

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 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: 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 IV


Manejo anual del Cultivo

Recebido em: 01/12/2023


Aceito em: 08/12/2023

 10.46420/9786585756211cap4

Karla Vanessa De Lira Ramos 

Lucila Perales Aguilar 

Catarino Perales-Segovia 

Ernesto González Gaona 

Jaime Mena Covarrubias 

En México la producción de nopal se ha clasificado en nopaleras silvestres, huertos de traspatio y plantaciones como monocultivo estos son los sistemas más diseminados en las zonas áridas y semiáridas del país con cerca de 3 millones de ha, ocupando casi el 50% del territorio nacional (Sarvia, 2004). El nopal establecido en sistemas de producción intensiva con altas densidades de población, enfrenta serios problemas para maximizar el rendimiento biológico, dentro de los principales problemas de manejo se pueden mencionar el control de maleza, plagas y enfermedades, nutrición, poda, riego y cosecha, los cuales requieren del conocimiento técnico-científico para ser controlados adecuadamente (Murillo et al., 2003).

Manejo de arvenses

Se da el nombre de “malezas” o “malas hierbas” a plantas que crecen en la parcela, con la planta cultivada, que compiten con el cultivo por espacio, luz y nutrimentos. El término correcto para designar este tipo de plantas es “arvenses”, que se refiere a plantas que crecen en lugares donde no son deseadas por el hombre, pero no son malas hierbas, ya que muchas de ellas tienen usos como alimento o como plantas medicinales. Muchas de ellas son hospederas de plagas y enfermedades (pueden usarse como cultivos trampa); de acuerdo con algunos autores, se conoce como “maleza” a aquellas plantas que interfieren con las actividades humanas, dañando sus cultivos, animales o sus propiedades, afectando directa o indirectamente los intereses o actividades de los productores (García et al., 2008). Sin embargo, estas plantas, además de los usos ya mencionados, también sirven de refugio y sitios de oviposición a los artrópodos benéficos, que pueden ser usados en programas de control biológico de plagas o para elaborar extractos vegetales para el manejo de plagas y enfermedades de los cultivos. Otra forma sustentable del manejo de arvenses e incremento de la biodiversidad del agroecosistema nopal, es la siembra en callejones donde se siembran líneas de nopal de 6 a 8 m de ancho y en medio se siembra algún cultivo anual de bajo

porte como cebada en invierno y frijol en verano, lo cual ayuda en el manejo de las “malas hierbas” y convierte al agroecosistema en un policultivo (FAO, 2018).

En la práctica, el control más común de malezas es el control manual, con azadón o alguna otra herramienta adecuada, donde se busca que el cultivo se mantenga libre de algunas plantas que afecten al nopal durante todo el año; sin embargo, por el costo que representa se recomienda realizar al menos de dos a tres deshierbes al año, preponderantemente durante la época de lluvias, que es cuando prolifera la maleza y si no se controla, además de la competencia puede también dificultar la cosecha.

Aunque se pueden emplear herbicidas de contacto como (Paraquat) o sistémicos (Glifosato) se debe evitar que la aspersión moje a la planta y/o emplear campanas en las boquillas para dirigir la aspersión lo más posible; sin embargo, la tendencia y los requerimientos del mercado son hacia el empleo de las buenas prácticas agrícolas y la inocuidad alimentaria, para obtener una producción sin residuos de plaguicidas, sobre todo en nopal verdura y nopal tunero.

Nutrición

En las regiones de México donde se cultiva el nopal en forma intensiva, se alcanzan producciones elevadas de biomasa, debido principalmente a las altas densidades de plantación y a la aplicación de abono orgánico fresco en capas gruesas que van de 25 a 40 cm de espesor (Perales-Vega & Perales, 2012; Pimienta, 1986). Tal aplicación significa además de la adición de nitrógeno, la incorporación de 600 u 800 t ha⁻¹, de estiércol fresco, esto se hace con la finalidad de proporcionar humedad a la planta, ya que es una zona donde no se cuenta con riego. El nitrógeno resulta indispensable para la brotación y crecimiento de renuevos. Blanco-Macías y colaboradores (2006) señalan que el rendimiento de biomasa depende de la concentración de N, K y Mg. Los nutrimentos que presentan sinergia en la producción son: P-K, K-Mg y Mg-Ca y antagonismo son N-Ca, N-Mg y además citan que los contenidos (%) deben ser del orden de 1.29±0.47, 0.36±0.08, 4.24±0.88, 4.96±1.73, 1.61±0.27 para N, P, K, Ca y Mg, respectivamente, para obtener rendimientos de 46.7 kg planta⁻¹ en suelos calcáreos.

