

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 III

Selección del sitio y Plantación del Nopal

Recebido em: 01/12/2023

Aceito em: 08/12/2023

 10.46420/9786585756211cap3

Catarino Perales Segovia 

Roberto Sánchez Lucio 

Lucila Perales Aguilar 

Carlos Alberto García Munguía 

Jaime Mena Covarrubias 

El sitio de plantación y la especie de nopal a cultivar están muy relacionados entre sí, ya que la selección de la especie depende en gran medida de las características edáficas y climáticas del sitio, así como del destino de la producción; estos factores deben ser analizados detalladamente antes de tomar decisiones respecto del sitio donde se establecerá la plantación. Al respecto Orona-Castillo et al. (2003) mencionan que la ubicación del sitio de plantación es importante, debido a que influye en la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas, y recomiendan evitar sitios de “bajios” u hondonadas, debido a que presentan un alto riesgo de acumulación de humedad durante el período de lluvias o de bajas temperaturas durante el invierno, que afectarán la supervivencia y productividad del cultivo de nopal.

Es necesario tener en cuenta que los nopales se pueden establecer en áreas con inviernos benignos con temperatura anual promedio de 14 a 18 °C, con un óptimo de 16 a 28 °C, aunque prospera de > 10 hasta 35 °C. Las temperaturas frías dañan a la planta sobre todo a los nopalitos, aunque si la intensidad y duración de la helada es prolongada se puede dañar la estructura de la planta y por ende morir. La temporada de secas debe coincidir con la presencia de días cortos y la precipitación anual en verano ubicarse >300-800 mm, se le cultiva desde los 800-2,400 msnm, aunque puede desarrollarse hasta los 3,000 msnm; El tipo de suelo en que se desarrolla va desde volcánico hasta el calcáreo, ya sean de textura franca; franco-arenosos, arcillosos con un pH de 6.5 a 8.5 (CONAZA-INE, 1994; Ingles, 1995; ASERCA, 2001).

La ubicación del huerto depende de los objetivos que persiga la plantación comercial; por ejemplo, para el caso de plantaciones para producción de biomasa y obtención de energía, es necesario contar con el historial de precipitación, evaporación y temperaturas mínimas y máximas cuando se requiere una rápida producción de biomasa.

También es necesario considerar las condiciones del suelo respecto a su profundidad, contenido de nutrientes, así como la disponibilidad de agua para riego, y como la distancia a la fuente de procesamiento (Perales-Vega & Perales, 2012). Una parte importante en este análisis es determinar las vías de acceso y la distancia a los puntos de recepción y/o puntos de venta, lo cual permitirá comparar las características de cada sitio y las necesidades de la especie. En este punto es importante considerar las áreas plantadas con una variedad específica en la zona con la finalidad de conformar áreas compactas que permitan el establecimiento de un centro de acopio para facilitar su venta y distribución, así como para conformar una organización de productores para la solicitud de apoyos económicos (García et al., 2008).

PREPARACIÓN DEL SITIO

Una vez determinado el sitio donde se realizará la plantación, la primera práctica es considerar la preparación del terreno que, de acuerdo a García et al. (2005) es uno de los factores decisivos en el desarrollo de la plantación, resaltando que estas labores se deben realizar para crear las condiciones apropiadas para mejorar la sobrevivencia, establecimiento y buen desarrollo de la planta, se deben considerar los siguientes criterios:

- a) Reducir y/o eliminar la vegetación que puede entrar en competencia con el nopal y/o dificultar actividades como la cosecha o pudiera ser una fuente de inóculo y/o diseminación de plagas y enfermedades.
- b) Reducir la compactación del suelo y/o mejorar el drenaje.
- c) Crear un micrositio favorable para el desarrollo del sistema radicular.

