

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS



MONOGRAFÍA

**EL NOPAL VERDURA *Opuntia spp.* SU DESCRIPCIÓN, MANEJO,
USOS, COMERCIALIZACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN.**

Por:

Erika Hortensia Pérez de Valle

**Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en
Ciencia y Tecnología de Alimentos.**

Buenavista, Saltillo, Coah.

Junio de 2006.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS



MONOGRAFÍA

**EL NOPAL VERDURA *Opuntia spp.* SU DESCRIPCIÓN, MANEJO,
USOS, COMERCIALIZACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN.**

Por:

Erika Hortensia Pérez de Valle

**Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en
Ciencia y Tecnología de Alimentos.**

Dr. Ramón García Castillo

Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

**Coordinador de la División
de Ciencia Animal**

Presidente del Jurado

Buenavista, Saltillo, Coah. Junio de 2006.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS



MONOGRAFÍA

**EL NOPAL VERDURA *Opuntia spp.* SU DESCRIPCIÓN, MANEJO,
USOS, COMERCIALIZACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN.**

Por:

Erika Hortensia Pérez de Valle

**Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en
Ciencia y Tecnología de Alimentos.**

Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Dr. Juan José López González

Presidente del Jurado

Vocal

M.C. Jorge David Flores Flores

Vocal

Buenavista, Saltillo, Coah. Junio de 2006.

Agradecimientos

A Dios por haberme dado todo lo que he tenido y soy hasta hoy

A la UAAAN por haberme recibido en sus aulas y darme la oportunidad de concluir mis estudios profesionales

A mis maestros, muy especialmente a la Lic. Laura Olivia Fuentes, MC. Oscar Reboloso, MC. Maria Hernández, MC. Xóchitl Ruelas, MC. Tomás Alvarado, MC. Felipa Morales, MC. Federico Facio así como a todos aquellos que intervinieron en mi formación profesional

Presidente Laura Olivia Fuentes Lara. Al darme la oportunidad de realizar este trabajo con ella, darme sus consejos de amiga y

Al Dr. Ramón García Castillo por su amistad y confianza, así como su apoyo en la realización de este trabajo.

Al Dr. Juan José López García. Por su confianza, su tiempo y por todas las facilidades brindadas en la elaboración de este trabajo

Al MC. Jorge David Flores Flores por todos sus consejos, su tiempo y su cariño a lo largo de mi vida, y muy especialmente por su importante ayuda en la consumación de este trabajo.

Al MC Jorge Napoleón Flores de Valle por su colaboración y consejos para que pudiera concluir este trabajo satisfactoriamente

A mi Madre. María Elena De Valle T. Por toda su entrega incondicional para que se pudiera realizar este trabajo

A mi Padre. Ing. Manuel Pérez V. Por su apoyo y esfuerzo para concluir este trabajo.

A mis hermanas Mariana y Rosalía por auxiliarme en la realización de esta monografía.

A mis tías Soledad de Valle y María de la paz por todo su apoyo familiar para realizar este trabajo

Dedicatoria

A mi Madre. María Elena De Valle T. Por todo su amor, sus consejos y paciencia, por apoyarme en todo momento y por su fe en mí

A mi Padre. Ing. Manuel Pérez V. Por todo su amor, por cuidar de nuestra familia, por su fe en mí, su confianza y apoyarme en los momentos más difíciles

A mis hermanas Mariana y Rosalía porque han estado conmigo en las buenas y en las malas, por todo su cariño y su apoyo en todo momento.

A Mis hijos Salvador Alberto y José Manuel porque han sido luz en mi vida y una fuerza importante para seguir sin dejarme caer en ningún momento

A José Alfonso Torres por todo su amor, confianza y la paciencia que has tenido en todo este tiempo, así como la virtud de saber sobrellevar las cosas.

A mis tíos Soledad de Valle T. y Camilo Serrano Picazo por todo su amor, su comprensión, consejos y por estar conmigo en las buenas y en las malas

A mis tíos María de la Paz de Valle T. y Jorge D. Flores Flores por su cariño, sus consejos y todo el apoyo familiar que me han dado.

A mis primos Jorge, Yesenia, Camilo, Rodrigo e Izmali por su cariño y apoyo moral.

A mis amigas Desiree, Nery, Neli, Diana y Lorena por compartir momentos muy agradables, su apoyo, confianza, consejos y comprensión en todo momento.

A mis amigos Daniel Isaí, Daniel Lara, Paco, Chirino, Oscar, Daniel Tapia, Gregorio, Beto, Fernando, Luis Miguel y Juan Antonio por toda su amistad, los buenos momentos y su apoyo

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
Importancia del estudio.....	1
II. OBJETIVOS	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
Justificación	2
III. METODOLOGÍA.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Antecedentes.....	5
Clasificación taxonómica	7
Características del género <i>Opuntia</i>	8
Distribución geográfica en México	10
Zona nopalera principal	10
Zona nopalera del noreste.....	10
Zona nopalera difusa	10
Distribución geográfica mundial.....	12
Nopal para verdura	12
Especies usadas para verdura	13
Variedades usadas para verdura.....	13
Especies de <i>opuntia</i> de importancia alimenticia en el Distrito Federal y Estados aledaños	17
Época actual	18
Partes usadas.....	19
Valor alimenticio	19
Composición química	19
Usos y desusos	21
Mucílago de nopal	23
Contra la úlcera y la diabetes	24
Formas de preparación de los nopales.....	24
El cultivo del nopal verdura.....	25
El cultivo del nopal para verdura al aire libre	25
Generalidades del nopal para verdura.....	26
Preparación del terreno	26
Método de siembra	26
Época	26
Densidad.....	27
Cultivos.....	27
Fertilización.....	27
Riegos	28
Poda	28
Condiciones climáticas adecuadas en poblaciones silvestres de nopal	29
Establecimiento de la plantación	29
Selección de material vegetativo	29

Tratamiento del material vegetativo	30
Plagas y enfermedades	30
Insectos nocivos del nopal.....	32
Insectos benéficos del nopal.....	40
Otras plagas	42
Enfermedades	43
Otras enfermedades	45
Cosecha.....	46
Manejo de post-cosecha.....	46
Almacenamiento	48
Comercialización	48
Normas técnicas de calidad y sanidad	48
Higiene.....	49
Descripción del producto	49
Mercadeo.....	49
Prácticas comerciales.....	50
Desespinado.....	51
Desespinado manual	51
Desespinado mecánico	51
Empaques.....	51
Envasado.....	53
Descripción del envase.....	53
Embalaje.....	53
La demanda de nopales en México	53
La oferta del nopal en México.....	53
Precios del nopal en México	54
Aranceles.....	55
Exportaciones	57
Procesos industriales del nopal de exportación.....	58
Volúmenes Registrados.....	59
Importaciones de nopal verdura	61
Consumo	63
Consumo aparente	63
Características del mercado	63
Perspectivas de mercado	64
Acceso al mercado	64
Promoción de ventas	65
Producción.....	66
El nopal en Milpa Alta	70
Costos de producción	71
Industrialización	73
Alimentos	73
Aspectos nutricionales	75
Medicinas.....	75
Cosméticos	75
Ferretería	75
Sustrato para la producción de grana.....	75

