

# Soberanía alimentaria a través del consumo del nopal en la Sierra Gorda queretana

Epigmenio Muñoz Guevara  
Coordinador



---

# Soberanía alimentaria a través del consumo del nopal en la Sierra Gorda queretana

Epigmenio Muñoz Guevara  
Coordinador



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE  
QUERÉTARO

**Transdigital**<sup>®</sup>  
editorial



---

Título original: Soberanía alimentaria a través del consumo del nopal en la Sierra Gorda queretana / Epigmenio Muñoz Guevara (Coordinador) – Ciudad de Querétaro: Editorial Transdigital, 2024. – 91 páginas.

ISBN: 978-607-69587-9-7

DOI: <https://doi.org/10.56162/transdigitalb31>

Clasificación DEWEY. Materia: 338.1 – Agricultura.

Tipo de Contenido: Libros universitarios.

Clasificación thema: K – Economía, finanzas y gestión.

Tipo de soporte: libro digital descargable.

Formato: PDF.

Tamaño: 6.9 Mb



Este libro es una publicación de acceso abierto con los principios de Creative Commons Attribution 4.0 International License, que permite el uso, intercambio, adaptación, distribución y transmisión en cualquier medio o formato, siempre que dé el crédito apropiado al autor, origen y fuente del material gráfico. Si el uso del material gráfico excede el uso permitido por la normativa legal deberá tener permiso directamente del titular de los derechos de autor.

Esta obra ha sido dictaminada por pares académicos expertos.

D.R. Epigmenio Muñoz Guevara (Coordinador), 2024.

D.R. Agustín Escamilla Martínez (autor), 2024.

D.R. Agustín Martínez Anaya (autor), 2024.

D.R. Ana Karen Echavarría Martínez (autora), 2024.

D.R. Epigmenio Muñoz Guevara (autor), 2024.

D.R. Jorge Adán Romero Zepeda (autor), 2024.

D.R. Jorge Arturo Velázquez Hernández (autor), 2024

D.R. Marcela Quiróz Sodi (autora), 2024.

D.R. Octavio Roldán-Padrón (autor), 2024.

D.R. Samantha Elizabeth Bautista-Marin (autora), 2024.

D.R. Víctor Hugo Sánchez Santiago (autor), 2024.

D.R. Sello Editorial Transdigital, 2024.

**Transdigital**<sup>®</sup>  
editorial

Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, S. C. Circuito Altos Juriquilla 1132. Colonia Altos Juriquilla. C. P. 76230, Juriquilla, Querétaro, México. +52 (442) 301 32 38. [aescudero@editorial-transdigital.org](mailto:aescudero@editorial-transdigital.org) [www.editorial-transdigital.org](http://www.editorial-transdigital.org)

Redes sociales:



<https://www.linkedin.com/company/transdigital-mx/>



<https://twitter.com/TransdigitalMx>



<https://www.facebook.com/transdigital.mx/>



<https://www.instagram.com/transdigital.mx>



<https://www.youtube.com/@transdigitalmx>



**CULTURA**  
SECRETARÍA DE CULTURA



**INDAUTOR**  
INSTRUMENTOS AUTOMÁTICOS DEL COMERCIO DE AUTORES

Registro en el Padrón Nacional de Editores como agente editor Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, S. C., con el Dígito Identificador 978-607-99594.



Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT) con el folio: RENIECYT 2400068.

Sugerencia de referencia en APA 7ª. edición:

Muñoz Guevara, E. (Coord.). (2024). *Soberanía alimentaria a través del consumo del nopal en la Sierra Gorda queretana*. Editorial Transdigital. <https://doi.org/10.56162/transdigitalb31>

---

---

# Índice de contenido

## Ámbito ambiental

- Capítulo 1.** **6**  
*Soberanía alimentaria a través del consumo del nopal en la comunidad de Camargo, Peñamiller*  
Jorge Adán Romero Zepeda, Jorge Arturo Velázquez Hernández y Víctor Hugo Sánchez Santiago
- Capítulo 2.** **19**  
*El aprovechamiento del nopal forrajero para conseguir soberanía alimentaria en México semi desértico*  
Jorge Adán Romero Zepeda, Epigmenio Muñoz Guevara y Ana Karen Echavarría Martínez

## Ámbito social

- Capítulo 3.** **33**  
*Hábitos de consumo de Opuntia para uso forrajero en comunidad del medio rural serrano semidesértico mexicano*  
Epigmenio Muñoz Guevara, Agustín Martínez Anaya y Ana Karen Echavarría Martínez
- Capítulo 4.** **46**  
*Disponibilidad de recibir capacitación sobre suplemento alimenticio forrajero en base del nopal en comunidad serrana queretana*  
Epigmenio Muñoz Guevara, Marcela Quiróz Sodi y Agustín Escamilla Martínez

## Ámbito productivo

- Capítulo 5.** **62**  
*Capital natural del semidesierto queretano*  
Octavio Roldán Padrón y Marcela Quiróz Sodi
- Capítulo 6.** **75**  
*Evaluación de nopal (Opuntia sp.) como forraje en la región de Peñamiller, Querétaro*  
Marcela Quiróz Sodi, Ana Karen Echavarría Martínez y Samantha Elizabeth Bautista Marín
- Sobre las autoras y los autores** **90**
-

# Ámbito ambiental





## Capítulo 1.

# ***Soberanía alimentaria a través del consumo del nopal en la comunidad de Camargo, Peñamiller***

Jorge Adán Romero Zepeda, Jorge Arturo Velázquez Hernández y Víctor Hugo Sánchez Santiago

### **Introducción**

Por autosuficiencia alimentaria se entiende la capacidad que tiene cada país de satisfacer las necesidades alimentarias de su población, haciendo uso exclusivamente de los recursos nacionales (territorio, recursos naturales, capitales, empresas, mano de obra y tecnologías y procesos). Por su puesto, a un país le es conveniente reconocer las ventajas comparativas y competitivas de otros países y, por ello, proveerse de productos agrícolas en mercados internacionales. Sin embargo, esta relación de cooperación nunca

debe convertirse en una obligación de dependencia, garantizando el autoabastecimiento o la contribución suficiente de la producción nacional al consumo interno total, por medio de la producción doméstica (Schwentesius y Ayala, 2014).

Para mayor precisión conceptual se retoma la definición que publicó la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura sobre soberanía alimentaria:

*Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico y económico a suficientes alimentos, inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos, a fin de llevar una vida activa y sana. (Gordillo y Obed, 2013, iv)*

Dada la enorme extensión de territorio mexicano, la variedad de ecosistemas y la abundancia de mesetas y cuencas propicias para el cultivo en extenso, era de suponerse que en nuestro país se diera una abundancia de alimentos, más que suficientes para garantizar las necesidades nutricias de cada uno de los pobladores en nuestra nación. Desgraciadamente, en los hechos sucede lo contrario. A partir de los años ochenta, la dependencia de las importaciones no hace sino aumentar. De los granos que consumimos, en 2010, 35% de ellos eran provistos, principalmente, por Estados Unidos de América; lo mismo que el 90% de las oleaginosas, y casi el 50% de los cárnicos (Schwentesius y Ayala, 2014).

Actualmente, la situación en el campo mexicano es tal, que la población rural simplemente ya no puede sobrevivir con bajas ganancias agropecuarias. Ha sucedido lo que se ha llamado *proceso de desagrarización*, donde el espacio rural ha disminuido de manera progresiva y acelerada la contribución de las actividades de sector primario al ingreso de las familias. En 1992, el ingreso agropecuario representaba el 35% de los aportes monetarios de las comunidades rurales (sin tomar en consideración el aporte de alimentos a la canasta básica mediante el autoconsumo), mientras que los mismos valores para 2008 solo representaban el 10% (Carton, 2009).

Desgraciadamente, residir en el medio rural se ha convertido, en sí mismo, en un factor de vulnerabilidad: se vive en condición de pobreza. En el año 2012, el 75% de los habitantes rurales se encontraba en condición de pobreza; aproximadamente el 25%, en pobreza extrema. Prácticamente la totalidad de la población de comunidades rurales (97%) presentaba, al menos, una carencia social; poco más del 50% tenía tres o más

carencias sociales. Las carencias más persistentes son: el acceso a la seguridad social (90%), servicios básicos de vivienda (57%), y acceso a una alimentación suficiente (40%) (Red Nacional de Jornaleros y Jornaleras Agrícolas [RENACJJA], 2019).

Lo más significativo del campo queretano es su clara dicotomía: el sur y el norte atienden dinámicas muy distintas. En el sur de Querétaro incluye los municipios de Amealco, Colón, Corregidora, El Marqués, Ezequiel Montes, Huimilpan, Pedro Escobedo, Querétaro, San Juan del Río y Tequisquiapan. El norte, en contraparte, incluye los municipios de Arroyo Seco, Cadereyta, Jalpan, Landa, Peñamiller, Pinal de Amoles, San Joaquín y Tolimán (Real, 1997).

El sur del campo queretano está favorecido geográficamente porque está enclavado en el *cuerno de la abundancia* del Bajío. Esta región está capitalizada y ha construido todo tipo de infraestructura de transporte y comunicación. Así, la práctica agrícola se modernizó exclusivamente en los municipios del sur Querétaro. Por el contrario, en los municipios del norte destaca su escasa atención a la producción y a las condiciones de vida de sus pobladores. La contribución porcentual de los municipios del norte a los ingresos del sector primario ha sido muy precaria; son contados los casos en que estos municipios tuvieron reportes productivos destacados, como Arroyo Seco, en el presente con la producción de la calabaza; Cadereyta, desde la década de los sesenta y hasta la década de los noventa con la cría de caprino; y el municipio de Peñamiller, que destacó desde la década de los setenta y hasta los noventa también con la cría de caprino (Real, 1997).

Ante tal situación, las autoridades estatales han reconocido que:

*Tenemos una deuda histórica con los productores, pero hay que decirle también al productor que nadie va a hacer por ellos lo que ellos no han por sí mismos. Hay que darle un valor agregado a su producto y hay que encontrar ese valor agregado para que les vaya mejor.* (Munguía, 2016)

El municipio de Peñamiller está lleno de contradicciones. A pesar de contar con una enorme riqueza de recursos naturales, es uno de los municipios más pobres del estado de Querétaro. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), dentro de la geografía queretana, este municipio es de los que más número de familias se encuentran en condición de pobreza y marginación; y la generación de empleos es uno de los principales problemas a resolver (Ugalde, 2017).

En el informe anual sobre situación de pobreza y rezago social del municipio de Peñamiller, presentado por la Secretaría de Bienestar (2019), destaca que la población en situación de pobreza asciende a 62%, duplicando a la media del estado de Querétaro, que ronda el 31%. De estos valores, encontramos que la población en pobreza extrema en este municipio representa un 11.8%, muy por encima a la existente en el estado, cuyos valores son de 3.5%.

Conforme a la información proporcionada por el plan de desarrollo 2018-2021 del municipio de Peñamiller (Peñamiller.gob, 2018), hubo un incremento de la población en condición de pobreza del 2010 al 2015, pasando del 61.3% al 62.1%. En números absolutos, esto representó pasar de 12,296 pobres, en 2010, a 14,004 en 2015. Concretamente, el grado de rezago social de la comunidad de Camargo, es catalogado como bajo, de acuerdo con los parámetros del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Uno de los distintivos más reconocidos del municipio de Peñamiller es su tradición minera, donde las comunidades de Camargo, la Misión, y Río blanco, por citar algunas, siguen activas con minas de oro, plata y mercurio, aún después de siglos de explotación. El mercurio tuvo un auge minero entre la década de los sesenta y los ochenta, dado que el kilogramo del metal llegó a valer más de un millón de pesos de la época (Ugalde, 2017).

Sin embargo, la riqueza extraída del subsuelo del municipio de Peñamiller no se ha reflejado en sus comunidades mineras. A través de títulos de dudosa legalidad, muy pocos propietarios de minas se han vuelto enormemente ricos, mientras que el resto de la población solo se ha visto beneficiada con los bajos salarios por largas y pesadas jornadas de trabajo por extraer mercurio. A su vez, no ha habido políticas públicas que tengan éxito en elevar las condiciones de vida de las comunidades mineras (Ugalde, 2017).

Actualmente, la marginación y pobreza de las comunidades mineras en Peñamiller se ha visto agravada debido a que los precios del mercurio en los mercados internacionales han caído drásticamente. Otras circunstancias que restan rentabilidad a la explotación de este metal han sido la falta de liquidez financiera, la irregularidad sobre la posesión de los títulos sobre las minas (lo que ha fomentado a su vez las minas clandestinas), y la misma toxicidad del mercurio, que en su proceso de purificación como azogue genera graves daños a quien lo respira (Ugalde, 2017).

Conforme a las líneas de acción programadas por la gestión del municipio de Peñamiller, identificamos una clara intención de apoyarse en las mujeres para mantener el crecimiento de los ingresos de la población más pobre: "Impulsar la capacitación y certificación de competencia de las mujeres más pobres con visión productiva" (Peñamiller.gob, 2018, p. 36). Y... "Gestionar proyectos productivos de la población vulnerable, particularmente aquellos liderados por mujeres indígenas o migrantes" (Peñamiller.gob, 2018, p. 36).

## 2. Método de investigación

Como método de recolección de información, se hizo una dinámica grupal con 16 mujeres integrantes de la comunidad de Camargo, Peñamiller, México. Conforme a la propuesta de Paulo Freire sobre la Educación liberadora, se pusieron a discusión palabras generadoras para que fuera la misma comunidad la que reflexionara sobre el entorno significativo que ya conocen, pero que, por medio de expresarlo de manera grupal, se comparten conocimientos y saberes (Ovares, 2023, p. 13). En concreto, se habló sobre el nopal para alimentación familiar y como forraje.

## 3. Resultados

Sobre la identificación de la problemática social, cuando se les preguntó si tienen problemas para alimentar a sus familias, las respuestas fueron las siguientes:

*Si batalla uno. Sí se tiene que buscarle para comer. A veces hay y a veces no hay... (informante).*

*Hay temporadas en que el mercurio está a buen precio. Cuando pagan bien no hay problema para comprar cosas, pero cuando no compran bien uno tiene que buscar otras opciones. Y uno de mujer igual... (informante).*

*Aquí la única fuente de trabajo es la mina, y cuando hay los hombres lo sacan... pero cuando no... Yo soy una mujer sola, y de todas maneras si yo vendo un refresquito o algo, pero si ellos no traen dinero yo me quedo sin vender. Es lo que nos hace falta también, hacer otra fuente de trabajo. Que hubiera trabajo para*

*ellos y también para nosotras. Que también yo ya estoy grande, pero habiendo trabajo lo podemos hacer, aunque sea despacio... (informante).*

Sobre si sus alimentos los producen ellos haciendo uso de sus recursos endógenos, o estos son adquiridos de productos fuera de su comunidad, salió a colación lo siguiente:

*Cuando llueve puede uno ir a sembrar ¿Pero cuando no? El año pasado no llovió nada. Pero también ahí depende de los que les guste, porque hay muchas personas que tienen donde y tienen agua y nada más no. Depende mucho del agua, aquí como es semi desértico casi no llueve. Hay pozos, pero por lo mismo que no llueve están secos. Nos vamos a ver en la necesidad de pedir bordos para que haya agua porque aquí nada más no. O como ollas son las que hacen aquí para juntar agua de lluvia, no para que salga agua. Poquito que llueve hay que recolectarla... (informante).*

*Aquí se cultiva maíz y frijol. También calabazas, chiles y nopales. Los nopales se dan hasta en épocas de sequías. El orégano y la damiana también dependen de las lluvias. El año pasado no recogimos nada porque no llovió. Aquí cuando hay temporadas de lluvias hay nopales, hay quelites y hay verdolagas, hay muchas cositas del monte... (informante).*

*Sí, todo lo que comemos lo compramos en el mercado, pero si no llueve o no pagan bien el mercurio, no hay comida... (informante).*

*Cuando hay, comemos de lo que surge de aquí, pero hay muchos meses que tenemos que comprar... (informante).*

Al inquirir cuál es su alimentación habitual, respondieron:

*Frijoles, sopa, arroz. Los nopales llenan y están bien sabrosos. Se comen los nopales tiernos de unas especies nada más. Esos que están allá afuera no se comen, pero yo digo que sí se han de comer. Allá en Oaxaca sí los comen, nosotros nada más porque no sabemos... (informante).*

Y al poner a reflexión cómo consideran que podrían mejorar su alimentación, expresaron:

*Pues sí. Tener más gallinas para comer más huevo y comer su carne también. También saber comer los nopales... (informante).*

Especificando al tema de la alimentación a los nopales, afirmaron sobre su disponibilidad como planta nativa silvestre:

*Sí, nopal siempre hay. Hay diferentes tipos de nopal. Ese que está ahí no se come, le dicen cuishas, aunque a mí se me hace que sí se come. De ese salen unas tunitas agrias. De esas cuando uno anda en el cerro y no trae agua, corta una de esas tunitas y te quita la sed... (informante).*

*Hay muchas especies de nopales que se pueden comer, hay por todos lados... (informante).*

En concreto, sobre si en familia se consume el nopal como alimento, las respuestas fueron:

*Con nopales ya para qué queremos comer carne, solo que sea carne criada aquí en el pueblo. Allá a los animales no les dan pastito del bueno... (informante).*

La frecuencia del consumo del nopal la describieron de la siguiente manera:

*Mi esposo quiere comer nopales todos los días, no quiere otra cosa. Yo ya me enfadé, pero es más práctico que comer otra cosa. Los machaca en el molcajete con chile y cebolla... (informante).*

*La mayoría de las personas de aquí come nopalitos diario. Se puede preparar de varias formas: en vinagre, asados... si son asados con leña le da un sabor mejor... (informante).*

Al tratar si los nopales son cultivados o solo aprovechados de manera silvestre, salió a relucir:

*En el monte hay nopales. Uno se lleva una bolsa y la llena de caminar en el monte en media hora... (informante).*

*Yo tengo un terreno, y en el terreno tagua, los pozos tienen poquita agua. Pero lo que pasa es que sembramos algo y hay mucha hormiga arriera... (informante).*

*A nosotras nos roba los cultivos las hormigas, los conejos, las vacas, hay mucha ardilla. Las ratas también se come el nopal... (informante).*

*Tengo un terrenito por allá lejos. 20 retoños de nopal sembré, y ninguno me dejaron las hormigas. Ese también es mucho el problema en un día se acaban todo... (informante).*

*Las hormigas arrieras son bien feas, porque nada más en un ratito destruyen una mata de aguacate. Es que como son muchas, van mate y mate los retoños de las plantas. Cuando está bien seco no encuentran otra cosa que comer. También cuando no llueve se comen todo las ratas y los conejos... (informante).*

Asimismo, sobre la identificación de la problemática social, pero ahora de la alimentación de los animales de granja y de traspatio, cuando se preguntó si cuentan con ellos, respondieron:

*Sí tenemos... (informante).*

*Sí, dos borregas... (informante).*

*Gallinas y vacas... (informante).*

*Perros que se enseñan para cuidar las cosechas y otros animales... (informante).*

*Allá en casa de mis papás sí tienen chivos, bastantes... (informante).*

*Los puercos ya no los puede tener uno porque huelen feo y se genera mucha suciedad y mosca. Están prohibidos cuando las casas están juntas. Nada más las casas que están en el monte separadas. Por eso nos dan ganas de hacer nuestra casa lejos para tener terreno... (informante).*

Si la comida que le dan a sus animales la producen en su comunidad o la compran fuera, se expresó:

*La compramos de fuera. Por eso uno le piensa para tener animales porque luego no hay para comprarles comida... (informante).*

*A las gallinas les damos maíz, del mismo que uno come... (informante).*

*A los puercos, maíz y desperdicio... (informante).*

*A los borregos, comprarle alfalfa... (informante).*

*Cuando llueve se siembra el maíz y e frijol, se aprovecha el rastrojo para darle a las vacas. Así cada 6 meses. Si yo siembro un pedacito de terreno y si no se da el maíz de todas maneras el zacate es para los animales. Ya se corta y se da a los animales, o las ramitas que surjan ahí ellos solitos. Es cuando uno ya no compra alfalfa o avena para darles... (informante).*

Sobre si se presentan dificultades económicas para proveerse del forraje, se dijo:

*Quisiéramos tener más animales, pero cómo le hacemos para darles de comer. Si hubiera más alimento tendríamos más animales... (informante).*

Y al invitarlos al reflexionar sobre cómo mejorar el alimento animal, se afirmó:

*Cinco gallinitas ponen cinco huevos. Ponen uno cada una al día. Las gallinas corrientes las del patio ponen cada tercer día. Las de granja esas sí ponen uno por día o más... (informante).*

*Más que nada lo que falta es el agua, esa es la principal razón por la que los animales están flacos. Sin el agua no podemos sembrar, y de ahí sacamos alimento para los animales. A veces ni hay agua ni para uno. Nos la racionan y dan bien poquita... (informante).*

Al tratar en concreto del nopal de uso forrajero, lo manifestado fue:

*Los nopales que están todos chupados y las personas no se los pueden comer, esos se los comen las vacas... (informante).*

*También las borregas se comen todo lo que uno les dé. Son como los puercos... (informante).*

*Los chivos también llegan a comer nopal... (informante).*

*Las gallinas también llegan a comer nopal cuando está seco. A las hojas ternitas van y le pican. También les hemos dado troceado... (informante).*

Si se hace uso de las especies silvestres de nopal como forraje, se externó:

*Las vacas, las deja libres y se van a comer nopales al monte. Ellas comen por donde quieran. Las vacas se comen los nopales así con espinas. Cuando llueve, a las vacas las encierran y les dan alimento, pero cuando está seco y las vacas están bien flacas la sacan para que ellas solitas encuentren de comer lo que puedan. Ya no se van, ellas solitas regresan... (informante).*

*Antes se hacía que los nopales y el cardón los echaban a la leña para quitarle las espinas y se hagan más blandito y así dárselo a los animales... (informante).*

Finalmente, sobre si se les ha dado a sus animales forraje procesado con base en nopal, lo que se obtuvo de información fue:

*Eso sí no... (informante).*

*Queremos aprender a procesar el nopal. Los chinos exportan el nopal nuestro y nos lo regresan en polvo... (informante).*

*Nunca han tenido contacto con las máquinas que hacen forraje con nopales... (informante).*

## 4. Discusión y conclusiones

Con respecto a si la comunidad de Camargo es dependiente de la exportación o, al contrario, mantiene soberanía alimentaria, se concluye lo siguiente.

En cuanto a canasta básica en alimentos, si bien se cultivan varias especies de plantaciones comestibles, éstas solo son viables cuando hay abundancia en la precipitación del agua; aspecto que con los efectos del cambio climático es poco probable. Por ello, tienen que comprar alimentos comercializados fuera de su comunidad. Sin embargo, estos insumos también son amenazados por la intermitencia de los precios del mercurio. Cuando no hay lluvias y los precios del mercurio son bajos, se resiente de manera negativa la alimentación familiar que, a percepción de los participantes en la dinámica comunitaria, es insuficiente para satisfacer las necesidades básicas.

Los nopales son un recurso alimentario abundante del cual todas las personas hacen uso regularmente, siendo indispensable dentro de la alimentación familiar. La forma principal de obtenerlo es mediante la cosecha de las hojas silvestres. Algunas personas cultivan nopal en sus huertos de traspatio, pero esta práctica no es común, ya que las plantaciones son amenazadas por plagas difíciles de combatir.

Los animales son alimentados con las mismas cosechas que se cultivan en la comunidad. Sin embargo, al ser las sequías prolongadas, la mayor parte del tiempo se compra forraje (maíz, alfalfa, sorgo, etc.) del exterior de la comunidad, haciendo con ello oneroso la cría de ganado.

El nopal es usado como alternativa para alimentar diversos tipos de animales de granja cuando no se les puede dar excedentes de las cosechas o comprar forraje comercial. Se les da nopal silvestre, incluso de aquellas especies de *Opuntia* que no son de consumo humano. Lo comen directamente de las pencas, o también se les prepara pasándolo por fuego (principalmente para quemar las espinas). Lo que desconocen es el forraje preparado con base en nopal. No conocen la manera de tratarlo ni la maquinaria para producirlo, aunque asumen que otros países cosechan su nopal para devolvérselo como producto procesado, obteniendo ganancias de sus recursos endógenos.

