



Caracterización del sistema de producción de nopal (*Opuntia* spp.) en la Huasteca de Tamaulipas, México*

Characterization of the nopal (*Opuntia* spp.) production system in the Huasteca region of Tamaulipas, Mexico

William Zárate-Martínez¹, Moisés Felipe-Victoriano², Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá-Rico², Adán Hernández-Hernández³, Bulmaro Méndez-Argüello⁴, José Luis Arispe-Vázquez⁵

* Recepción: 13 de agosto, 2024. Aceptación: 24 de septiembre, 2024. Este trabajo formó parte del Proyecto de Desarrollo Territorial (PRODETER) del Estado de Tamaulipas.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Saltillo. Coahuila, México. zarate.william@inifap.gob.mx (<https://orcid.org/0000-0001-9330-0819>).

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Las Huastecas. Altamira, Tamaulipas, México. felipe.victoriano00@gmail.com (autor para correspondencia, <https://orcid.org/0000-0002-3702-7798>), alcalá.juan@inifap.gob.mx (<https://orcid.org/0000-0003-2530-5639>).

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Oaxaca, México. hernandez.adan@inifap.gob.mx (<https://orcid.org/0000-0001-5292-0237>).

⁴ Universidad Autónoma de Chiapas (FMEA-UNACH), Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. bulmaro.mendez@unach.mx (<https://orcid.org/0000-0003-2647-4290>).

⁵ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Iguala. Iguala de la Independencia, Guerrero, México. arispe.jose@inifap.gob.mx (<https://orcid.org/0000-0003-1357-2238>).

Resumen

Introducción. En Tamaulipas, México, existen las condiciones ambientales adecuadas para la producción del nopal (*Opuntia* spp.); sin embargo, los rendimientos son inferiores a la media nacional. **Objetivo.** Caracterizar el sistema productivo del nopal en la Huasteca Tamaulipeca e identificar los principales problemas que limitan la producción. **Materiales y métodos.** Se realizó un diagnóstico del sistema productivo de nopal en la Huasteca Tamaulipeca por medio de la aplicación de 28 entrevistas de 65 preguntas, divididas en tres apartados: a) identificación del productor, b) caracterización de la unidad de producción familiar, y c) caracterización técnico-productiva y comercialización. **Resultados.** La edad de los productores osciló entre 37 y 78 años, con una media de 6,5 años de escolaridad. El 32 % de los productores no cuenta con asesoría técnica, el 57,1 % trabaja tierras bajo el régimen ejidal, el 82,1 % vende sus productos a intermediarios y el 100 % no utiliza maquinaria agrícola para sus actividades. **Conclusiones.** Los productores de nopal de la Huasteca Tamaulipeca son en su mayoría adultos mayores con experiencia en el cultivo de nopal. La producción de nopal en la Huasteca Tamaulipeca se realiza de forma tradicional, de temporal, sin infraestructura y con poco acompañamiento técnico. Los principales problemas detectados fueron los bajos precios debido a la limitada demanda del producto y la falta de asistencia técnica para el manejo del cultivo.

Palabras clave: cactáceas, comercialización, superficie en producción, unidades de producción familiar.



Abstract

Introduction. In Tamaulipas, Mexico, environmental conditions are suitable for nopal (*Opuntia* spp.) production; however, yields are lower than the national average. **Objective.** To characterize the nopal production system in the Huasteca Tamaulipeca region and identify the main issues that limit production. **Materials and methods.** A diagnosis of the nopal production system in the Huasteca Tamaulipeca region was conducted through 28 interviews with 65 questions, divided into three sections: a) producer identification, b) characterization of the family production unit, and c) technical-productive characterization and commercialization. **Results.** Producers' ages ranged from 37 to 78 years, with an average schooling of 6.5 years. A total of 32 % of the producers do not receive technical assistance, 57.1 % work on land under the ejido system (communal land tenure), 82.1 % sell their products to intermediaries, and 100 % do not use agricultural machinery for their activities. **Conclusions.** Most nopal producers in the Huasteca Tamaulipeca region are older adults with experience in nopal cultivation. Nopal production in the region is carried out traditionally, under rainfed conditions, without infrastructure, and with little technical support. The main issues identified were low prices due to limited product demand and a lack of technical assistance for crop management.

Keywords: cactaceae, commercialization, area in production, family production units.

Introducción

La familia Cactaceae agrupa una gran diversidad de plantas, las cuales se caracterizan por almacenar agua (Jiménez Sierra, 2011). Esta familia es originaria de América y se distribuye desde el norte de Canadá hasta la Patagonia en Argentina (Bravo Hollis & Scheinvar, 1999). A nivel mundial, se conocen entre 110 y 122 géneros y entre 1500 y 1600 especies (Powell & Weedon, 2004). En México, existen alrededor de 669 especies, de las cuales 518 son endémicas. Estas se encuentran en los desiertos de Chihuahua y Sonora; en valles de Hidalgo y Querétaro; en la región de Tehuacán-Cuicatlán, límites de Puebla y Oaxaca, y en San Luis Potosí con la mayor diversidad (151 especies) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016).