Frutal	76
Hortaliza (nopalito).....	76
Planta forrajera	76
Cerco	76
Para la conservación del suelo	76
Otras formas de utilización	76
Ventajas y racionalidad técnica de la industrialización	77
Usos tradicionales no alimentarios del nopal.....	78
Clarificante de agua.....	78
Adherente para encalados.....	79
Productos de la industria alimentaria tecnificada del nopal	79
Nopales en salmuera.....	80
Nopales en escabeche	82
Salsas de nopal	84
Otros alimentos de nopal	85
Mermelada de nopal	88
Dulces de nopal	89
Jugo de nopal	90
Néctares y jarabes.....	90
Productos “medicinales” del nopal.....	91
Cápsulas, harina y comprimidos.....	92
Productos cosméticos elaborados a base de nopal.....	93
Champúes	93
Acondicionadores del nopal.....	93
Jabones de nopal	93
Cremas de nopal	94
Geles de nopal.....	94
Lociones	94
Mascarillas de nopal	94
Productos artesanales del nopal.....	95
Canastas de la fibra del cladodio.....	95
Productos de la industria extractiva y de la biotecnología del nopal.....	95
Obtención de mucílago.....	96
Productos de la industria forrajera del nopal.....	96
V. RECETARIO.....	97
VI. CONCLUSIONES	106
VII. BIBLIOGRAFÍA	108

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Posición taxonómica del nopal verdura	7
Cuadro 2. El nopal de forma cultivada puede encontrarse en los siguientes Estados	11
Cuadro 3 Principales variedades cultivadas de nopal verdura	16
Cuadro 4. Composición química de pencas de nopal (<i>Opuntia spp</i>).....	20
Cuadro 5 Contenido de aminoácidos	20
Cuadro 6 Efecto de la edad del cladodio madre y de la intensidad de poda sobre la producción de brotes y sobre la tasa de asimilación neta efectuada entre los cladodios madre y brote	29
Cuadro 7. Principales plagas del nopal <i>Opuntia spp</i>	32
Cuadro 8. Químicos utilizados en el combate de la chinche gris:	36
Cuadro 9. Productos químicos recomendados en aplicación de abono y fertilizante	39
Cuadro 10. Número de nopales y peso de la paca para tres tamaños de nopal ..	47
Cuadro 11. Precios por kilo de nopal con espinas de diferentes centrales de abasto, 1998	54
Cuadro 12. Lista de precios de los diferentes canales de distribución abril de 2004	55
Cuadro 13. Nopal verdura en el TLC.....	56
Cuadro 14. Países productores, superficie, rendimiento, producción, exportación e importación del nopal en fresco	62
Cuadro 15. Volúmenes deL nopal importado por E.U.A, por país de origen y puerto de entrada (1 de Octubre de 1993 a 30 de septiembre de 1994)	62
Cuadro 16. Mercado del nopal en el interior de México	69
Cuadro 17. Las superficies, rendimientos medios y producción de nopal por entidad federativa, 2001	71
Cuadro 18. Agroindustrias procesadoras de nopal para alimento en México.	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Códice náhuatl	7
Figura 2. Nopales y tunas.....	10
Figura 3. Nopal verdura.....	15
Figura. 4 “Caballero Águila”.....	21
Figuras 5 y 6. Cuidados a plantaciones de nopal verdura.....	28
Figura 7. Comercialización de nopal	50
Figura 8. Gráfica de Exportaciones en fresco de nopal verdura.....	57
Figura 9. Exportaciones de nopal verdura en conserva	60
Figura 10. Gráfica de importaciones de nopal en conserva	62
Figura 11. Gráfica de superficie sembrada de nopal en algunos Estados de la Rep. Mexicana.....	67
Figura 12. Gráfica de distribución de superficies cosechadas en México	67
Figura 13. Nopal verdura sembrado.....	68
Figura 14. Gráfica del costo de producción de nopal	72
Figura 15. Gráfica de la estructura del costo de producción de nopal.....	73
Figura 16. Productos del procesamiento integral del nopal (Corrales y Flores 1996).....	74
Figura 17. Esquema del proceso de acondicionamiento de nopales para su posterior procesamiento, ya sea en salmuera, escabeche, mermelada, u otra forma. Adaptado de Corrales- García (1998).	80
Figura 18. Nopales en salmuera embolsados	81
Figura 19. Esquema del procesamiento de nopales en salmuera. Adaptado de Corrales- García (1998).	82
Figura 20. Esquema del procesamiento de nopales en escabeche. Adaptado de Corrales- García (1998).	83
Figura 21. Nopal en escabeche.....	83
Figura 22. Esquema del proceso de elaboración de salsas de nopal.	85
Figura 23. Proceso de elaboración del nopal con otros alimentos. Adaptado de Becerra, <i>et al.</i> , 1969, citados por Borrego y Burgos (1986).	87
Figura 24. Proceso de elaboración de cereal con nopal (elaboración propia).....	88

I. INTRODUCCIÓN

Importancia del estudio

Persisten al través de los siglos, como parte de una mítica leyenda, una gran variedad de descripciones alegóricas sobre la figura de esta hortaliza. El nopal, se inserta como elemento de desarrollo intrínseco al pueblo y cultura de nuestro país desde tiempos inmemoriales:

[...] *aunque su propio y antiguo nombre es Tenuchtilán, que significa fruta de piedra, porque está compuesto de Tetl, que es piedra y de Nuchtli, que es la fruta que en Cuba y Haití llaman tuna. El árbol o más propiamente cardo, que lleva esta fruta Nuchtli, se llama entre los indios de Culúa, mexicanos, nopal [...]* a Francisco López de Gómara.

Las áreas del Norte y Centro de México, están situadas en el cinturón mundial de los desiertos, entre los 20 y los 40 de latitud norte de la región subtropical de alta presión, en donde las corrientes de aire descendente no favorecen la formación de lluvias. La extensión de las zonas áridas y semiáridas es muy amplia, ocupa más del 60% de su área total, con aproximadamente 8 millones de habitantes, que representan el 17% de la población nacional.

La zona cactológica se encuentra localizada entre el paralelo 22 de latitud norte y los meridianos 100 y 102 30 de longitud oeste, en la Republica Mexicana. El nopal *Opuntia* spp. Se localiza prácticamente en la mayoría de las condiciones ecológicas y ocupa cerca de 30 millones de hectáreas (300 000 km²) distribuidas principalmente en 11 estados del país.

La agricultura temporal, debido a las condiciones climáticas adversas, permite pocos cultivos susceptibles de explotación y sus rendimientos son tan pobres que producen bajos ingresos para los agricultores, lo que hace poco activa esta actividad.

El movimiento económico de los principales productos de estas zonas lo constituye el ixtle de lechuguilla, el ixtle de palma, la cera de candelilla y el nopal, este último como recurso forrajero, tunero, y en ocasiones como verdura.

La ganadería se ha desarrollado en términos generales en forma intensiva, con ganado de baja calidad y rendimientos mediocres, a través del pastoreo libre, esto ha ocasionado que grandes extensiones se encuentren sujetas a una sobre-explotación que destruye la vegetación y expone el suelo a la erosión.

En las regiones áridas la industria se caracteriza por ser de niveles medio, pequeño y artesanal.

La falta de fuentes de trabajo, obliga a los habitantes del desierto a emigrar en busca de mejores oportunidades hacia las áreas urbanas, esta constante

emigración origina un serio problema para las grandes ciudades, donde forman grandes cinturones de miseria.