La forma de acondicionar el terreno influye directamente en el desarrollo del cultivo y debe ser la mejor en función de los objetivos que se persigan; en algunos casos la preparación del terreno rebasa la finalidad de plantar, ya que en ocasiones existen problemas de erosión y con la plantación de la noplera se busca controlarla y estabilizar el suelo (Brown et al., 1999 citados por Monarres, 2000). Algunas de las acciones que se emplean en esta práctica son:

Eliminación de la vegetación

La vegetación natural se debe eliminar, para evitar competencia por agua, luz, nutrientes y facilitar las actividades dentro de la plantación. La vegetación puede eliminarse en puntos específicos, en franjas o de manera total si no se tiene el objetivo de brindar protección al suelo. La selección del método de eliminación de la vegetación nativa depende de la topografía del terreno, del tipo de vegetación, de la disponibilidad de equipo o de mano de obra y del objetivo de la plantación. A continuación, se muestran algunas opciones.

Quema de matorral en pie

Es la destrucción de la parte aérea de la vegetación por medio del uso del fuego. Este método es sencillo; sin embargo, se debe evitar cuando la vegetación es desuniforme, existan vientos fuertes y sobre todo descartarla durante períodos de sequía. Los materiales empleados son: lanzallamas, antorchas, diesel, petróleo.

Roza y tumba manual

Es la destrucción de la parte aérea de la vegetación, mediante su corte al ras del suelo con herramienta manual y es fácil de realizarse ya que sólo requiere de equipo sencillo como azadones, hoces, hachas, serrotes, machetes y motosierras, pero tiene el inconveniente de que requiere mano de obra abundante y es costosa su aplicación, aunque puede ser realizada por el productor y su familia en etapas. Cabe mencionar que con este método se presentan rebrotes de maleza leñosa y árboles.

Roza y derribo mecanizado

Consiste en la eliminación de la parte aérea de la vegetación al ras del suelo a través del uso de maquinaria. En sitios pedregosos no funciona, además la pendiente debe ser menor al 40 % y el área requiere tener accesibilidad para maquinaria. El equipo utilizado es: desbrozadoras, tractores agrícolas, tractores de oruga y motosierras.

PREPARACIÓN DEL TERRENO PARA PLANTACIÓN

Para la preparación del terreno existen varias opciones y la selección de la técnica depende de diversos aspectos (Pimienta, 1986). A continuación, se exponen en forma resumida las principales características de algunas alternativas que pueden aplicarse en el Norte-Centro de México.

Subsoleo total

Consiste en el paso de subsoladores paralelos enterrados entre 60 y 80 cm de profundidad, los cuales rompen las capas superficiales del suelo. La planta se acomoda sobre la línea de subsolado. Se utiliza en zonas de precipitación escasa, de preferencia en suelos arenosos y donde la vegetación arbustiva es escasa. Existen otras modalidades de subsolado, como el de contorno o a nivel. El equipo empleado, son tractores D5 a D8 con subsoladores. Evitar subsolear cuando el suelo este húmedo, ya que no rompe las capas de suelo (Lindstrom et al., 1997).

Barbecho, rastra y subsuelo

Es un método que se sugiere utilizar cuando se van a establecer plantaciones de nopal en terrenos de bajo potencial agrícola, ideal para plantaciones que contribuyan a la reconversión de terrenos (Perales-Vega & Perales, 2012).

Es un método totalmente mecanizado que consiste en realizar un barbecho profundo para eliminar la compactación y voltear el suelo, seguido por el paso de rastra; si es necesario se hace un paso más para desmenuzar los terrones y uniformizar las partículas del suelo y finalmente aplicar el subsoleo en cada línea de plantado a una profundidad de 50 a 80 cm (CODAGEM, 1979).

Época de plantación

Para que la plantación de nopal prospere adecuadamente, se requiere que al menos durante los primeros 45 días de establecimiento y arraigo exista suficiente humedad en los primeros 30 cm del suelo, para que se establezca apropiadamente; por ello, si la plantación se conduce bajo condiciones de temporal, esta actividad debe realizarse durante la primera mitad del período de lluvias, basados en los estudios de la probabilidad de lluvias de cada región al 70 % (Pimienta, 1986; De la Rosa & Santana, 1998).

Para esto, se considera que cuando la precipitación (P) es mayor a la evapotranspiración (ETP) existen excedentes de agua en el terreno. Cuando la estación lluviosa termina y la P representa el 0.50 de la ETP, el período de crecimiento de las plantas llega a su etapa final, aquí se supone que la planta ha arraigado y no tendrá problemas para su desarrollo.