De acuerdo con la información recabada en campo, el nopal tiene potencial para contribuir en la soberanía alimentaria en regiones áridas o semiáridas como en la Comunidad de Camargo, Peñamiller, porque:

- Es un recurso aun abundante y silvestre.
- La aparente abundancia hace que no se coseche de manera intensiva.
- Se tiene el hábito de su consumo humano.
- Se les suministra a los animales, aunque solo de manera emergente.
- No se aprovecha el nopal como forraje procesado.

Por lo anterior, en pos de alcanzar la soberanía alimentaria en las regiones serranas semidesérticas o desérticas, se recomienda desarrollar proyectos de investigación y políticas públicas para fomentar el aprovechamiento del nopal de manera intensiva como verdura para alimentación humana (también los subproductos procesados), y como forraje (también el forraje procesado). Específicamente, se propone incentivar unidades de producción y comercialización comunitaria de mujeres porque han demostrado más interés en participar en las capacitaciones para el aprovechamiento del nopal.

## Referencias

- Carton, H. (2009) La desagrarización del campo mexicano. *Convergencia, Revista de Ciencias Sociales*, 50, 13-55.
- Gordillo, G., y Obed, J. (2013) *Seguridad y soberanía alimentaria. Documento base para discusión. México*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Munguía, K. (27 enero 2016) Tenemos una deuda histórica con los campesinos: Mauricio Kuri. *Códice Informativo*.  
<https://codiceinformativo.com/2016/01/tenemos-una-deuda-historica-con-los-campesinos-mauricio-kuri/>
- Ovares, Y., Mezerville, C., Ureña, V., Ochoa, T., y Rodríguez, J. (2023) La palabra generadora y el aprendizaje significativo: Estudio de caso con población juvenil privada de libertad. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 23(3), 1-32.
- Peñamiller.gob (2018) *Plan de Desarrollo Municipal 2018-2021. Querétaro*. Municipio de Peñamiller.

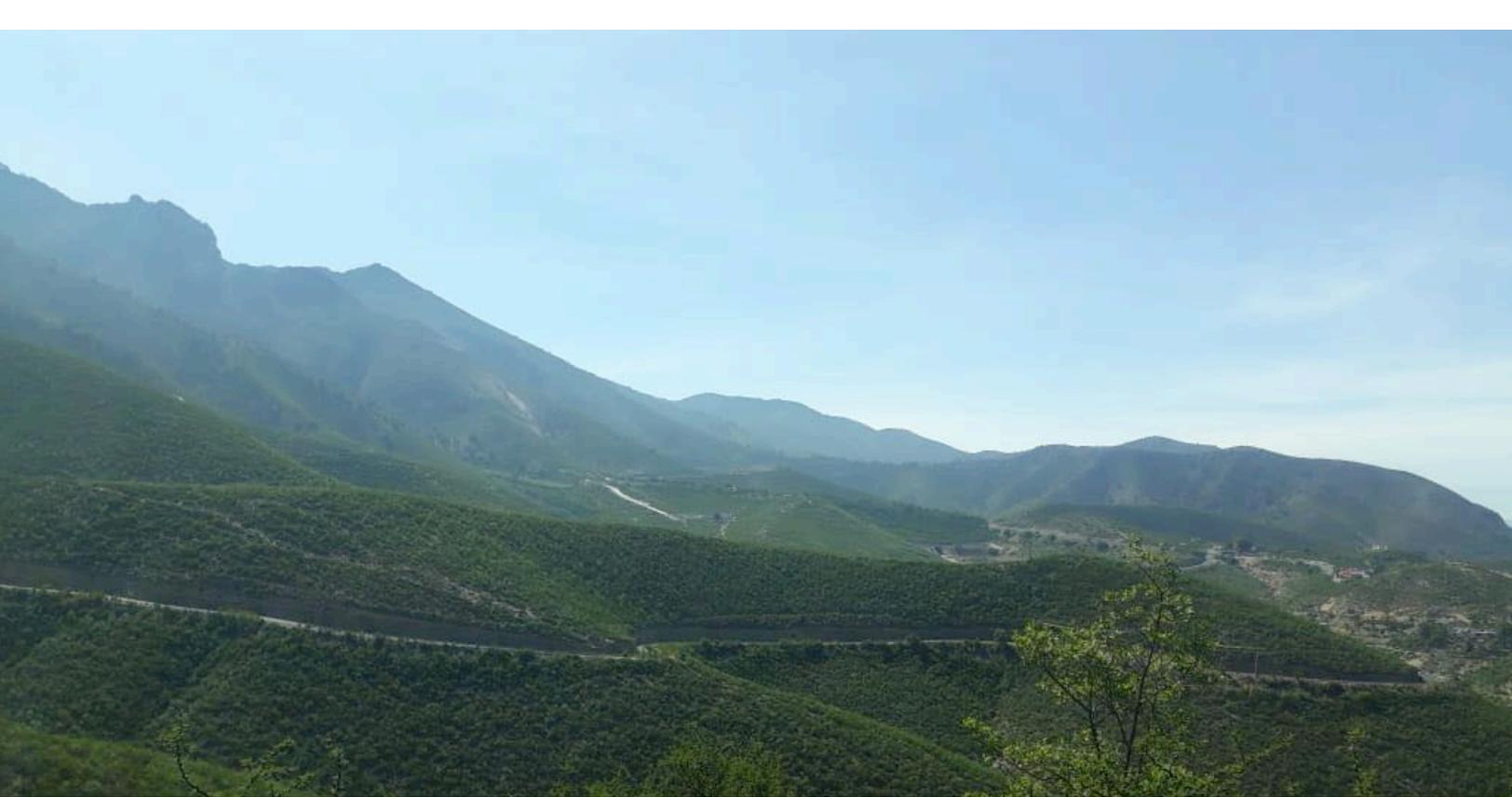
Real, G. (Coord.) (1997). *El campo queretano en transición*. Center for U.S. – Mexican Studies.

RENACJJA (2019) Violación de derechos de las y los jornaleros agrícolas en México. Primer Informe. México. Red Nacional de Jornaleros y Jornaleras Agrícolas.

Schwentenius, R., y Ayala, A. (2014) Seguridad y Soberanía alimentaria en México, análisis y propuestas de política. Plaza y Valdes.

Secretaría de Bienestar (2019) Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2019, Querétaro, Peñamiller. Gobierno de México.  
[https://extranet.bienestar.gob.mx/pnt/Informe/inf\\_municipal\\_22013.pdf](https://extranet.bienestar.gob.mx/pnt/Informe/inf_municipal_22013.pdf)

Ugalde, F. (23 enero 2017) Maldición Minera. *Plaza de Armas*.  
<https://plazadearmas.com.mx/maldicion-minera/>



## Capítulo 2.

# ***El aprovechamiento del nopal forrajero para conseguir soberanía alimentaria en México semidesértico***

Jorge Adán Romero Zepeda, Epigmenio Muñoz Guevara  
y Ana Karen Echavarría Martínez

## **Introducción**

### **1.1. Soberanía alimentaria**

De acuerdo con los promotores del modelo económico neoliberal, la apertura al mercado exterior de productos agropecuarios con ventaja comparativa haría que los costos de importación fueran menores y, por lo tanto, el consumidor obtendría

productos abaratados. Sin embargo, las evidencias han demostrado que los mexicanos no se han visto beneficiado por las importaciones masivas de alimentos, ya que los productos agropecuarios han aumentado en los últimos 30 años un 542%, mientras que los alimentos se han incrementado en un 608%. Por otro lado, los datos de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social muestran que, de 1994 al 2006 han dejado el campo 3.7 millones de trabajadores agrícolas ante la falta de ingresos suficientes (Schwentesiuss y Ayala, 2014).

Por lo anterior, se pone a consideración los argumentos de Blanca Rubio (2015) quien afirma lo siguiente:

En este contexto, se requiere de un gran consenso nacional para impulsar, desde todos los foros y ámbitos posibles, la producción alimentaria básica del país como una estrategia de soberanía política que permita a nuestro país enfrentar, de manera sólida y digna, las transformaciones geopolíticas que sobrevendrán en la salida de la crisis capitalista mundial que empieza a vislumbrarse (p. 69).

Como política pública, lograr la soberanía alimentaria requiere partir de los siguientes supuestos (Gordillo y Obed, 2013, p. iv):

- El derecho a la alimentación adecuada de las mayorías debe priorizarse a otras consideraciones (rentabilidad, pago a deuda externa, obtención de votos a partidos políticos, etc.).
- La comida no es una mercancía, sino un derecho (lo que responsabiliza al Estado su regulación).
- Se deben perseguir y castigar prácticas mercantiles desleales en los alimentos, como el monopolio, el acaparamiento para inflar los precios, la intermediación innecesaria, control de precios por instancias internacionales, el dumping, etc.
- Respeto a prácticas tradicionales (se establece un diálogo entre las innovaciones técnicas y de procesos con los usos y costumbres locales).
- Fomento del consumo de productos regionales (reducir distancia de traslado entre proveedores y consumidores).
- Se procura condiciones laborales dignas de quienes se dedican al sector primario.
- Los recursos son gestionados por los proveedores locales.
- Se evita la privatización de reservas naturales y recursos estratégicos como el agua.

- Se hace uso sustentable de los recursos naturales, sin comprometer el acceso de las generaciones futuras (especialmente se rechaza el uso intensivo en base a agroquímicos tóxicos y el monocultivo de las tierras).

De acuerdo con la información de Data México (2021), se identifica una lenta mejoría en los indicadores de marginación del Municipio de Peñamiller. Pasó del grado de alta marginación entre 2000 y 2005, a marginación media de 2010 al 2015. Sin embargo, al interior del estado de Querétaro ha pasado de ser el quinto municipio con mayores niveles de marginación a la cuarta posición. También se identifica una mejoría paulatina en los ingresos. En el 2000 la población económicamente activa ocupada que contaba con ingresos de hasta dos salarios mínimos representaba el 70%; en el 2015 el mismo indicador se convirtió en el 40% de la población.

En esta intención de promover el desarrollo económico y social del municipio de Peñamiller y, en concreto en la Comunidad de Camargo, autoridades de la Universidad Autónoma de Querétaro inauguraron el Campus Camargo, enfocado en brindar a la comunidad planes de estudio enfocados en incentivar el mejor aprovechamiento de los recursos naturales. A partir de septiembre de 2020 la Escuela de Artes y Oficios inició labores de capacitación en actividades económicas alternativas a la minería (Querétaro 24/7, 2020).

En el 2021, el entonces gobernador Francisco Domínguez acudió al municipio de Peñamiller para inaugurar obras hidráulicas a través de la ampliación de la instalación de líneas de conducción a pozos. A su vez, se les entregaron 190 toneladas de grano a 534 productores por medio del seguro catastrófico y se les incentivó a unirse al programa de *Huertos Sustentables en tu Comunidad*. Para la comunidad de Camargo, se mejoraron las vías de comunicación mediante la rehabilitación de siete kilómetros del camino Camargo – Río Blanco (Ruiz, 2021).

## 1.2. Caracterización del nopal y su aprovechamiento forrajero

El nopal pertenece a la familia de las *Cactaceae* o cactus. El género del nopal es el de *Opuntia*. En México, la *Opuntia* tiene cinco subgéneros, 17 series y 104 especies; dentro de éstas, la más difundida en su versión cultivo es *Nopalea Cochenillifera*, que se utiliza como Nopal Verdura. Más información taxonómica de nopal es que pertenece al

reino vegetal, al subreino *embryophita*, a la división *angiospermae*, a la clase *dycotyledonea*, a la subclase *dialipétalas*, y a la *Orden Opuntiales* (Ramos y Quintana, 2004, p. 11).

La morfología de la especie opuntia se caracteriza por lo siguiente:

**Raíz:** son pivotantes, es decir, se dividen en principales y las secundarias. Las secundarias son pelos absorbentes que solo están presentes en épocas de lluvia. La extensión de las raíces se da de manera vertical hasta 30 centímetros, mientras que de manera horizontal pueden extenderse hasta 8 metros.

**Tallo:** en esta especie se le llama cladolios, conocidos familiarmente como pencas o raquetas. Son aplanados y gruesos, con una cutícula gruesa y cerosa, almacenan agua y pueden realizar la fotosíntesis y elaborar clorofila.

**Hoja:** se desarrollan en la parte de arriba de las pencas, la unión de las pencas y las hojas se forma una base de ahuetes o pequeñas espinas. Las hojas son tiernas y flexibles, además son caducas, ya que desaparecen cuando crecen las pencas.

**Flor:** brotan de las areolas que se localizan en los bordes de la parte superior de las pencas. La floración suele darse en la primavera (marzo, abril y mayo) aunque en algunas especies pueden presentarse unos pocos meses antes o meses después. Las flores poseen una gran cantidad de estambres y sus pétalos son delicados y de colores brillantes.

**Fruto:** conocida como tuna, es una baya carnosa de forma ovoide o esférica. Las semillas son abundantes y su pulpa es jugosa y con gran cantidad de azúcares.

Tanto tallo, hojas y frutos están recubiertas de espinas de diferentes tamaños (a las pequeñas se les llama ahuetes) (Barros y Buenrostro, 1998, p. 55- 59).

Sobre los componentes químicos del nopal se destaca lo siguiente:

**Agua:** Las hojas nuevas, tiernas y flexibles tienen entre 90 y 95 % de agua (dependiendo de la especie), mientras que, conforme van madurando, las hojas aumentan su rigidez estructural y disminuye su presencia de agua. La presencia de líquidos en el nopal es similar al de hortalizas como acelga, lechugas, romero, jitomate y calabaza.

**Minerales:** se puede destacar el calcio y el potasio, teniendo en menor cantidad magnesio, sílice, sodio, hierro, y aluminio; aunque por su puesto, las concentraciones son variables al tipo de suelo.

**Carbohidratos:** los nopales son un importante medio para proporcionar energía metabólica, ya que contiene azúcares, celulosa, almidón y dextrina.

**Componentes nitrogenados:** se encuentran argina, histidina, lisina, metionina y treonina.

**Vitaminas:** son más aprovechables cuando la plata está cruda, y se puede identificar caroteno, tiamina, riboflavina y niacina (Barros y Buenrostro, 1998, p. 60).

La especie opuntia es originaria de los desiertos del continente americano, en las áreas vecinas a los trópicos con temperaturas medias anuales de 30 grados centígrados y precipitaciones anuales de 250 mililitros. Debido a su gran durabilidad y adaptación no es raro encontrarla de manera cultivada en bosques, selvas y hasta en climas fríos (Murillo et al., 2003, p. 29).

México es un país nopalero por excelencia, ya que el 60 % es zona árida y 40 % es desértico, con 56 millones de kilómetros cubiertos por zonas áridas y semiáridas. De manera silvestre como cultivada, los nopales se encuentran presentes en todos los estados del país. De acuerdo con las capacidades productivas del nopal, el país se divide en las siguientes zonas:

Principal: Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco, Durango y Guanajuato.

Noroeste: Tamaulipas y Nuevo León.

Difusa: San Luis Potosí y Jalisco (Murillo et al., 2003, p. 34).

Los requisitos para cultivar el nopal son los siguientes:

**Suelo:** preferentemente de origen calcáreo o ígneo, de textura arenosa, de preferencia alcalino y un Ph neutro (6.5 – 8.5). La exposición de la tierra (antes de que surja roca) debe tener mínimo 30 centímetros.

Agua: si bien el nopal es tolerante a la falta de agua, si se espera el uso comercial del nopal para verdura, fruto o forraje, es conveniente contar con un suministro seguro de agua, en caso de que la sequía sea extrema.

Condiciones climáticas y geográficas: los siguientes rangos son promedio para las condiciones óptimas, aunque se reconoce que se pueden darse buenas cosechas fuera de estos rangos: temperatura anual entre 16 y 28 grados; precipitación fluvial entre 150 y 180 mm; altitud entre 800 y 1800 metros por encima del nivel del mar. Su distribución natural es laderas, planos y valles, y se requiere exposiciones de sol durante la mayor parte del día.

Condiciones de cultivo: Las plantaciones idealmente deben de ser ubicadas entre barreras de viento (hilera de árboles, cortina rompevientos, pared, elevaciones naturales, etc.). Dependiendo del rendimiento esperado por hectárea, serán las labores que se deben aportar a los cultivos; pudiendo ser rentables con un mínimo de atención, pero mejorando conforme más cuidados se les dé (Ramos y Quintana, 2004, p. 15).

Es reconocido a nivel internacional que, en México, el nopal es uno de los cultivos que se producen a nivel de excelencia. De manera interna, el nopal es considerado alimento nacional. El país tiene la mayor diversidad de cactus, así como el que tiene la mayor diversidad de nopales. En el territorio nacional radican 670 especies de la familia Cactaceae, de las cuales 518 son endémicas (EditorDMX, 2023, p. 1).

La producción anual de nopal en México es de 167 mil 710 toneladas, mismas que en buena medida son empleadas para uso forrajero del ganado caprino, bovino, ovino y porcino, así como aves de corral y conejos. Si bien la superficie cultivada de nopal no es la mayor entre todas las verduras cultivadas en el país, sí ocupa la séptima posición, solo detrás de los cultivos de melón, sandía, cebolla, chile, papa y tomate rojo (EditorDMX, 2023, p. 1).

De acuerdo con el Servicio de Alimentación Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), México es uno de los principales países exportadores de nopal. Su principal comprador es Estados Unidos de América, quien en el 2018 adquirió 51 mil 598 toneladas de nopal; aunque también importan nopal mexicano Corea del Sur, Bélgica, Japón, República Checa, Tailandia, El Salvador, Emiratos Árabes Unidos, Taiwán, Reino Unido y Suiza (Mensajero de la Sierra Gorda, 2022, p. 1).

Una de las principales virtudes del nopal es el que se cultiva con un mínimo de agua, resistiendo a las sequías, como pocas otras especies alimentarias comerciales. Es

un cultivo muy eficiente para convertir agua en materia verde; por lo anterior, se vuelve en un forraje idóneo para la ganadería en zonas áridas y semiáridas (Istilart, 2022, p. 1).

## 2. Método de investigación

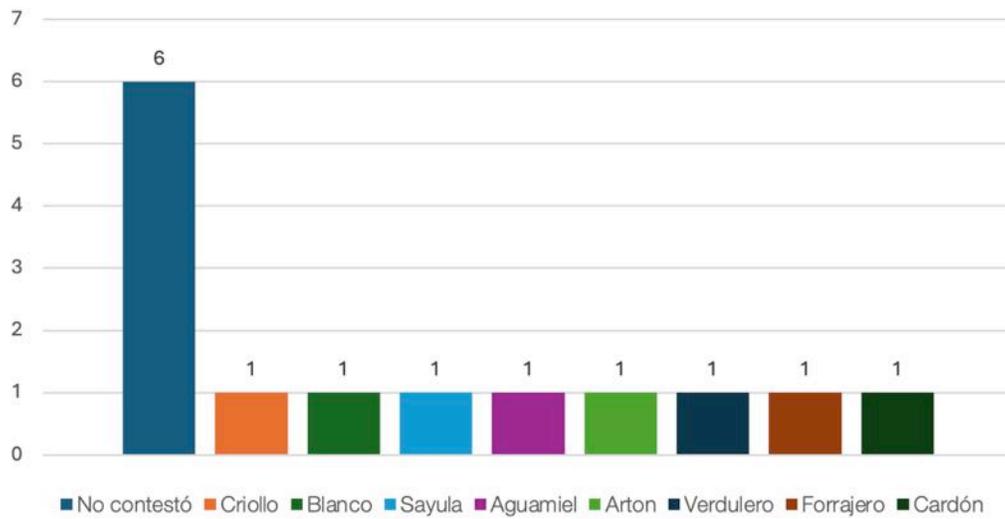
La información se levantó por medio de una encuesta que se distribuyó en una reunión ejidal de la Comunidad de Camargo. Se solicitó que de manera voluntaria se respondiera el instrumento; se propusieron once personas. Cabe señalar que, así como la participación fue voluntaria, también se les explicó que contestaran solo las preguntas que quisieran (por ello en muchas de las respuestas mostradas en las figuras no se contestó).

## 3. Resultados

La mayoría de las personas decidieron no responder al lugar de su procedencia; los que sí lo hicieron (cuatro personas) reportaron ser habitantes de la comunidad de Camargo, Peñamiller, México, Querétaro. Asimismo, la mayoría omitió reportar su género; los que sí respondieron fueron tres hombres y dos mujeres.

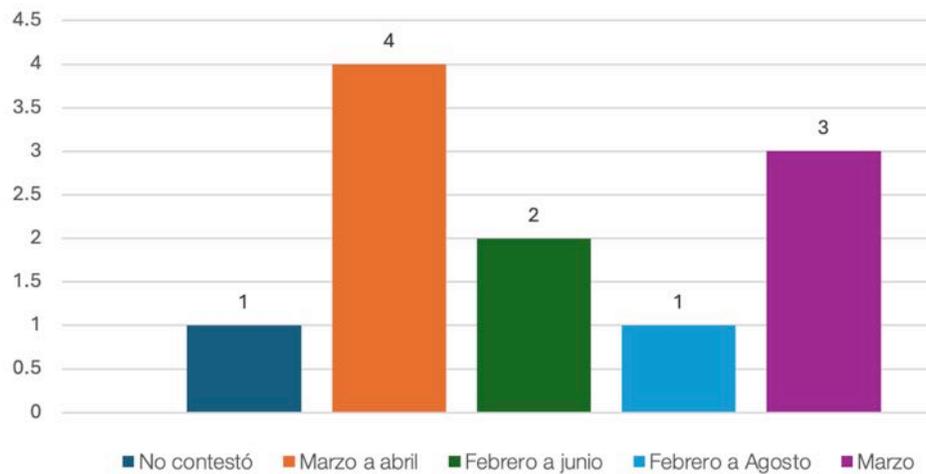
El listado de los nombres comunes con los que llaman a las especies de *Opuntia* nativas es grande (Figura 1). Lo anterior sugiere que hay varias especies nativas de nopales en la región y también son varias las opciones para uso de forraje. Como son nombres comunes, posiblemente a las mismas especies se les refiere con diferentes nombres.

**Figura 1**  
*Nombres comunes de los nopales de forraje*



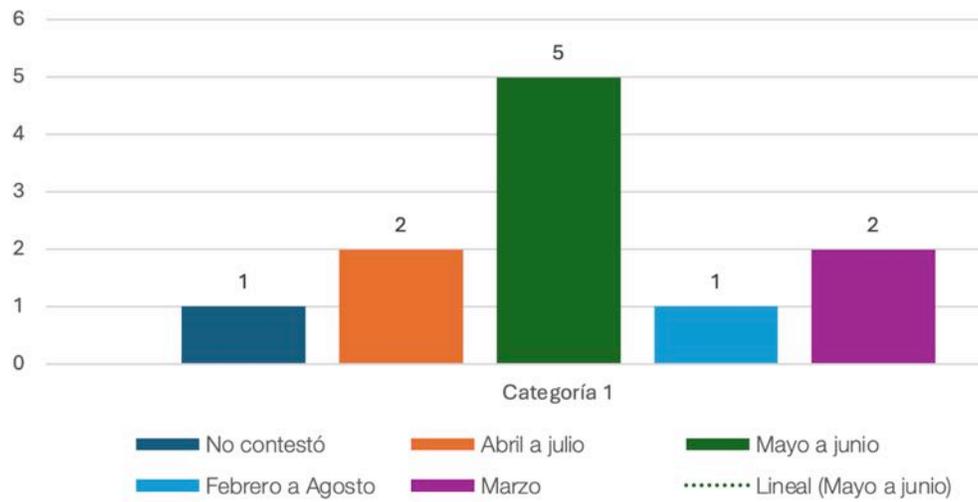
Con base en las declaraciones de las personas entrevistadas, la temporada de florecimiento del nopal de las especies silvestres es, principalmente, en las estaciones de primavera y verano (Figura 2).