No obstante la sobre-explotación a que se ha visto sujeto el nopal *Opuntia* spp., ha sobrevivido debido a su gran capacidad de adaptación en ambientes adversos y a su excepcional resistencia a la sequía, cualidades que deben de aprovecharse para establecer, mediante el uso de técnicas modernas, un programa adecuado de manejo en las nopaleras existentes y uno de establecimiento en las amplias regiones en donde es factible su cultivo. También es importante incentivar a las industrias que, en estas zonas, utilizan como materia prima el nopal, para crear fuentes de trabajo en el campo, en base a este cultivo.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Tener un amplio dominio y conocimiento del manejo, uso y aprovechamiento del nopal verdura en México, fundamentalmente en el ámbito de la alimentación y salud humana.

Destacando su uso en diversas industrias donde arroje ganancias económicas en la transformación de diversos productos de esta hortaliza. Así como los cuidados que requiere durante su cosecha, post- cosecha y almacenamiento para alargar la vida del producto ya sea en fresco o procesado para ofrecer productos de calidad al consumidor nacional y extranjero.

Objetivos específicos

1. Hacer un documento de recopilación de literatura sobre el nopal verdura que sirva de consulta a estudiantes, maestros de la especialidad y carreras afines.
2. Dar a conocer las peculiaridades del nopal verdura y sus subproductos, industrializados principalmente en México y que estos están a la altura de lo que los mercados nacional e internacional están exigiendo
3. Difundir las propiedades “medicinales” únicas que esta planta tiene, y que su consumo frecuente puede ayudar considerablemente en estragos a la salud humana, derivados de una mala alimentación y/ o malos hábitos.

Justificación

Desde hace siglos el nopal forma parte cotidiana en nuestro México Prehispánico, ya que desde entonces eran conocidas las propiedades de esta noble planta, ya que era utilizada como alimento humano, planta medicinal y pintura entre otras múltiples aplicaciones.

Hoy en día el cultivo del nopal en México tiene un potencial de crecimiento latente ante las múltiples bondades que este ofrece, ya sea en fresco o industrializado, incipientemente es también utilizado en la industria extractiva y biotecnológica.

Este es un vegetal generosamente distribuido en muchos lugares de México, que fácilmente se adapta a climas extremos, donde otros cultivos por estas condiciones no podrían sobrevivir

El nopal es utilizado para producir alimentos y bebidas, desde nopal fresco como verdura, procesado como nopal en salmuera y escabeche y en menor escala en México dulces y mermeladas de manera artesanal, esto debido por el amplio número de otras variedades más comerciales colocadas en el mercado.

Cabe destacar que hoy en día por los nuevos estilos de vida de la sociedad con más preferencia a lo “light” y una búsqueda de productos más naturales, se ha incrementado el gusto y uso por el nopal, sobre todo para la fabricación de medicamentos y cosméticos como geles, champúes, cremas, entre otros

En este sentido este trabajo pretende mostrar en un panorama generalizado las múltiples aplicaciones de esta cactácea, desde el área alimenticia y de la salud humana principalmente y visualiza una posible solución a algunos sectores del campo mexicano, ya que el nopal perfectamente cabe en las “Redes de Valor”, dándole la oportunidad al campesino de darle valor agregado a sus productos.

III. METODOLOGÍA

El presente trabajo es un estudio de investigación bibliográfica, recopilación de datos y búsqueda de información sobre el cultivo del nopal verdura. Para tal fin se hizo una revisión de la literatura existente en la biblioteca central de la Universidad, se recibió el apoyo de maestros especialistas en el tema y se asistió a dependencias oficiales de gobierno, amén del apoyo electrónico de Internet.

Para llevar un orden y seguimiento de la literatura consultada se estableció inicialmente un guión temático que permitió rastrear la información punto por punto vaciando la información en cinco grandes capítulos que fueron: Introducción y generalidades del nopal, el cultivo del nopal, comercialización, industrialización y recetario.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes

Las cactáceas son nativas del Continente Americano, en específico de la América Tropical.

En la República Mexicana reconocemos como nopales a un gran número de especies del género *Opuntia* de la familia *Cactaceae*. Describiéndose hasta la fecha 125 géneros y 2, 000 especies.

México cuenta con más de 100 especies del género *Opuntia*, y es en las zonas semiáridas donde existe la variación más amplia, por lo que algunos botánicos lo consideran como el centro de origen de los nopales.

La familia Cactaceae presenta un gran número de endemismos lo que puede explicar tomando en cuenta que la historia de estas plantas es relativamente reciente.

Helia Bravo en 1978 reconoce para México varias especies de *Opuntia* que se desarrollan en zonas áridas, semiáridas, cálidas y templadas. Viven desde el nivel del mar hasta cerca de los 3000 metros en varios estados de la República, y pueden ser silvestres en algunos tipos de vegetación (Rzedowski 1979) o cultivados.

Una de las más arraigadas tradiciones alimenticias de México es la que incluye el gusto por el nopal. Esta planta, fragmento del paisaje nacional y de nuestra enseña patria, es también parte esencial de la dieta de la sociedad mexicana.

Empleado desde hace centurias por nuestros ancestros prehispánicos; el nopal tiene usos tan variados que van desde la pintura hasta la medicina. En la ganadería sirve como cerco y alimento. La industria aprovecha sus atributos para pigmento y fijador. Sin embargo, su utilidad más reconocida es la que vemos en nuestros platos a la hora de la comida como una nutritiva verdura.

Esta cactácea ofrece cualidades muy especiales, mismas que han cobrado interés entre productores, procesadores y consumidores. Una de ellas es su adaptación a climas extremos y a tierras donde otros cultivos no podrían sobrevivir.

Además cuenta con propiedades alimenticias y saludables únicas. Estas características deben ser divulgadas para lograr una extensa penetración en mercados nacionales y extranjeros para que este producto alcance un mayor valor agregado.

Nativos de nuestro país, se han distribuido a otras partes del mundo a partir del siglo XVI.

La superficie cubierta por el nopal tunero silvestre es de 3 millones de hectáreas y la del cultivado es superior a las 50,000 (Pimienta 1990).

El conocimiento y uso de los nopales en México deben haberlo iniciado los primeros pobladores, hace más de 25,000 años en su desplazamiento de norte a sur por la Árido América y el matorral xerófilo. Estas plantas entre otras, deben haber sido sus primeros recursos de subsistencia y asentamiento.

El nopal utilizado en nuestro territorio, tiene evidencias fechadas hace 7,000 años en semillas, cáscaras de tuna y fibras de pencas de nopal fosilizadas, encontradas en excavaciones realizadas en Tehuacan, Puebla.

Clave dentro de la historia de nuestro país, ya que fue parte de su concepción y simbología determinante en la fundación de México Tenochtitlán. Imagen ligada a su desarrollo, recurso básico durante su peregrinación y en la vida diaria para cubrir diferentes necesidades.

La planta completa y los frutos llamada por los aztecas *nochtli* o *nopalli*, es una cactácea endémica del continente americano perteneciente a los géneros *Opuntia* y *Nopalea* 1 .Se desarrolló en regiones áridas y semiáridas de nuestro país.

En la colonia, a la obra de Francisco Hernández escrita entre 1570 y 1576 registra el *nochtli* y sus frutos como alimento de sabor agradable, las hojas cocidas y condimentadas con chile como vianda fría. Enumera siete tipos de tunas: Iztacnochtli (tuna blanca), Cozonochtli (tuna amarilla), Tlatonochtli (tuna blanca), Tapatnochtli (tuna roja escarlata), Tzaponochtli (fruto parecido al zapote), Zacanochtli (tuna silvestre con frutos del tamaño de una nuez) y Xoconochtli (tuna ácida).