El nopal (*Opuntia* spp.) es un género de plantas que pertenece a la familia de las cactáceas (Bravo Hollis, 1978). Estas plantas pueden sobrevivir y crecer en condiciones desérticas debido al tipo de fotosíntesis que realizan, conocido como metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM) (Jacobsen et al., 2015). Son plantas arbustivas de bajo crecimiento que forman matas. En México, hay una gran diversidad de nopales (Muñoz-Urías et al., 2008); se han reportado 200 especies (Wallace & Gibson, 2002). La mayoría de estas crecen en el centro y norte del país (Robles Contreras et al., 2008). Es un cultivo que prospera en lugares donde la escasa lluvia no permite el desarrollo de otros cultivos hortícolas (Aguilar Becerril & Peña Valdivia, 2006). Es una planta con alta adaptabilidad y resistencia a la sequía, suelos con pocos nutrientes y expuestos a erosión (Guzmán et al., 2003).

El nopal se adapta a zonas desérticas y semidesérticas, por lo cual, se puede desarrollar en la mayoría de las condiciones climáticas de México (Reyes-Agüero et al., 2005). Es un cultivo de importancia económica en el mundo, ya que se puede aprovechar la fruta como forraje o como hospedante de la grana cochinilla, pero solo en México se consumen sus cladodios tiernos como verdura (Reyes-Agüero et al., 2005). La relevancia del cultivo recae en el consumo humano. Sin embargo, en los últimos años ha generado gran interés debido al impacto ecológico que tiene como cultivo de cobertura y protección de los suelos, así como por la alta eficiencia en el uso del agua, la fijación del carbono y el alimento de la fauna silvestre (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura, s. f.).

Como alimento funcional, los frutos y los cladodios del nopal son una fuente importante de fibra, hidrocoloides (mucílagos), pigmentos (betalainas y carotenoides), calcio, potasio, vitamina C, entre otros (Valencia-Sandoval et al., 2010). Además, los nopales tienen varios usos medicinales (DeFelice, 2004), así como características nutraceuticas que han despertado interés en mercados europeos y asiáticos (Peña-Valdivia et al., 2012).

En el año 2020, la superficie destinada a la producción de nopal en México fue de 12 618 ha. Los principales estados productores son Morelos, Ciudad de México, Estado de México y Tamaulipas, con superficies de 4222, 2282, 1009 y 949 ha, y rendimientos de 95,8, 91,8, 84,3 y 12,3 t ha⁻¹, respectivamente (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2020). En condiciones de riego, el cultivo de nopal puede alcanzar rendimientos promedio de hasta 114 t ha⁻¹, lo que representa un 518 % más con respecto a un cultivo sin riego (Murillo Amador et al., 2003). Los sistemas de producción de nopal son heterogéneos debido a las condiciones edafoclimáticas, los recursos disponibles, la tecnología utilizada, el itinerario técnico y el destino de la producción (Maki-Díaz et al., 2015).

En México, en el año 2023, la producción de nopal ascendió a 863 757 toneladas, lo que representó un valor de 156,34 millones de dólares, con un precio promedio de 181 dólares por tonelada. En el estado de Tamaulipas, existen las condiciones adecuadas para la producción del nopal; sin embargo, los rendimientos son inferiores a la media nacional (Castillo, 2016). Ante este escenario, se planteó el objetivo de caracterizar el sistema productivo del nopal en la Huasteca Tamaulipeca e identificar los principales problemas que limitan la producción.

Materiales y métodos

Localización

En el año 2020, se efectuó un diagnóstico técnico-productivo dirigido a productores que se encontraban distribuidos en tres municipios del estado de Tamaulipas y pertenecían al Proyecto de Desarrollo Territorial (PRODETER). Se trabajó con un total de 149 productores de la cabecera municipal de Gómez Farías, y los ejidos Nuevo Pensar del Campesino (Gómez Farías), El Guayabo, La Libertad, Santa Fe, El Peñón (Llera de Canales) y Vicente Guerrero (Xicotécatl). Los climas que predominan en estos municipios son semicálido, templado subhúmedo, templado y cálido subhúmedo con una precipitación anual que oscila entre 500 y 2500 mm (Arriaga Cabrera et al., 2000).

Muestreo

De acuerdo con las metodologías propuestas por Aguilar-Barojas (2005) y Rojas Soriano (2013), se determinó el tamaño de la muestra (ecuación 1), que resultó en 28 unidades de producción familiar (UPF) como el número de entrevistas requeridas.

$$n = \frac{\frac{Z^2 p_n q}{d^2}}{1 + \frac{Z^2 p_n q}{N d^2}} \quad (1)$$

Donde:

Z = Nivel de confianza (95 %).

P_n = Proporción de la población que pertenece al grupo de interés (0,8).

q = (1 - P_n) = 0,2.

d = Nivel de precisión (10 %).

N = Tamaño de la población.

Las entrevistas constaron de 65 preguntas, divididas en tres apartados: a) identificación del productor, b) caracterización de la unidad de producción familiar, y c) caracterización técnico-productiva y comercialización.

Los aspectos sobre los cuales se realizaron las preguntas en cada uno de los apartados fueron los siguientes: a) identificación del productor: edad, años de estudio, años de experiencia como productor de nopal y superficie en producción; b) caracterización de la unidad de producción familiar: tenencia de la tierra, pendiente del terreno, asesoría recibida y uso de maquinaria, y c) caracterización técnico-productiva y comercialización: tipo de producción, variedad, densidad de siembra, realización de análisis de suelo y análisis foliar, tipo de fertilizante aplicado, sistema de riego o temporal, control de malezas, problemas para la venta, a quién se vende, pertenencia a alguna organización y principales problemas enfrentados.

