

Leandris ArgenteL-Martínez 

Ofelda PeñueLas-Rubio 

Catarino Perales-Segovia 

Ernesto González Gaona 

Alberto Margarito García Munguía 

José Aurelio Leyva Ponce 

Los nopales son originarios de América (Nieto-Garibay, 2003) y se les encuentra distribuidos en todo el continente desde los litorales hasta el Altiplano creciendo en forma silvestre en las planicies áridas del centro y norte de México, y aunque también se les reporta en climas subtropicales y tropicales, la mayor variación y diversidad se presenta en las zonas semiáridas (Pimienta, 1990). Se plantean dos centros de diversificación uno en América del norte y otro en América del sur, separados por el Istmo de Panamá, originados por un centro primitivo de diferenciación en el Golfo de México y El Caribe (Piña, 1977).

En México, el nopal es icono de las zonas rurales de las zonas áridas y semiáridas del norte del país. Culturalmente se le encuentra asociado a eventos primordiales de nuestra nación como el lugar de la Fundación de Tenochtitlán ubicado, donde Tenoch y los nueve caudillos aztecas encontraron un águila posada sobre un nopal devorando una serpiente (Figura 1A, 1B, y 1C).

Tenochtitlán en náhuatl proviene de la integración de Te (tl) “piedra” y noch(tli) tuna, que integradas a ti (estativo) y tlan “lugar en el que abundan las tunas”. El nopal tenía una connotación divina para los Aztecas entendiéndose que la tuna era el corazón de Copil sobrino de Huitzilopochtli que dio origen al nopal sobre la piedra tan grande y hermoso que el águila hace en el, su morada (Bravo-Hollis & Scheinvar, 1995; Velázquez, 1998; Wikipedia, 2010).

La palabra nopal, es un vocablo que deriva del náhuatl nopalli que significa mi bandera (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada, 1991, citados por González et al., 2001). México es la única nación que utiliza esta planta dentro de sus emblemas nacionales, resaltando la importancia que han tenido los nopales en el desarrollo del país como lo demuestra su inserción en el escudo de armas de Maximiliano y el actual escudo nacional (González et al., 2001; Martínez et al., 2010).

El nopal, está intrínsecamente relacionado con el desarrollo del pueblo mexicano en su historia, tradición, orgullo, “folcklore”, gastronomía (Velázquez, 1998), magia, religiosidad, medicina e identidad, a tal grado que existe un refrán que señala “tan mexicano como los nopales” (Garcés, 2009).

Las nopaleras silvestres en la República Mexicana ocupan una superficie cercana a los tres millones de hectáreas distribuidas principalmente en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí y Jalisco (Pimienta, 1990), aunque de estas solo unas 250 mil ha son usadas bajo explotación comercial mediante actividades de recolección (Badii & Flores, 2001), los principales estados productores son Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Aguascalientes, Jalisco, Hidalgo, Puebla y México (Pimienta, 1990).