**Figura 2**  
*Temporada de florecimiento del nopal usado de forraje*



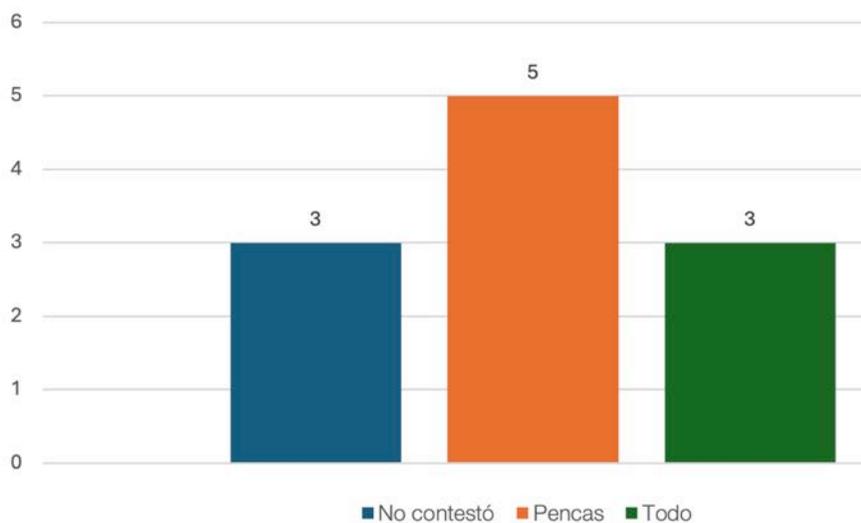
Las estaciones en las cuales surge el fruto del nopal, usado como forraje, es también aproximadamente en las estaciones de primavera y verano, aunque con la tendencia a estar desplazado un mes después a su floración, de acuerdo con las respuestas de las y los informantes (Figura 3).

**Figura 3**  
*Temporada del fruto del nopal usado de forraje*



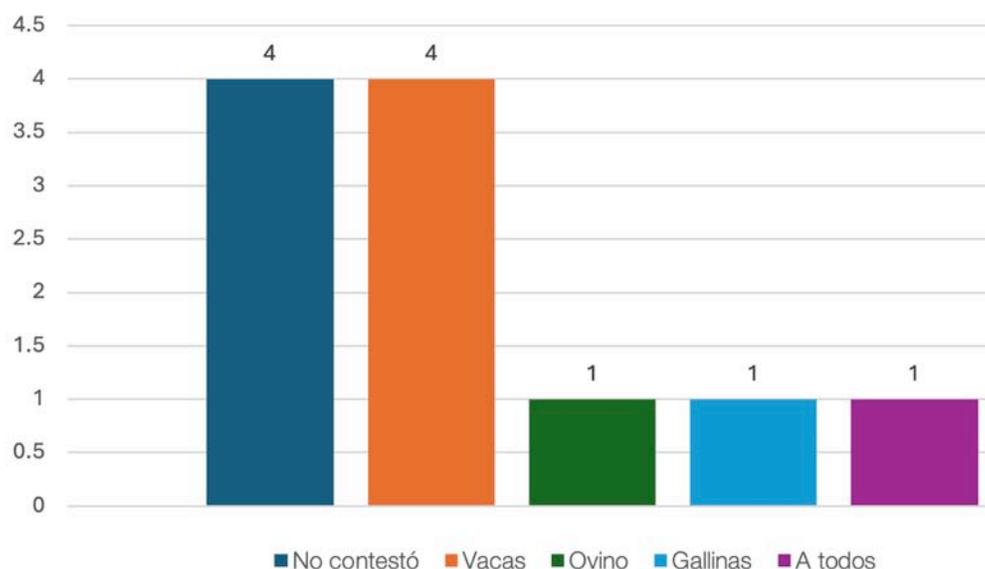
La parte de la planta del nopal que más se usa como forraje es la penca. Posiblemente, la hoja tierna y la tuna sean para consumo humano, mientras que el desecho o penca se utilice de forma residual como forraje (Figura 4).

**Figura 4**  
*Parte del nopal usado como forraje*



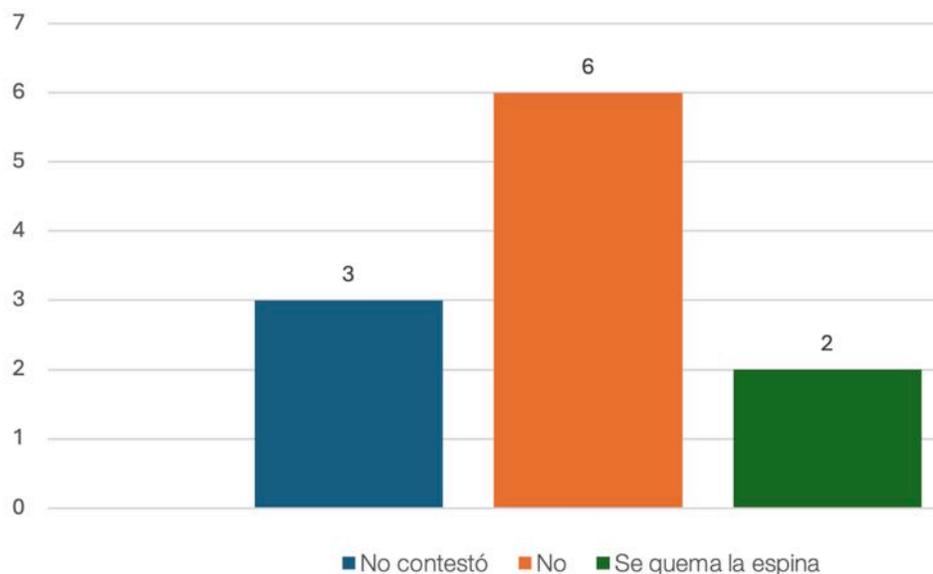
En la comunidad serrana semidesértica de Camargo, Querétaro, prima alimentar al ganado bovino con ese forraje; aunque también se les da a los borregos y a las gallinas (Figura 5).

**Figura 5**  
*Animales a los que se les da el nopal*



La población manifestó que no se suele dar tratamiento al nopal para dárselo a los animales; solo algunos informantes aseveraron que primero se ponen las pecas y / o hojas al fuego con la intención de quemar las espinas. No se hace referencia a que se trocee, ni que se macere por medio de molinos, ni que se haga algún tipo de preparado para hacer suplemento alimenticio balanceado (Figura 6).

**Figura 6**  
*Tipo de tratamiento al forraje*



Sin embargo, seis de los participantes (la mayoría) mostró interés y disposición para aprender más sobre tratamientos al nopal para mejorarlo como uso forrajero y mejorar la ingesta de sus animales.

## 4. Conclusiones

Como política pública, a nivel nacional, se ha establecido como prioritaria la soberanía alimentaria. En la comunidad de Camargo, del municipio de Peñamiller, Querétaro, se ha incentivado, en términos generales, la creación de huertos familiares para el autoconsumo. De manera paralela, la Universidad Autónoma de Querétaro ha abierto instalaciones para brindar capacitación comunitaria.

Dadas las características del nopal, esta planta tiene un enorme potencial para uso forrajero en zonas semidesérticas, como la comunidad de Camargo. A través de esta planta es posible contribuir a que las comunidades con ecosistemas similares logren la soberanía alimentaria.

Pese a lo anterior, se identifica que el nopal para uso forrajero se encuentra desaprovechado, ya que los encuestados tienen opiniones muy dispersas sobre su uso;

no se le trata para convertirlo en un suplemento alimenticio enriquecido y con potencial de sustituir otros forrajes comerciales de origen exógeno.

Por todo lo anterior, se recomienda impulsar programas específicos de capacitación para el uso del nopal forrajero, ya que a través de estas acciones se incentivaría la soberanía alimentaria en las zonas semidesérticas de México.

## Referencias

Barros, C., y Buenrostro, M. (1998) El maravilloso nopal. Sus propiedades alimenticias y curativas. Grijalbo.

Data México (2021) *Peñamiller*. Gobierno de México.  
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/penamiller>

EditorDMX (25 de mayo de 2023) ¿Qué sucede con la industria queretana del nopal? *La Voz de Querétaro*. <https://lavozdequeretaro.com/queretaro/que-sucede-con-la-industria-queretana-del-nopal/#:~:text=Entre%20las%20variedades%20de%20nopal,aves%20de%20c>  
orral%20y%20conejos

Gordillo, G., y Obed, J. (2013) *Seguridad y soberanía alimentaria. Documento base para discusión*. México. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Istilart, J. (20 de enero de 2022) Cultivo del nopal forrajero como alternativa a la sequía. *AM Querétaro*. <https://amqueretaro.com/negocios/2022/01/20/cultivo-del-nopal-forrajero-como-alternativa-a-la-sequia/>

Mensajero de la Sierra Gorda (21 de mayo de 2022) Alternativa viable: Cultivo de nopal es una fuerte posibilidad productiva para Querétaro. *Página web oficial del Mensajero de la Sierra Gorda*. <https://mensajerodelasierra.com/alternativa-viablecultivo-de-nopal-es-una-fuerte-posibilidad-productiva-para-queretaro/#:~:text=Alternativa%20viable%3A-,Cultivo%20de%20nopal%20es%20una%20fuerte%20posibilidad%20productiva%20para%20Quer%3%A9tar,proyecto%20productivo%20de%20baja%20inversi%C3%B3n>

---

Murillo, B., Trojo, E., y García, J. (2003) El nopal. Alternativa para la agricultura en zonas áridas en el siglo XXI. Baja California Sur. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Querétaro 24/7 (28 septiembre 2020) Inauguran Campus Camargo de la UAQ en Peñamiller. *Querétaro 24/7*. <https://queretaro24-7.com/inauguran-campus-camargo-de-la-uaq-en-penamiller/>

Ramos, J., y Quintana, V. (2004) *Manual del participante. Manejo general del cultivo del nopal*. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.

Schwentenius, R., y Ayala, A. (2014). *Seguridad y Soberanía alimentaria en México, análisis y propuestas de política*. Plaza y Valdes.

Ruiz, V. (19 abril 2021) Pancho entrega apoyos y obras en Peñamiller. *Diario de Querétaro*. <https://www.diariodequeretaro.com.mx/local/pancho-entrega-apoyos-y-obras-en-penamiller-6429299.html>

Rubio, B. (2015). *La soberanía alimentaria en México: una asignatura pendiente*. Instituto de Investigaciones Sociales Universidad Autónoma de México.

# Ámbito social





## Capítulo 3.

### ***Hábitos de consumo de Opuntia para uso forrajero en comunidad del medio rural serrano semidesértico mexicano***

Epigmenio Muñoz Guevara, Agustín Martínez Anaya y  
Ana Karen Echavarría Martínez

#### **1. Introducción**

El género *Opuntia* es el más diverso y distribuido en el continente americano dentro de la familia de las cactáceas. *Opuntia* tiene una diversidad de 215 especies; 83 de ellas se encuentran en el territorio mexicano de forma nativa. En el continente americano se encuentra aproximadamente la mitad de las especies conocidas; dos tercios son nativas.

En la Altiplanicie mexicana, correspondiente a los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, San Luis Potosí, Zacatecas, Jalisco, Michoacán y Querétaro, se encuentra la mayor riqueza de especies silvestres, con un tercio de ellas (Soria, 2015, p. 7).

La familia *Cactaceae*, de la cual se desprende *Opuntia*, familiarmente conocida como el nopal, es nativa de las zonas áridas y semiáridas del continente americano. Aunque actualmente los cultivos del nopal están presentes en el resto de los continentes (África, Asia, Europa y Oceanía) (Corrales y Flores, 2003, p. 1).

En el continente americano, la distribución del nopal se da de la siguiente manera (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2006, p. 2):

- Norteamérica: Canadá, Estados Unidos y México.
- Centroamérica y el Caribe: varios de estos países.
- Sudamérica: Chile, Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Perú, y Venezuela.

En el resto del mundo destacan cultivos de nopal en (FAO, 2006, p. 2):

- África: Eritrea, Etiopía, Angola, Sudáfrica Argelia, Egipto, Libia, Marruecos y Túnez.
- Asia: India, Jordania e Israel.
- Europa: Francia, Italia, España (Islas Canarias).
- Oceanía: Australia.

Para retener la escasa agua, producto de la precipitación fluvial, los nopales tienen las siguientes adaptaciones anatómicas y fisiológicas (Corrales y Flores, 2003, p. 1):

- Las raíces se encuentran muy extendidas. En algunos casos también las raíces acumulan agua en su interior. Otras especies cambian las raíces dependiendo de la época de año, siendo en estío delgadas y en temporada de lluvias gruesa.
- Los tallos también realizan la fotosíntesis, a la vez que también tienen la capacidad de almacenar agua. Para evitar la pérdida de humedad, la

transpiración en algunas especies solo la realizan durante la noche. En ocasiones, los tallos están hundidos en la tierra, están recubiertos de una cutícula gruesa y en ocasiones cubiertas de grasa o pelos.

- Tienen pocas hojas, y éstas cuentan con la capacidad de hacer fotosíntesis como de almacenar agua.
- Las flores abren durante periodos breves de tiempo para evitar la pérdida de agua en la exposición de sus pétalos.
- Los frutos (tunas) también cuentan con la capacidad de hacer fotosíntesis y de almacenar agua.
- Las espinas están recubriendo tallos, hojas y frutos. Puesto que acumulan agua, se vuelve apetecible para animales; sus espinas dificultan este tipo de para alimentación.

Una de las principales características de los nopales es la de poder sobrevivir en el entorno del desierto y semidesierto, donde la escasez de agua hace imposible el cultivo de la mayoría de las especies agrícolas (Corrales y Flores, 2003, p. 1):

- La precipitación fluvial se da pocos días al año.
- La precipitación fluvial se da en la época más caliente, por lo que el agua resultante rápidamente se evapora.
- La precipitación fluvial se da de manera torrencial, dándose deslaves y escurrimiento de suelo.
- El suelo del desierto y el semidesierto retiene por muy poco tiempo el agua pluvial en su superficie.
- Una vez que el suelo desértico se moja por la lluvia, el calor hace que traspire rápidamente y en poco tiempo vuelva a secarse.

Sobre la composición del nopal, lo más significativo es que aproximadamente es 90% agua, aspecto singular que tiene un enorme potencial de aplicaciones en entornos áridos y semiáridos, y en temporada de sequía. Otro aspecto rescatable para distintos usos son sus azúcares: glucosa, fructosa, arabinosa, rhaminosa, xilosa, galactosa y ácido galacturónico. Minerales que tienen los nopales: calcio, cobalto, cobre, potasio, magnesio, sílice, sodio, fierro, aluminio, manganeso. Cabe señalar que las concentraciones de agua, azúcares y minerales es variable de acuerdo con la época del

año, la especie, la composición de los suelos, o la misma edad de la planta (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2007, p. 9).

Es relevante conocer la relación que hay entre el ciclo de la planta del nopal, su fruto y el valor nutricional para aprovecharla óptimamente para consumo humano, como forraje, así como para usos industriales. En cuanto a las hojas, el contenido de proteínas es mayor en los brotes u hojas tiernas, que en la penca; la fibra incrementa conforme más edad tenga la planta; hay más fibra en la penca que en los brotes de hojas; y, la presencia de agua es mayor en las hojas que en la penca.

Respecto a los frutos, se debe de procurar su cosecha cuando la cáscara se encuentra a mitad de camino entre verde y tono naranja, rojizo o morado. Cuando ha dejado de ser verde por completo hay más presencia de azúcares y líquido, pero su consistencia es demasiado blanda y frágil para el transporte o el almacenamiento. La proporción entre cáscara, semillas y pulpa es muy variable, dependiendo de la especie de la planta y del grado de madurez del mismo fruto (FAO, 2006, p. 9-15).

Nutricionalmente, el nopal destaca por su alto contenido en fibra, favoreciendo la digestión. El aporte calórico de un kilogramo de nopal es de 270 kilocalorías; aporta minerales como calcio y hierro, más nutrientes como proteínas y vitaminas A y B. Su valor nutricional es similar al de otras hortalizas verdes como la espinaca, la acelga, el brócoli y la alcachofa. Salvo en raras excepciones, no hay restricción o contraindicación médica para el consumo del nopal (aunque por su puesto, se recomienda comerlo sumado a una dieta diversa y balanceada) (Soria, 2015, p. 10).

Para uso forrajero, pueden ser aprovechadas las hojas del nopal, las pencas, los frutos o tunas (preferentemente las cáscaras para el aprovechamiento de consumo humano de la pulpa). La gran ventaja de esta planta es la acumulación de agua, por lo que sirve más para hidratar (en climas desérticos, semidesérticos o en temporadas de sequía) que para alimentar. Debería ser considerada más como complemento alimenticio que como dieta única, ya que es pobre en nutrientes comparada con otros procesados. Da buenos resultados con ganado bovino de carne, ovino y caprino, aunque también puede ser de utilidad para porcinos, aves y para la cunicultura.

La forma común de suministrarlo es, en caso de que no tenga espinas, solamente crudo y picado; en caso de tener espinas, es necesario quemarlo primero. Por su alto contenido en agua, no es rentable procesarlo mediante empacado, congelado o deshidratado; solamente es necesario cortarlo, trasladarlo y suministrarlo a los animales en fresco. En el territorio mexicano, es común que se usen especies nativas y

silvestres como forraje, llevando los animales a pastorear a terrenos no privados y ahí cortarlo, quemarlo y suministrarlo (Corrales y Flores, 2003, p. 204).

El uso del nopal como forraje se encuentra masificado en México, Brasil, Túnez, Sudáfrica, Argelia, Marruecos, y el Líbano. Una de las ventajas que tiene el nopal por encima de otros forrajes, es su capacidad de resguardar agua con una inversión en irrigación mucho menor. Es decir, los animales obtienen líquidos incluso sin que el ganadero haya invertido un solo peso en regar las plantas para uso forrajero. Esto hace a este forraje más rentable que otros en zonas áridas, semiáridas, o afectadas por sequías prolongadas (Torres et al., 2015, p. 1137).

Otra de las características relevantes del nopal como forraje es su alto contenido en fibra, por lo que se recomienda para facilitar la digestión del ganado, como en el caso de los rumiantes. En el mismo sentido, el nopal incentiva el crecimiento de microbiota en el aparato digestivo en los animales, haciendo que, a su vez, tengan un mejor rendimiento en la absorción de nutrientes de otros forrajes distintos al nopal (Torres et al., 2015, p. 1140).

Por sus condiciones geográficas y climáticas, el estado de Querétaro, México es idóneo para la producción del nopal. Al momento de incentivar esta especie para su cultivo, se hace pensando no solo en satisfacer las necesidades de consumo de los productores, sino que se genere un excedente para realizar exportaciones a Europa y países asiáticos. El nopal, a diferencia de la mayoría de otros cultivos, sobrevive con un mínimo de agua y requiere poca mano de obra, a la vez que es muy productivo, ya que en un bimestre una hectárea puede generar en promedio dos toneladas de producto. Lo anterior significa de hasta 25% de costes de producción en comparación con los cultivos tradicionales como el maíz o el frijol (EditorMX, 2023, p. 1).

Según declaró el secretario de Desarrollo Agropecuario del estado de Querétaro, Rosendo Anaya "La meta es incrementar cada año, como mínimo, 20 por ciento la cantidad de productores que se encargan de la siembra del nopal" (López, 2023, p. 1). Estas plantaciones han sido utilizadas para generar alimento humano, forraje (se ha evaluado que su adopción significaría un gran impacto positivo para la ganadería), y productos para la transformación (de los cuales se tienen más de veinte productos derivados) (López, 2023, p. 1).

Se tiene que reconocer que las capacidades de producción nopalera en el estado de Querétaro aún están lejos de ser óptimas, ya que es más lo que se consume que lo que se produce, aun cuando hay potencial para producir excedentes para la exportación.

Diariamente, se compran en la Central de Abastos 35 toneladas provenientes de otros estados: principalmente del Estado de México, de las regiones de Villa de Milpa Alta, Tlanepantla, San Francisco Tecoxpa, San Jerónimo Miocatlán, San Juan Tepenahuac, Santa Ana Tlacotenco, San Agustín Atenco y San Lorenzo Tlacoyucan. El estado que más producción de nopal tiene es Morelos, donde la producción promedio anual es entre 90 y 120 toneladas (Mensajerodelasierra, 2022, p. 1).

Pese a lo anterior, aún existen trabas gubernamentales para dar impulso al cultivo del nopal en el estado de Querétaro. De acuerdo con lo señalado por la Asociación Ganadera Local de Tequisquiapan, si bien la producción del nopal verdulero es una alternativa viable como forraje para las cabezas de ganado, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) solo contempla apoyos para los cultivos de maíz y de frijol, desinteresándose en cualquier otra forma de cultivo, como el nopal (Nieves, 2022, p. 1).

En el Compendio de información geográfica municipal 2010, Peñamiller, no existe información desagregada sobre las especies producidas en este municipio. Solo se reporta (INEGI, 2010):

- El 1.7 % de la superficie del municipio tiene fines agrícolas.
- La vegetación es: Matorral (74.77%), bosque (16.36%) y pastizal (7.07%).
- Como uso potencial agrícola de la tierra, el 93.5 % es útil para agricultura manual continua.
- Como uso ganadero de la tierra, el 18.7 % de la superficie se puede aprovechar como pastizal, el 74 % solo puede ser redituable para el ganado caprino, y no es apto para uso pecuario el 7.3 % del terreno

En los documentos *Anuario estadístico y geográfico de Querétaro 2015* y *Anuario estadístico y geográfico de Querétaro 2017*, no se hace mención alguna sobre la producción del nopal o cualquier otro tipo de cactácea en el estado, y por consiguiente, tampoco en el municipio de Peñamiller. La única referencia que se hace a este cultivo es que el nopal (comestible) es considerado parte del matorral, junto con otras especies como el garambullo (comestible), el mezquite (forraje), el chaparro prieto (forraje) y el izote (fibras) (INEGI, 2015; INEGI, 2017).

## 2. Método de investigación

La forma de acercamiento a la población para el levantamiento de la información fue por medio de solicitud al comisario ejidal para asistir a una reunión comunitaria periódica. En esa reunión se destinaron 20 minutos para aplicar la encuesta.

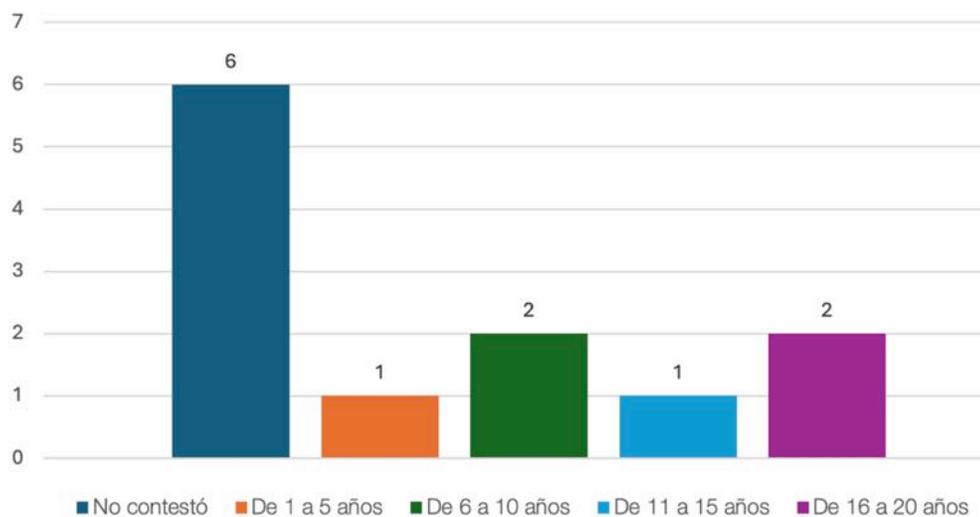
En una reunión con más de 100 asistentes, se explicaron los objetivos de la investigación y se solicitó de manera voluntaria proporcionar información; accedieron 11 personas. Se les entregó el material impreso con las encuestas, y se les explicó que no había obligatoriedad en responder las preguntas que les resultaran incómodas, así que mucha de la información solicitada fue contestada de manera parcial.

La encuesta constaba de 20 preguntas, pero para efectos de síntesis y ser congruentes con el objetivo del presente texto, solo se seleccionaron aquellas que fueran más relevantes.