En el nopal para la producción de biomasa para biogás se obtienen buenos resultados cuando se aplican 200 gramos de sulfato de amonio o 100 gramos de urea por planta, estos resultados son mejores si el fertilizante químico se aplica junto con el abono orgánico. Se recomienda aplicar de 2 a 3 meses después de establecida la plantación y en presencia de humedad. En la región de Calvillo se ha encontrado buena respuesta aplicando 550 kg ha⁻¹ de sulfato de amonio y 200 kg ha⁻¹ de sulfato de calcio simple, fraccionada en 12 aplicaciones, una cada mes.

Para nopal verdura y para nopal tunero se presentan buenos resultados con la fertilización orgánica, al aplicar 10 Kg de estiércol seco al momento de la siembra y posteriormente hacer lo mismo antes del temporal de lluvias (Luna-Vázquez et al., 2012), lo cual incrementa sensiblemente los rendimientos de nopalitos y de tunas. También se recomienda la aplicación de vermicomposta u otro tipo

de compostas, que junto con la aplicación de bioinsecticidas permiten desarrollar plantaciones de nopal sustentables bajo el esquema de la inocuidad alimentaria (Márquez Berber et al., 2012).

Podas

Las podas se realizan con la finalidad de dar a la planta una buena forma y así hacer más sencillo su manejo, evitando la reducción de calles para facilitar el acceso al interior; Además, con la práctica de poda se estimula la brotación de renuevos. Es aconsejable eliminar aquellos cladodios que se localizan en posición y ángulos inadecuados a la iluminación solar, que se encuentran muy juntos o en la base del tallo. En general, en el nopal para la producción de biomasa se recomiendan cuatro tipos de poda: Poda de formación, sanitaria, rejuvenecimiento y de estimulación de raíces (Perales Vega & Perales, 2012).

La poda de formación. Tiene por objetivo inducir la estructura a la planta bajo cultivo, para lo cual se eliminan las pencas que no se encuentren en condiciones ideales para obtener la bifurcación (como orejas de ratón), también se elimina aquellas pencas que no tuvieron un desarrollo normal y que son improductivas (tocones) o bien aquellas que fueron dañadas o enfermas, pero siempre teniendo en cuenta dejar la base de la planta libre para reducir el sombreo entre pencas.

Poda de producción. El criterio técnico fundamental a tomar en el caso de producción máxima de biomasa es la edad de la penca (CODAGEM, 1979), en este caso específico, se poda toda la biomasa que se produce en el tercer banco sobre las pencas orejas de ratón cada tres meses o en caso extremo pencas de cuatro meses.

Poda sanitaria. En conjunto con la poda de formación y producción, se debe realizar la poda sanitaria, que consiste en la eliminación de pencas enfermas y con daños físicos por insectos o cualquier otro factor. La eliminación de estas pencas debe realizarse durante todo el año, al momento de la aparición de los síntomas iniciales de alguna enfermedad o daño de insecto. Las pencas dañadas por insectos pueden ser picadas e incorporadas al suelo y las dañadas por enfermedad, se sugiere que sean destruidas mediante quema para la eliminación de los patógenos causantes de la enfermedad y reducir los riesgos de infecciones posteriores (García-Hernández & Valdes-Cepeda, 2003).

Riego

El nopal es una planta que en México sobrevive tan solo con el agua de lluvia, pero cuando se somete a cultivo es necesaria una mayor cantidad de agua para obtener mayor producción (Borrego & Burgos, 1986).

Un aspecto importante es qué mediante la aplicación de riego, la productividad puede ser incrementada y el rendimiento puede ser aún mayor si se combina con la adición de fertilizantes. La frecuencia y la lámina de riego recomendada varía de acuerdo a la zona de producción, aunque la literatura señala la aplicación desde cada seis días en los meses más cálidos del año (mayo-agosto) hasta un riego al mes (Bravo, 1978; García et al., 2008) Aunque no existe información suficiente sobre los requerimientos

de agua, algunos estudios indican que en California la lámina de agua consumida por el nopal fue de 3.3 mm día⁻¹ (Nobel & Hartsock, 1984) y en el estado de México (Milpa Alta) de 1.7mm día⁻¹ (Flores, 2001).

En el caso del nopal para producción de biomasa para biogás, es semejante al cultivo de nopal verdura, donde se requiere una emisión constante de brotes, por lo que los requerimientos de agua también son constantes. Durante los meses de sequía es importante realizar riegos ligeros por gravedad. De preferencia, el riego debe ser con goteros de 4 L h⁻¹, para aplicar al menos 1,500 m³ ha⁻¹ al año, en zonas con precipitaciones promedio de 500 mm y de ser riego por gravedad la plantación se debe ubicar cerca de una fuente de agua para aplicar riegos ligeros cada 8 o 15 días, dependiendo de las necesidades de la plantación.