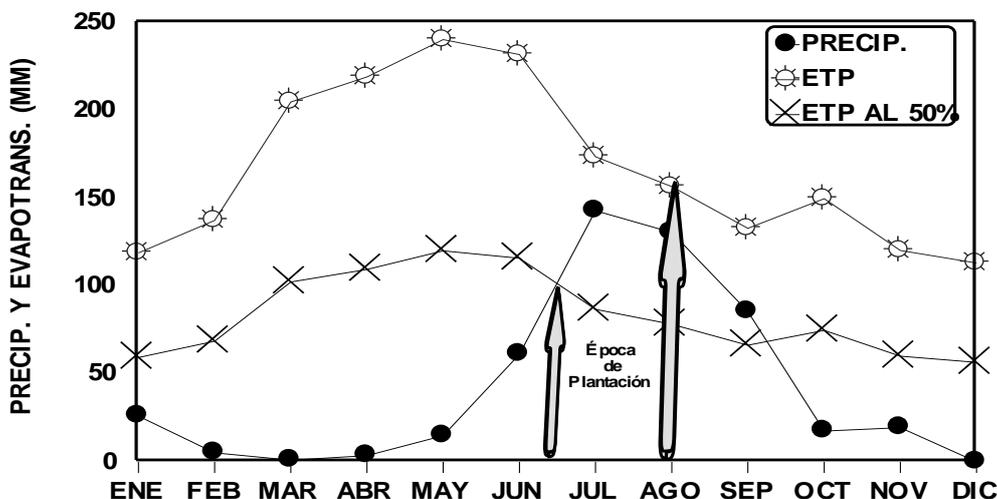


Figura 2. Época de plantación del nopal en el Valle del Guadiana, Durango, con base en la precipitación y evapotranspiración. CEVAG-CIRNOC-INIFAP.

En las Figuras 2 y 3 se ilustran dos ejemplos con información proporcionada por Merlín (1994), correspondientes al Valle del Guadiana, Durango y El Rosario, Ocampo, Durango, donde se gráfica la P y la ETP que equivale al 80 % de la evaporación y la ETP al 50 %. Como se observa solo en la estación de El Rosario existe un período donde la P supera a la ETP; sin embargo, el período de lluvias comprende desde que la P supera a la ETP al 50 %, lo cual ocurre entre mediados de junio y mediados de septiembre. Por ello, el período de plantación recomendable para estos casos comprende desde mediados de junio

hasta julio, con ello existe humedad suficiente hasta mediados de septiembre, lo que permite que las plantas se arraiguen apropiadamente.

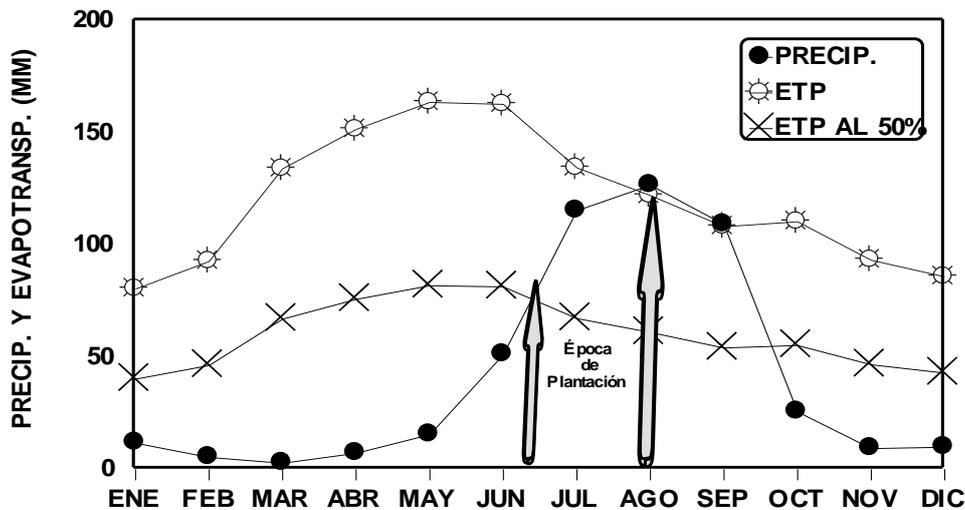


Figura 3. Época de plantación del nopal en El Rosario, Ocampo, Durango, con base en la precipitación y evapotranspiración. CEVAG-CIRNOC-INIFAP.