Análisis de datos

Con la información recabada, se generó una base de datos en el *software* Excel de Microsoft Office. Los datos se organizaron, analizaron y describieron. Se calcularon los siguientes estadísticos descriptivos: valor mínimo, valor máximo, mediana (valor central de un conjunto de datos ordenados de menor a mayor), media (valor promedio de un conjunto de datos numéricos), moda (valor que más se repite dentro de un conjunto de datos), rango (diferencia que resulta entre el dato menor y mayor) y varianza, la cual se calculó con la ecuación 2.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N} \quad (2)$$

Donde:

N = Número total de datos.

x_i = Valor del dato.

μ = Valor de la media.

La desviación estándar, que se determinó con la ecuación 3.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (3)$$

Donde:

σ^2 = Varianza.

N = Número total de datos.

x_i = Valor del dato.

μ = Valor de la media.

Se construyó una gráfica de distribución de frecuencias para representar la edad de los productores de nopal en La Huasteca, Tamaulipeca, México. Para calcular el número de clases, se aplicó la regla de Sturges (1926), según la ecuación 4, y para determinar la amplitud de las clases, se utilizó la ecuación 5.

$$k = 1 + 3,322 \log(N) \quad (4)$$

Donde:

k = número de clases.

\log = es el logaritmo base 10.

N = número total de observaciones de la muestra.

$$A = \frac{R}{k} \quad (5)$$

Donde:

A = amplitud de las clases.

R = Rango (dato superior – dato inferior).

k = número de clases.

Resultados

La edad de los productores entrevistados varía desde los 37 años (valor mínimo) hasta los 78 años (valor máximo); la moda registrada fue de 65 años (Cuadro 1). Con respecto al nivel de estudios, el nivel mínimo fue de 1 año (primer año de primaria) y el máximo de 13 años (primer año de licenciatura); la moda fue de 9 años (secundaria terminada). La experiencia de los productores fue de 3 a 55 años con un rango de 52 años; la moda fue de 40 años. En relación con la superficie en la que trabajan, la menor superficie fue de 1 ha y la mayor de 100 ha, lo cual da un rango de 99 ha. Sin embargo, la mayoría de los productores (moda) mencionaron que la superficie en la que trabajan es de 8 ha.

Cuadro 1. Características de los productores de nopal de la Huasteca, Tamaulipeca, México, 2020.

Table 1. Characteristics of the nopal producers in the Huasteca, Tamaulipeca region, Mexico, 2020.

Variable	Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Moda	Rango	Desviación estándar	Varianza
Edad (años)	37	78	58	57,1	65	41	11,872	140,94
Estudio (años)	1	13	6	6,5	9	12	3,416	11,67
Experiencia como productor de nopal (años)	3	55	30	29,1	40	52	13,654	186,44
Superficie en producción (ha)	1	100	8	18,6	8	99	29,957	897,41

La distribución de la edad de los entrevistados arrojó un total de seis clases (Figura 1). La categoría con mayor número de productores fue la de 64,1 a 71 años, seguida por la categoría de 37 a 44 años, con un total de seis productores.

El sistema ejidal y la pequeña propiedad fueron las dos principales modalidades de tenencia de la tierra (Cuadro 2). El 57,1 % de los entrevistados indicaron que sus tierras se encuentran bajo el régimen ejidal, mientras que el 28,5 % afirmó que son de pequeña propiedad. Además, el 3,5 % de los productores mencionaron que la tierra en la que trabajan es rentada.

Con respecto a la pendiente del terreno, el 57,1 % de los productores indicaron que sus tierras se ubican sobre ladera suave, mientras que el 21,4 % señaló que sus terrenos son ondulados. En cuanto a la asesoría técnica, el 35,7 % de los entrevistados mencionaron que la reciben a través de programas del Estado, el 32,1 % afirmó que no recibe asesoría técnica, y al 14,3 % lo asesora su proveedor agrícola. El 100 % de los productores no utilizan maquinaria agrícola para el desarrollo de sus actividades.

El 42,8 % de los productores entrevistados coincidieron en que el principal problema al que se enfrentan al comercializar las cosechas es la falta de compradores. El 17,8 % afirmó que su principal problema al vender sus

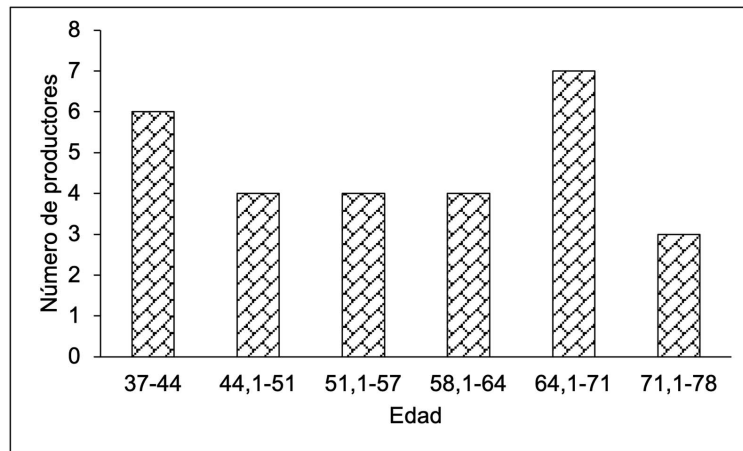


Figura 1. Distribución de frecuencias de la edad de los productores de nopal en la Huasteca, Tamaulipeca, México. 2020.

Figure 1. Age frequency distribution of nopal producers in the Huasteca Tamaulipeca region, Mexico, 2020.

Cuadro 2. Características de los terrenos de los productores de nopal de la Huasteca, Tamaulipeca, México. 2020.

Table 2. Land characteristics of nopal producers in the Huasteca Tamaulipeca region, Mexico, 2020.