En nopal tunero, la aplicación de riego más 800 ppm de Thiadozuron (TDZ) permite atrasar y alargar el periodo de floración de nopal y por lo mismo incrementar la producción de tuna de fuera de temporada (Víctor-Gómez et al., 2020).

Cosecha

Para el caso de producción de energía con biomasa de nopal, la mayor cantidad de producción se obtiene durante la época de mayor humedad y temperatura (mayo a septiembre), lo cual corresponde al periodo de lluvias. La primera cosecha se lleva a cabo a los cuatro meses y posteriormente cada tres meses, cosechando un promedio de 200 ton/corte, con un peso promedio de 900 gr por penca. El corte del nopal con fines de biomasa se realiza manualmente con un cuchillo filoso o quebrando y girando la penca en la hendidura y posteriormente se lanza a un remolque donde es trasladada la biomasa a la planta de biodigestión (Figura 1); sin embargo, se sugiere que la cosecha se realice de manera mecánica en superficies mayores a 20 hectáreas.



Figura 1. Cosecha manual de biomasa de nopal en Las Tinajas, Calvillo, Ags. Foto Miguel A. Perales de la Cruz.

En nopal tunero, la cosecha se realiza de manualmente y la producción tiene una vida de anaquel muy corta, de 9 a 15 días, por lo que una alternativa serían los Centros de Acopio o Consolidación en las regiones productoras (Granillo-Macias et al., 2019). La alternativa para darle valor agregado a la tuna, sería su industrialización para producir, tintes, dulces y bebidas, como las gomitas de tuna que se producen en algunos lugares del estado de México (Anónimo, 2017).

El corte se debe hacer sin lastimar la penca que forma la rama de producción, porque puede provocar heridas que ocasionan el inicio de alguna enfermedad. De realizar el corte con una cosechadora mecánica, se recomienda aplicar un desinfectante para proteger a las plantas dañadas y facilitar una pronta cicatrización de la penca.

Especies y variedades

Se puede afirmar que gran parte de las especies de nopal, silvestres o cultivadas, son aptas para el consumo como verdura fresca (nopalitos); este tipo de verdura corresponde a brotes tiernos que producen las plantas de nopal en diferentes épocas del año, sobre todo en épocas de lluvias (Barrientos & Brauer, 1965). México es el país donde existe la más amplia diversidad de nopales, tanto silvestres como cultivados, lo cual se manifiesta en gran número de variedades de nopalitos en el mercado (Flores, 2001). Entre las variedades utilizadas en el cultivo para verdura se puede mencionar:

- Chicomostoc y Esmeralda
- Criolla tipo italiana
- Tlaconopal
- Copena F1
- Atlíxco
- Milpa Alta
- Sel. 6 CEPAB

Para la generación de biogás y sobre todo para el centro de México, se sugiere utilizar Sel. 6 CEPAB y milpa alta como opción alterna.

Para nopal tunero se recomiendan variedades de pulpa blanca, amarilla y roja; la Alfajayucan o Reyna de pulpa verde es la más sembrada, la Cristalina pulpa verde, la Roja Lisa de pulpa roja y la Amarilla Montesa de pulpa amarilla. La variedad Alfajayucan tiene maduración temprana, produce frutos muy dulces, tiene pocas semillas y cáscara delgada, por lo que es la variedad más buscada por los productores, pero tiene la desventaja que es la menos tolerante a la sequía (Luna-Vázquez et al., 2012).

Volumen y rendimiento por hectárea

Luna (2008), reporta rendimientos de nopal verdura bajo condiciones controladas superiores a las 400 ton/ha⁻¹, cosechando nopales tiernos de 20 a 25 cm de longitud en promedio.

En condiciones de campo con un manejo adecuado del cultivo se pueden obtener de 600 a 800 ton ha⁻¹ al año, el cual es susceptible de elevarse con la incorporación de técnicas apropiadas de manejo de cultivo. En el caso específico de dos ranchos cultivados con nopal evaluados durante junio de 2014 a junio de 2015 en el municipio de Calvillo, Ags. registraron los volúmenes de cosecha que se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Volúmen de cosecha de biomasa de nopal de dos ranchos cultivados con nopal en el municipio de Calvillo, Ags.

RANCHO	VOLUMEN COSECHADO (ton ha ⁻¹)				TOTAL
	2014		2015		
	Sept	Dic	Mar	Jun	
Las Tinajas	125	230	318	315	998
El Refugio	97	210	330	320	957
Promedio	111	220	324	317.5	997.5

De nopal tunero se producen entre 4 y 30 Toneladas de fruta por ha, dependiendo de la disponibilidad de agua y el manejo del cultivo; 4 t ha⁻¹ en el cultivo de temporal y 30 t ha⁻¹ en cultivo de riego, con buena fertilización, manejo fitosanitario (Luna-Vázquez et al., 2012).