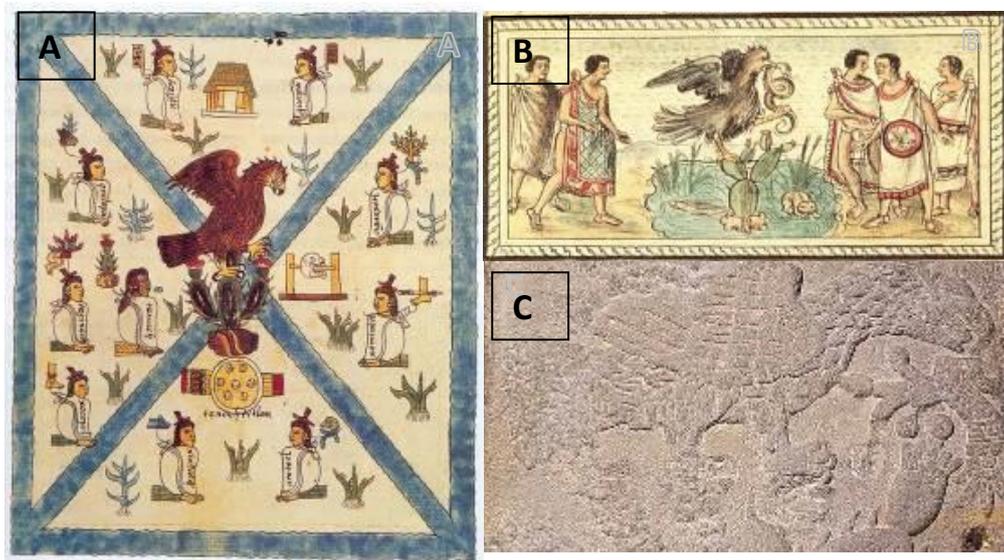


Figura 1. La representación prehispánica más conocida del lugar donde se fundaría Tenochtitlán es la del Códice Mendocino de 1541(A). Se observa la ausencia de la serpiente que se agregó después, debido a una mala traducción de la leyenda y a las ideas cristianas de la serpiente como símbolo del mal (Wikipedia, 2010). La reinterpretación de la leyenda donde aparece la serpiente (B) se atribuye al padre Diego Duran en el Códice Duran de 1570 (Bustamante, 2008). Otra representación de dicho evento es la del “teocalli” de la guerra sagrada de los aztecas (C) (Velázquez, 1998; Matos, 2010).

Bajo cultivo se estiman cerca de 50 mil ha ubicadas en dos grandes regiones: la centro-norte que involucra a los estados de Zacatecas (con cerca del 28% de la superficie nacional), San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco y Guanajuato con alrededor de 25 mil ha, con altitudes en esta región entre 1,840 a 2,200 msnm, con clima templado seco, lluvias de mayo a septiembre (350 a 500 mm) y temperaturas promedio de 16 a 18 °C, con periodo de heladas de octubre-marzo, las producciones varían de 3 a 15 ton/ha⁻¹ (Pimienta, 1990; Flores & Gallegos, 1993).

La región centro-sur, ubicada en los estados de Hidalgo, México, Tlaxcala y Puebla con una extensión aproximada de 18,750 ha. En la zona de Puebla es semi intensivo y se produce la variedad de tuna blanca Villanueva. El clima es fresco (13-15 °C) sin presencia de heladas, con precipitaciones de 600-750 mm, las producciones varían de 15-25 t ha⁻¹, durante abril-agosto, mientras que en los otros estados es intensivo y se produce principalmente la variedad Alfajayucan, con precipitaciones de 400 a 700 mm, las producciones se encuentran de 10-15 t ha⁻¹ en julio-septiembre. El resto de la superficie cultivada con nopal se ubica en áreas dispersas en Durango, Querétaro, Coahuila, Oaxaca, Guerrero, Sinaloa, Veracruz y Baja California (Flores & Gallégo, 1993).

En la zona norte-centro las huertas de nopal tunero producen de 3 a 15 ton ha⁻¹ debido a la baja precipitación (350 a 500 mm precipitación por año) y menor empleo de prácticas de manejo, mientras que las mejores producciones que van de 10 a 15 ton ha⁻¹ se logran en los estados de Hidalgo y México que tienen mejores precipitaciones y existe una mayor inversión en el cultivo; así como en Puebla donde las precipitaciones alcanzan los 600 a 750 mm por año y no existen riesgos de daños por frío (Barbera, 1995). La época de cosecha de tuna en Puebla es de abril-agosto, en Hidalgo y Estado de México de julio-septiembre y de agosto-octubre en la región centro-norte (Barbera, 1995).

Las principales especies cultivadas en México son: *Opuntia amyclaea*, *O. ficus-indica*, *O. xocostle*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*, mientras que las especies que se recolectan en su ambiente natural son *O. hypatiacantha*, *O. leucotricha* y *O. streptacantha* (Nobel, 1998).