Variable	Características del terreno y asesoría.				
Tenencia de la tierra	Ejidal	Pequeña propiedad	Posesión	Al partir	Rentado
Total	57,1 %	28,5 %	7,1 %	3,5 %	3,5 %
Pendiente	Ladera suave	Ondulado	Plano	Pendiente fuerte	
Total	57,1 %	21,4 %	14,2 %	7,1 %	
Quien lo asesora	Estado	Nadie	Amigos	Proveedor agrícola	
Total	35,7 %	32,1 %	17,8 %	14,3 %	
Uso de maquinaria	Sí	No			
Total	0 %	100 %			

Los datos provienen de 28 productores entrevistados. / The data come from 28 interviewed producers.

cosechas son los bajos precios, que dejan poco margen de ganancia. Por el contrario, el 25 % de los productores señalaron que no afrontan problemas al vender sus cosechas (Cuadro 3).

El 82,1 % de los entrevistados venden sus cosechas a intermediarios, con la problemática de que estos no permiten negociar, por lo que los productores deben ajustarse a los precios que se les indique. Solo el 14,2 % de los entrevistados venden directamente al consumidor final. En temas de organización, el 28,6 % pertenece a una organización; sin embargo, en estas organizaciones no se ha creado un centro de acopio ni se han llevado a cabo acciones para mejorar los canales de comercialización.

El 85,7 % de los entrevistados indicaron que la producción de nopal la realizan bajo condiciones de cielo abierto, y solo el 14,2 % utiliza algún tipo de cubierta, en su mayoría microtúneles (Cuadro 4). La principal variedad de nopal que se produce en la Huasteca Tamaulipeca es la Imperial, ya que el 60,7 % de los productores afirmaron cultivarla, y el 35,7 % mencionó desconocer la variedad de nopal que trabaja. La principal densidad de población que se maneja en la región es de 15 000 plantas/ha; el 75 % de los entrevistados señalaron que manejan dicha densidad, y el 35,7 % reportó desconocer la densidad de sus plantaciones.

Cuadro 3. Características de la comercialización de nopal por los productores de la Huasteca, Tamaulipeca, México. 2020.

Table 3. Commercialization characteristics of nopal production in the Huasteca Tamaulipeca region, Mexico, 2020.

Variable	Comercialización				
Problemas para la venta	Falta de compradores	Ninguno	Bajos precios	Transporte de productos	Centro de acopio
Total	42,8 %	25 %	17,8 %	7,1 %	7,1 %
¿A quién le vende?	Intermediario	Consumidor final	Otros		
Total	82,1 %	14,2 %	3,6 %		
¿Pertenece a una organización?	Sí	No			
Total	28,6 %	71,4 %			

Los datos provienen de 28 productores entrevistados. / Data obtained from 28 interviewed producers.

Cuadro 4. Características del sistema de producción de los productores de nopal de la Huasteca, Tamaulipeca, México. 2020.

Table 4. Production system characteristics of the nopal producers in the Huasteca Tamaulipeca region, Mexico, 2020.

Variable	Características del sistema de producción				
Tipo de producción	Cielo abierto	Otro			
Total	85,7 %	14,2 %			
Variedad	Imperial	No sabe	Michigan		
Total	60,7 %	35,7 %	3,5 %		
Plantas/ha	15 000	No sabe	52800	30000	20000
Total	75 %	14,2 %	3,5 %	3,5 %	3,5 %
Análisis de suelo	Sí	No			
Total	0 %	100 %			
Análisis foliar	Sí	No			
Total	7,1 %	92,8 %			
Fertilizante que aplica	Ninguno	Sulfato de amonio	Urea	Orgánicos	Triple 17
Total	25 %	25 %	17,8 %	17,8 %	14,2 %
Riego o temporal	Temporal	Riego			
Total	100 %	0 %			
Control de malezas	Mecánico	Químico			
Total	67,8 %	32,1 %			

Los datos provienen de 28 productores entrevistados. / Data obtained from 28 interviewed producers.

El 100 % de los productores no llevan a cabo análisis de suelo para identificar el contenido nutrimental de este; sin embargo, el 7,1 % afirmó efectuar análisis foliar de las pencas de nopal. En cuanto a la nutrición del cultivo, el 25 % de los entrevistados no aplican ningún tipo de fertilizante químico u orgánico, el 42,8 % aporta nitrógeno a sus cultivos mediante la aplicación de urea o sulfato de amonio, y el 17,8 % aplica algún tipo de fertilizante o abono orgánico.

La producción de nopal es de temporal, ya que el total de los entrevistados mencionaron no tener sistemas de riego. Para el control de malezas, el 67,8 % de los productores indicaron que lo realizan por control mecánico (uso de azadón), mientras que el 32,1 % utiliza el control químico.

Los principales insectos plaga presentes en los sistemas de producción de nopal en La Huasteca, Tamaulipeca son la grana cochinilla (*Dactylopius coccus*), chapulines del orden Orthoptera, chinche roja del nopal (*Hesperolabops* spp.), caracol terrestre del orden Stylommatophora y palomillas del orden Lepidoptera (Figura 2). De los entrevistados, trece productores (46,4 %) afirmaron enfrentar problemas con la grana cochinilla, ocho (28,5 %) con los chapulines, siete (25 %) con la chinche roja del nopal y seis (21,4 %) con el caracol.