## 3. Resultados

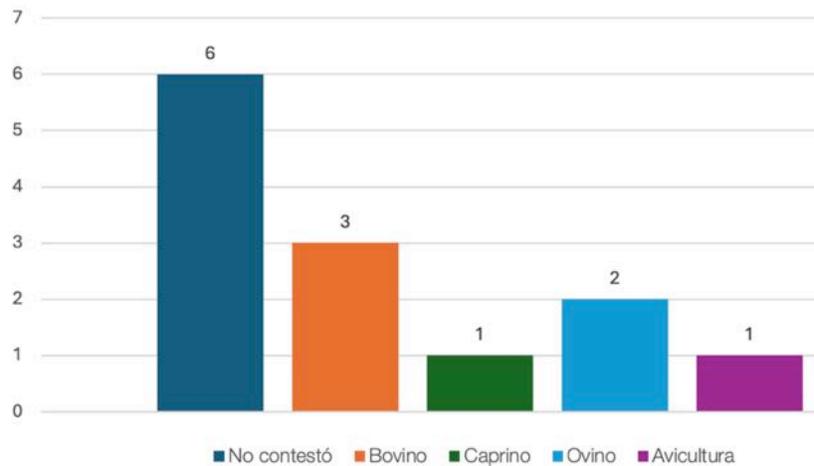
En número de años que los informantes se han dedicado a la ganadería va desde un año hasta 20 años, con una distribución homogénea (Figura 1).

**Figura 1**  
*Número de años dedicados a la ganadería*



El ganado en crianza más frecuente es el bovino, seguido del ovino, aunque también se registró la crianza del ganado caprino y la avicultura (Figura 2).

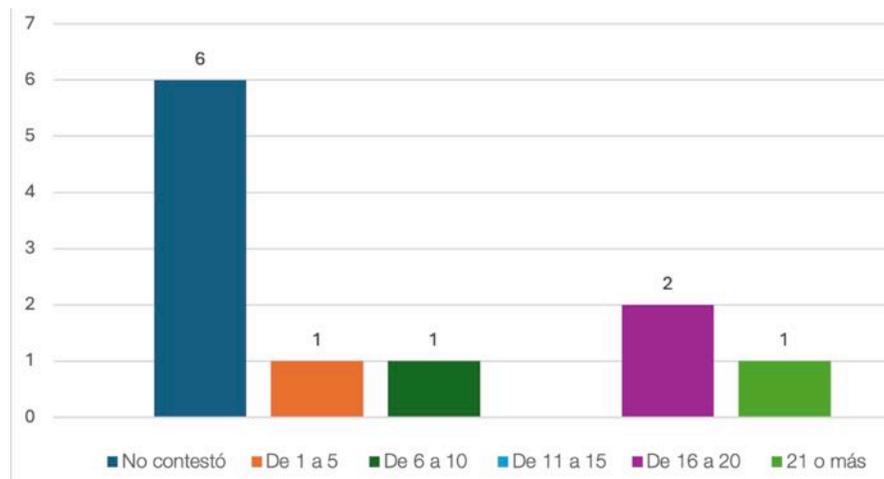
**Figura 2**  
*Especies en producción*



*Nota.* Varios informantes mantienen más de un tipo de ganado, así que se registraron cada una de las especies por separado.

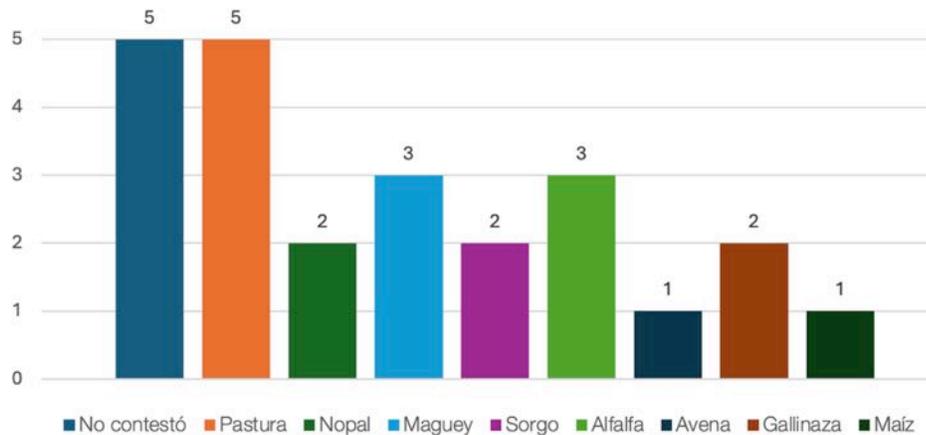
En la Figura 3 se expresa la cantidad de animales por ganadero. Lo que más se presenta es que tengan entre 16 y 20 animales; hay quien posee más de 21 de ellos. Cabe señalar que la mayoría de los ganaderos tienen distintos tipos de animales, como gallinas.

**Figura 3**  
*Número de animales por ganadero*



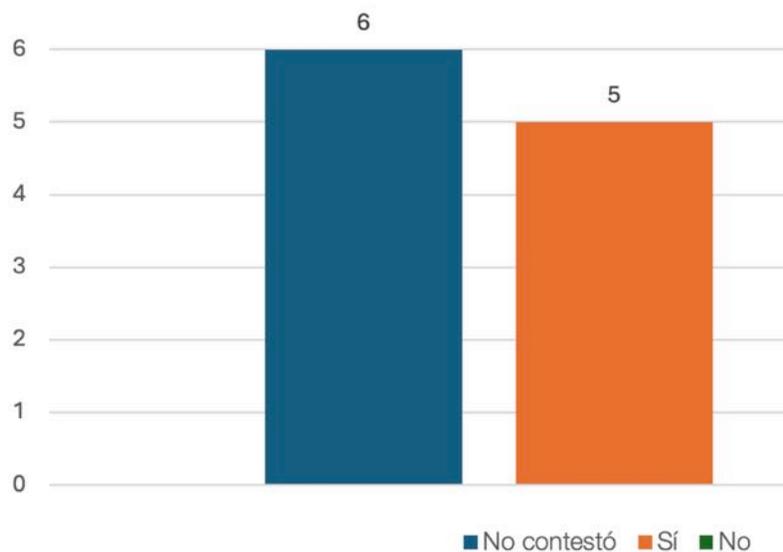
Actualmente, se usan diversos forrajes. El más común es la pastura; le sigue el alimento con base en alfalfa o maguey (incluso antes del nopal). El nopal es de recurrencia a la par de otro tipo de forrajes a comprar, como el sorgo, la avena, la gallinaza o el maíz (Figura 4).

**Figura 4**  
*Tipo de forraje usado*



Quienes compartieron información sobre sus prácticas ganaderas afirmaron haber usado el nopal como alimento para sus animales (Figura 5).

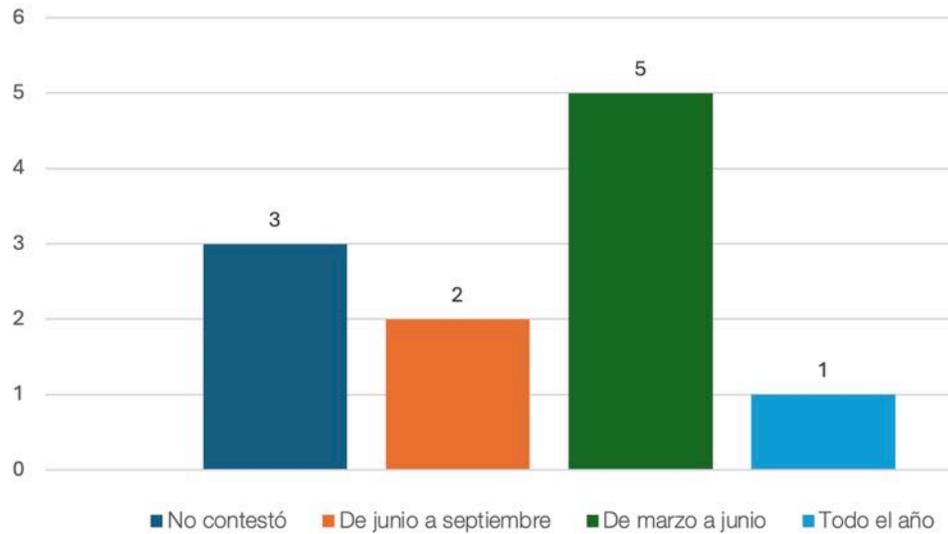
**Figura 5**  
*Número de personas que han usado el nopal como forraje*



El nopal como forraje suele aprovecharse durante las estaciones de primavera y verano, aunque hay quienes lo usan de manera continua durante todo el año (Figura 6).

### Figura 6

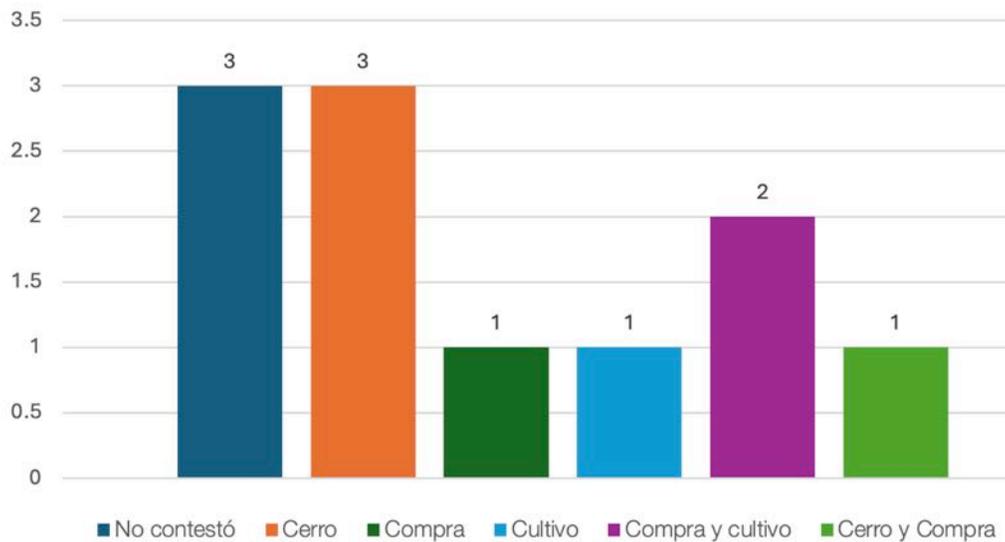
Fechas del año que se usa el nopal como forraje



En lo que respecta a la adquisición del nopal, la práctica más frecuente es por medio del pastoreo de plantas silvestres, aunque también se adquiere por medio de plantas cultivadas e incluso mediante la compra (Figura 7).

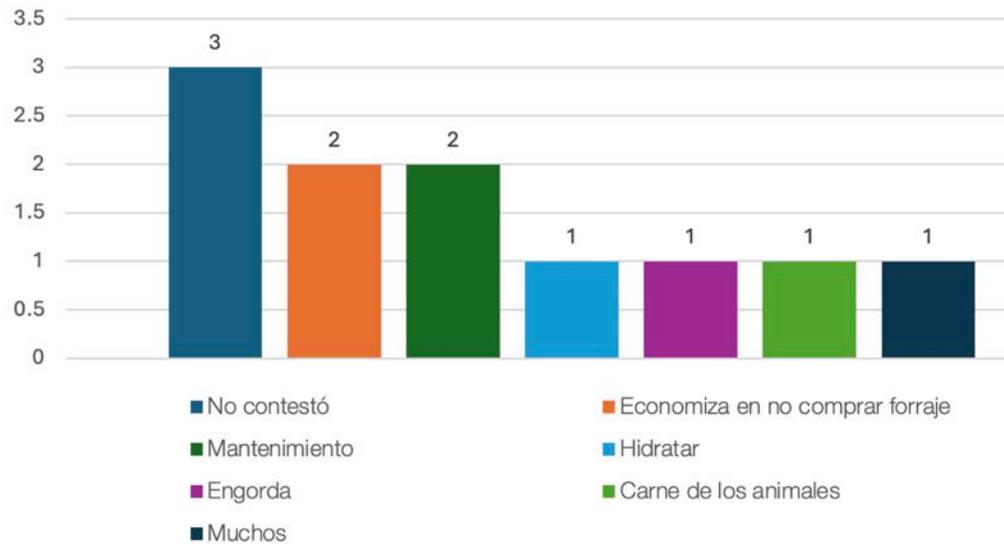
### Figura 7

Manera de obtener el nopal



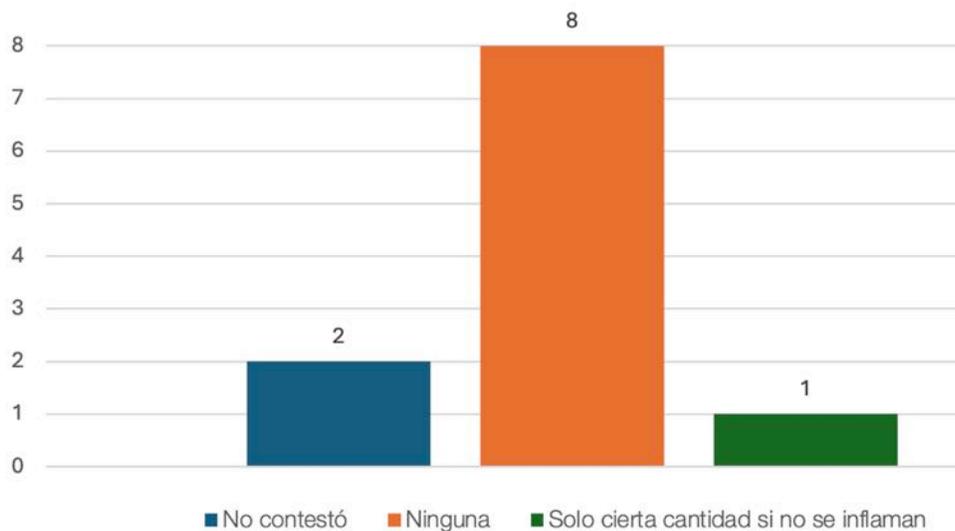
Los informantes opinaron que el forraje con base en el nopal reporta varias ventajas. Destacada el hecho de que no gastan en forraje, y mantienen al ganado alimentado ante la ausencia de otros forrajes. El nopal como forraje también permite hidratar a los animales, engordarlos e incluso mejora su carne (Figura 8).

**Figura 8**  
 Beneficios del uso de nopal como forraje



La mayoría no percibe desventajas del nopal para uso forrajero; la única objeción es que debe moderarse el suministro porque un exceso puede hinchar a los animales (Figura 9).

**Figura 9**  
 Desventajas del uso de nopal como forraje



## 4. Conclusiones

De acuerdo con la literatura citada, la especie *Opuntia* o nopal, es una excelente planta para ser cultivada en los entornos serranos y semiáridos mexicanos para uso forrajero, ya que es abundante y resistente a las inclemencias climáticas. Lo anterior fue identificado por diferentes autoridades estatales queretanas, quienes tienen la intención de fomentar la producción nopalera. Sin embargo, en compendios estadísticos estatales, como del municipio de Peñamiller, ni siquiera se menciona la *Opuntia* como cultivo, solo como parte del matorral silvestre.

En concordancia con lo anterior, los lugareños de la comunidad serrana y semidesértica de Camargo (Peñamiller), conocen del nopal para uso forrajero y tienen las mejores opiniones al respecto. Sin embargo, su uso es marginal y se aprovecha solo como especie silvestre. Por lo anterior, en concordancia con las declaraciones de las autoridades estatales, se recomienda implementar campañas informativas para fomentar un mayor uso del nopal como forraje.

## Referencias

- Corrales, J., y Flores, C. (2003). *Nopalitos y tunas. Producción, comercialización, postcosecha e industrialización*. Estado de México.
- EditorMX (25 de mayo de 2023) ¿Qué sucede con la industria queretana del nopal? *La Voz de Querétaro*. <https://lavozdequeretaro.com/queretaro/que-sucede-con-la-industria-queretana-del-nopal/#:~:text=Entre%20las%20variedades%20de%20nopal,aves%20de%20carral%20y%20conejos>
- FAO (2006). *Utilización agroindustrial del nopal*. Boletín de servicios agrícolas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- INEGI (2007). *Características principales del cultivo de nopal en el Distrito Federal Caso Milpa Alta. Distrito Federal*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010 Peñamiller. Aguascalientes*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

- INEGI (2015). *Anuario estadístico y geográfico de Querétaro 2015*. Aguascalientes. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Querétaro 2017*. Aguascalientes. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- López, J. (10 de mayo de 2023) Se busca tener 120 ejidatarios dedicados al nopal para el 2024. *Quadratin Querétaro*. <https://queretaro.quadratin.com.mx/se-busca-tener-120-ejidatarios-dedicados-al-nopal-para-el-2024/>
- Mensajerodelasierra (21 de mayo de 2022) Alternativa viable: Cultivo de nopal es una fuerte posibilidad productiva para Querétaro. Mensajero de la Sierra Gorda. Consultado el 9 de abril de 2024, disponible en: <https://mensajerodelasierra.com/alternativa-viablecultivo-de-nopal-es-una-fuerte-posibilidad-productiva-para-queretaro/#:~:text=Alternativa%20viable%3A-,Cultivo%20de%20nopal%20es%20una%20fuerte%20posibilidad%20productiva%20para%20Quer%C3%A9taro,proyecto%20productivo%20de%20baja%20inversi%C3%B3n>
- Nieves, R. (23 de octubre de 2022). Producción de nopal verdulero como forraje. *El Sol de San Juan del Río*. <https://www.elsoldesanjuandelrio.com.mx/local/produccion-de-nopal-verdulero-como-forraje-9079209.html>
- Soria, G. (2015) *¿Qué conocemos del nopal? Michoacán*. Cuadernos de Divulgación Científica y Tecnológica del Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Michoacán.
- Torres, R., Morales, D., Ballinas, M., y Nevárez, G. (2015). El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6 (5), 1129-1142.



## Capítulo 4.

### ***Disponibilidad de recibir capacitación sobre suplemento alimenticio forrajero en base del nopal en comunidad serrana queretana***

Epigmenio Muñoz Guevara, Marcela Quiróz Sodi y Agustín Escamilla Martínez

#### **1. Introducción**

“Oro verde”, “joya verde”, “fruto del pobre”, “fruto de espinas y delicias”, “tesoro precioso”, “tesoro bajo las espinas”, “dromedario del mundo vegetal”, “planta del futuro”, son algunas de las formas con las que se hace referencia al nopal; planta resistente y que ha acompañado al campesino mexicano aun en las circunstancias más difíciles, y que se

espera que sus mejores tiempos están aún por venir (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2018, p. 168).

Estudios antropológicos señalan que entre los diez y cinco mil años antes de Cristo, todavía siendo nómadas, los indígenas ubicados en los estados de Hidalgo, México, Guerrero, Puebla y Oaxaca, domesticaron la especie *Opuntia*, utilizándola como alimento, licor fermentado (a partir de la tuna) y para usos medicinales (Anaya, 2003, p. 4).

Una vez comenzada la Conquista de los españoles en el recién descubierto continente americano, historiadores como Fray Bernardino de Sahagún, en su texto *General de las Cosas de la Nueva España* afirmaba que los nativos se alimentaban de "hojas de cactus con espinas" y los frutos que se desprendían de éstos también con espinas, y que, en base a esta alimentación y otros componentes de su dieta, entre los regionales se gozaba de buena salud, fuerza física y vida prologada. A su vez, Fray Toribio Motolinía explicó que en zonas donde la tierra era seca y estéril, los indígenas se proveían de líquido a partir de las hojas del "nocpal" y de su fruto se hacía una bebida fermentada llamada "nocohtli" o pulque. Rescatado del mismo periodo histórico de la Conquista, en el *Códice De la Cruz-Badiano*, de 1552, se describe a la *Opuntia* como planta medicinal remedio para las quemaduras, mezclándose el nopal macerado con miel y yema de huevo. No puede dejarse de mencionar que no es otra planta sino el nopal la que está impresa en el escudo nacional mexicano, ya que en la leyenda de la fundación de la ciudad de Tenochtitlán se afirma que la señal de haber encontrado el lugar idóneo para fundar su pueblo se la dio la imagen de un águila posada en un nopal devorando una serpiente (Anaya, 2003, p. 5).

Etimológicamente, la palabra *nopal* procede del náhuatl y refiere a esta planta como "nopalli"; esta palabra deriva de "nochtli" tuna y "palli" color, por lo que nopal en náhuatl se entiende como *El árbol que da tunas de color*. Para distinguir las especies de nopal se hacía referencia al color de sus tunas, siendo que "coztic" es amarillo, y el nopal de tunas amarillas es "coznochtli"; a la vez que la ciudad de Tenochtitlán proviene de "tenochtli" que significa nopal que da tunas como piedras, siendo entonces que el nombre de este gran asentamiento significaba *poblado en donde las tunas son como piedras*. El nombre taxonómico de la planta *Opuntia* tiene un origen totalmente distinto: en el antiguo griego se traduce como *planta con espinas* (Barros y Buenrostro, 1998, p. 52).

La presencia del nopal, el maíz y el maguey fue indispensable para la conformación de los asentamientos humanos en el territorio mexicano desde épocas inmemoriales. En el presente estas tres plantas son reconocidas como símbolos

---

identitarios de la nacionalidad mexicana. El nopal y sus derivados fueron utilizados como aliento, bebida, medicina, tinte, forraje, elaboración de telas y hasta para prácticas religiosas. (Anaya y Bautista, 2008, p. 166).

Indirectamente, el nopal hizo posible la hibridación de culturas indígenas y española y la creación de la civilización mestiza durante el periodo colonial. El ganado fue introducido poco después de la conquista de Tenochtitlan y fue indispensable como fuerza motriz para la extracción minera, la construcción de ciudades, la tracción para agricultura, y el mismo consumo de su carne y leche para complementar la alimentación. Pues bien, este ganado sobrevivió, en gran medida, alimentándose del nopal silvestre al que dejaban pastorear. Esta planta fue de las pocas que estaban presentes para los animales de granja en las temporadas de sequías (a diferencia del maíz y el frijol, más vulnerables a los altibajos climáticos) (Anaya y Bautista, 2008, p. 167).

Siendo *Opuntia* una especie que crece originalmente en zonas áridas y semiáridas (el territorio mexicano cuenta con un 40 % de su superficie con estos ecosistemas), es por demás propicio para que el nopal se extienda por prácticamente todo el país. En cuanto a especies más importantes y su distribución, se puede identificar (Barros y Buenrostro, 1998, p. 61):

- *Opuntia leucotricha*: Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas.
- *Opuntia indheimeri*: Nuevo León, Tamaulipas, Guerrero e Hidalgo.
- *Opuntia streptacantha*: San Luis Potosí y Zacatecas.

El nopal crece, básicamente, en todas las entidades del país, pero de manera silvestre se encuentra abundantemente en los estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Tamaulipas, Tlaxcala, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas. Actualmente, los estados con más producción de nopal son: Estado de México, Hidalgo, Zacatecas y San Luis Potosí (Barros y Buenrostro, 1998, p. 63).

Los nombres comunes de las especies de los nopales más difundidos en México son: alfayucan, amarillo, bartolona, tapón, cacapano, cascarón, cadillo, chaveño, cegador, chamacuero, chivero, colorado, serrano, lazarón, coyotillo, crinado, cuijo, de raíz, duraznillo, espina amarilla, guilanchi, mantequilla, memelo, sin espinas, de castilla, peca redonda, rastrero, real, San Gabriel, tuna amarilla, cuijillo, rastrero, rufida, xoconoxtle, y credenche (Barros y Buenrostro, 1998, p. 65).

A continuación, se menciona la entidad federativa y las especies más frecuentes en estos territorios (Barros y Buenrostro, 1998, p. 66):

1. Aguascalientes: cardón, duraznillo, cuijo, cegador, manso y tapón.
2. Baja California: basiliaris.
3. Baja California Sur: basiliaris.
4. Campeche: no.
5. Ciudad de México: no.
6. Chiapas: no.
7. Chihuahua: cuijo, cegador, rufida, y serrano.
8. Coahuila: cuijo, cegador, y rufida.
9. Colima: no.
10. Durango: cuijo, cegador, manso y serrano.
11. Estado de México: de Castilla, y cascarón.
12. Guanajuato: cardón, cegador, manso y serrano.
13. Guerrero: rastrero, de castilla, y lasiacantha.
14. Hidalgo: cardón, camueso, cegador, serrano y de Castilla.
15. Jalisco: cegador.
16. Michoacán: no.
17. Morelos: Castilla y tapón.
18. Nayarit: no.
19. Nuevo León: cuijo, cegador y serrano.
20. Oaxaca: rastro, crinado, San Gabriel y cascarón.
21. Puebla: rastro, crinado, San Gabriel, tapón, de Castilla y cascarón.
22. Querétaro: cardón, camuesco, cegador, tapón y serrano.
23. Quintana Roo: no.
24. San Luis Potosí: cardón, duraznillo, cegador, manso, tapón y serrano.