Otro criterio para definir la época de plantación es considerar el nivel de la actividad metabólica de las plantas, prefiriéndose que esta sea mínima para que su funcionamiento se mantenga sin alteración, esta condición se cumple en invierno; por lo cual Sánchez et al. (2001) y Perales et al. (2002) encontraron que la mejor fecha de plantación del nopal en Aguascalientes, es del 15 de febrero al 30 de marzo, donde se tiene la mayor sobrevivencia y los mayores crecimientos anuales a partir de la plantación, con riego de auxilio en abril y mayo.

Transporte de planta

Se refiere al movimiento de las pencas del huerto donde se ubica la plantación madre (donadora) al sitio de la nueva plantación. Esta etapa tiene relevancia debido a que es necesaria una coordinación entre el encargado de la plantación y el proveedor para evitar un desecamiento excesivo o maltrato de pencas al subirlas al transporte. Se sugiere poner las pencas en contenedores que faciliten la carga y descarga y se reduzcan los daños debido al manejo de la planta. Sin embargo, la decisión de emplear cajas o carretillas como contenedores, está sujeta a los costos y durabilidad de las mismas, sugiriéndose emplear cajas de plástico o carretillas con capacidad 25 plantas por viaje (Figura 4). La planta debe ser transportada conforme se necesite; por ello se debe evitar que la planta esté en campo más de cuatro días sin plantarse, puesto que estará expuesta a los factores ambientales y a la depredación o daño por agentes bióticos.

Plantación

La plantación es uno de los últimos pasos que se realizan, por ello debe cuidarse que este proceso se realice bien; puesto que una vez plantado no podrán realizarse cambios respecto a la forma de plantado, de espaciamento y de distribución de la planta.



Figura 4. Transporte de planta madre al sitio de plantación. Foto Miguel A. Perales de la Cruz

Selección de material vegetativo

Se sugiere siempre seleccionar como huerta madre una plantación que garantice la sanidad y calidad del material vegetativo que se obtendrá. La penca debe presentar buenas características morfológicas y de sanidad, para poder ser seleccionada como material de propagación (Pimienta, 1990; De la Rosa y Santamaría, 1998), entre las que se mencionan:

- Buen vigor
- Libre de plagas y enfermedades
- Sin malformaciones físicas
- 1 a 2 años de edad
- Tamaño mínimo de las pencas 30 cm de largo y 20 cm de ancho
- Buen grosor y succulencia
- Que presenten el corte en la parte de unión con la planta madre

Tratamiento del material vegetativo

El material vegetativo seleccionado, se corta de la planta madre en la unión entre ambas y la herida debe ser desinfectada con caldo bordelés al 2 % (2 kg de cal, 2 kg de sulfato de cobre tribásico y 100 L de agua) (Perales-Vega & Perales, 2012), las pencas se colocan en una media sombra por un periodo de 15 a 20 días para lograr la cicatrización de la herida, las pencas se colocan de canto al suelo. Esta actividad se puede hacer en la huerta de procedencia, o bien donde se va a realizar la plantación.

Densidad y marco de plantación

Tradicionalmente se ha empleado una densidad comercial de 10 mil plantas por hectárea con apoyos gubernamentales; sin embargo, se ha observado que la mejor densidad para obtener mayor producción de biomasa es a una densidad de 50 mil plantas por hectárea, para lo cual se sugiere dejar 10 cm entre hileras y 20 cm entre plantas, distribuidas en un marco de plantación a tresbolillo, para facilitar la formación de las estructuras de producción.