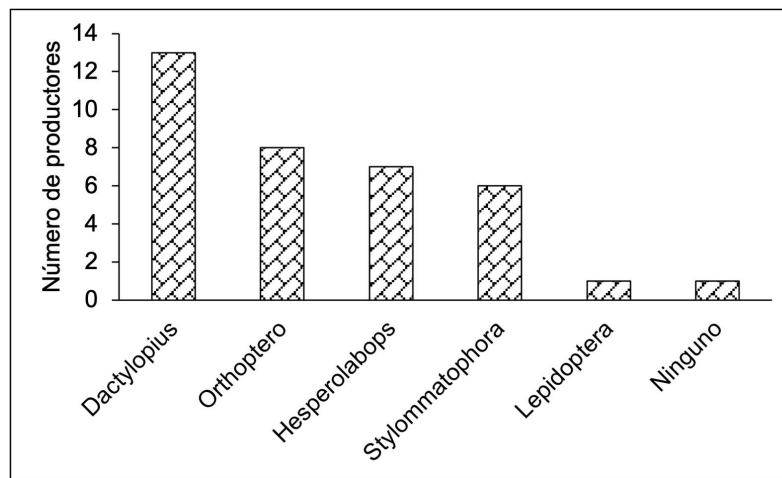


Figura 2. Principales insectos plaga presentes en los sistemas de producción de nopal en la Huasteca Tamaulipeca, México, 2020.

Figure 2. Main insect pests present in nopal production systems in the Huasteca Tamaulipeca region, Mexico, 2020.

Los entrevistados mencionaron que las principales enfermedades en sus cultivos son la mancha negra (*Pseudocercospora opuntiae*), la mancha dorada (*Alternaria* spp.) y la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) (Figura 3). Trece productores (46,4 %) señalaron enfrentar problemas con *P. opuntiae*. Por el contrario, el 42,8 % de los entrevistados comentaron que no han identificado ninguna enfermedad en sus plantaciones.

El principal problema que enfrentan los productores son los bajos precios de venta, lo cual fue confirmado por veintitrés de ellos (82,1 %) (Figura 4). Esto se debe a que los precios de venta siempre los fija el intermediario. Los entrevistados reconocieron que les ha faltado organización para crear un centro de acopio y obtener mayores ingresos por la venta de sus productos. Quince productores (53,5 %) identificaron como segundo problema de importancia la falta de asistencia técnica. El tercer mayor problema es la intervención de los intermediarios en la cadena de comercialización, lo cual fue confirmado por doce entrevistados (42,8 %).

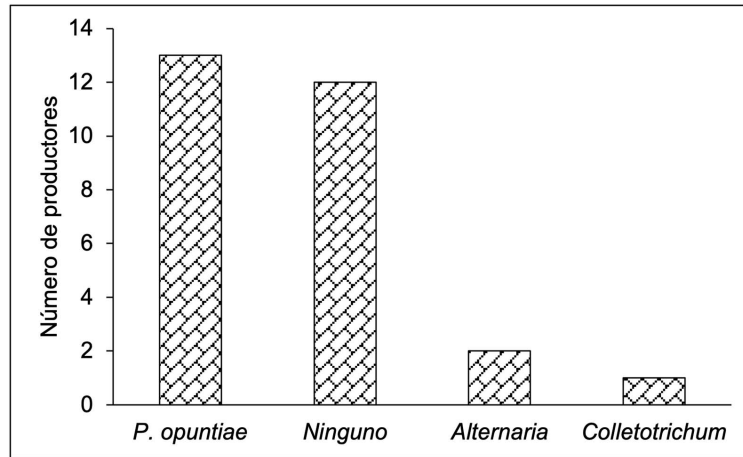


Figura 3. Principales patógenos presentes en los sistemas de producción de nopal en la Huasteca Tamaulipeca, México, 2020.

Figure 3. Main pathogens present in nopal production systems in the Huasteca Tamaulipeca region, Mexico, 2020.

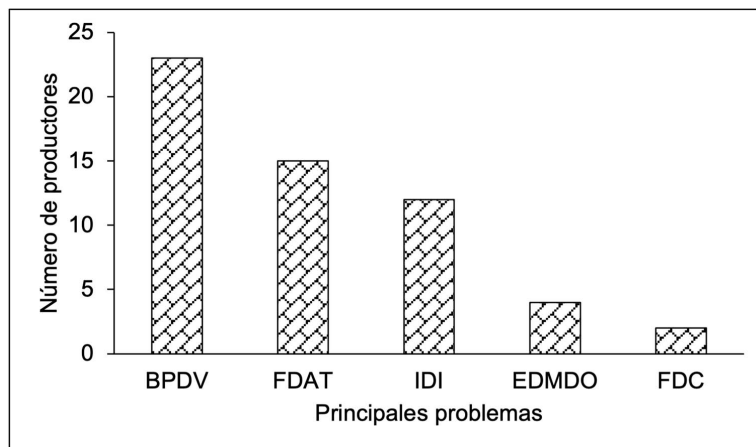


Figura 4. Principales problemas en los sistemas de producción de nopal en la Huasteca Tamaulipeca, México, 2020.

BPDV: Bajos precios de venta. **FDAT:** Falta de asistencia técnica. **IDI:** Intervención de intermediarios. **EDMDO:** Escasez de mano de obra. **FDC:** Falta de compradores.

Figure 4. Main problems in nopal production systems in the Huasteca Tamaulipeca region, Mexico, 2020.

BPDV: Low selling prices. **FDAT:** Lack of technical assistance. **IDI:** Intervention of intermediaries. **EDMDO:** Labor shortage. **FDC:** Lack of buyers.