25. Sinaloa: no.
26. Sonora: basiliaris.
27. Tabasco: no.
28. Tamaulipas: cuijillo y serrano.
29. Tlaxcala: manso, tapón y de Castilla.
30. Veracruz: no.
31. Yucatán: no.
32. Zacatecas: carón, camuesco, cuijo, duraznillo, cegador, manso, tapón y serrano.

En el Anuario Económico Querétaro Competitivo del 2018, en lo referente al sector primario, se hace mención que el estado de Querétaro ocupa un lugar relevante en los siguientes productos agrícolas a nivel nacional: rosas, espárragos, lechuga, brócoli, maíz forrajero en verde, uva, coliflor, zarzamora y garbanzo grano. De los cultivos sobre los cuales se cuenta información sobre su producción en cuanto a número de hectáreas sembradas, cosechadas, siniestradas, producción en toneladas, rendimiento y precio medio rural, son: apio, avena forrajera en verde, brócoli, cacahuate, camote, cebada grano, cebolla, chile verde, chile verde morrón, coliflor, elote, frijol, jícama, lechuga, maíz forrajero en verde, maíz grano, pastos y praderas, pepino, sorgo forrajero en verde, sorgo grano, tomate rojo (jitomate), tomate verde, trigo grano, zanahoria, alfalfa verde, espárrago, rosa, uva, pastos y praderas, naranja, manzana, nuez, aguacate, mango, tuna, alcachofa, guayaba, café cereza, durazno, zarzamora, limón, pera, y granada. Más relacionado con el tema en cuestión, también se presenta la información correspondiente a los cultivos del agave, maguey forrajero, maguey pulquero, y finalmente, del nopal (Querretaro.gob.mx, 2018).

Con respecto del nopal, se informa que los datos de producción de este cultivo para el estado de Querétaro son los siguientes (Querretaro.gob.mx, 2018):

- Hectáreas plantadas en producción: 51.
- Hectáreas plantadas en total: 54.
- Hectáreas cosechadas: 51.
- Hectáreas siniestradas: 0.
- Producción en toneladas: 1,212.

- Rendimiento en toneladas por hectárea: 23.77.
- Precio medio rural en pesos sobre toneladas: 4,664.
- Valor de producción en miles de pesos: 5,654.

En el Anuario Económico Querétaro Competitivo actualizado al año 2022, ya no se presentan cifras oficiales sobre ninguna de las cactáceas, el agave, maguey forrajero, maguey pulquero, o el nopal; solo se centran en el potencial vitivinícola del estado, y en aquellas especies agrícolas producidas en la entidad que se encuentran posicionadas dentro de las diez más productivas a nivel nacional: rosa, espárrago, lechuga, coliflor, cebada grano, maíz forrajero, zarzamora y brócoli (Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro, 2022).

Para conocer el estado del arte sobre un evento, resulta significativo también la omisión de la información. En la página virtual informativa oficial *Descubre más acerca de: Peñamiller*, se afirma que en el municipio se cultiva maíz, frijol, aguacate, guayaba, chirimoya, durazno, granada, higo, lima, limón, mango, naranja, mandarina, nuez, papaya, zapote y ciruela mexicana; mención especial reciben la nuez, el piñón y la vara de sauz, que son las producciones más rentables, sin hacer alusión a los nopales o ningún tipo de cactáceas. De igual manera, al describir la ganadería, se afirma que esta actividad está poco desarrollada por la escasez de pastos para forraje (Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro, 2024).

En el Primer Informe de Gobierno Peñamiller 2018 – 2021 no se hace una mención directa al cultivo de nopal. En el apartado *Desarrollo Agropecuario*, en términos generales se describe cómo la administración municipal apoya a los productores, pero sin hacer referencia a algún tipo de cultivo en particular. Se menciona, entre otras cosas, que se dio una inversión de 200 mil pesos para la adquisición de semillas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes foliares, beneficiando a 350 productores para 380 hectáreas de cultivo (Municipio de Peñamiller, 2018b, p. 34).

De la misma manera adolece la especificación de información sobre el nopal. En el *Plan de Desarrollo Municipal 2018 – 2021*, documento emitido por la misma gestión y en el mismo periodo, se describe que solo el 1.7 % de la superficie del municipio tiene fines agrícolas considerando que 73.5 % está ocupado por matorrales. Entre los principales cultivos se mencionan el frijol, el sorgo de grano, la nuez y el orégano, englobando como "otros cultivos" a lo que ocupa 44 hectáreas (Municipio de Peñamiller, 2018<sup>a</sup>, p. 60).

Con respecto a la información disponible sobre el nopal en el municipio de Peñamiller, Querétaro, México, el *Cuaderno estadístico municipal Peñamiller 2001* proporciona la siguiente información sobre el nopal tunero (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2001):

- El municipio de Peñamiller tiene el 4 % de las hectáreas del estado sembradas de nopal.
- El total de hectáreas de nopal en el municipio de Peñamiller es de 20.
- La totalidad de estas hectáreas son de temporal.
- Se extrajeron ese año 50 toneladas de nopal tunero en Peñamiller.

## 2. Método de investigación

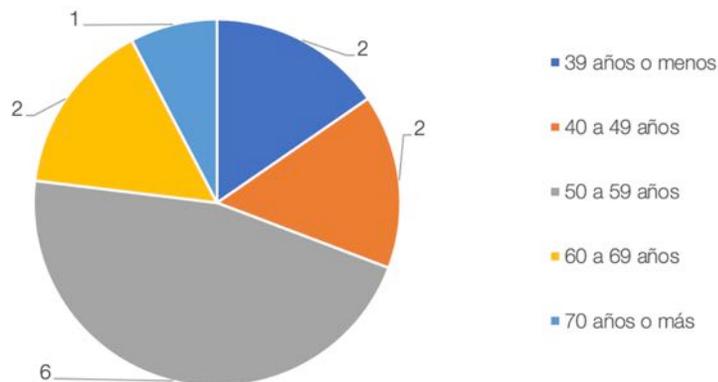
Se realizó una encuesta a los 14 asistentes a un curso de capacitación para el aprovechamiento del nopal para consumo humano y forrajero dentro de las instalaciones de Campus Camargo, en la Universidad Autónoma de Querétaro. La encuesta constaba de 30 reactivos, pero para efecto de síntesis, se incluyeron solo aquellos aspectos relacionados con el objetivo del presente texto.

## 3. Resultados

La mayoría de los informantes se sitúa entre los 50 a 59 años edad; dos personas tenían entre 40 y 49, y otras dos entre 60 y 69 años de edad (Figura 1).

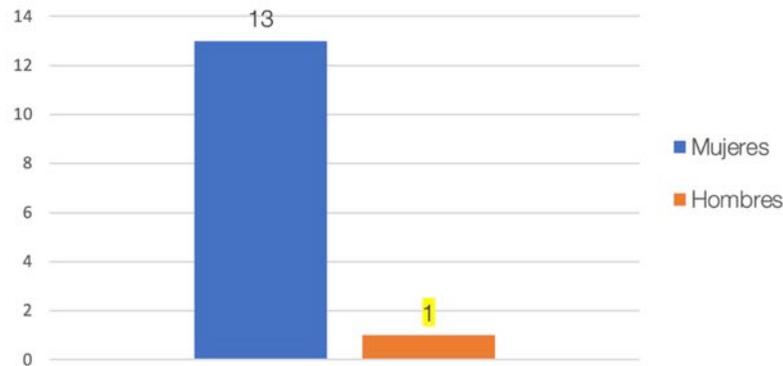
**Figura 1**

*Edad de los informantes*



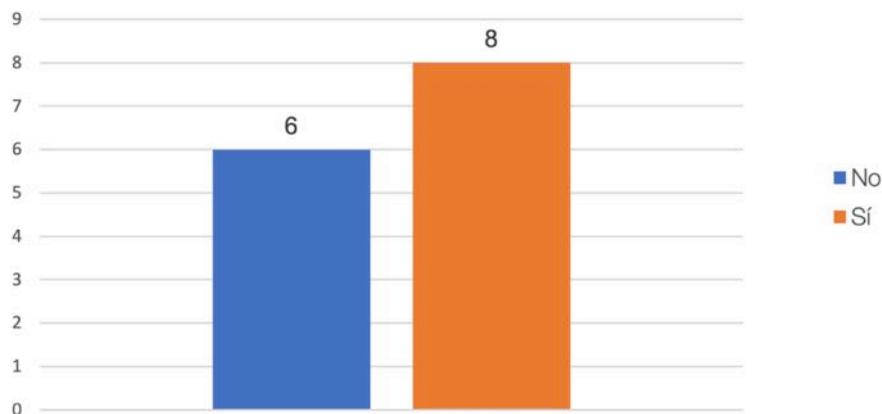
La mayoría de las personas que asistieron al curso de capacitación fueron mujeres, presentándose solo un hombre que, haciendo cruce de información sobre edades, era el que tenía más de 70 años (Figura 2).

**Figura 2**  
*Género de los informantes*



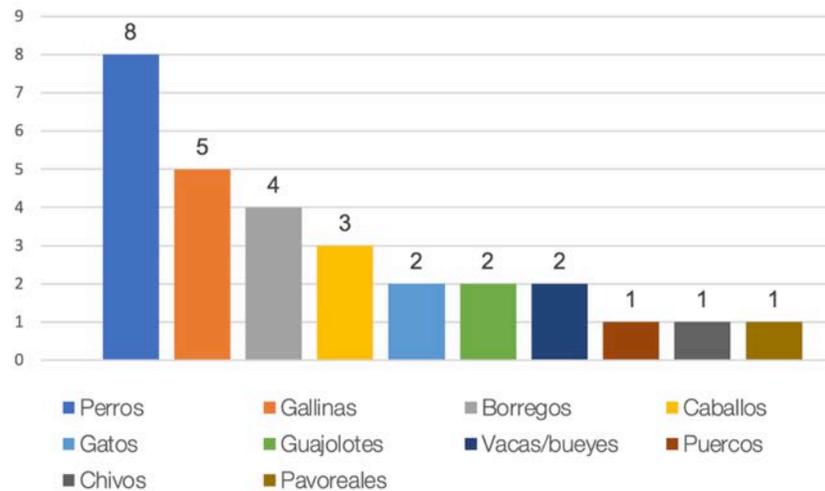
Ante la pregunta *¿cuenta con animales de granja?*, fue evidente que la mayoría sí los tiene. Llamó la atención que asistieron al curso de capacitación para el aprovechamiento del nopal para consumo humano y forrajero, personas que no tenían ganado; posiblemente estaban interesadas e interesados más en aprender que en atender animales (Figura 3).

**Figura 3**  
*Respuestas a la pregunta ¿cuenta con animales de granja?*



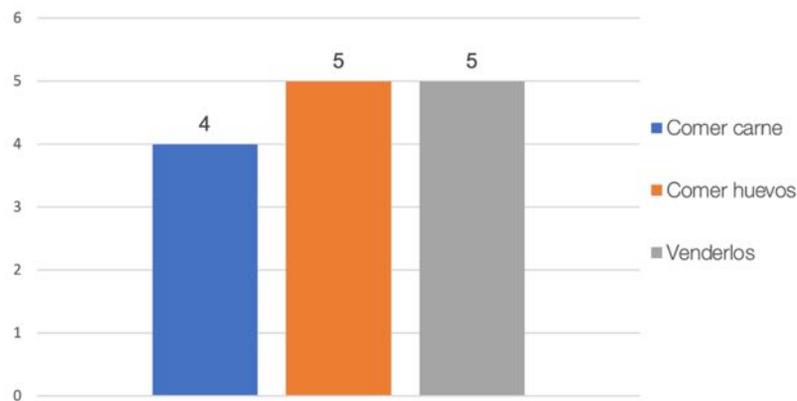
Los animales de granja que más frecuentemente se posee son las gallinas, seguido de los borregos, y en tercer orden de importancia, los caballos. En términos generales, se crían todo tipo de animales de granja en la comunidad, sin especializarse en alguno en particular. Sobresale que también se consideró a los perros y a los gatos como parte de los animales que podrían ser beneficiados con alimento en base a nopal (Figura 4).

**Figura 4**  
*Tipos de animales que poseen*



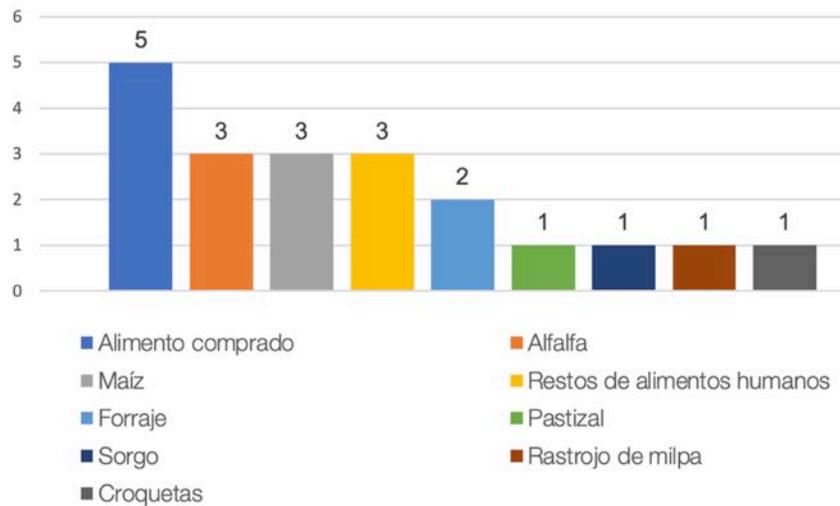
Respecto al uso de los animales de granja, dado que las gallinas son frecuentes, comer huevos es uno de los principales aprovechamientos. De ahí, la utilidad de criarlos es venderlos; el consumo de su carne se practica con menor frecuencia (Figura 5).

**Figura 5**  
*Uso de los animales de granja*



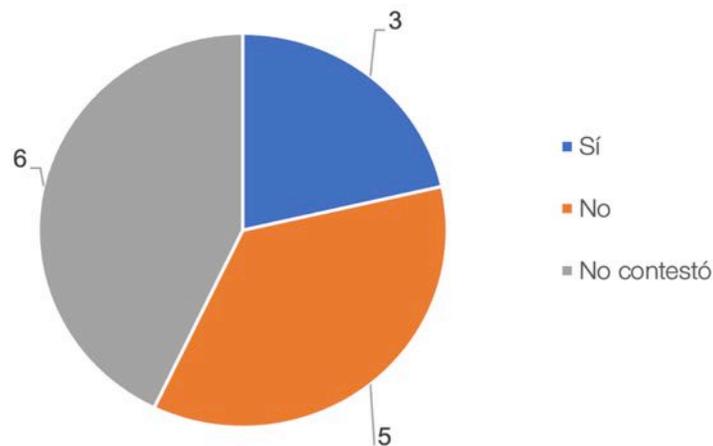
Sobre la alimentación de los animales, se pone de relieve que lo más común es comprar el alimento, sin hacer uso de alimentos endógenos. De ahí se enuncian otros tipos de alimentos (sorgo, croquetas y alfalfa) que no son cultivados en la comunidad; aunque también se hace uso de alimento resultante de los recursos endógenos (maíz, restos de alimentos humanos, pastizal y rastrojo de milpa). Se destaca que no hay mención al nopal para uso forrajero (Figura 6).

**Figura 6**  
*Alimentación habitual de los animales de granja*



En la Figura 7 se representa la cantidad de animales de granja alimentados con nopal. Contrario a la Figura 6, cinco de los 14 entrevistados afirma que sí lo usa.

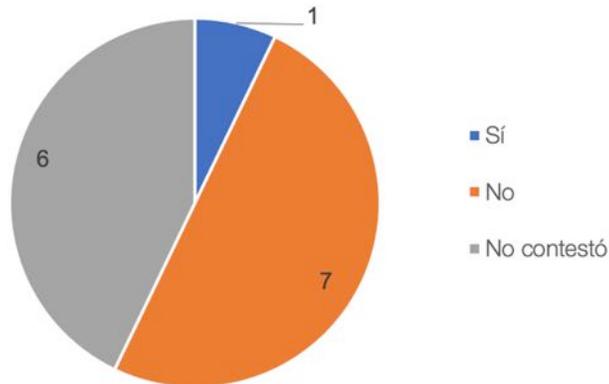
**Figura 7**  
*Número de animales alimentados con nopal*



Solo una persona ha usado el nopal como suplemento alimenticio. Sin embargo, el producto no es del todo desconocido para los ganaderos (Figura 8).

### Figura 8

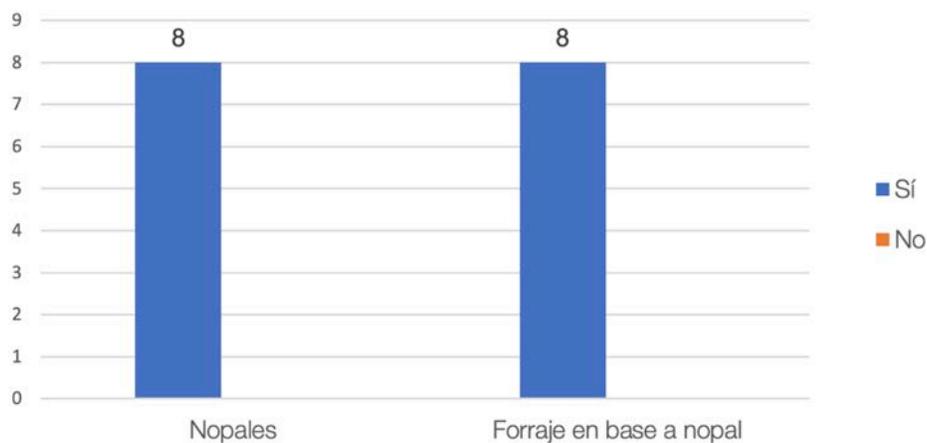
Número de personas que dan a los animales de granja forrajes preparados con base en el nopal



La Figura 9 se muestra la disponibilidad de los asistentes a la capacitación a usar como forraje, tanto los nopales como los forrajes preparados con el nopal como ingrediente. La mayoría se mostró receptivo a hacer uso del nopal como ingrediente. Se observa que las mismas personas que en la Figura 3 afirmaron tener animales, son las que tienen apertura a aprender. Los que afirmaron no desear la capacitación, son los mismos que no tienen animales; entonces, más que no estar convencidos, no le ven aplicación.

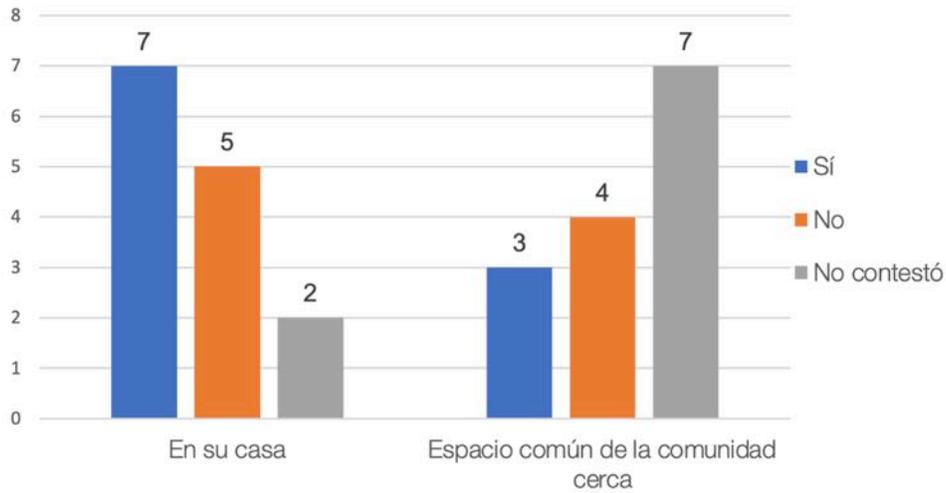
### Figura 9

Número de personas dispuestas a alimentar a sus animales de granja con nopal o forrajes preparados con base en el nopal



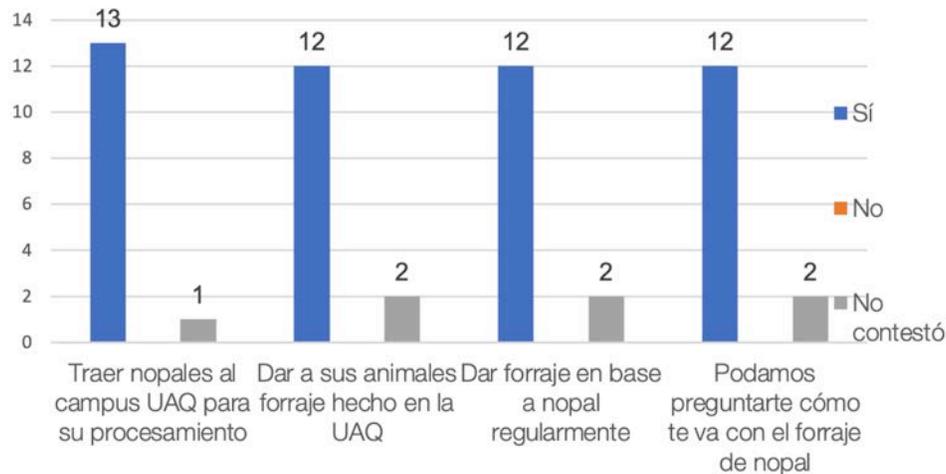
La mayoría de los que afirmaron hacer uso de nopales, lo obtienen por medio de cultivo de traspatio más que por la recolecta de especies silvestres. Las cifras de la Figura 10 reflejan la obtención de consumo, tanto como verdura para comida humana, como forraje para alimento animal (Figura 10).

**Figura 10**  
*Obtención del nopal*



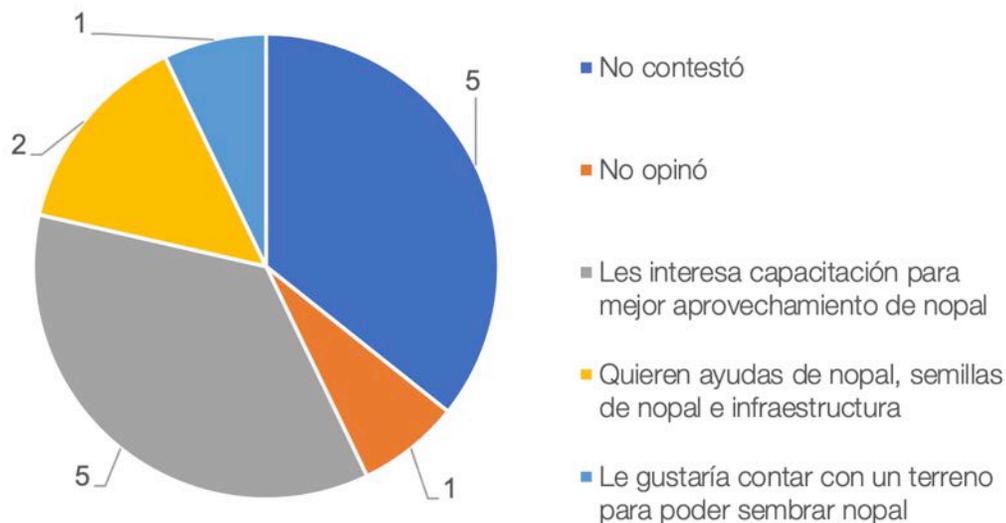
La mayoría participaría en un proceso de capacitación sobre el uso del nopal y sus subproductos como forraje, disgregado en fases (traer nopales, dar a sus animales forraje con base en el nopal, y hacer preguntas sobre su aprovechamiento) (Figura 11).

**Figura 11**  
*Disposición a formar parte de un proceso de capacitación*



Las personas participantes expresaron lo que consideraran pertinente sobre la presentación de la capacitación. Si bien entre los que opinaron se mostró interés y entusiasmo por aprender sobre formas de mejorar el aprovechamiento del nopal, fue relevante que varios dijeron querer aprender, pero no disponer de los medios para ello, como el hecho de no contar con nopales, o bien no tener terrenos para su siembra (Figura 12).