En el Valle de Tehuacán, Puebla se encontraron vestigios de semillas de frutos y pencas de nopal con una antigüedad de 6,500 años antes de nuestra era y se cree que junto con el maíz formaban parte de la alimentación humana de los pueblos prehispánicos; como lo muestran las excavaciones de Tetila en donde se hallaron e identificaron 10 especies de nopales (*Opuntia amyclaea* Ten. “alfajayucan”, *O. cochinera* Griff. “cardón”, *O. lindheimeri* var. *Lucens* (Griff.) Scheinv. “cuija”, *O. matudae* Scheinv. “xocostle colorado”, *O. oligacantha* SD. “xocostle corriente”, *O. robusta* var. *guerrana* (Griff.) San-Me., ex Bravo. “nopal tapón”, *O. sarca* Griff. Ex Scheinv. “chamacuerito”, *O. spinulifera* SD. “ardilla”, *O. streptacantha* Lem. “cardon”, *O. tomentosa* var. *tomentosa* SD “San Gabriel”), de las cuales algunas son silvestres, otras son variedades de tunas finas todavía hoy muy apreciadas y de acuerdo a la distribución actual algunas son endémicas y otras introducidas (Adriano & Martínez, 2010). De los pueblos prehispánicos los que más emplearon el nopal en sus cultos religiosos fueron los aztecas y los otomíes (Smith, 1967 citado por Hoffman, 1995; Granados & Castañeda, 2000).

La importancia de los nopales se pone de manifiesto por la amplia cantidad de usos que tiene, entre los que se pueden citar: la alimentación humana ya sea por el consumo de nopalitos y/o tunas (Pimienta, 1990; De la Rosa y Santana, 2000; Granados & Castañeda, 2000) o como forraje para los animales (Flores y Aranda, 1997), medicinal (Mayer & Mc Laughlin, 1981; Basurto et al., 2010), ornamental (Nobel, 1998), elaboración de quesos, dulces y bebidas (Pimienta, 1990; Bravo-Hollis & Scheinvar, 1995; Arrizon et al., 2006), combustible o como base para obtención de energía alternativa (Retamal et al., 1987; García de Cortazar & Varnero, 1995; Méndez et al., 2009; Perales et al., 2009), y cría de insectos como la grana para la obtención de pigmentos (Flores-Flores & Tekelenburg, 1995; Méndez et al., 1999; Aldama-Aguilera & Llanderal-Cázares, 2003; Campos-Figueroa & Llanderal-Cázares, 2003) entre otros.

Los rendimientos comerciales de tuna en plantaciones jóvenes de cinco a siete años son de 0.5 a 1.4 ton ha⁻¹ mientras que en plantaciones maduras de 20 a 30 años van de 3.0 a 8.0 ton/ha⁻¹ (Pimienta, 1990), aunque se han registrado rendimientos experimentales de hasta 51 ton ha⁻¹ pero con una alternancia de producción muy marcada (Gutiérrez, 1987).

A pesar de que en México el nopal se le cultiva desde 500 años antes de nuestra era (Pimienta, 1990), los niveles tecnológicos de las explotaciones son muy bajos, debido a que por su rusticidad y a los bajos precios en el mercado, no se proporcionan los cuidados adecuados, porque económicamente no sería redituable. Por ejemplo, en Guanajuato se estimó que en el 16% de los huertos de nopal tunero, alrededor de 1,000 ha requerían realizar actividades de rehabilitación inmediatas, pero la gran mayoría de las plantaciones requerían de la solución de problemas que afectan la producción, como plagas y enfermedades, rendimientos bajos e inestables, sequía y maleza perenne (Mondragón, 1994).

En los primeros estudios realizados sobre la incidencia y daños ocasionados por insectos (p.e. García, 1965) se determinaron entre cinco u ocho especies problemas con amplia distribución; sin embargo, los problemas fitosanitarios se han incrementado debido al establecimiento de monocultivos utilizando cladodios provenientes de plantaciones con problemas fitosanitarios, lo cual ha ocasionado que en la actualidad se manejen hasta 18 especies de plagas causando daños económicos (Mena & Rosas, 2007). En la región de Pinos, Zacatecas, se determinó que el 85% de los productores señala tener problemas debido a los daños ocasionados por las plagas (Esparza et al., 1992), lo cual es una situación común a las plantaciones comerciales del centro norte de México.