Bernardino de Sahagún (1548-1582), relaciona la palabra *nopalli* con árbol que levanta tunas, las cuales son de buen comer. Señala que las hojas se comen crudas o cocidas y que existen cuatro tipos: el *Coznochnopalli* que produce tunas amarillas por dentro, el *Elatocnochnopalli* que produce tunas coloradas por fuera y rosadas por dentro, el *Cujcujlnochnopalli* que produce tunas moradas por dentro y el *Xoconochnoalli* que produce tunas agrias blancas llamadas *xoconochtles*.

El nopal era preparado por los antiguos mexicanos de muy diversas maneras y con muy variados ingredientes:

Con verduras: aguacate, calabacitas, chayotes, quelites, tomates, chiles.

Con animales: guajolote, venado, iguana, faisán, perdiz, jabalí, conejo, perro, armadillo, chichicuilo, pato, tórtola, pescado, jaiba, tortuga, acocil, ajolote, coyote, mono, víbora, rana, insectos, etc.

Las tunas se empleaban como fruta fresca, secada al sol y cocida, la pulpa fresca y machacada se usaba para preparar bebidas refrescantes o mezcladas con pulque para darle sabor. De acuerdo al cocimiento se obtenían los siguientes productos:

Una miel ligera, una miel espesa, una pasta más o menos suave llamada actualmente “queso de tuna” y una bebida alcohólica llamada colonche (Sánchez 1982).



Figura 1. Códice náhuatl

Clasificación taxonómica

Cuadro 1 Posición taxonómica del nopal verdura

Reino	Vegetal
Subreino	Embryophyta
División	Angioserma
Clase	Dicotiledoneae
Subclase	Dialipetalas
Orden	Opuntiales
Familia	Cactaceae

Tribu	Opuntiae
Sub familia	Opuntioideae
Género	Opuntia
Especie	<i>O. ficus indica</i> , <i>O. streptacantha</i> , <i>O. robusta</i> y otras

Fuente: Briton y Rose. 1963, en Bravo-Hollis, 1978.

Características del género *Opuntia*

Los nopales son plantas carnosas, arbustivas o arbóreas, de 1 a 5 metros de altura, simples o generalmente espinosas.

Pencas

El tronco o las ramas (pencas) están bien definidas, son oblongas o de otra forma, aplanadas y de color verde que cuando son jóvenes se conocen comúnmente como nopal desde la base son erectas, extendidas o postradas.

Cladodio

Cladodios globosos, claviformes, cilíndricos o aplanados, muy carnosos o leñosos, limbo de hojas pequeñas y muy pronto caduco.

Areola

Las estructuras axilares llamadas areolas presentan hojitas, así como espinas grandes y pequeños ahuates que son evidentes y características en plantas adultas; tienen pelos, glóquidas y a veces glándulas que generalmente las de la parte superior de los artículos son las productoras de espinas solitarias o en grupos, desnudas o en vainas papiráceas.

Flores

En la parte superior de las pencas se forman las flores rojas, purpúreas, amarillas, etc. Son generalmente hermafroditas con un ovario ínfero con una cavidad y muchos óvulos, de igual forma poseen numerosos estambres gruesos más cortos que los pétalos y lóbulos del estigma cortos.

Frutos

Los frutos (tunas) son bayas de forma ovoide hasta elíptica, espinosas o desnudas, carnosas, secas o jugosas de 3 a 12 cm, de colores amarillo, rojo, anaranjado o púrpuro y con numerosas semillas. Estas plantas son perennes y florecen principalmente de diciembre a junio.

Si bien se ha demostrado que el nopal se puede desarrollar en cualquier clima, su crecimiento óptimo y habitual se da en terrenos áridos y semiáridos. Por sus condiciones geográficas, México es el país donde crece un mayor número de especies de nopal, se conocen alrededor de 110 diferentes en todo el territorio nacional, 65 de las cuales se localizan en el Valle de México. Todas crecen silvestres, sin la intermediación del hombre, aunque hay algunas que se cultivan por su valor comercial (caso de *O. ficus indica* y *O. Streptacantha*).

El tamaño y la forma de esta planta pueden variar. Hay desde las arbóreas, hasta las rastreras, pasando por las que conforman especies de arbustos.

El nopal remite renuevos normalmente en las pencas de 1 o 2 años y a veces en las de más edad.

En los meses de marzo a mayo cuando aparecen los renuevos con mayor profusión; sin embargo si el año es lluvioso o hay riego, es común que nazcan renuevos durante buena parte del otoño. Los nopales de no más de un mes y medio de edad, son deliciosos para la alimentación humana si se les prepara en forma debida y constituyen una legumbre digna de figurar en la mesa del más exigente gastrónomo.

En general, es poca la literatura existente sobre el nopal utilizado como verdura ya que, en la mayoría de los casos, se obtiene como producto secundario de las nopaleras orientadas a la producción frutal o forrajera y son pocos los lugares en que se cultiva en forma exclusiva para producción de verdura.

Acorde a la descripción botánica del género *Opuntia* 2, se divide en dos subgéneros; el nopal se alberga en el subgénero *Opuntia* (*Platyopuntia* Engelmann), Familia: cactáceas. Son especies con tallos aplanados, los cuales se conocen popularmente como pencas, cladodios o raquetas.

Se especula que esta especie fue de las primeras que se llevaron a Europa en la época de la conquista, logrando aclimatarse y adaptarse en el litoral del Mediterráneo. Otros nopales que tienen explotación comercial por su fruto y forraje son: *O. Amyclaea*, *O. Streptacantha*, *O. Joconostle*, *O. Megacantha*, *O. Rastrera*, *O. Robusta*, y como ornamento las variedades *O. Microdasys*.

Dentro del subgénero se reconocen 28 series de especies. Siendo de mayor interés la *O. Streptacantha* que agrupa diversas especies, las cuales son plantas arborescentes, ramosas, artículos glabros, verdes, espinas blancas, o ligeramente amarillentas, de flores grandes, amarillas, hasta anaranjadas. Su fruto es carnoso, comestible y muy agradable.

A esta serie pertenecen la mayoría de las especies que producen frutos comestibles. Y por último el subgénero *Cilindropuntia* (en general, éste no tiene mayor importancia económica).



Figura 2. Nopales y tunas

Distribución geográfica en México

Debido a la gran superficie árida de la República Mexicana, las nopaleras se pueden encontrar prácticamente en todo el país tanto de manera silvestre como cultivada.

Granados y Castañeda (1996) mencionan 3 zonas nopaleras propuestas por Marroquín (1964) que se basa en la abundancia de nopal y su incidencia natural.

Zona nopalera principal

Comprende Zacatecas, parte de Aguascalientes, Jalisco, Durango y Guanajuato.

Zona nopalera del noreste

Comprende Norte de Tamaulipas y Noroeste de Nuevo León.

Zona nopalera difusa

Comprende solo las partes cálidas de San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León, Coahuila, las partes áridas de Durango y Chihuahua.

Las especies características son *Opuntia streptacantha*, *Opuntia leucotricha*, *O. cantabrigiensis*, *O. lindheimeri*, y *O. Imbricata*.

Pimienta (1990) menciona que las nopaleras silvestres son las más distribuidas en México y se encuentran principalmente en Zacatecas y San Luis Potosí. En Jalisco un ejemplo de nopalera silvestre es *Opuntia Streptacantha* y *Opuntia leucotricha* (Bravo *et al*, 1991).