**Figura 12**  
*Comentarios expresados*



## 4. Conclusiones

A la capacitación no suele ir personas jóvenes, y predominan ampliamente las mujeres. La mayoría tienen animales de granja de todo tipo. Los animales se usan para autoconsumo en la modalidad de comer su carne y sus subproductos (como los huevos de las gallinas), aunque también se benefician de su venta.

En cuanto a los hábitos de uso de forraje, utilizan principalmente el que se compra; el nopal no es su principal elección para alimentar a los animales. Saben muy poco del procesamiento del nopal para mejorarlo como forraje. Sí están interesados en conocer cómo mejorar los nopales para que se conviertan en un mejor forraje, aunque hay quienes desisten en participar, no porque no les interese, sino debido a que: no tienen

animales, no tienen nopales de traspatio, y no tienen traspatio ni para sembrar nopales ni para tener animales.

De acuerdo con la literatura citada, el nopal es una planta indisolublemente ligada a la historia e identidad mexicana, haciendo posible los asentamientos prehispánicos y el desarrollo de la Nueva España. Difícil explicar la historia de la ganadería nacional sin darle al nopal como forraje un lugar central. Pese a lo anterior, los informes oficiales del municipio queretano de Peñamiller apenas mencionan esta planta, sin que se plantee tampoco incentivar su consumo.

Por lo anterior, al inquirir a la población de una comunidad del municipio de Peñamiller sobre el uso del nopal como forraje, esta planta no es relevante, siendo más frecuentados forrajes comprados y de procedencia externa a la comunidad.

Puesto que la historia ha demostrado la idoneidad del nopal como forraje, se recomienda impulsar la capacitación comunitaria para hacer uso de recursos naturales endógenos; específicamente, el forraje procesado y enriquecido con nopal. De hecho, la población con la que se interactuó mostró interés y entusiasmo por formar parte de estas propuestas.

## Referencias

- Anaya, M. (2003). Historia del uso de *Opuntia* como forraje en México. En C. Mondragón- Jacobo (Ed.), *El nopal (Opuntia spp.) como forraje*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Anaya, M., y Bautista, R. (2008) El nopal forrajero en México: del siglo XVI al siglo XX. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 5(2), 167- 183.
- Barros, C., y Buenrostro, M. (1998). *El maravilloso nopal. Sus propiedades alimenticias y curativas*. Grijalbo.
- FAO (2018). *Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal*. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- INEGI (2001). *Cuaderno estadístico municipal 2001 Peñamiller Querétaro de Arteaga*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.  
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825932374>

Municipio de Peñamiller (2018a). *Plan de Desarrollo Municipal 2018 - 2021 Peñamiller*.  
<https://www.penamillerqro.gob.mx/documentos/PDM.pdf>

Municipio de Peñamiller (2018b). *Primer Informe de Gobierno Peñamiller 2018 – 2021*.  
[https://penamillerqro.gob.mx/documentos/transparencia/informes\\_gobierno/PRIMER%20INFORME%20DE%20GOBIERNO%20ADMON.%202018-2021.pdf](https://penamillerqro.gob.mx/documentos/transparencia/informes_gobierno/PRIMER%20INFORME%20DE%20GOBIERNO%20ADMON.%202018-2021.pdf)

Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro (2022). *Anuario Económico Querétaro Competitivo 2022*. <https://sedesu2.queretaro.gob.mx/firma/2022-AEE-QUERETARO-COMPETITIVO.pdf>

Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro (2024). *Descubre más acerca de: Peñamiller*.  
<https://www.queretaro.gob.mx/penamiller#:~:text=El%20municipio%20de%20Pe%C3%B1amiller%20se,entrada%20a%20la%20Sierra%20Gorda.>

Queretaro.gob.mx (2018). *Anuario Económico Querétaro Competitivo 2018*. Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro.  
<https://portal.queretaro.gob.mx/sedesu/contenido.aspx?q=OP7NpleTMww3HR5p8WDNH+uEt5B3ifl94/GB5xbgl7w=>

# Ámbito productivo





## Capítulo 5.

# *Capital natural del semidesierto queretano*

Octavio Roldán Padrón y Marcela Quiróz Sodi

### 1. Introducción

Los recursos naturales incluyen los componentes bióticos y abióticos del medio ambiente. Son aprovechados por el ser humano para satisfacer necesidades de alimentación, salud, económicas y de ocio, siendo una parte fundamental para el estilo vida y desarrollo de las comunidades rurales y urbanizadas. La distribución del capital natural es muy variable y su comprensión y aprovechamiento permite el desarrollo equilibrado de actividades económicas y productivas. Los recursos naturales que conforman el capital natural disponible para la subsistencia humana se encuentran distribuidos en los espacios que conocemos como litósfera, hidrósfera y atmósfera que,

junto con la biósfera constituyen el espacio o porción de tierra donde los ecosistemas existen. Esta agrupación de recursos a través de la adecuada gestión es capaz de producir beneficios de gran impacto y durabilidad para las generaciones actuales y mediante una planeación equilibrada permitirá que mantenga su potencialidad para responder a las aspiraciones de generaciones futuras. En este sentido, es necesario que el aprovechamiento de los recursos naturales esté sujeto a los tres ejes de la sostenibilidad: ambiental, social y económico (Orellana Salas y Lalvay Portilla, 2018).

Las actividades de promoción de la economía y administración de la biósfera implican la búsqueda de modelos de desarrollo alternativo que favorezcan la protección al ambiente a la vez que salvaguardan el equilibrio entre el bienestar individual y colectivo. El objetivo de este trabajo es recopilar información en relación con los elementos naturales del paisaje con potencial para su aprovechamiento y generación de alternativas económicas para los pobladores de la región del semidesierto Queretano.

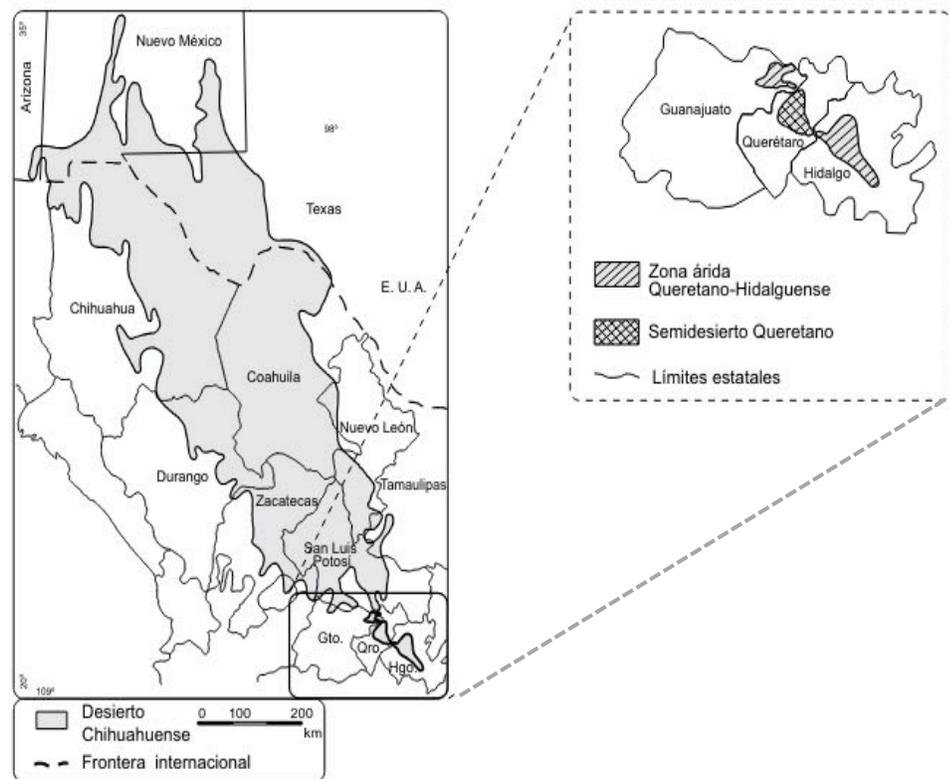
## **2. Desarrollo del tema**

### **2.1. Características del territorio**

El Semidesierto Queretano es una región ubicada en una zona de transición entre las provincias fisiográficas Sierra Madre Oriental y Mesa del Centro. Es una franja con características áridas debido a la sombra orográfica ocasionada por la Sierra Madre Oriental. Abarca los municipios de Cadereyta, Colón, Peñamiller y Tolimán, y algunas secciones de San Joaquín y Pinal de Amoles, cubriendo más de 3,400 km<sup>2</sup>, lo cual representa casi el 30% de la superficie del estado. Forma parte del extremo sur de la provincia fisiográfica del Desierto Chihuahuense en una zona conocida como el Desierto Queretano-Hidalguense (Hernández-Magaña et al., 2012).

El suelo es sedimentario, de roca ígnea extrusiva y sedimentaria con calizas, lutitas y margas, conformando un territorio densamente plegado con depósitos clásticos y aluviones, y material volcánico formado durante el Pleistoceno. Durante los periodos Cretácico y Jurásico se formaron las regiones del Soyatal, en Peñamiller (Dasylirion), la Sierra El Doctor, colindando con Guanajuato, y Las Trancas, en la región de Bernal (Soto Mora y Coll-Hurtado, 1975).

**Figura 1**  
*Localización del Semidesierto Queretano*



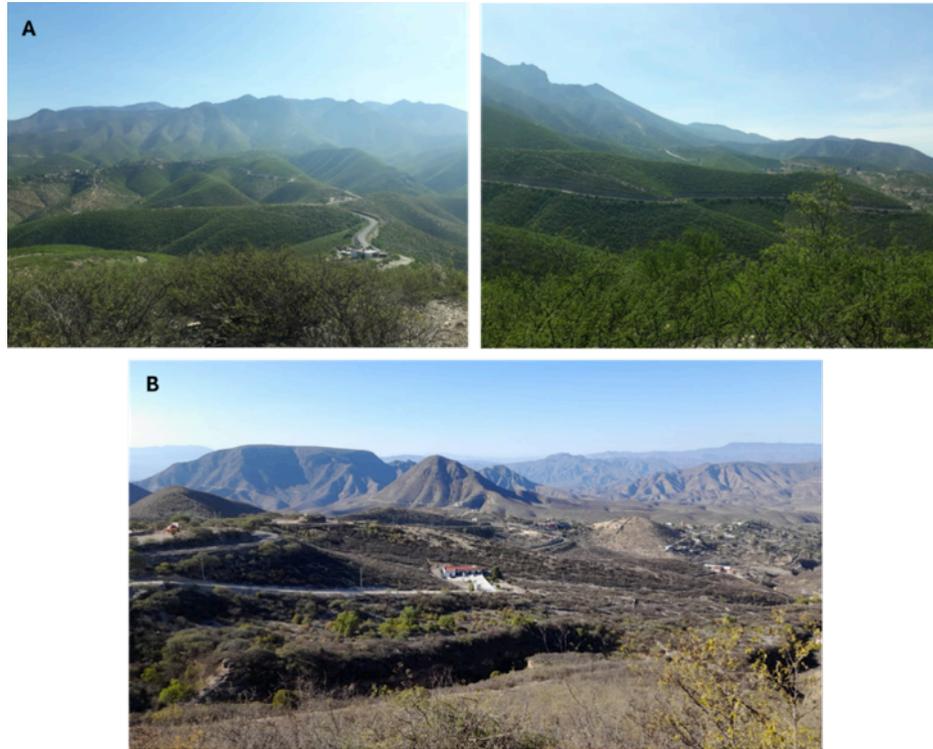
*Nota.* Tomada de Hernández-Magaña et al. (2012, p. 108).

Cuenta con altitudes desde los 1,300 a 1,700 msnm. Las partes más bajas corresponden a los valles formados por el Río Tolimán, al oeste; Río Moctezuma, al este; y Río Extoraz, atravesando el territorio por la mitad. Los Ríos Tolimán y Moctezuma recorren el territorio de sur a norte, mientras que el Río Extoraz lo recorre de oeste a este. Cuenta también con arroyos temporales que emergen durante los meses lluviosos.

El clima varía de semiseco - semicálido a templado (semicálido) subhúmedo con lluvias en verano de entre 35 a 55 mm / hr. La región se alimenta de los ríos Extoraz y el arroyo El Oasis (Cuenca del Pánuco) (Figura 2).

## Figura 2

Contraste del semidesierto en la región de Peñamiller en temporada de lluvia (A) y estiaje (B).



Nota. Imagen tomada por los autores.

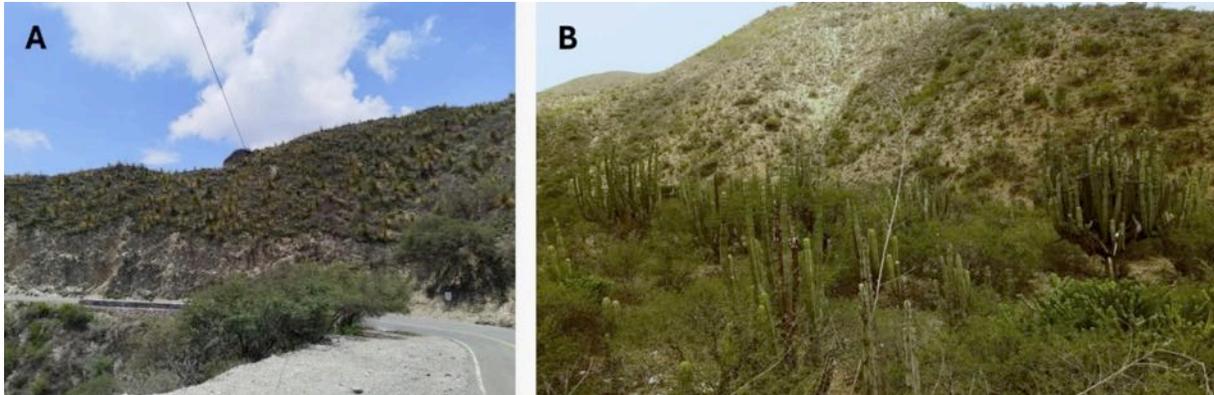
Los recursos florísticos son predominantemente matorral xerófilo con las siguientes características (Instituto Nacional de Ecología [INE], 1999) (Figura 3):

- Matorral crassicaule: formado por cactáceas de tallos carnosos como nopales, biznagas y órganos (*Stenocereus dumortieri*, *S. queretaroensis*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia imbricata*).
- Matorral submontano: se encuentra en las partes altas o los cañones incluyendo en el río Extóraz. Tiene especies como acacias (*Acacia angustissima*, *A. berlandieri*, *A. micrantha*, *Cigarrilla mexicana*).
- Matorral micrófilo: posee especies de hoja pequeña que toleran las altas temperaturas y baja humedad (*Acacia vernicosa*, *Condalia mexicana*, *Fouquieria esplendens*, *Koeberlina spinosa*, *Larrea tridentata*, *Proposipis laevigata*).

- Matorral rosetófilo: se caracteriza por especies de crecimiento en rosetas propias del grupo de los Asparagales como *Agave lechuguilla*, *Dasyllirion acotriche*, *D. longissimum* y *Hechtia glomerata*.

### Figura 3

Soyatal del semidesierto (A) y matorral crasicaule (B) en la región de Peñamiller.



Nota. Imagen tomada por los autores.

## 2.2. Recursos naturales

La fauna en la zona de Tolimán y el semidesierto se indica a continuación de acuerdo con los grupos taxonómicos mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Mamíferos: La urbanización, agricultura y ganadería, son actividades que promueven la desaparición de varios grupos de mamíferos, particularmente los grandes, como el venado (*Odocoileus virginianus*) o el lince (*Lynx rufus*). En la región del Semidesierto Queretano existen 23 especies de murciélagos; grupo de gran interés por su contribución al control de insectos y la polinización. En el municipio se pueden encontrar de forma potencial 52 especies pertenecientes a 33 Géneros y 14 Familias (Tabla 1). Son dos las especies de este grupo registradas en la NOM-059 (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2010) (Tabla 1).

**Tabla 1**  
*Listado de mamíferos incluidos en la NOM-059*

<b>Grupo</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Nom-059</b>
Mamíferos	<i>Phyllostomidae</i>		<i>Leptonycteris curasoae</i>	A
	<i>Vespertilidae</i>		<i>Euderma maculatum</i>	Pr

Aves: En la zona se encuentran 252 especies clasificadas 48 en 164 Géneros dentro de 48 Familias, de las cuales, 10 especies se catalogan bajo Protección especial. Prácticamente todas son aves rapaces migratorias pertenecen a las familias *Accipitridae* y *Falconidae* (Tabla 2) (SEMARNAT, 2010).

**Tabla 2**  
*Listado de aves incluidas en la NOM-059*

<b>Grupo</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Nom-059</b>
Aves	<i>Accipitridae</i>		<i>Accipiter cooperii</i>	Pr
	<i>Accipitridae</i>		<i>Accipiter striatus</i>	Pr
	<i>Accipitridae</i>		<i>Buteo albonotatus</i>	Pr
	<i>Accipitridae</i>		<i>Buteo lineatus</i>	Pr
	<i>Accipitridae</i>		<i>Buteo swainsoni</i>	Pr
	<i>Accipitridae</i>		<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr
	<i>Accipitridae</i>		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr
	<i>Falconidae</i>		<i>Falco mexicanus</i>	Pr
	<i>Falconidae</i>		<i>Falco peregrinus</i>	Pr
	<i>Turdidae</i>		<i>Myadestes occidentalis</i>	Pr

Reptiles: Se reportan 24 especies de 18 géneros y 10 familias (Tabla 3). El 50% de las especies enlistadas se encuentran bajo alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010). Esto, debido a la modificación del hábitat, los mitos que hay alrededor de estos

organismos y, al no ser un grupo carismático, la tendencia de las personas al encontrarse con ellos es tratar de matarlos.

**Tabla 3**  
*Listado de reptiles incluidos en la NOM-059*

<b>Grupo</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Nom-059</b>
Reptiles	<i>Anguidae</i>	<i>Barisia</i>	<i>imbricata</i>	Pr
	<i>Anguidae</i>	<i>Gerrhonotus</i>	<i>liocephalus</i>	Pr
	<i>Colubridae</i>	<i>Coluber</i>	<i>flagellum</i>	A
	<i>Colubridae</i>	<i>Pituophis</i>	<i>deppei</i>	A
	<i>Colubridae</i>	<i>Tantilla</i>	<i>rubra</i>	Pr
	<i>Kinosternidae</i>	<i>Kinosternon</i>	<i>integrum</i>	Pr
	<i>Natricidae</i>	<i>Thamnophis</i>	<i>cyrtopsis</i>	A
	<i>Natricidae</i>	<i>Thamnophis</i>	<i>eques</i>	A
	<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Phrynosoma</i>	<i>orbiculare</i>	A
	<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Sceloporus</i>	<i>grammicus</i>	Pr
	<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus</i>	<i>aquilus</i>	Pr
	<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus</i>	<i>atrox</i>	Pr
	<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus</i>	<i>molossus</i>	Pr
<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus</i>	<i>scutulatus</i>	Pr	

Anfibios: Se han reportado 11 Especies de ocho Géneros y cinco Familias, destacan *Lithobates berlandieri*, *L. neovolcanicus* y *Syrrophus verrucipes*, las cuales se encuentran bajo protección especial (Tabla 4) (SEMARNAT, 2010).

**Tabla 4**  
*Listado de anfibios incluidos en la NOM-059*

<b>Grupo</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Nom-059</b>
Anfibios	<i>Eleutherodactylidae</i>	<i>Syrrophus</i>	<i>verrucipes</i>	Pr
	<i>Ranidae</i>	<i>Lithobates</i>	<i>berlandieri</i>	Pr
	<i>Ranidae</i>	<i>Lithobates</i>	<i>montezumae</i>	Pr
	<i>Ranidae</i>	<i>Lithobates</i>	<i>neovolcanicus</i>	A

### **2.3. Actividades de importancia económica**

En lo que respecta a recursos minerales, la actividad minera en la región data del siglo X donde los registros arqueológicos identifican las primeras explotaciones de cinabrio (mercurio) para rituales. La actividad se desarrolló en torno al aprovechamiento de cinabrio, plata, fluorita, calcita verde y plomo. A principios de la década de los setenta, Querétaro se colocó como el primer productor nacional de mercurio por sus explotaciones en la región de San Joaquín, Pinal de Amoles y Peñamiller.

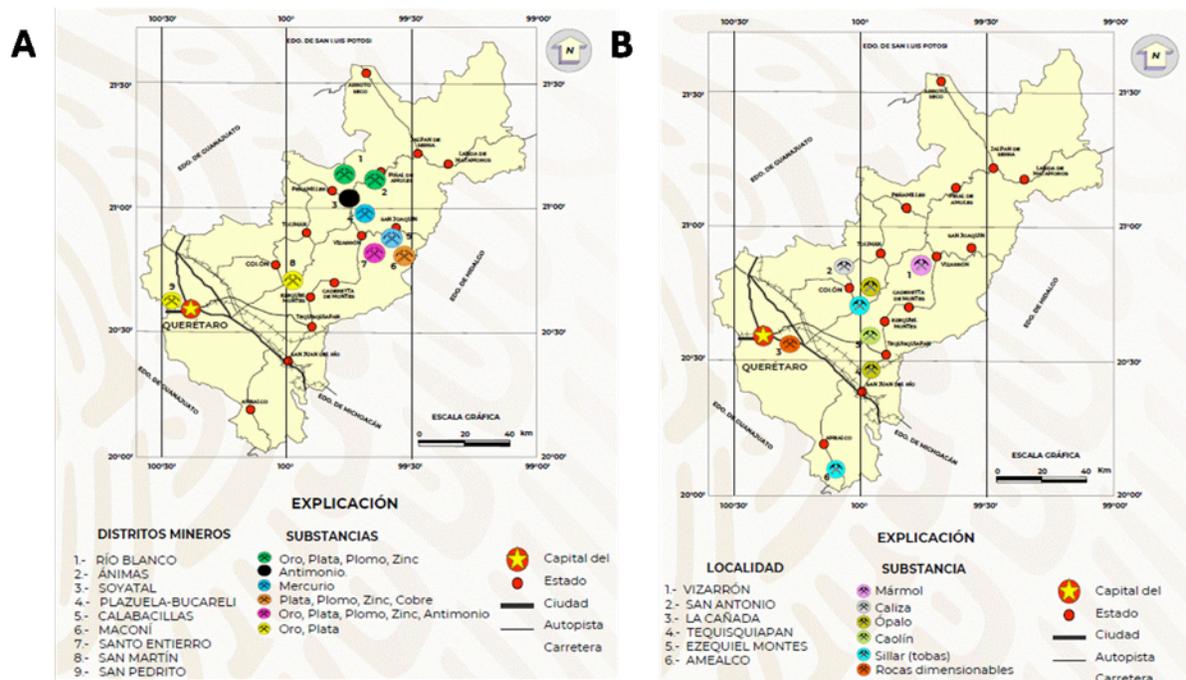
La minería es una actividad económica de importancia; explota reservas de mercurio, oro, plata y piedras semipreciosas, además de la explotación de rocas dimensionales y agregados pétreos como mármol, cantera, ónix y cal. En 2007 se ubicaron 19 localidades de extracción minera, de las cuales estaban activas en su mayoría las minas dedicadas a la explotación de material para construcción y se presenta la extracción de arena de los ríos (Servicio Geológico Mexicano [SGM], 2019).

Adicionalmente, dentro de las actividades económicas se encuentran los servicios, tanto a la población local como al turismo, y la actividad de transformación en los parques industriales. Se cuenta, además, con sitios dedicados a la conservación, como el Jardín Botánico de Cadereyta, a cargo del Consejo para la Ciencia y la Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ) o sitios emblemáticos como la Presa de Zimapán y el Cerro del Zamorano.

Hacia el final de la década se iniciaron explotaciones de cal en la región de Tolimán, Cadereyta y Peñamiller, y la producción de mármoles y granitos en Vizarrón

(Cadereyta). De acuerdo con el SGM, las explotaciones vigentes al 2019 corresponden a elementos no metálicos de calizas y cal en Tolimán y Cadereyta; sillar en Colón; mármol, marmolina, laja y rocas dimensionales en Cadereyta; arenas y sustratos en Peñamiller; elementos metálicos de plata, oro, cobre, zinc y plomo en Cadereyta y Colón; oro, plata, plomo, cobre, zinc, manganeso, alunita, antimonio y cinabrio en Peñamiller (SGM, 2019) (Figura 4).