En forma tradicional para controlar las plagas del nopal, la estrategia más utilizada por los productores es la aplicación de plaguicidas, aun y cuando no existe un plaguicida autorizado por la CICLOPLFEST para su uso en este cultivo, se pueden encontrar citas que mencionan varios productos (INIFAP, 1998; Badii & Flores, 2001); sin embargo, además de los problemas de contaminación y resistencia que se originan, existen cuestionamientos sobre la efectividad ya que se realizan recomendaciones de control con base en estudios con más de 30 años de antigüedad (Méndez, 1994).

En el caso de enfermedades el panorama se complica ya que existen controversias en el organismo causal, epidemiología, épocas y estrategias de combate.

Se considera que para que se logre la adopción de las estrategias de control integral de plagas y enfermedades existen las siguientes dificultades: 1) muchos productores reducen al máximo la inversión de insumos destinados a la producción por la inseguridad de obtener precios a sus productos que justifiquen la inversión realizada, 2) la escasez de agua limita la aplicación de agroquímicos y 3) la mayoría de los productores desconoce los métodos y normas que se deben seguir en la aplicación de plaguicidas (Pimienta, 1990). El objetivo de este escrito es proporcionar información actualizada sobre el cultivo del nopal y sus usos a través de la historia y su consumo.

LITERATURA CITADA

Adriano, M. C., & Martínez-Yrizar, D. (2010). Un sustento que viene del pasado. <http://www.cienciorama.unam.mx/index.jsp?pagina=vida&action=vrArticulo&aid=231>. (16 de abril de 2010).

- Aldama-Aguilera, C., & Llanderal-Cázares, C. (2003). Grana cochinilla: comparación de métodos de producción en penca cortada. *Agrociencia*, 37, 11-19.
- Arrizon, J., Calderon, C., & Sandoval, G. (2006). Effect of different fermentation conditions on the kinetic parameters and production of volatile compounds during the elaboration of a prickly pear distilled beverage. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 33, 921-928.
- Badii, M. H., & Flores, A. E. (2001). Prickly pear cacti pests and their control in México. *Florida Entomologist*, 84, 503-505.
- Barbera, G. (1995). History, Economic and Agro-ecological importance. In: *Agroecology, cultivation and uses of cactus pear*. FAO, Plant Production and Protection paper 132. Barbera, G., P. Inglese & E. Pimienta B. (Eds.). pp 1-11.
- Basurto, S. D., Lorenzana-Jiménez, M., & Magos, G., G. A. (2010). Utilidad del nopal para el control de la glucosa en la diabetes mellitus tipo 2. <http://www.ejournal.unam.mx/rfm/no49-4/RFM49408.pdf>. Monografía. Laboratorio de fitofarmacología. Departamento de Farmacología. Facultad de Medicina. UNAM, México. 6 p. (19 de abril de 2010).
- Bravo-Hollis, H., & Scheinvar, L. (1995). El interesante mundo de las cactáceas. Sección de obras de Ciencia y Tecnología. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Fondo de Cultura Económica. México. 231 p.
- Bustamante, D. P. (2008). ¿Qué parece? Como pregunta orientadora en el estudio de la topografía sagrada en la cultura Azteca. In: *rupestreweb*. <http://www.rupestreweb.info/queparece.html>. (19 de abril de 2010).
- Campos-Figueroa, M., & Llanderal-Cázares, C. (2003). Producción de grana cochinilla *Dactylopius coccus* (Homoptera: Dactylopiidae) en invernadero. *Agrociencia*, 37, 149-155.
- De la Rosa, J. P., & Santana, D. A. (2000). El Nopal. Usos, manejo agronómico y costos de producción en México. Primera reimpression. Comisión Nacional de las Zonas Áridas-Universidad Autónoma Chapingo-Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. México 182 p.
- Esparza, G. S. de J., Méndez, G., & Figueroa, S. B. (1992). Principales problemas fitosanitarios del Nopal Tunero en el sureste de Zacatecas. In: *Resúmenes del XXVII. Congreso Nacional de Entomología*. pp. 243-244.
- Flores, C. A., & Aranda, G. (1997). El nopal como forraje en México. In: *Proceedings V International Congress on Nopal*. R. Vázquez, C. Gallegos, N. Treviño & Y. Díaz. (Eds.) Universidad de Nuevo León, México. pp. 219-220.
- Flores, V. C. A., & Gallegos, V. C. (1993). La producción de tuna en México. In: *Resúmenes del 6o Congreso Nacional y 4º Congreso Internacional sobre el conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. pp 274 -278.