Una de las especies más comunes a escala nacional es la *Opuntia ficus indica* comúnmente llamada “nopalito”, esta especie si se siembra en gran parte de los estados de la República. Su amplia distribución se debe a la plasticidad de la planta en su adaptación a diferentes condiciones ambientales. La especie se puede encontrar en cultivos extensivos, cultivos de traspatio o solares como parte de un huerto en casa.

Cuadro 2. El nopal de forma cultivada puede encontrarse en los siguientes Estados

Aguascalientes	Nopal de traspatio <i>Opuntia ficus indica</i> (Pimienta 1990).
Baja California	Es la excepción de los estados del norte, pues es el único en producir nopal y no consumirlo ya que lo exporta a E.U.A. para los migrantes y para la distribución de los núcleos de personas de origen mexicano que consume nopal en California. En esta región se produce nopal en 4 municipios: Mexicali, Tijuana, Ensenada y Tecate (Cervantes <i>et al.</i> 2000).
Coahuila	Nopal de traspatio <i>Opuntia ficus indica</i> (Pimienta 1993).
Distrito Federal	Milpa Alta es la delegación productora de nopal más grande en nuestro país (Cervantes <i>et al.</i> , 2000)
Durango	Nopal de traspatio <i>Opuntia ficus indica</i> (Pimienta 1993).
Guanajuato	Nopal de traspatio <i>Opuntia ficus indica</i> (Pimienta 1993).
Jalisco	Son pequeñas zonas nopaleras, las más importante está cerca de la Laguna de Chapala (Cervantes <i>et al.</i> , 2000).
Morelos	Tlalnepantla es el municipio mayor productor con cerca de 350 ha cultivadas y 450 productores de nopal (Cervantes <i>et al.</i> , 2000).
Puebla	Hay dos entidades nopaleras la primera comprende entre los municipios de Atlixco y Cholula, la segunda está en Acatzingo, en las cuales se cultiva el nopal trueno (Cervantes <i>et al.</i> , 2000).
Michoacán	La producción nopalera se expande en todo el estado, sobresale Uruapan con 250 ha, cultivándose un 90% de nopal blanco y 10% de nopal verde o negro (Cervantes <i>et al.</i> , 2000).
Oaxaca	La producción de nopal se concentra en los Valles del Centro (Cervantes <i>et al.</i> , 2000).

San Luis Potosí	Nopal de traspatio <i>Opuntia ficus indica</i> (Pimienta 1993).
Zacatecas	Nopal de traspatio <i>Opuntia ficus indica</i> (Pimienta 1993).

Distribución geográfica mundial

El poder de adaptación que poseen las *Opuntias* les permite colonizar casi cualquier medio, su amplio intervalo para modificar su morfología al paso del tiempo, ha permitido que este género se adapte a una gran diversidad de hábitats.

Gracias a sus características se ha registrado la presencia de las *Opuntias* en gran parte del mundo. Países como Chile, Perú, Brasil, México, Bolivia, Argentina, Colombia, Estados Unidos de América, Italia, España, Sud África, África del Norte y Medio Oriente poseen algunas especies de este género (Barbera 1999).

Nopal para verdura

La verdura del nopal (nopalitos) se obtiene a partir de los brotes tiernos de la mayoría de las especies del nopal, cultivadas o silvestres, aunque existen especies y variedades que bajo cultivo ofrecen características que las hacen más deseables, tal es el caso del *Opuntia ficus indica*. Esta especie presenta muy pocas espinas y en algunos casos hay ausencia total de ellas.

En las variedades mejoradas de esta especie se ha logrado reducir la acidez del mucílago y espinas, haciéndolas más aceptables en el mercado.

En el estado de San Luis Potosí exporta, año tras año, nopales enlatados hacia los Estados Unidos. El nopal que se procesa proviene de 2,615 hectáreas que se explotan en forma silvestre y de un número muy reducido de hectáreas bajo cultivo.

En México la región nopalera de la Delegación Milpa Alta, D.F. es la más importante por su extensión en el cultivo del nopal para verdura. En esta región se producen 1,500 toneladas de nopales semanalmente, en poco más de 3,500 hectáreas; la verdura es absorbida principalmente por el mercado de la Ciudad de México.

Sustancia viscosa de algunos vegetales, comúnmente llamada baba.

Es en ésta región donde se cuenta con la mayor experiencia práctica sobre el manejo de este cultivo. La variedad que más se utiliza es la italiana. Otro lugar importante en este cultivo es la localidad de Tlaxcalancingo, municipio de Chipilo Puebla y en los últimos años empieza a cobrar gran importancia en los estados de Morelos, Hidalgo, México y Guanajuato.

Para el consumo de nopal como ya se mencionó, existen diversas especies que se explotan con este objetivo, sin embargo, en muchos casos por sus características externas (abundantes espinas) e internas (muy agrios y con

mucílago) no son muy apreciados por la gente, por lo que se está buscando la obtención de variedades mejoradas que presentan características deseables, como son: nopal sin espinas o muy pocas, no agrios, suculentos, poco mucílago, etc. Aspectos que repercuten indudablemente en el gusto de los consumidores.

En el nopal de verdura como cultivo se desarrolla bajo dos sistemas de manejo: al aire libre y en microtúneles (mini-invernaderos).

Especies usadas para verdura

Las más adecuadas para el establecimiento de huertas de nopal para verdura, son aquellas que presentan pencas que tienen pocas espinas, poseen gran cantidad de agua y poca fibra. Entre ellas sobresale el nopal de castilla *Opuntia ficus indica* (CODAGEM, 1979).

Se puede afirmar que todas las especies de nopal, silvestres o cultivadas, son aptas para el consumo como verdura fresca y que en general producen brotes tiernos en diferentes épocas del año, sobre todo en épocas de lluvias.

En el estado de San Luis Potosí las especies que se explotan en mayor proporción para consumo como verdura fresca o para enlatarlo, son: nopal cardón, *Opuntia streptacantha*, y el nopal de tuna tapona *Opuntia robusta*, que crecen en forma silvestre.

Variedades usadas para verdura

Barrientos (1965a) manifiesta que la especie *Opuntia ficus indica*, es la que comúnmente se usa para la producción de verdura, aunque en general de las especies tuneras también se utilizan los brotes con el mismo propósito: informa que se ha seleccionado la variedad COPENA V-1 para verdura, por su buena capacidad para la producción de brotes suculentos y sin problema de acidez.

Lozano (1958) dice que los nopalitos, de nopal tapón son los más apreciados debido a que los frutos de este se consumen poco y que el gusto por los nopales se ha formado a través del uso continuo de dichos renuevos.

Las variedades para la producción de nopal son: nopal de huerto, morado, jarrilla y cardón (SAG. Dir. Ext. Agr., 1973). Para esta explotación es recomendable usar la variedad del nopal italiano, que se cultiva en Milpa Alta, D.F. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. (1982).

De acuerdo con Helia Bravo, se pueden mencionar las diferentes variedades hortícolas derivadas de *Opuntia ficus-indica*:

Variedad Alba

Presenta un fruto grande, oval, de color blanco o con tintes amarillos o rojizos.

Variedad Lutea

Se caracteriza por poseer frutos de color amarillo de forma oval.

Variedad asperma

Su fruto es oval, de color amarillo con semillas escasas y abortivas.