Técnica de plantación

El material vegetativo se distribuye en el terreno, se coloca en cada lugar donde se va a plantar. Se recomienda utilizar una pala recta o pala jardinera para hacer una pequeña cepa donde habrá de plantarse la penca o bien azadones recortados tipo “talacha”. Se enterrará solamente la tercera parte inferior de la penca, con la finalidad de que en caso de pudriciones pueda disponer de 2/3 partes para replantarla, de ésta forma queda buena superficie de reproducción y la parte enterrada representa a un área con raíces adecuada para el arraigamiento y estabilidad de la planta. Considerando que se requiere establecer la plantación lo más uniforme posible, se sugiere además utilizar un trazo con líneas que definan las líneas de plantación y sobre ellas distribuir la pencas que formaran los tallos futuros, como se ilustra en la Figura 5.



Figura 5. Técnica de plantación de huertos de nopal en altas densidades. Foto Miguel A. Perales de la Cruz

LITERATURA CITADA

ASERCA (2001). Nopal, Leyenda, Comercio y Futuro en México. In: De nuestra Cosecha. Revista Claridades Agropecuarias. <http://www.infoaserca.gob.mx>. pp3-21.

- CODAGEM (1979). Cultivo, explotación y aprovechamiento del nopal. México. Folleto informativo No. 158.
- CONAZA-INE (1994). Nopal tunero *Opuntia* spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Comisión Nacional de Zonas Áridas - Instituto Nacional de Ecología. México. 60 p.
- De la Rosa, H. J. P., & Santana, A. (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. 182 p.
- García, H. J. E., Méndez, S. J., Rossel, K. D., Talavera, M. D., & Hernández R. I. (2008). El nopal tunero en San Luis Potosí. Folleto para productores núm. 2. ISBN 978 968 839 6087. Colegio de Posgraduados. Montecillos México. 35 p.
- García, R. E., Sotomayor, A., y Valdebenito, G. R. (2005). Establecimiento de plantaciones forestales. Instituto Forestal. Fondo de Desarrollo e Innovación. Chile. 22p.
- Inglese, P. (1995). Orchard planting and management. In: Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO, Plant Production and Protection paper 132. Barbera, G., P. Inglese & E. Pimienta B. (Eds.). pp 78-91.
- Lidstrom, O. M., Moorhead, D. J., & Kent, G. W. (1997). Propagation and care of *Leyland cypress* as Christmas trees. <http://bugwood.org> (12 febrero de 2015).
- Merlin, B. A. (1994). Estadísticas de precipitación y evaporación, de las estaciones climatológicas de Durango y El Rosario, Ocampo, Durango. SEDESOL. Durango, Dgo. (Comunicación personal).
- Monarres, G. J. C. (2000). Guía para el establecimiento, manejo y comercialización de plantaciones especializadas en árboles de navidad. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, Edo de México. 94p.
- Orona-Castillo, I., Troyo-Diéguéz, E., Nieto-Garibay, A., & Beltran-Morales, L. F. (2003). Capítulo 6. Uso de riego de alta tecnología en la producción de nopal. 95-116. In: Murillo, A. B., E. Troyo D. & J. L. García F. 2003. El Nopal. Alternativa para la agricultura de zonas áridas en el siglo XXI. CIBNE. La Paz, Baja California. México. 293 p. ISBN:968-5715-00-9.
- Perales, C. M. A., Narváez F. R., & Prieto, R. A. (2002). Fenología de pino para la producción de árboles de navidad en regiones semiáridas. En: Perales, S. C.; F. Nieto, M.; H. Silos, E. & M. A. Santana, G. 2002. Memoria del Noveno Simposio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. ITA 20. Aguascalientes, Ags. p28.
- Perales-Vega, M. A., & Perales, C. 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.
- Pimienta, B. E. (1986). Establecimiento y manejo de plantaciones de nopal tunero en Zacatecas. CIANOC-SARH-INIFAP. Publicación especial 5:1-34.

Pimienta, B. E. (1990). El nopal tunero. Universidad de Guadalajara. México. 246 p.

Sánchez, S. S., Perales, C., M. A., Narváez, F. R., & Prieto, R. J. A. (2001). Influencia de la fecha de plantación sobre la fenología de pinos para la producción de árboles de navidad. En: Molina, M. M., M. G. Rodríguez, P. & S. Vázquez, C. 2001. Memorias del Octavo Simposio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. 10 al 14 de septiembre. Aguascalientes, Ags. p 22.

Manejo anual del Cultivo



Cosecha de nopalitos en huertas de 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