- Flores-Flores, V., & Tekelenburg, A. (1995). Dacti (*Dactylopius coccus* Costa) Dye production. In: Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO, Plant Production and Protection paper 132. Barbera, G., P. Inglese & E. Pimienta B. (Eds.). pp. 167-185.
- Garcés, J. M. (2009). El nopal de los milapaltenses. In: Memorias del Foro: Avances tecnológicos en nopal verdura. Dirección General de Desarrollo Rural - Fundación Grupo Produce A. C. - Distrito Federal, México. pp. 8-14.
- García de Cortazar, V., & Varnero, M. T. (1995). Energy production. In: Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO, Plant Production and Protection paper 132. Barbera, G., P. Inglese & E. Pimienta B. (Eds.). pp 186-191.
- García, M. T. (1965). Principales plagas del nopal en el Valle de México. Fitófilo XVIII núm. 47. pp. 15-28.
- González, A. D., Riojas, M. E., & Arreola, N. H. J. (2001). El género *Opuntia* en Jalisco. Guía de campo. Universidad de Guadalajara-CONABIO. México. 135 p.
- Granados, S. D., & Castañeda, P. A. D. (2000). El nopal. Historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Editorial Trillas. 3ra reimpresión. México. 227 p.
- Gutiérrez, F. A. (1987). Introducción y selección en nopal tunero. Mejores opciones de producción en temporal. Sandoval, Aguascalientes. SARH-INIFAP-CIFAP-CAEPAB, Aguascalientes. pp. 10-17.
- Hoffman, W. (1995). Ethnobotany. In: Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO, Plant Production and Protection paper 132. Barbera, G., P. Inglese and E. Pimienta B. (Eds.). pp 12-20.
- INIFAP. (1998). Guía para la asistencia técnica agrícola del área de influencia del Campo Experimental Pabellón. SAGARPA-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, México. pp. 101-109.
- Martínez, M. V., Madera, J. G., Guzmán, C. B., & Vélez, F. L. M. (2010). Símbolos patrios. http://www.congreso.jalisco.gob.mx/biblioteca_Virtual/MuseoVirtual/folleto.pdf. Congreso del estado de Jalisco. LVIII legislatura. Comité de Biblioteca, archivos y editorial. Jalisco, México. 24 p. (19 de abril de 2010).
- Matos, M. E. (2010). El México prehispánico y los símbolos nacionales. Arqueología Mexicana. <http://www.arqueomex.com/S2N3nSimbolos100html>. (19 de abril de 2010).
- Mayer, B. B., & Mc. Laughlin, L. (1981). Economic uses of *Opuntia*. Cactaceae Succulent Journal, 53, 107-112.
- Mena, C. J., & Rosas, G. S. (2007). Guía para el manejo integrado de las plagas del nopal tunero. SAGARPA-INFAP-Campo Experimental Zacatecas. México. Publicación Especial Núm. 14. 34 p.