**Figura 4**  
*Explotaciones mineras metálicas y no metálicas en el Semidesierto queretano*



Nota. Tomada de SGM (2019)

Actualmente, México se encuentra dentro del convenio de Minamata, que es un tratado internacional con el objetivo de reducir las emisiones de mercurio (Hg), contaminante que afecta la salud humana y el medio ambiente. El convenio fue adoptado en la ciudad de Minamata, Japón, la cual tuvo uno de los peores desastres de envenenamiento por oro mercurio, zinc en 1950 (Navas-Jaramillo, 2024). Los países que han ratificado este tratado buscan la disminución y eliminación de la extracción de mercurio y regular los procesos desde su extracción hasta el manejo de desechos. Por esta razón, zonas dedicadas a la extracción de este mineral deben ser encaminadas hacia el cumplimiento de estos objetivos, proporcionándoles alternativas de aprovechamiento

para lograr una transición a actividades económicas menos invasivas hacia el medio ambiente y hacia las poblaciones humanas.

Las actividades productivas en la región del semidesierto involucran la agricultura de subsistencia, o a pequeña escala, de especies como maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita pepo*), trigo (*Triticum durum*) y cebada (*Hordeum vulgare*); la colecta de especies silvestres como el orégano (*Lippia graveolens*), piñón (*Pinus cembroides*) y algunos recursos maderables como el carrizo o la palma. Igualmente, se cuenta con áreas pequeñas para la siembra de forrajes (INE, 1999). Se cuenta con pequeños aprovechamientos ganaderos caprinos, vacunos y avícolas (Mendoza Rico et al., 2006).

A pesar adverso de las condiciones climáticas e hídricas de la región, se trata de un espacio con una amplia riqueza vegetal y, por lo tanto, con una gran cantidad de especies con usos actuales y potenciales para su aprovechamiento. Los estudios florísticos indican que los gradientes ambientales propician espacios donde algunos grupos de plantas como *Cactaceae* y *Agavoideae* cuentan con una alta riqueza florística, además de otras plantas caducifolias que se desenvuelven exitosamente en estos entornos y que proporcionan un alto nivel de endemismos. Parte de las poblaciones vegetales se encuentran catalogadas como especies amenazadas o vulnerables de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (protección ambiental de especies nativas de México) debido a la transformación de sus ecosistemas o a su aprovechamiento sin regulación (Hernández-Magaña et al., 2012). Entre las especies bajo estatus de protección se encuentran los géneros *Echinocactus*, *Ferocactus*, *Mammillaria*, *Lophora*, *Strombocactus*, *Echinocereus*, *Astrophytum*, *Neobuxamia* de la familia *Cactaceae*; *Yucca queretaroensis*, *Agave victoria-reginae* y *Furcraea* de las *Agavaceae* (SEMARNAT, 2015).

En este contexto, el correcto aprovechamiento y gestión de los elementos naturales resulta primordial para asegurar el suministro de servicios que generen bienestar a la población de la zona. Dentro de los elementos aprovechables se encuentran aquellos relacionados con la apreciación y disfrute del paisaje, como ocurre en el Cerro del Zamorano, en el municipio de Colón; el Cañón del Paraíso, en el municipio de Peñamiller; y las minas turísticas, en el municipio de San Joaquín. Aunado a ello se encuentra el aprovechamiento de la biodiversidad, ya sea con fines gastronómicos, medicinales o industriales.

Ejemplo del aprovechamiento gastronómico es la *Ruta turística de la Barbacoa y el Pulque*, que involucra a más de 80 productores de Cadereyta y tiene su principal centro de venta en la comunidad de Boyé, donde la explotación del agave para la elaboración de barbacoa y bebidas como pulque, aguamiel e hidromiel, ya sea naturales

o de sabores, representan la cultura e identidad alimentaria de la zona del semidesierto y ofrecen un vistazo a las tradiciones de los habitantes de la zona a través de fiestas populares y festivales (Islas-Moreno et al., 2021). Asimismo, en la región más sureña del semidesierto la *Ruta del Arte, Queso y Vino* ofrece una experiencia de enoturismo que abarca, no sólo la visita y cata de vinos en alguna de las 28 casas vitivinícolas, sino los recorridos a las 18 haciendas queseras; así como eventos artísticos y culturales durante todo el año (Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro, 2019).

Además de los elementos gastronómicos, existe una gran cantidad de recursos forestales no maderables cuyo potencial es aprovechado de manera parcial o rústico. Algunos de esos recursos se encuentran bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre estas especies se encuentra *Echinocactus grusonii* y *Lophophora diffusa* (peyote), que se extraen para la elaboración de dulces, y como elemento espiritual o medicinal. En la región de transición entre el semidesierto y el bosque de pino-encino, en los límites del municipio de Peñamiller y Pinal de Amoles, se encuentran bosques de *Pinus cembroides* y *P. pinceana* (pino piñonero negro y blanco), los cuales producen semillas que tiene valor comercial y constituye una entrada importante de ingresos para la comunidad.

Ambos se extraen manualmente por los pobladores de la región quienes lo trasladan a mercados locales para su venta. Ya propiamente en la región del semidesierto hay gran cantidad de flora cuyo potencial económico es aprovechado tradicionalmente por las comunidades de la región colectando el material vegetal de poblaciones naturales. Dentro de estas especies se encuentra *Lippia graveolens* (orégano) y *Turnera difusa* (damiana) que son comercializados al centro del país para su uso comestible y medicinal. También se aprovecha *Salix sp* (vara de sauce) y *Agave lechuguilla* (lechuguilla) cuyas fibras se emplean en la elaboración de sombreros, ayates, canastas, constituyéndose como una actividad complementaria a la economía local. Otras especies nativas como *Larrea tridentata* (gobernadora), *Euphorbia antisyphilitica* (candelilla), *Hechtia glomerata* (guapilla) y *Opuntia sp.* (nopal) cuentan con registro de importancia como plantas medicinales, aunque su explotación ha sido más limitada (INE, 1999).

### 3. Conclusiones

El conocimiento y aprovechamiento del capital natural de una región representa, no sólo una oportunidad para la mejora económica, sino una visión de los pobladores de la zona de su territorio, y permite expresar su identidad como miembros de un espacio. Por ello, dentro de los estudios sobre aprovechamiento no deben dejarse de lado las aspiraciones de la comunidad y su interpretación de la naturaleza. Un planteamiento para el uso del capital natural sin considerar a la población puede llevar a un caos de pérdida de biodiversidad pues serán los mismos pobladores quienes fallarán en imponer límites y permitir que se abuse de los elementos naturales causando pérdidas ambientales y, en consecuencia, perjudicando a largo plazo el equilibrio y sostenimiento de tal capital.

El área del semidesierto es un tesoro que, debido a sus condiciones adversas, transcurre en un delicado equilibrio. Los cambios sobre cobertura vegetal, presencia o ausencia de fauna y/o eliminación de estratos edafológicos puede provocar consecuencias irreversibles. Su riqueza consiste, precisamente, en elementos que, si bien parecen permanentes, dependen de los cambios estacionales y permanecen latentes para su disfrute. Debido a ello, los tipos de aprovechamiento deben procurar el sostenimiento económico de la población y conducir a una apreciación y rescate de los elementos naturales que dan a este espacio su identidad. Éstos pueden estar en torno a la biodiversidad, como el establecimiento de jardines botánicos, rutas interpretativas y eventos de degustación de platillos típicos, bajo un entorno de reconocimiento e identificación de especies prioritarias y disfrute de tradiciones regionales sin dejar de lado el cuidado y la protección ambiental. Existen proyectos que ya ponen en práctica estas visiones, como el Jardín Botánico Regional de Cadereyta; el Planetario Dr. José Hernández Moreno; fiestas regionales, como la de Tolimán; la Ruta del Arte, Queso y Vino; recorridos al Cañón del Paraíso; y El Oasis en Peñamiller. Sin embargo, la educación ambiental debe ser central en todas las ofertas. Asimismo, debe incluirse la participación de los pobladores para asegurar que la derrama económica permee a todos los sectores y promueva un interés en la protección ambiental al visualizar en ella el beneficio económico directo e indirecto.

## Referencias

- Hernández-Magaña R., Hernández-Oria J., y Chávez R. (2012). Datos para la conservación florística en función de la amplitud geográfica de las especies en el semidesierto queretano, México. *Acta Botánica Mexicana*, 99, 105-139. <https://abm.ojs.inecol.mx/index.php/abm/article/view/22/25>
- INE (1999). Programa de manejo. Reserva de la Biósfera. Sierra Gorda. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. [https://simec.conanp.gob.mx/pdf\\_libro\\_pm/108\\_libro\\_pm.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/108_libro_pm.pdf)
- Islas-Moreno, A., Rocillo-Aquino, Z., y Thomé-Ortiz, H. 2021. El papel de las fiestas en la revalorización del pulque, una bebida ancestral del centro de México. *Revista RIVAR*, 8-22. <https://doi.org/10.35588/rivar.v8i22.4780>
- Mendoza Rico, M., Ferro Vidal, L., y Solorio Santiago, E. (2006). *Otomíes del semidesierto queretano*. Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/12567/otomies\\_semidesierto\\_queretano.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/12567/otomies_semidesierto_queretano.pdf)
- Navas-Jaramillo, S. J. (2024). Convenio de Minamata: Actividades desarrolladas en Japón y su incidencia en las emisiones de mercurio. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 17(1), 67-76. <https://doi.org/10.29166/REVFIG.V17I1.5162>
- Orellana Salas, J. A., y Lalvay Portilla, T. del C. (2018). Uso e importancia de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 14(1), 65-79. <https://riat.atalca.cl/index.php/test/article/view/431/487>
- Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro (2019). *Querétaro y su enoturismo: vívelo en la Ruta del Arte, Queso y Vino*. Revistas Life.
- SEMARNAT. (2010). *Especies prioritarias para la conservación plasmadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SGM. (2019). *Panorama Minero del Estado de Querétaro*. Dirección de Investigación y Desarrollo de la Secretaría de Minería del Servicio Geológico Mexicano.
- Soto Mora, C., & Coll-Hurtado, A. (1975). La zona árida de Querétaro: Su análisis y aprovechamiento. *Investigaciones Geográficas*, 1(6). <https://doi.org/10.14350/rig.58896>



## Capítulo 6.

### ***Evaluación de nopal (*Opuntia* sp.) como forraje en la región de Peñamiller, Querétaro***

Marcela Quiróz Sodi, Ana Karen Echavarría Martínez y  
Samantha Elizabeth Bautista Marín

#### **1. Introducción**

La ganadería en México y en el estado de Querétaro suele utilizar como alimento o forraje, especies de gramíneas o leguminosas. Dentro de las gramíneas, llamadas también pastos, encontramos a pasto ovido, festuca, falaris, bromo, ray grass, maralfalfa, trigo, maíz, avena o sorgo. Suelen tener periodos de floración muy prolongados, se reproducen fácilmente y se distribuyen ampliamente; cubren las necesidades energéticas del ganado debido a su contenido alto en fibra y almidón. Se

suministra su follaje o semillas en fresco, ensilado, henificado o en forma de harinas. Las leguminosas son un grupo apreciado por su contenido protéico y abarcan especies herbáceas como frijol, garbanzo, alfalfa o trébol; y especies arbóreas como *Leucaena*, guamúchil, mexquite, huizache o colorín. Suelen proporcionarse en fresco, como harinas o suplementos. Existen otros grupos de plantas que pueden emplearse como forrajes como algunas Brassicáceas, Asteráceas o Cucurbitáceas (Jewsbury, 2016).

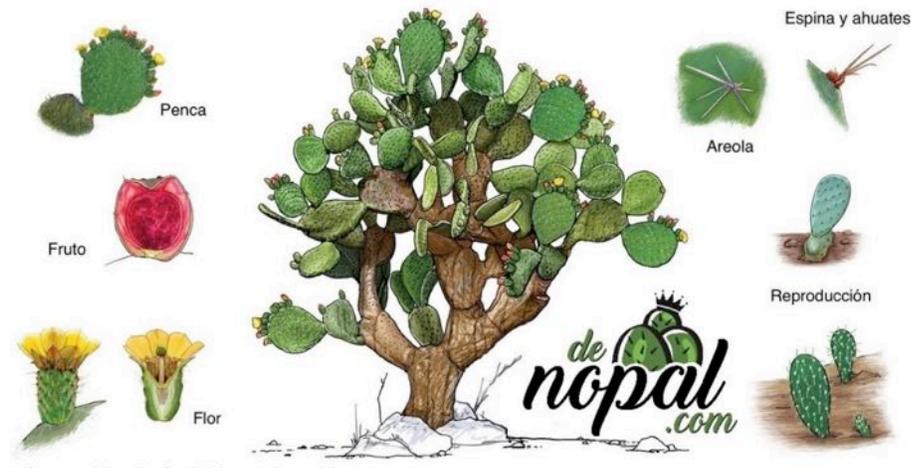
El valor de las especies forrajeras está en: 1) su adaptación a condiciones climáticas y agronómicas del sitio; 2) su buena producción, 3) su buena palatabilidad (agradable al gusto); 4) su buen valor nutricional; 5) su tolerancia a podas frecuentes o pastoreo; 6) su buena capacidad de rebrote; y 7) a no contener sustancias tóxicas para los animales.

Adicionalmente, en ecosistemas frágiles, como el semidesierto queretano, es necesario considerar el deterioro ambiental que causa la ganadería buscando alternativas de producción sustentable y el aprovechamiento de especies nativas (Cabrera-Núñez et al., 2019). Una especie que puede ofrecer varias de estas características es el nopal, perteneciente a la familia *Cactaceae*. Se considera una excelente alternativa para sitios semiáridos con condiciones climáticas extremas y donde la ausencia de lluvias dificulta el abastecimiento de forraje. Entre las ventajas de su uso está su alto contenido de agua, su adaptabilidad a diversos climas y su tolerancia a climas áridos o semiáridos, su alto rendimiento por hectárea, su fácil propagación y alta digestibilidad (Urrutia et al., 2008).

El nopal (*Opuntia sp.*) es una planta perenne, suculenta, arbustiva o rastrera. Sus pencas o cladodios almacenan una gran cantidad de agua, llegando a contener hasta 90% de humedad (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], s/f). Su aporte nutricional no es muy abundante, pero su contenido de agua, y un gran número de azúcares solubles y minerales como calcio, sodio, potasio, hierro y magnesio, entre otros, lo hacen un forraje atractivo. Prospera en suelos calcáreos, franco arenosos con precipitaciones desde 200 hasta 1,800 mm con temperaturas de 6 a 36°C o incluso mayores (Secretaría de Desarrollo Agropecuario [SEDEA], s/f). Se considera un almacén natural de agua dado su eficiente uso. El rendimiento de producción puede alcanzar hasta 20 toneladas por hectárea mensuales (Flores-Hernández et al., 2017). Una de las variedades empleadas como forraje es *Opuntia ficus-indica* variedad Atlixco, la cual es una subespecie de la especie *Opuntia ficus-indica* y se encuentra dentro de los clasificados como nopales sin espina o con menor abundancia de espinas comparado con nopales silvestres, facilitando su manejo y aumentando su aceptación al incorporarse en la dieta animal (denopal.com, 2024) (Figura 1).

## Figura 1

Variedad de nopal forrajero comercial *Opuntia ficus-indica* variedad Atlixco



Nota. Ilustración de Rafael Ríos / CONABIO. Tomada de denopal.com (2024)

Las ventajas del aprovechamiento del nopal están en su alto contenido de humedad, sobre todo en temporada de sequía, cuando no hay otras fuentes de agua disponibles. Aún durante la temporada de sequía está verde, por lo cual la cosecha puede ocurrir todo el año. Está adaptado a diversas condiciones climáticas y edafológicas con rendimientos desde 20 hasta 120 toneladas por hectárea aún con riegos o precipitación menor a 200mm y su propagación es fácil (Luna-Vázquez y Urrutia-Morales, 2008).

Debido a sus cualidades, es un forraje útil para la alimentación de ganado caprino, bovino, ovino y porcino, así como aves de corral o conejos, aportando grandes cantidades de agua y fibra. Por eso es recomendable suplementarlo con otros ingredientes, o en combinación con ellos, para asegurar una nutrición integral. Se puede ofrecer picado y chamuscado (para la eliminación de espinas), molido o licuado, ensilado, en combinación con un forraje seco (gramíneas) o enriquecido con urea. El enriquecimiento con urea consiste en la molienda para formar una pasta, adición con urea, sulfato de amonio y superfosfato. Posteriormente, se fermenta para aumentar su contenido proteico. Puede suministrarse a los rumiantes ofreciendo una alternativa rica en humedad y proteínas (Urrutia et al., 2008; Flores-Hernández et al., 2017).

El municipio de Peñamiller se encuentra en el semidesierto, en la región de la Mesa del centro y una porción de la Sierra Madre Oriental, colindando con Pinal de Amoles, Cadereyta de Montes y Tolimán, en el estado de Querétaro, y con una porción

de Guanajuato. Ocupa casi el 6% de la superficie estatal y cerca del 70% corresponde al Área Natural Protegida Sierra Gorda. La vegetación predominante es matorral con pequeñas porciones de bosque y pastizal. Su orografía se compone de sierra con algunas laderas y cañadas; su clima es semiseco semicálido a seco semicálido, mayormente. La temperatura promedio es de 22°C, aunque en verano alcanza los 38°C y en invierno temperaturas cercanas a 5°C. El uso de suelo es agrícola en 2% y urbano en menos de 0.5%. Se considera que el 74% de la vegetación es apta para caprinos; el 18%, para pastizal; el resto no es apto para uso pecuario (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010).

En las zonas semiáridas como Peñamiller, el libre pastoreo y la falta de agua suponen gran presión sobre los ecosistemas naturales debido a que se forrajea gran cantidad de especies vegetales, incluidas especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-1999, promueve la eliminación de cobertura vegetal lo cual facilita la erosión, y se generan conflictos debido al traspaso a propiedades privadas y la presencia de animales en zonas de riesgo como barrancos o carreteras. Derivado de lo anterior, es importante encontrar alternativas para la alimentación del ganado que aseguren su bienestar y nutrición (Agricultura, 2022), siendo el nopal una excelente alternativa, no sólo como forraje crudo sino a través de un enriquecimiento proteico que permita aprovechar todas sus cualidades (Flores-Hernández et al., 2017). En este trabajo se comparó el contenido de humedad y proteína cruda de una variedad de nopal forrajero comercial y dos variedades nativas con el objetivo de elaborar un suplemento para ganado vacuno en la región de Camargo, Peñamiller.

## 2. Método de investigación

Se trabajó con una especie de nopal forrajero comercial y con dos especies nativas de *Opuntia*. Se analizó su contenido de humedad y su contenido proteico en crudo, y tras una fermentación semisólida. El nopal comercial correspondía a la especie *Opuntia ficus-indica* variedad Atlixco, adquirida con el proveedor *denopal.com*, quien tiene sus cultivos en Cadereyta, Querétaro.

Se adquirieron cinco mil pencas madre (cladodios) para el establecimiento de una parcela demostrativa en el campus universitario Camargo, Peñamiller, de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Los nopales silvestres se colectaron en la zona de Camargo, Peñamiller. Para la identificación de las especies se obtuvieron pencas y flores, las cuales fueron prensadas y trasladadas para su identificación y herborización en el

Herbario Jerzy Rzedowski, de la Facultad de Ciencias Naturales en Juriquilla, Querétaro, de la UAQ.

Para ello, los ejemplares se secaron a baja temperatura en una estufa eléctrica durante tres semanas hasta que perdieron todo su contenido de humedad. Posteriormente, se montaron (pegado y cosido sobre cartoncillo) y se identificó su especie. Por último, se elaboraron etiquetas de identificación, se fumigaron y resguardaron como parte de la colección (Figuras 2 y 3).

### Figura 2

Procesamiento del ejemplar de herbario de Nopal silvestre ID 1 (A) Cladodios y (B) Flores



### Figura 3

Procesamiento del ejemplar de herbario de Nopal silvestre ID 2 (A) Cladodios y (B) Flores



De las tres especies se recolectaron 10 kg de pencas frescas y se molieron en una picadora de forraje *Power Cat* de 7.5 HP; una muestra de cada uno se almacenó para su análisis y el resto se preparó para la fermentación semisólida (Tabla 1 y Figura 4)).

**Tabla 1**  
*Ingredientes y porciones de la sopa de nopal*

Ingrediente	Cantidad
Nopal fresco molido	2 kg
Levadura preparada	200 gr
Urea	0.2 gr
Sulfato de sodio	0.02 gr

**Figura 4**  
*Siembra y procesamiento del nopal. (A) Plantación de nopal en parcela demostrativa en Campus Camargo, (B) Preparado de fermentación semisólida de nopal.*



Una vez elaborada la sopa, se dejó en fermentación semisólida durante 24 horas y, al finalizar el proceso, una porción de 500 gr fue colectada para su análisis. Todas las muestras se procesaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UAQ Juriquilla para su secado, molienda y análisis. Las muestras de nopal fresco (NF) y adicionado con fermentación (NA) fueron evaluadas en los siguientes parámetros: materia seca (MS) por estufa de secado y proteína total cruda (PC) o bruta (nitrógeno total) por la técnica de Kjeldahl con las modificaciones de Gunning y Arnold, de acuerdo con la técnica descrita por Bateman (1970) (Figura 4). Las mediciones se ejecutaron por triplicado y los

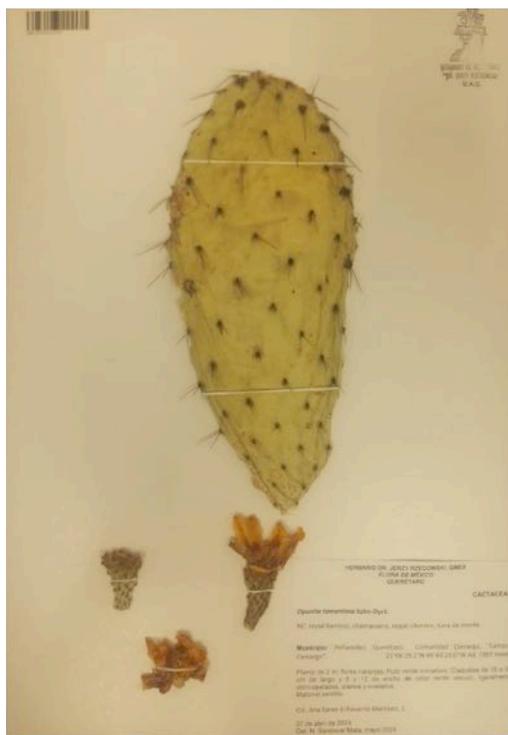
datos fueron registrados en una base de datos y graficados para observar diferencias entre las distintas preparaciones, tanto en fresco, como posterior a la fermentación sólida, y entre la especie de nopal comercial y los nopales silvestres. Igualmente, se registraron sus características cualitativas como olor y textura antes y después de la fermentación.

### 3. Resultados

Los ejemplares de herbario de nopal silvestre se identificaron en el Herbario Jerzy Rzedowski en la Facultad de Ciencias Naturales en Juriquilla, Querétaro, encontrando que se trata de las especies *Opuntia tomentosa* Salm-Dyck. y *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm, ambas de la familia *Cactaceae*. La especie *Opuntia tomentosa* Salm-Dyck (ID 1), conocida como nopal barroso, chamacuero, nopal silvestre o tuna de monte, es de porte arbóreo o arbustivo; puede alcanzar los 6 u 8m de altura; sus cladodios tienen entre 15 y 30 cm de largo y entre 6 y 12 cm de ancho; son planos, ovalados y de color verde oscuro y finamente aterciopelados. Las areolas están ligeramente elevadas y provistas de gloquidios, primero amarillentos y luego grisáceos y, en ocasiones, con pequeñas espinas rectas; posee "tomento" o borra. Las flores de entre 4 y 5 cm de diámetro son rojizas o anaranjadas o amarillas. Los frutos de 5 cm de largo y 3 cm de diámetro son ovoides y con su ápice deprimido; primero son verdes, luego maduran y se vuelven rojizos por dentro y por fuera, carnosos y comestibles. Su floración se presenta entre los meses de marzo a mayo (iNaturalist, 2024a). Se distribuye en áreas semiáridas, secas o templadas en la región sur del Altiplano Mexicano y hasta el sur del país desde Querétaro y San Luis Potosí hasta Guerrero y Oaxaca (Enciclovida1, 2024). Se conserva en el herbario bajo el número de ejemplar QMEX00002650 (Figura 5).