Discusión

Los productores de nopal de la Huasteca Tamaulipeca entrevistados en esta investigación tenían más de 36 años, con una edad promedio superior a lo reportado por Reyes-Terrazas et al. (2023). En su estudio, estos autores entrevistaron a productores de nopal de Otumba, Estado de México, los agruparon según la similitud de variables y obtuvieron edades promedio de 41 años (grupo 1) y 50 años (grupo 2). El nivel educativo de los productores de

nopal de la Huasteca Tamaulipeca sí coincidió con lo indicado por Reyes-Terrazas et al. (2023), quienes registraron que el nivel promedio es el de secundaria.

La variable superficie en producción presentó un rango de 99 ha, lo cual evidencia la gran diferencia en superficie de trabajo de la región. Sin embargo, la mediana y la moda fueron de 8 ha. Se determinó que la principal forma de tenencia de la tierra es ejidal, lo que concuerda con lo reportado por Reyes-Terrazas et al. (2023), quienes señalaron que las principales formas de tenencia de la tierra en Otumba, Estado de México, eran ejidal (40 %) y ejidal-privada (28 %).

Para garantizar un buen drenaje y evitar inundaciones, se recomienda establecer el cultivo de nopal en tierras con media o alta presencia de rocas (pedregosidad >50 %), una inclinación mayor al 25 % y en condiciones de tipo árido y semiárido, donde la planta crece mejor (Aguilar-Sánchez, 2020). Por ello, las personas que habitan en zonas áridas se benefician de la recolecta de nopales para su alimentación (Reyes Santiago, s. f.). Sin embargo, para impulsar el desarrollo, la industrialización y la comercialización del nopal verdura es importante contar con asesoría técnica, tal como lo han afirmado López-Flores & Omaña-Silvestre (2023), quienes han propuesto un modelo para el desarrollo comunitario, la industrialización y la comercialización de este producto a través de un proceso integrador y organizacional.

En los sistemas de producción de nopal tradicional, las densidades de población oscilan entre 15 000 y 40 000 plantas/ha (Financiera Rural, 2011). Esto concuerda con los hallazgos de este estudio, ya que el 75 % de los productores manejan una densidad de 15 000 plantas/ha. En sistemas de microtúneles, la densidad puede aumentar hasta 160 000 plantas/ha (Financiera Rural, 2011). La densidad de población que manejan los productores es el resultado de su experiencia.

En Otumba, Estado de México, el 80 % de los productores de nopal utiliza herbicidas para controlar la maleza, principalmente glifosato y atrazina en dosis de 4 a 8 L ha⁻¹ (Reyes-Terrazas et al., 2023). Sin embargo, en esta investigación se identificó que los productores de la Huasteca Tamaulipeca no utilizan herbicidas de forma generalizada.

Respecto a la fertilización, los productores de Otumba, Estado de México, aplican abonos orgánicos y fertilizantes minerales (Reyes-Terrazas et al., 2023). Lo anterior coincide con lo reportado en este estudio, debido a que se identificaron productores que usan ambas opciones para el manejo nutricional de su cultivo. No obstante, la aplicación de estiércol puede introducir plagas, enfermedades y malezas, así como ser una fuente de contaminación (Mochiah et al., 2011). Por su parte, la recomendación técnica de fertilización mineral dependerá del estado nutricional del suelo; Vázquez Alvarado et al. (2006) han identificado que las fórmulas químicas más comunes que contienen nitrógeno-fósforo-potasio son 120-100-00, 150-100-50 y 50-50-200, con rendimientos de 102,66 t ha⁻¹. En sistemas intensivos de producción de nopal, se recomienda aplicar de 100 a 200 t ha⁻¹ de estiércol, el cual mejora la fertilidad del suelo, su estructura y su capacidad para almacenar agua (Luna, 2011). En esta investigación, se identificó que el manejo de la nutrición en el cultivo de nopal es heterogéneo, ya que algunos productores utilizan fertilizantes orgánicos, otros prefieren los inorgánicos y algunos no fertilizan.

La producción de nopal representa una alternativa viable para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas, que constituyen la mayor parte del territorio mexicano. En estas áreas, la producción de otros cultivos que requieren suelos fértiles y abundante agua es económicamente inviable (Callejas-Juárez et al., 2009). Además, el nopal contribuye a la protección de suelos, tiene el potencial para crecer en condiciones ambientales extremas y cuenta con una estrategia ecológica de adaptación a la aridez (Beccaro et al., 2015).

El control de plagas y enfermedades es uno de los principales retos de la producción de nopal, lo que resalta la relevancia de la asesoría técnica (Reyes-Terrazas et al., 2023). La plaga más perjudicial para los productores de la Huasteca Tamaulipeca es la grana cochinilla silvestre (*Dactylopius coccus* Costa), lo que coincide con lo señalado por Reyes-Terrazas et al. (2023) en Otumba, Estado de México. Como segundo problema, los autores reportaron daños por araña roja (*Tetranychus urticae* Koch.), especie que no fue reportada en este estudio.

En cuanto a enfermedades, el hongo *Pseudocercospora* sp. es el agente causal de la mancha negra del nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* Mill) (Quezada-Salinas et al., 2006), que se considera la enfermedad más importante que afecta a esta planta (Ayala-Escobar et al., 2006). En Otumba, Estado de México, el 52 % de los productores reportaron que la mancha negra es la principal enfermedad que ataca el cultivo (Reyes-Terrazas et al., 2023), lo que coincide con los hallazgos de este estudio, ya que 46,4 % de los entrevistados la señalaron como la que más perjudica el cultivo de nopal.