- Méndez, G. S. J. (1994). Principales plagas del nopal. In: Memorias de Aportaciones técnicas y experiencias de la producción de tuna en Zacatecas. Esparza G., J. & S. J. Méndez G (Eds.). pp. 49-57.
- Méndez, G. S. J., Aquino, G. P., Puga, J. P., & Martínez, H. J. J. (1999). El cultivo de la grana o cochinilla fina (*Dactylopius coccus*). Mimeografiado. Curso de capacitación a técnicos CODAGEA. Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, México. 17 p.
- Méndez-Gállegos, S. J., Rossel, D., Amante-Orozco, A., Gómez-González, A., & García-Herrera, J. E. (2009). El nopal en la producción de biocombustibles. In: Memorias del VIII Simposio-Taller Nacional y 1er Internacional de Producción y Aprovechamiento del nopal. Campus de Ciencias Agropecuarias. Vázquez-Alvarado R. E., F. Blanco-Macías & R. Valdez-Cepeda (Eds.) Universidad Autónoma de Nuevo León, México. pp. 73-86.
- Mondragón, J. C. (1994). Rehabilitación de huertos de nopal tunero. SARH-INIFAP-CIRCE Campo Experimental Norte de Guanajuato. Folleto Técnico Núm. 4, 26 p.
- Nieto-Garibay, A. (2003). Ecología 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. (Eds.). Editorial Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz B.C.S. México. pp. 27 - 47.
- Nobel, S. P. (1998). Los incomparables agaves y cactus. Primera edición en español. Editorial Trillas, México. 211 p.
- Perales de la C., M. A., Perales, V. M. A., Santana, O. I., Cortéz, M. A., & Garibaldi M., F. (2009). Generación de energía a base de nopal. In: Memorias del Foro: Avances tecnológicos en nopal verdura. Dirección General de Desarrollo Rural - Fundación Grupo Produce A. C. - Distrito Federal, México pp. 19-25.
- Pimienta, B. E. (1990). El nopal tunero. Universidad de Guadalajara. México. 246 p.
- Piña, I. L. (1977). La grana o cochinilla del nopal. Monografía Núm. 1. Laboratorio Nacional. Subsecretaría de Fomento Industrial. México. 54 p.
- Retamal, N., Duran, J. M., & Fernández, J. (1987). Ethanol production by fermentation of fruits and cladodes of prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller). Journal Science of Food and Agriculture, 40, 213-218.
- Velázquez, E. (1998). El nopal y su historia. La cocina mexicana a través de los siglos. Editorial Clío, libros y videos S.A. de CV. Primera edición. México. 95 p.
- Wikipedia. (2010). México-Tenochtitlán. <http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9xico-tenochtitlan>. (14 de abril de 2010).

Características de Los Nopales



Penca de Nopal tunero en Zacatecas. Foto: Dr. Jaime Mena Covarrubias, INIFAP-CEZAC.

Índice

	C	México, 1, 4, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 18, 20, 28, 36, 37, 38, 40, 44, 46, 47, 48, 56, 64, 79, 80
Cactáceas, 79		
	E	
Especies, 40		
	L	
lindheimeri, 8, 18		
	M	
Metabolismo, 20		
	O	
		Opuntia, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 44, 48, 49, 51, 54, 56, 64
	S	
		streptachantha, 18
	T	
		Tuna, 47

Sobre 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. 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.



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.



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. Alberto Margarito García Munguía. Profesor Investigador Titular C, de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNII) Nivel 2. Profesor Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Miembro del Cuerpo Académico Protección Vegetal. Línea de investigación: Manejo Integral de Plagas, Manejo de agroquímicos y biológicos, Autodiseminación de Entomopatógenos.



MC. Karla Vanessa De Lira Ramos. Investigadora Titular del Programa de Sanidad Forestal y Agrícola del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, adscrita al Campo Experimental Pabellón en Aguascalientes desde 2014. Líneas de Investigación: Manejo orgánico biológico de plagas y enfermedades en Guayaba, Nopal, Vid, Maíz, así como plagas forestales y resistencia a *Begomovirus* en Chile.



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