LITERATURA CITADA

- Anónimo (2017). Caracterización del SIAL nopal verdura y fruta en el estado de Hidalgo, México. <http://www.iica.int> y <http://www.elcolegiodehidalgo.edu.mx> Consulta, 19 de septiembre 2020.
- Barrientos, P. F., & Brauer, H. O. (1965). El Nopal y su utilización en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 26: 87-94.
- Blanco-Macías, F., Lara-Herrera, A., Valdez-Cepeda, R. D., Cortes-Bañuelos, J. O., Luna-Flores, M., & Salas-Luevano, M. A. (2006). Fracciones nutrimentales y normas de la técnica de nutrimento compuesto en nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller). *Revista Chapingo serie Horticultura*, 12(2), 166-175.
- Borrego, E. F., & Burgos, N. V. (1986). El nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Bravo-Hollis, H. (1978). Las cactáceas de México. 2ª ed. Vol. 1. U.N.A.M. México.
- CODAGEM (1979). Cultivo, explotación y aprovechamiento del nopal. México. Folleto informativo No. 158.
- FAO (2018). Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal. 2ª Edición, FAO, Roma, Italia. 229 p.
- Flores, C. A. (2001). Producción, industrialización y comercialización de nopalitos. Reporte de investigación 58. Universidad Autónoma de Chapingo CUESTAAM. Chapingo Edo. de México.
- García, H. J. E., Méndez, S. J., Rossel, K. D., Talavera, M., & Hernández, I. (2008). El Nopal Tunero en San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados. Folleto para productores No. 2. Salinas, San Luis Potosí. Noviembre del 2008. ISBN 978-968-839-6087.

- García-Hernández, J. L., & Valdes-Cepeda, R. D. (2003). Plagas y enfermedades del nopal. En: Murillo A., B., E. Troyo D. & J. L. García F. 2003. El Nopal. Alternativa para la agricultura de zonas áridas en el siglo XXI. CIBRNE. La Paz, Baja California. México. ISBN: 968-5715-00: 137-176.
- Granillo-Macías, R., González-Hernández, I. J., Santana-Robles, F., & Martínez-Flores, J. L. (2019). Estrategia de centros de consolidación para la distribución de tuna en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(2), 265-276.
- Luna, V. J. (2008). Producción intensiva de nopal verdura. SAGARPA-INIFAP. Folleto para productores No. 28. San Luis Potosí, S.L.P. 22p.
- Luna-Vázquez, J., Zegbe-Domínguez, J. A., Mena-Covarrubias, J., & Rivera-Lozano, M. T. (2012). Manejo de plantaciones de nopal tunero en el Altiplano Potosino. Folleto para Productores No. MX-0-310305-32-03-17-10-59. INIFAP, Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental San Luis. 23 p.
- Márquez-Berber S. R., Torcuato-Calderón, C., Almaguer-Vargas, G., Colinas-León, M. T., & Khalil-Gardezi, A. (2012). El sistema productivo del nopal tunero (*Opuntia albicarpa* y *O. megacantha*) en Axapusco, Estado de México. Problemática y alternativas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18(1), 81-93.
- Murillo, A., Troyo, D., & García, F. (2003). El Nopal. Alternativa para la agricultura de zonas áridas en el siglo XXI. CIBRNE. La Paz, Baja California. México. 293 p. ISBN: 968-5715-00.
- Nobel, P. S., & Hartsock, T. L. (1984). Physiological responses of *Opuntia ficus-indica* to growth temperature. *Physiol. Plant.* 60: 98-105.
- Perales-Vega, M. A., & Perales, M. A. (2012). Establecimiento del cultivo del Nopal en Aguascalientes. Comité Estatal Sistema Producto Nopal del Estado de Aguascalientes A. C. SAGARPA-Fundación Produce Aguascalientes A. C. Despegable No. 2.
- Saravia, T. P. L. (2004). Programa fundamental para el desarrollo económico del Estado de México hacia el 2005 y de competitividad visión 2020. Cluster Nopal. Tecnológico de Monterrey, México.
- Víctor-Gómez Emmanuel, A., López-Jiménez, A., Cortes-Flores, J. I., Jaén-Contreras, D., & Suárez-Espinoza, J. (2020). Estimulación floral en nopal tunero en respuesta al efecto de Thidiazurón. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(3), 519-529.

Usos y aprovechamiento de los Nopales



Tortillas hechas a base de nopal. 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