Variedad Periforme

Se identifica por sus frutos piriformes y pedunculados, grandes, de color amarillo, rayado de rojo o violeta, pulpa amarillenta, semillas escasas.

Variedad Serotina

Las flores son tardías, maduran en octubre o noviembre, su fruto es oval, de color amarillo, a veces con tinte rojizo.

En la producción de brotes tiernos para verdura existen variedades especializadas, entre las cuales encontramos las siguientes:

Variedad Tlaconopal (*Opuntia inermis*)

Produce brotes carnosos, con espinas y su sabor no es agrio.

Variedad Copena V-1

Obtenida en el Colegio de Postgraduados de Chapingo (actualmente Colegio de Postgraduados solamente), se caracteriza por su buena capacidad de brotes suculentos, sin problemas de acidez, sin espinas y poco mucílago, incluso con cierto grado de resistencia a heladas con períodos de retorno largos durante el invierno.

Variedad Copena F-1

Considerada de triple propósito (verdura, fruto y forraje); sus brotes son delgados, sin espinas, poco mucílago, y no son agrios, presentan buena succulencia, el nopal es de excelente calidad.

Variedad Italiana

En nuestro país se cultiva principalmente en la Delegación Milpa Alta D.F; presenta brotes de buena calidad, con pocas espinas, de buen sabor y poco mucílago. Es una de las variedades de verdura más difundida en las huertas productoras de nopal para verdura, debido principalmente a que se dispone de bastante material vegetativo para su propagación y distribución.

Esta variedad es la que el PROMAN maneja para el establecimiento de nuevas plantaciones a nivel comercial en el país.

Existe otra variedad no mejorada que se encuentra en la localidad de Tlaxcalacingo municipio de Puebla; el tamaño de sus pencas es mucho más grande que las de la variedad italiana, con dimensiones aproximadamente entre 35 a 40 cm de ancho, sus brotes son muy succulentos, de color verde oscuro; aunque el brote es más fibroso y más ácido, tiene buena apariencia comercial.



Figura 3. Nopal verdura

Cuadro No. 3 Principales variedades cultivadas de nopal verdura

Variedad	Entidad de producción	Especie	
Milpa Alta	Distrito Federal, Morelos	O. <i>ficus indica</i>	
Atlixco	Puebla, Estado de México		
Copena VI	Estado de México Baja California, San Luis Potosí Sonora, Hidalgo		
Copena F1	Estado de México, Sonora Baja California		
Moradilla	Estado de México		
Blanco	Michoacán		
Negro	Michoacán, Guanajuato		
Blanco con espinas Polotitlán	Guanajuato Estado de México		
Tamazunchale	San Luis Potosí, Hidalgo		Nopalea cochellinífera
*Tapón	San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Durango, Aguascalientes, Jalisco, Querétaro		O. Robusta

*Nopal silvestre y plantado como cerco en huertos familiares y parcelas agrícolas, objeto de recolección.

Fuente: “Mercado mundial del nopalito” ACERCA, UAM, CIESTAAM, México 1995.

Especies de *Opuntia* de importancia alimenticia en el Distrito Federal y Estados aledaños

***Opuntia ficus-indica* (Linné) Miller**

Como alimento humano se utilizan varias especies de nopales (*Opuntia* spp); sin embargo, en buena parte de la República Mexicana, incluida la Ciudad de México, D.F y Zona Metropolitana, la que se usa todo el año en gran cantidad es el nopal sin espinas, llamado también nopal verdura, nopal pelón o nopal de Castilla. De la tuna mansa, *Opuntia ficus-indica* (Linné) Miller se utilizan los nopales el corazón del nopal, las flores y las tunas para elaborar diferentes guisos.

El nopal verdura es una planta cultivada principalmente en los campos de Milpa Alta, D.F y norte de Morelos. En estas regiones se poda y las cosechas son de nopal solamente.

Todo el año se encuentra en el mercado en dos presentaciones: con y sin espinas de 15 a 25 cm de largo más o menos; los nopales tiernos de 10 cm. se usan principalmente como remedio. Se venden a precios accesibles al público; en 1992 de 5 a 10 pencas (aprox. 300 a 500 gramos) costaban un peso al menudeo.

Esta especie, si se deja crecer y desarrollar, produce nopales flores y tunas.

***Opuntia amyclaea* Tenore**

Otra especie muy usada en la alimentación es el nopal de tuna blanca, *Opuntia amyclaea*, del cual se utilizan las pencas (oblongas, elípticas, etc.) pero principalmente los frutos conocidos como tunas blancas. Esta especie es cultivada y procede principalmente del Estado de Hidalgo y del fondo de la Cuenca de México, de los Campos de San Martín de las Pirámides, Axapusco, San Juan Teotihuacan, Nopaltepec, Tolma, Zempoala y Otumba Méx. Entre otros.

Se encuentra en el mercado de junio a noviembre, como tuna madura, fresca, sin espinas, de 10 a 15 cm de largo, de color verde –amarillo claro.

En 1992 y 1993 el precio por kilogramo fue de 2 pesos al menudeo y de 1 peso al mayoreo.

Estas tunas se utilizan principalmente como fruta fresca entre comidas y al principio o al final de estas.

También se elaboran con ellas jugos, dulces, orejones, bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Con las pencas se hacen platillos como los de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*).

Opuntia Joconostle Weber

El Xoconostle Xoconol, Choconostle, Joconostle (*Opuntia joconostle*) provee de la tuna que lleva estos nombres; todo el año se encuentra en el mercado, pero se vende en pequeñas cantidades en una presentación de tuna subglobosa, madura, cruda, de 15 a 10 cm de largo más o menos, de color púrpura, púrpura verdoso o verde grisáceo, de pulpa de rosada ácida; en 1992 y 1993 se adquirían de 1 a 3 xoconostles por peso.

Estos frutos son considerados como verdura y especia o condimento; se usan para elaborar botanas, salsas, postres y guisados.

Opuntia robusta Wendland

Esta especie llamada “nopal de tuna taponas” proporciona pencas y tunas (tunas taponas) que se utilizan poco.

Es una planta cultivada y silvestre. Se le encuentra principalmente cerca de las casas y es escasa en el mercado.

Con las pencas se elaboran pocos platillos; la tuna se come madura y cruda como fruta y postre. Es muy apreciada para colorear el pulque curado y para hacer una bebida alcohólica.

Opuntia Streptacantha Lemaire

Esta especie es llamada comúnmente nopal cardón, nopal hartón y tuna cardona, la cual proporciona penca y tuna (tuna cardona) comestibles; esta especie es importante para los habitantes del Centro y Norte de México; sin embargo al Sur de esas regiones no es un recurso sobresaliente. Se encuentra silvestre y también en los alrededores de la habitación humana como planta protegida en las localidades del Estado de Hidalgo, México y el D.F.

Es poco vista en los mercados donde se vende el fruto globoso de 5 a 10 cm. de largo, rojo carmesí, fresco, sin cáscara.

Época actual

A través de cientos de años el saber, el manejo y el uso de nopales ha aumentado de manera importante, en la actualidad varios grupos culturales de México tienen a estas plantas entre sus principales recursos.

De un total aproximado de 104 especies de *Opuntia* y 10 de *Nopalea* clasificadas en nuestro país, se utilizan 24 especies para consumos diversos, Quince de ellas como nopal para forraje, seis para tuna, y tres para nopal verdura, siendo las últimas especies: *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia robusta* y la *Nopalea cochellinifera*;

mismas que con sus diversas variedades existen en las principales zonas de producción de nuestro país.