Productores de nopal tunero de Axapusco, Estado de México, han afirmado que el principal problema al que se enfrentaban es al control de plagas y enfermedades, debido a la falta de investigación, transferencia de tecnología y asistencia técnica en la región (Márquez-Berber et al., 2012). La falta de un plan de mercadotecnia, la baja demanda, la concentración y la estacionalidad de la producción de nopal ocasionan que una parte de su producción en el Estado de México no se coseche ni se comercialice (Callejas-Juárez et al., 2009).

Los problemas que afectan a los productores de nopal de la Huasteca Tamaulipeca son semejantes a los de los productores de nopal de otras partes de México, por lo que se requiere un enfoque integral para su atención. Los productores identifican la baja demanda de nopal verdura como uno de los problemas que afecta la cadena productiva. Otro problema que señalan es la pérdida de producción debido a las mermas o desperdicios, por lo cual generar alternativas para la elaboración de derivados es un área de oportunidad para impulsar el desarrollo de este cultivo (Sandoval-Trujillo et al., 2018). La comercialización de nopal deshidratado ha adquirido importancia a nivel mundial a causa de la diversidad de sectores en los que puede ser utilizado; por ejemplo, en la industria alimenticia, la medicina, el manejo biotecnológico y la industria cosmética (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017).

Conclusiones

La mayoría de los productores de nopal de la Huasteca Tamaulipeca son adultos mayores (más de 60 años), con amplia experiencia en el cultivo de nopal. Sin embargo, la producción se lleva a cabo de forma tradicional, de temporal, sin infraestructura y sin acompañamiento técnico. Los principales problemas identificados fueron los bajos precios, debido a la limitada demanda del producto, y la falta de asesoría técnica para el manejo del cultivo. Al igual que en muchas cadenas de producción agrícola, la carencia de asistencia técnica y de alternativas de valor agregado al producto son aspectos que requieren atención. La tecnificación de los sistemas de producción representa una oportunidad para potencializar el cultivo de nopal en la región.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los productores del PRODETER de la Huasteca Tamaulipeca y a los productores cooperantes que permitieron el acceso a sus parcelas y respondieron el cuestionario.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Referencias

- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1–2), 333–338. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Aguilar Becerril, G., & Peña Valdivia, C. B. (2006). Alteraciones fisiológicas provocadas por sequía en nopal (*Opuntia ficus-indica*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(3), 231–237. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/29-3/7a.pdf>
- Aguilar-Sánchez, G. (2020). Diferenciación de tierras agrícolas en el municipio de Tequis-quiapan, Querétaro. *Revista Geográfica de América Central*, 65(2), 121–143. <https://doi.org/10.15359/rgac.65-2.5>
- Arriaga Cabrera, L., Espinoza Rodríguez, J. M., Aguilar Zúñiga, C., Martínez Romero, E., Gómez Mendoza, L., & Loa Loza, E. (Coord.). (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://www.biodiversitylibrary.org/item/205991#page/6/mode/1up>
- Ayala-Escobar, V., Yáñez-Morales, M. de J., Braun, U., Groenewald, J. Z., & Crous, P. W. (2006). *Pseudocercospora opuntiae* sp. nov., the causal organism of cactus leaf spot in Mexico. *Fungal Diversity*, 21, 1–9. <https://research.wur.nl/en/publications/pseudocercospora-opuntiae-sp-nov-the-causal-organism-of-cactus-le>
- Beccaro, G. L., Bonvegna, L., Donno, D., Mellano, M. G., Cerutti, A. K., Nieddu, G., Chessa, I., & Bounous, G. (2015). *Opuntia* spp. biodiversity conservation and utilization on the Cape Verde Islands. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 62, 21–33. <https://doi.org/10.1007/s10722-014-0133-2>
- Bravo Hollis, H. (1978). *Las cactáceas de México*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bravo Hollis, H., & Scheinvar, L. (1999). *El interesante mundo de las cactáceas*. Fondo de Cultura Económica.
- Callejas-Juárez, N., Matus-Gardea, J. A., García-Salazar, J. A., Martínez-Damián, M. Á., & Salas-González, J. M. (2009). Situación actual y perspectivas de mercado para la tuna, el nopalito y derivados en el Estado de México, 2006. *Agrociencia*, 43(1), 73–82. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/698/698>
- Castillo, T. H. (2016). *Producción de nopal verdura de riego, a cielo abierto, en Tamaulipas* [Boletín electrónico]. Centro de Investigación Regional Noreste (CIRNE), & Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
- DeFelice, M. S. (2004). Prickly Pear Cactus, *Opuntia* spp.—A Spine-Tingling Tale. *Weed Technology*, 18(3), 869–877. <https://doi.org/10.1614/WT-04-134>
- Financiera Rural. (2011). *Monografía del nopal y la tuna*. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. <https://www.yumpu.com/es/document/read/17605434/monografia-del-nopal-y-la-tuna-financiera-rural>
- Guzmán, U., Arias, S., & Dávila, A. (2003). *Catálogo de cactáceas mexicanas*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. (s. f.). *Producción de nopal en túnel*. Recuperado el 5 de abril, 2024, de <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protégida/produccion-de-nopal-en-tunel>
- Jacobsen, S.-E., Sørensen, M., Pedersen, S. M., & Weiner, J. (2015). Using our agrobiodiversity: plant-based solutions to feed the world. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 1217–1235. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0325-y>
- Jiménez Sierra, C. L. (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*, 12(1), 1–23. https://www.ru.tic.unam.mx/bitstream/handle/123456789/1844/art04_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- López-Flores, M. M., & Omaña-Silvestre, J. M. (2023). Modelo de desarrollo para el aprovechamiento de nopal verdura en Milpa Alta, Ciudad de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 20(4), 408–424. <https://doi.org/10.22231/asyd.v20i4.1417>
- Luna, V. J. (2011). *Producción invernal de nopal verdura* [Folleto para productores]. Centro de Investigación Regional Noreste (CIRNE), & Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
- Maki-Díaz, G., Peña-Valdivia, C. B., García-Nava, R., Arévalo-Galarza, M. L., Calderón-Zavala, G., & Anaya-Rosales, S. (2015). Características físicas y químicas de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) para exportación y consumo nacional. *Agrociencia*, 49(1), 31–51. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1128/1128>
- Márquez-Berber, S. R., Torcuato-Calderón, C., Almaguer-Vargas, G., Colinas-León, M. T., & Gardezi, A. K. (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. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.18.006>
- Mochiah, M. B., Baidoo, P. K., & Owusu-Akyaw, M. (2011). Influence of different nutrient applications on insect populations and damage to cabbage. *Journal of Applied Biosciences*, 38, 2564–2572.
- Muñoz-Urías, A., Palomino-Hasbach, G., Terrazas, T., García-Velázquez, A., & Pimienta-Barrios, E. (2008). Variación anatómica y morfológica en especies y entre poblaciones de *Opuntia* en la porción sur del Desierto Chihuahuense. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 83, 1–11. <https://www.scielo.org.mx/pdf/bsbm/n83/n83a1.pdf>
- Murillo Amador, B., Troyo Diéguez, E., & García Hernández, J. L. (Eds.). (2003). *El nopal, alternativa para la agricultura de zonas áridas en el siglo XXI*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2071/1/El%20nopal%2c%20alternativa%20para%20la%20agricultura%20de%20zonas%20%3a%20aridas%20en%20el%20siglo%20XXI.PDF>
- Peña-Valdivia, C. B., Trejo, C., Arroyo-Peña, V. B., Sánchez Urdaneta, A. B., & Balois Morales, R. (2012). Diversity of unavailable polysaccharides and dietary fiber in domesticated nopalito and cactus pear fruit (*Opuntia* spp.). *Chemistry & Biodiversity*, 9(8), 1599–1610. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201200047>
- Powell, A. M., & Weedon J. F. (2004). *Cacti of the TransPecos and Adjacent Areas*. Texas Tech University Press.
- Quezada-Salinas, A., Sandoval-Islas, J. S., Alvarado-Rosales, D., & Cárdenas-Soriano, E. (2006). Etiología de la mancha negra del nopal (*Opuntia ficus-indica* Mill) en Tlalnepantla, Morelos, México. *Agrociencia*, 40(5), 641–653. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/496/496>
- Reyes-Agüero, J. A., Aguirre-Rivera, J. R., & Hernández, H. M. (2005). Systematic notes and a detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (CACTACEAE). *Agrociencia*, 39(4), 395–408. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/403/403>
- Reyes Santiago, J. (s. f.). *Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas suculentas mexicanas. Manual práctico*. Comisión Nacional Forestal. https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Manual_Practico-Conservacionyrestauracion-cactaceas_suculentas.pdf
- Reyes-Terrazas, A. S., Flores-Sánchez, D., Navarro-Garza, H., Pérez-Olvera, M. A., & Almaguer-Vargas, G. (2023). Características y retos del sistema de cultivo nopal verdura en Cuautlacingo, Otumba. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(2), 211–222. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i2.3079>
- Robles Contreras, F., Macías Duarte, R., & Grijalva Contreras, R. L. (2008). *Tecnología de producción de nopal verdura para el noroeste de Sonora* [Folleto técnico]. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

- Rojas Soriano, R. (2013). *Guía para realizar investigaciones sociales*. Plaza y Valdés Editores. <https://raulrojassoriano.com/cuallitlanezi/wp-content/themes/raulrojassoriano/assets/libros/guia-realizar-investigaciones-sociales-rojas-soriano.pdf>
- Sandoval-Trujillo, S. J., Ramírez-Cortés, V., & Hernández-Bonilla, B. E. (2018). Análisis de los incentivos para la producción del nopal en Teotihuacán. *Vinculatégica Efan*, 4(2), 382–390. <https://doi.org/10.29105/vtga4.1-779>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017, marzo 9). *El sector agropecuario fundamental embajador de México en el mundo*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/el-sector-agropecuario-fundamental-embajador-de-mexico-en-el-mundo>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016, octubre 10). *Cactáceas, riqueza natural de México*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/cactaceas-riqueza-natural-de-mexico#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20las%20cact%C3%A1ceas%20se,propios%20o%20exclusivos%20del%20pa%C3%ADs>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Sturges, H. A. (1926). The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21(153), 65–66. <https://doi.org/10.1080/01621459.1926.10502161>
- Valencia-Sandoval, K., Brambila-Paz, J. de J., & Mora-Flores, J. S. (2010). Evaluación del nopal verdura como alimento funcional mediante opciones reales. *Agrociencia*, 44(8), 955–963.
- Vázquez Alvarado, R. E., Olivares Sáenz, E., Zavala García, F., & Valdez Cepeda, R. D. (2006). Utilization of manure and fertilizers to improve the productivity of Cactus pear (*Opuntia* spp.) a review. *Acta Horticulturae*, 728, 151–158. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.728.20>
- Wallace, R. S., & Gibson, A. C. (2002). *Cacti: Biology and uses*. California Scholarship Online. <https://doi.org/10.1525/california/9780520231573.003.0001>