## Figura 5

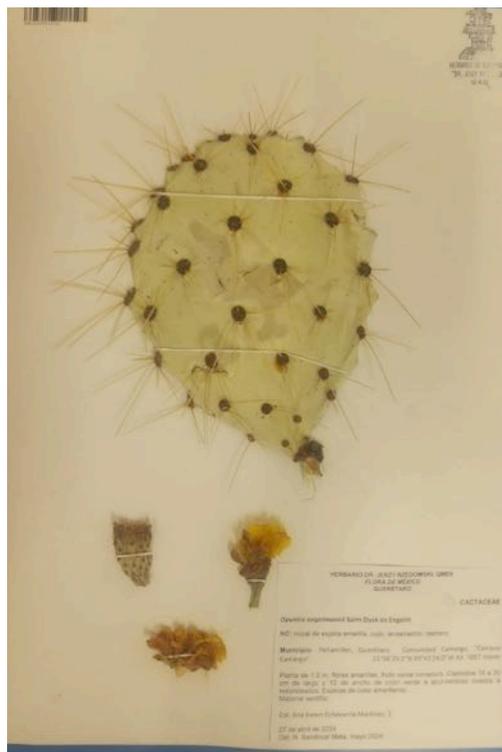
Ejemplar de herbario de *Opuntia tomentosa* Salm-Dyck (ID 1)



La especie *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm (ID 2) es conocida comúnmente como nopal de espina amarilla, cuijo, arrastradillo o rastrero. Es un arbusto con muchas ramas ascendentes o postradas longitudinalmente. Forma cojines densos, que alcanzan una altura de hasta 3.5 metros. Los cladodios son ovados a redondeados, alargados, de color verde a azul-verde de 15 a 30 centímetros de largo y 12 de ancho. Las areolas son elípticas, tienen 1-8 espinas, que pueden estar ausentes en las aréolas inferiores, son de color amarillento, subuladas, ligeramente aplanadas y tienen entre 1 y 6 cm de largo. Las flores son amarillas, a veces rojas, de 5 a 8 centímetros. Los frutos son carnosos, de color púrpura, ovoides de 3 a 7 centímetros de longitud y con un diámetro de 2 a 4 centímetros. Su floración se presenta en los meses marzo a mayo (iNaturalist, 2024b). Se distribuye en las zonas áridas y semiáridas del desierto chihuahuense, desde Guanajuato y Querétaro hasta su porción norteña en Chihuahua y Coahuila (Enciclovida, 2024). Se conserva en el herbario bajo el número de ejemplar QMEX00002649 (Figura 6).

## Figura 6

Ejemplar de herbario de *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm (ID 2)

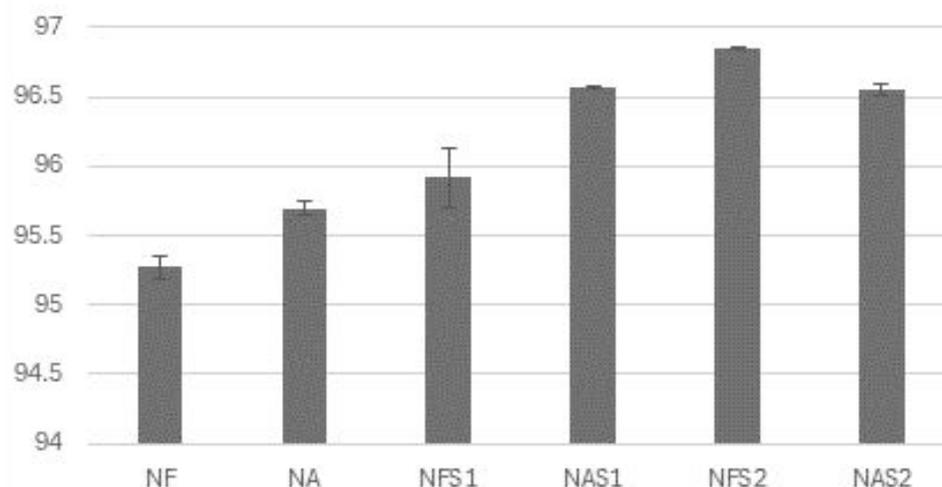


Las características físicas cualitativas de la sopa de nopal en la fermentación semisólida fueron un color verde claro al inicio de la preparación, y verde opaco al finalizar el proceso de fermentación para todas las muestras. Su consistencia fue viscosa y su olor fue a levadura y ligeramente amargo.

Los resultados de Humedad reportaron que los nopales silvestres presentaron mayor cantidad de humedad en relación con el nopal comercial, siendo el más alto *O. engelmannii*. Una vez transcurrida la fermentación semisólida en los casos de nopal comercial *O. ficus-indica* variedad Atlixco y *O. tomentosa*, la sopa de nopal resultó en un mayor contenido de humedad excepto para *O. engelmannii*. Los porcentajes estuvieron arriba del 95% para todas las muestras, ya fuera de nopal solo o tras el proceso de fermentación (Figura 7).

## Figura 7

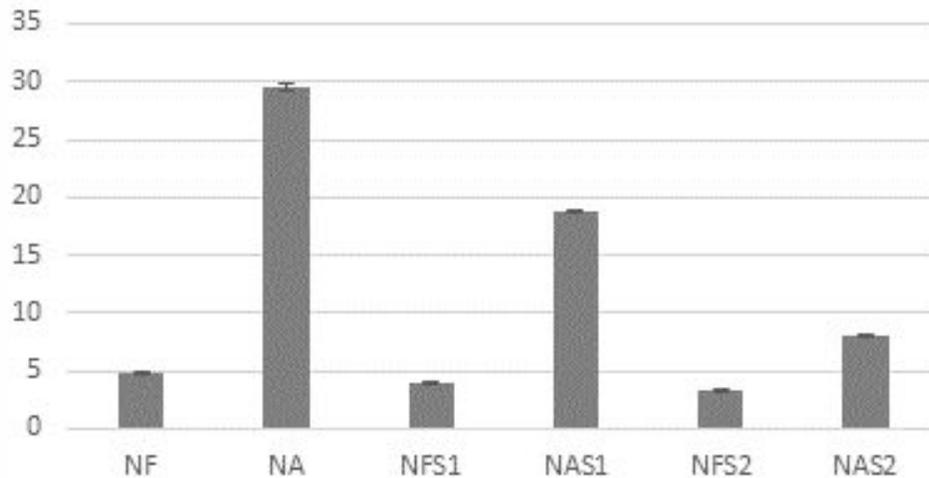
### Cálculo de porcentaje de humedad



Nota. (NF) nopal comercial *O. ficus-indica* var. Atlixco fresco; (NA) nopal comercial *O. ficus-indica* var. Atlixco tras fermentación; (NFS1) nopal nativo ID1 *O. tomentosa* fresco; (NAS1) nopal nativo ID1 *O. tomentosa* tras fermentación; (NFS2) nopal nativo ID2 *O. engelmannii* fresco; (NAS2) nopal nativo ID2 *O. engelmannii* tras fermentación.

En lo que corresponde al contenido proteico, se encontró que la variedad comercial *O. ficus-indica* var. Atlixco, en fresco, tuvo un punto porcentual más en relación con las variedades silvestres. El proceso de fermentación resultó favorable permitiendo alcanzar casi 30% de contenido proteico en el caso del nopal comercial *O. ficus-indica* var. Atlixco. En las especies silvestres, *O. tomentosa* presentó la concentración más alta de proteína cruda, alcanzando 18%; *O. engelmannii* alcanzó 8%. En todas las muestras analizadas, el porcentaje de proteína fue mayor tras la preparación de aditivo y el proceso de fermentación, siendo el más eficiente en nopal comercial seguido de *O. tomentosa* (Figura 8).

**Figura 8**  
Cálculo de porcentaje de proteína cruda



Nota. (NF) nopal comercial *O. ficus-indica* var. Atlixco fresco; (NA) nopal comercial *O. ficus-indica* var. Atlixco tras fermentación; (NFS1) nopal nativo ID1 *O. tomentosa* fresco; (NAS1) nopal nativo ID1 *O. tomentosa* tras fermentación; (NFS2) nopal nativo ID2 *O. engelmannii* fresco; (NAS2) nopal nativo ID2 *O. engelmannii* tras fermentación.

## 4. Discusión

El preparado de la sopa de nopal para la fermentación sólida resultó un proceso sencillo y rápido de ejecutar. Debido al proceso de molienda no se apreció presencia de espinas, por lo que no fue necesario algún otro tratamiento como *el chamuscado* para su eliminación. Esto es relevante para las especies silvestres que poseen espinas protuberantes y que pudieran reducir la palatabilidad de los cladodios al consumirse en fresco. Adicionalmente, la molienda de los cladodios permite ofrecer hidratación al ganado sin la necesidad de emplear agua directamente (Luna-Vázquez y Urrutia-Morales, 2008).

El contenido de humedad fue similar a otros estudios donde se reportan porcentajes de humedad de 85 a 90%. Esto es importante en áreas como el semidesierto, ya que reduce el agua invertida en el proceso productivo sin mermar el bienestar animal (Urrutia et al., 2008; Flores-Hernández et al., 2017). El contenido de proteína del nopal solo se encuentra dentro de los estándares reportados por otros autores (Luna-Vázquez y Urrutia-Morales, 2008; Flores-Hernández et al., 2017), mientras

que el uso del nopal adicionado mediante el proceso de fermentación representa una alternativa viable, dependiendo de las aplicaciones que se le den.

Por ejemplo, si el ganado *forrajea* otras especies con altos contenidos de proteína como leguminosas, puede emplearse crudo; pero si pastorea mayormente de gramíneas o productos altos en fibra, sí es recomendable el uso de aditivos para la mezcla de nopal (Urrutia et al., 2008). Ello, debido a que, a pesar de su alto contenido de humedad, el nopal es deficiente en su composición mineral; sería necesario la suplementación para asegurar la correcta nutrición animal (Luna-Vázquez y Urrutia-Morales, 2008). De acuerdo con Luna-Vázquez y Urrutia-Morales (2008), el elevado contenido de azúcares del género *Opuntia* puede combinarse con forrajes altos en fibra, como rastrojo de sorgo o maíz, forrajes propios de zonas áridas o semiáridas, favoreciendo la digestión de la fibra.

Por otro lado, las prácticas culturales y tiempo de cosecha modifican el contenido nutricional de las pencas de nopal, siendo las más jóvenes las que aportan la mayor cantidad de proteína. Asimismo, una abundante fertilización con nitrógeno asegura este valor nutricional (Luna-Vázquez y Urrutia-Morales, 2008). Es importante considerarlo al momento de decidir la especie que se aprovechará, ya que las especies silvestres no suelen tener ningún manejo. El contenido nutricional del nopal comercial con el aditivo, y tras la fermentación, presenta una diferencia significativa en el contenido de proteína, lo cual coincide con los valores reportados por Flores-Hernández y colaboradores (2017), sugiriendo que el manejo aplicado en su investigación sí impacta en el contenido nutricional de la especie.

En lo que corresponde a las especies empleadas, otros estudios reportan el uso de especies silvestres como *O. lindheimeri* y *O. rastrera* (Luna-Vázquez y Urrutia-Morales, 2008), por lo que se considera que en caso de *O. tomentosa* y *O. engelmannii* puede ser posible su aprovechamiento toda vez que se consideren sus valores nutricionales para un adecuado aporte de fibra, proteína y minerales. Adicionalmente, se considera una ventaja que su distribución natural contemple la zona de estudio, haciendo que sean especies adaptadas y tolerantes a las condiciones climáticas y edáficas de la zona, siendo *O. tomentosa* la que presentó las cualidades morfológicas y nutricionales más adecuadas para su aprovechamiento dentro de las especies nativas.

## 5. Conclusiones

Las condiciones climáticas de la región de Camargo, en Peñamiller, hacen que la adquisición de forrajes sea compleja, ya sea adquiridos de forma comercial o por producción propia. Esto, por la poca disponibilidad de agua y la conectividad de la región. El libre pastoreo usualmente ofrece poca diversidad de especies y volumen de las mismas. Por ello, se considera que la suplementación a la dieta de ganado en libre pastoreo empleando nopal adicionado en fermentación sólida puede ser una alternativa para mejorar la nutrición de los animales y, por ende, el bienestar de los pobladores. Adicionalmente, se considera que, de efectuarse el aprovechamiento de las especies silvestres, sería necesario su traslado a plantaciones para evitar la extracción excesiva y sobreexplotación de los recursos naturales. Por ello, el aprovechamiento debería venir acompañado de capacitaciones en los temas de nutrición animal y gestión y manejo de la biodiversidad.

## Referencias

- Agricultura (2022). Proyecto nopal forrajero: para mejorar la alimentación del ganado bovino. Página web oficial del Gobierno de México.  
<https://www.gob.mx/agricultura/sanluispotosi/articulos/proyecto-nopal-forrajero-para-mejorar-la-alimentacion-del-ganado-bovino?idiom=es#:~:text=El%20nopal%20es%20frecuentemente%20utilizado,del%20norte%20de%20la%20Rep%C3%ABlica>.
- Bateman, J. V. (1970). *Nutrición animal: Manual de Métodos Analíticos*. Herrero Hermanos Sucesores.
- Cabrera-Núñez, A., Lammoglia-Villagomez, M., Alarcón-Pulido, S., Martínez-Sánchez, C., Rojas-Ronquillo, R., y Velázquez-Jiménez S. (2019). *Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación de ganado bovino en el norte de Veracruz, México*. *Abanico Veterinario*, 9.  
<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/192/247>
- denopal.com (2024). Página web oficial de denopal.com. <https://denopal.com>

- Enciclovida, 2024. *Nopal rastrero. Opuntia rastrera*. Página web de Enciclovida.  
<https://enciclovida.mx/especies/145232-opuntia-rastrera>
- Enciclovida, 2024. Consultado en: <https://enciclovida.mx/especies/145275-opuntia-tomentosa>
- Flores-Hernández, A., Araújo-Filho, J., Gomes da Silva, F., Ramírez-Ordoñez, S., y Murillo Amador, B. (2017). Dietas a base de forraje tradicional y nopal (*Opuntia spp.*) enriquecido con proteínas para alimentar cabras. *Nova Scientia*, 9(18), 149-166.
- iNaturalist, 2024a. *Nopal Chamacuelo*. Página web de iNaturalist.  
<https://mexico.inaturalist.org/taxa/165906-Opuntia-tomentosa>
- iNaturalist, 2024b. *Complejo Opuntia engelmannii*. Página web de iNaturalist  
<https://mexico.inaturalist.org/taxa/1492999-Opuntia-engelmannii>
- INEGI. 2010. *Compendio de información geográfica municipal. Peñamiller, Querétaro*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.  
[https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/22/22013.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/22/22013.pdf)
- Jewsbury, G. (2016). *Plantas forrajeras. Cátedra Botánica Taxonómica*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Luna-Vázquez, J., y Urrutia-Morales, J. (2008). *Nopal para forraje en el altiplano potosino*. Folleto para productores. INIFAP. Número 49.
- SEDEA. (s/f). *Establecimiento de huertas de nopal para la producción de verdura y forraje*. Secretaría de Desarrollo Agropecuario.  
[https://cepaciqueretarogob.mx/participa/observatorio/archivos/dropboxsesiones/ProyectoNopalSEDEA\\_compressed.pdf](https://cepaciqueretarogob.mx/participa/observatorio/archivos/dropboxsesiones/ProyectoNopalSEDEA_compressed.pdf)
- SIAP. (s/f). *Nopal forrajero*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/726697/Nopal\\_forrajero\\_web.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/726697/Nopal_forrajero_web.pdf)
- Urrutia, M. J., Aranda, O. G., y Luna, V. J. (2008). *Uso del nopal en la alimentación de rumiantes*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Desplegable para productores número 33.



---

## Sobre las autoras y los autores

---

<b>Dr. Epigmenio Muñoz Guevara</b>	Doctor en Gestión de la Tecnología e Innovación, Maestro en Administración e Ingeniero Mecánico. Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) como Candidato a Investigador Nacional. Docente Investigador en la Facultad de Química y en la Facultad Ingeniería de la UAQ. Experiencia laboral en centros de investigación y empresas transnacionales con responsabilidades gerenciales y directivas en áreas de calidad y manufactura. Áreas de competencia: emprendimiento rural, gestión de calidad, innovación, manufactura, transferencia de tecnología y métodos cuantitativos. Autor principal de más de 25 artículos y capítulos de libros.
ORCID: 0000-0002-7814-6099	
<b>Dr. Agustín Martínez Anaya</b>	Doctor en ciencias jurídicas con estancia de investigación en la Universidad de Sevilla, España. Miembro del cuerpo académico "Emprendimiento rural". Coordinador de la Licenciatura en Derecho en el campus Amealco, Querétaro, de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Profesor de tiempo completo en la Facultad de Derecho de la UAQ. Líneas de investigación: derechos humanos y derecho indígena.
ORCID: 0000-0002-7814-6099	
<b>Lic. Ana Karen Echavarría Martínez</b>	Estudiante en la Licenciatura Producción Agropecuaria Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Conca - ciclo 2019-2023. Diplomado en Soluciones basadas en la Naturaleza. Áreas de interés: nutrición y reproducción de ovinos y caprinos, bromatología en forrajes; aprovechamiento de los recursos naturales en zonas rurales y el uso de forraje para pequeñas especies. Proyecto de vinculación: FONDEC -UAQ "Hacia una soberanía alimentaria en la comunidad de Camargo, Peñamiller a través del procesamiento del nopal y su aprovechamiento".
ORCID: 0000-0002-7814-6099	
<b>Dr. Jorge Adán Romero Zepeda</b>	Doctor en Ciencias Sociales con orientación en Desarrollo Sustentable por parte de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Profesor Tiempo Completo Nivel VII de la Universidad Autónoma de Querétaro Campus Conca, Facultad Ingeniería. Áreas de competencia: emprendimiento rural, gestión social, indigenismo, bioética, cultura de paz. Autor principal de más de 30 artículos y capítulos de libros. Responsable del Cuerpo Académico "Emprendimiento Rural".
ORCID: 0000-0002-7814-6099	

---

---

<p><b>Dr. Jorge Arturo Velázquez Hernández</b></p>	<p>Doctor en Administración, Maestro en Educación Basada en Competencias y Licenciado en Comunicación. Adscrito a la Facultad de Artes de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Profesor de Tiempo Completo, Docente-Investigador de la Facultad de Artes. Coordinador de la Licenciatura en Docencia del Arte y Docencia de las Artes Campus San Juan del Río. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores de México (SNI) como Candidato a Investigador Nacional. Miembro del Cuerpo Académico en Consolidación "Emprendimiento Rural" con la línea de investigación "Educación Rural". Colaborador en la creación del posgrado "Maestría en Cultura de Paz" en la Facultad de Psicología y Educación de la UAQ.</p>
<p>ORCID: 0000-0002-7814-6099</p>	
<p><b>Dra. Marcela Quiróz Sodi</b></p>	<p>Ingeniera agrónoma por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Maestría en Recursos Bióticos y Doctorado en Ciencias Biológicas por la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Profesora investigadora de la UAQ en Campus Concá, Arroyo Seco, en el programa Licenciatura en Producción Agropecuaria Sustentable de la Facultad de Ciencias Naturales (FCN) y docente de bachillerato. Áreas de especialidad: estudios botánicos de aprovechamiento y factores nutricionales y antinutricionales de especies vegetales, agricultura y técnicas de manejo sustentable, desarrollo rural y producción de forrajes.</p>
<p>ORCID: 0000-0002-7814-6099</p>	
<p><b>Dr. Octavio Roldán Padrón</b></p>	<p>Biólogo por la Facultad de Ciencias Naturales (FCN) de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Maestría en Biotecnología de Plantas por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional y Doctorado en Ciencias Biológicas por la FCN de la UAQ. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores nivel 1. Profesor investigador de la UAQ en Campus Concá, Arroyo Seco, en el programa de la Licenciatura en Producción Agropecuaria Sustentable de la FCN y docente de Bachillerato en Campus Jalpan. Áreas de especialidad: bioquímica y estudio de proteínas y metabolitos secundarios de las plantas.</p>
<p>ORCID: 0000-0002-7814-6099</p>	

---

---

<p><b>Dra. Samantha Elizabeth Bautista Marín</b></p>	<p>Nació en la Ciudad de México en 1979. Reside en la ciudad de Querétaro desde el 2013. Estudió Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en Ciencias Biológicas en la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Sus proyectos de investigación se basan en nutrición de no rumiantes, enfocada en el uso de alimentos funcionales como alternativas al uso de antibióticos en nutrición animal. Actualmente, es Profesora de Tiempo Completo en la UAQ, en la Facultad de Ciencias Naturales, impartiendo clases en la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de Bromatología y Forrajes, así como Introducción a la Zootecnia y Ambiente. Funge como responsable de la Unidad de Producción Porcina de la UAQ. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) en nivel Candidata.</p>
<p>ORCID: 0000-0002-8950-2458</p>	
<p><b>Lic. Víctor Hugo Sánchez Santiago</b></p>	<p>Estudió antropología, desarrollo comunitario y cuencas. Trabaja como docente en la Universidad Autónoma de Querétaro. Además, realiza proyectos de vinculación con pobladores de la Sierra Gorda queretana basado en la lógica del trabajo colaborativo entre habitantes, universitarios(as) y funcionarios(as) públicos(as).</p>
<p>ORCID: 0000-0002-3735-0499</p>	
<p><b>Dr. Agustin Escamilla Martínez</b></p>	<p>Es Ingeniero Agrónomo especialista en Máquinas Agrícolas. Maestro en Diseño Mecánico y Doctor en Ciencia y Tecnología. Investigador en Centro de Tecnología Avanzada A.C. (CIATEQ) desde 1991, realizando diversos proyectos de diseño y desarrollo en máquinas y equipos para el sector de manufactura e industria. Ha publicado 74 artículos técnico-científicos. Ha sido asesor de dos tesis de doctorado, 14 tesis de maestría y 11 a nivel licenciatura. Tienen dos patentes registradas. Ha sido acreedor de seis premios por proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Sus líneas de investigación son el desarrollo de máquinas agrícolas y tecnologías en energías renovables.</p>

---

ISBN: 978-607-69587-9-7



9 786076 958797

# Transdigital<sup>®</sup>

revista científica

La revista científica *Transdigital* está indizada en varias bases de datos científicas y evalúa los textos con el sistema de pares de doble ciego. Se admiten Artículos de investigación y Ensayos científicos. Opera con el modelo de *publicación continua*; se reciben textos todo el año. Consulta los costos de publicación y los lineamientos editoriales en la página oficial. Preferentemente, hasta tres autores(as) por texto y máximo 6 mil palabras. Pueden publicarse más autores y otras extensiones con un ajuste al precio.

[www.revista-transdigital.org](http://www.revista-transdigital.org)

# Transdigital<sup>®</sup>

editorial

La Editorial *Transdigital* publica libros de carácter científico y académico. Se pueden publicar tesis de posgrado, una vez que han sido sometidas al sistema de evaluación de pares de doble ciego. Los libros cuentan con ISBN, DOI y código de barras y también se distribuyen en *Dialnet*, *Google Books*, *Amazon Kindle*, *Google Play*, *Scribd* y *iBooks* de Apple. La editorial es una iniciativa de la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales y está inscrita en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías con el folio RENIECYT 2400068.

[www.editorial-transdigital.org](http://www.editorial-transdigital.org)

# Transdigital<sup>®</sup>

congreso virtual

El *Congreso Virtual Transdigital* se realiza anualmente de manera totalmente virtual. Las ponencias se publican como capítulo de libro científico con ISBN, DOI y código de barras. Se admiten Artículos de investigación y Ensayos científicos con un máximo de tres autores(as) y 4 mil palabras. Pueden publicarse más autores y otras extensiones con un ajuste al precio. Es una iniciativa de la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, inscrita en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías con el folio RENIECYT 2400068.

[www.congreso-transdigital.org](http://www.congreso-transdigital.org)