Los usos e importancia de los nopales tienen relación con la naturaleza, los ecosistemas y el hombre. En 1992 durante el V Congreso Nacional y III Internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal, Marina Villegas notifica 25 usos del nopal, destacando entre los más importantes: alimento humano, alimento para animales y como remedio para algunas enfermedades que aquejan al hombre.

Partes usadas

Las partes usadas en la alimentación son los tallos o ramas (pencas) jóvenes o muy jóvenes (nopales tiernos) y el centro de las maduras e incluso viejas (corazón de nopal), los frutos (tunas) y las flores.

Las pencas muy jóvenes, de alrededor de 10 cm. son muy apreciadas en el arte culinario y en la terapéutica popular para lo cual generalmente se usan maduras; sin embargo hay guisos en que se prefiere usar las inmaduras. Las flores, incluyendo el ovario, son muy apreciadas por algunas personas.

Los nopales están calificados como:

- 1) verduras (pencas y flores).
- 2) Frutas (tunas).
- 3) Especies o condimentos (xoconostles).

Al usarse estos también, crudos o cocidos, para dar sabor y presentación a los guisos.

Valor alimenticio

Los nopales no constituyen en sí un alimento completo; sin embargo forman parte, igual que otras verduras, de los alimentos cotidianos de muchas familias de escasos recursos, sobre todo en las zonas áridas del país, y proporcionan algunos elementos nutritivos necesarios en la dieta.

Composición química

La composición química de las pencas y tunas de nopal se muestra en el cuadro No. 4.

Los nopales y las tunas son ricos en agua, mucílagos, celulosa, pectina, vitamina C, calcio y potasio.

Cuadro 4. Composición química de pencas de nopal (*Opuntia spp*)
(Por cien gramos en base húmeda)

Componente	Penca en crudo (100 g)
Energía (Kcal.)	27 a 37
Proteína (g)	1.1 a 1.7
Extracto etéreo (g)	0.4
Hidratos de carbono (g)	5.6 a 8.8
Cenizas	0.9
Calcio (mg)	93 a 110
Fósforo	20
Hierro (mg)	1.60
Vitamina A (µg eq)	41 a 50
Tiamina (mg)	.04
Riboflavina (mg)	.04
Niacina (mg)	0.2
Ácido ascórbico	19
Proporción comestible	78%
Grasas	.30
Retinol (µg eq)	41

Cuadro 5 Contenido de aminoácidos
(Por cien gramos en base húmeda)

Aminoácido	Contenido (100 g)
Lisina	4.00
Isoleucina	4.00
Treonina	4.80
Valina	3.80
Leucina	5.20
Triptófano	0.80
Metionina	0.70
Fenilalanina	5.40

Fuente: "Mercado mundial del nopalito" ACERCA, UAM, CIESTAAM, MEX 1995

Su contenido de humedad puede oscilar entre 79 y 92 % y las sales minerales que se encuentran en el son: El sílice, calcio, potasio, magnesio, manganeso, sodio, hierro y aluminio en la forma de carbonatos, cloruros, sulfatos o fosfatos.

Algunas especies de nopal contienen grandes cantidades de oxalato de calcio y ácido cítrico libre, así como proporciones variables de triglicéridos, ceras, resinas, látex, flavonoides, taninos, pigmentos clorofiloides y carotenoides.

Los carbohidratos pueden formar cerca del 10% del peso fresco y estar constituidos por monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, ya sea de hexosas o pentosas. Se han encontrado en el nopal solo pequeñas cantidades de almidón.

La celulosa llega a formar del 18 al 81% del peso seco según la especie, y los frutos pueden tener 5 al 46% de ella. Se conocen especies capaces de producir gomas, mucílagos y pectinas, sustancias útiles en las industrias alimenticias y farmacéuticas.

El contenido de proteínas del nopal varía de 5 al 23 % del peso seco; los tallos secos jóvenes poseen hasta un 3% más que los viejos.

Contiene, además vitaminas como el ácido ascórbico (Vit. C), carotenos (Vit. A), tiamina (vit. B₁), riboflavina (Vit. B₂) y niacina (también el complejo B), en mayor cantidad en las plantas jóvenes.

Usos y desusos

Los nopales han sido motivo de atención desde tiempos remotos. Es posible apreciar la importancia que adquirieron las culturas prehispánicas; basta recordar que se les utilizaba en las prácticas religiosas y mágicas como talismanes, como remedio de algunas enfermedades, elemento decorativo como planta de ornato y, claro está, como alimento.

Ni caso tiene abundar en las instrucciones del Dios Huitzilopochtli “encontrarán un águila sobre un nopal devorando una serpiente” a los mexicas que fundarían la gran Tenochtitlán.

Figura. 4 “Caballero Águila”



El nopal también es utilizado para explotación comercial como base para la obtención de grana cochinilla, insecto o plaga cuyo cadáver sirve para elaborar colorantes.

La cochinilla llamada por los aztecas, *nocheztli* o sangre de tunas, en forma de talegas y mantas labradas teñidas en rojo y morado, eran parte importante de los tributos especie, impuestos a pueblos subyugados por Moctezuma en la Triple Alianza conformada por Tenochtitlán, Texcoco y Tlacopan. Después de la Independencia se continuó cultivando la grana cochinilla y todo el tiempo fue el tercer renglón en las exportaciones de México.

Decayó su cultivo por la gran demanda y una sensible baja en su calidad final, y porque la industria europea a partir de 1865 inicia la producción de anilinas y sustancias químicas sintéticas. Sin embargo, recobra impulso en épocas recientes. En la actualidad es una industria rentable y extendida a nivel mundial, para producir materia prima dentro de un creciente y competitivo mercado de colorantes naturales por el preciado ácido carmínico.

El nopal tiene una amplia gama de usos; desde agregado a la construcción utilizado en forma de goma como aglutinante en la conformación y protección de muros, techos de adobe y pinturas; cerco vivo para delimitación, control y uso de límites territoriales; como barrera ecológica de conservación; estabilización de dunas, reforestación con fines comerciales y restauración de terrenos.

Tiene excelentes usos forrajeros como complemento con alimentos fibrosos en la alimentación animal, en pastoreo o de silo. Es relevante su uso como forraje estratégico para zonas de pastoreo áridas y semiáridas

Al ser el nopal una planta muy común en nuestro país aunque no siempre apreciada en todos los estratos sociales, no sorprende que se haya despertado un creciente interés por su aprovechamiento en campos como la química, la nutriología, la medicina y la industria.

Materia prima para la industria de cosméticos, artículos de tocador, shampoo, gel, acondicionador, jabón y cremas. También es base para obtención de pigmentos de uso múltiple, Combustible y aclarador de agua.

Como es natural, su principal uso es como alimento humano: la penca joven o verdura en fresco, salmuera o escabeche se emplea en decenas de guisos. Además se pueden fabricar panes, dulces cristalizados, jaleas, jugos concentrados, mermeladas, bebidas, edulcorantes y harinas.

La gran cantidad de carbohidratos que contiene el nopal, le proporciona un sabor agradable, la celulosa y la lignina que posee le hacen portador de fibra indispensable para el buen funcionamiento del tracto gastrointestinal, con lo cual se previene la aparición de algunos padecimientos como la constipación intestinal (estreñimiento) y la diverticulosis (especie de hernias en el intestino).

Su contenido de proteínas y vitaminas lo convierten en un importante elemento de la dieta nacional: en algunas zonas rurales del país constituye hasta el 50% de la dieta total.

En la medicina naturista, usado como cataplasma para golpes, contusiones, hinchazones, quemaduras y analgésico. En extractos o polvos de nopal deshidratado es auxiliar para tratamientos para la diabetes, hiperlipidemias y para disminuir peso corporal, cuando se ingiere previamente a los alimentos.

Y si nos atuviéramos a las aseveraciones de la medicina tradicional, tendríamos que aceptar que el nopal, su jugo o la propia penca es útil como diurético, laxante, analgésico, tónico cardiaco, y contra la diabetes.

En la terapéutica homeopática se utiliza diluida la tintura que se obtiene de la flor del nopal para el tratamiento de varios síndromes, entre los que se cuentan los trastornos mentales, el glaucoma, la fragilidad capilar, las neuralgias, la disfagia, la gastritis, la congestión hepática, las hemorroides, los espasmos, la cistitis, la fatiga, la disnea, y varios más. Sin embargo antes de echar las campanas al vuelo cabe señalar que las únicas aplicaciones clínicas que se han comprobado al nopal dentro de la ciencia médica alópata son el control de la diabetes mellitus, de la hiperlipidemia (exceso de lípidos en la sangre) y de la obesidad.

Mucílago de nopal

El mucílago de nopal (comúnmente denominado “baba de nopal”) tiene gran importancia, siendo así el subproducto número uno del nopal debido a sus múltiples aplicaciones, destacando en el ámbito de la salud humana, en especial las que inciden en la prevención y tratamiento de la diabetes, obesidad y colesterolhemia.

Desde el punto de vista tecnológico es factible la elaboración de productos cosméticos; como enjuagues, shampoo y cremas. Éstas últimas teniendo como componente principal el mucílago de nopal, ya que este posee propiedades refrescantes, humectantes y limpiadoras.

El mucílago de nopal ha sido objeto de estudio desde hace varias décadas, su composición química ha sido ya establecida por varios autores; los monosacáridos presentes son secretados por células vegetales presentes en el nopal y estos son: arabinosa, galactosa, ácido galacturónico, ramnosa y xilosa, de los cuales la arabinosa, galactosa y xilosa son las más abundantes.

Cabe mencionar que existen diferentes tipos de mucílagos, algunos de estos su estructura es de tipo glucorona- xilosa. Entre los minerales que lo conforma encontramos calcio (.029%), magnesio (.018%), nitrógeno (0%), cenizas (.8%) y viscosidad (Sol. al 1%) (1.54 cpv (centipoises).

Sin embargo no ha sido elucidada su estructura química, al respecto la propuesta más ambiciosa fue publicada en 1978 por McGarvie y Parolis y desde entonces no se tiene gran avance.

Las técnicas de extracción de mucílago básicamente consisten en las siguientes etapas:

- ☼ Desespinado y cortado de las pencas del nopal
- ☼ macerado del tejido vegetal
- ☼ Colocación del macerado en un medio acidulado con agua
- ☼ Dejar en reposo para el precipitado de los monosacáridos con un solvente orgánico que puede ser etanol o acetona
- ☼ La extracción con agua
- ☼ Finalmente obtención del polvo para la elaboración de diferentes productos.

Contra la úlcera y la diabetes

Se han realizado estudios sobre el efecto del nopal en la glucemia, los lípidos y el peso corporal. Para ello se proporcionó una dieta rica en fibra de nopal a sujetos diabéticos u obesos. El resultado fue una disminución del azúcar en la sangre (glucemia), del colesterol total y de los triglicéridos (ácidos grasos), así como la reducción del peso corporal. Hay que aclarar antes de que se erija un trono al nopal como exótico medicamento, que este efecto puede ser común a otros alimentos con un gran contenido de fibra.

Vale la pena insistir: en el tratamiento de la *Diabetes mellitus* el nopal es un buen auxiliar por su contenido en fibra, que disminuye la glucosa. El nopal no cura la diabetes, como no lo hace tampoco alguna otra sustancia conocida; ayuda, tal y como podrían hacerlo otros alimentos vegetales ricos en fibra, a controlar la cantidad de glucosa en la sangre, lo que redundará en un mejor control del paciente diabético, y a veces del paciente obeso.

Por otro lado experimentos realizados con ratas en el Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, han demostrado que el extracto del nopal tiene un efecto (amortiguador de pH) que protege a la mucosa gástrica de ciertos agentes agresores como la aspirina. Esto sugiere que el nopal podría ser útil en el tratamiento de la enfermedad ácido péptica (úlcera), si bien antes de aseverar tal virtud será necesario probar dicho efecto entre seres humanos.

En fin hay todavía muchas posibilidades por explorar de esta planta que ha nutrido y acompañado con nobleza a los mexicanos a través de los siglos.

Formas de preparación de los nopales

La riqueza o formas de preparación o receta a base de nopales son muy grandes en la República Mexicana; son verduras y frutas versátiles. Es probable que solo en el Distrito Federal y los Estados aledaños haya más de 300 recetas a base de éstas cactáceas, la gran mayoría de las cuales parecen corresponder al nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) y a las siguientes especialidades o agrupaciones de formas de preparación: Botanas, entremeses, salsas, ensaladas, sopas, cremas, guisados, panes, postres, bebidas y otros productos; de estos la gran mayoría son guisados elaborados con nopales solamente o con otros ingredientes, entre los que están: carnes, huevo, queso, leche, mantequilla, verduras, cereales, especias, etc. con tan numerosos ingredientes y la inventiva mexicana el número de combinaciones obtenidas es enorme. Los más baratos son los que tienen solamente nopales o pocos ingredientes; algunos de ellos son de elaboración sencilla y otros requieren de cierto tiempo para estar listos e ingerirse.

En la memoria de los habitantes de las comunidades rurales se encuentran un gran número de recetas, algunas son del dominio popular y otras restringidas incluso a nivel familiar.

Algunos son platillos antiguos, pero hay también platillos recién creados.

La transmisión y elaboración de las recetas es tradicional: oral, viendo y haciendo; se realiza principalmente en el hogar y el conocimiento fluye de madre, abuela, tía, suegra a hijas, nietas, sobrinas, ahijadas, nueras, etc.

Algunas de las recetas se encuentran ya registradas en:

- 1) Recetarios especializados de nopal, como los emanados de Milpa Alta, D.F y los de Villegas y colaboradores (1986-1987).
- 2) Recetarios no especializados.

Es en los certámenes culinarios realizados durante el II y V Congresos Nacionales y III Internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal realizados en 1987 y 1992 donde el arte culinario y gastronomía de los opuntiícolas de México ha estado presente en su máximo esplendor al presentarse una gran diversidad de formas de preparación del nopal en México.

El cultivo del nopal verdura

El cultivo del nopal para verdura al aire libre

Este sistema de manejo es el más usado, pero tiene muchas limitaciones; en primer lugar, las heladas no permiten la producción en los meses en que el mercado ofrece precios más altos, pero también tiene la ventaja de que su establecimiento es más barato que el de micro túneles.

La plantación se hace de abril a mayo, o bien en algunos casos en octubre noviembre, posterior a las lluvias, en un terreno limpio, preparado y en cepas de 40x40x40 centímetros. La penca se entierra hasta la mitad de su largo y se apisona levemente la tierra.

La plantación se realiza con una densidad de 40,000 a 55,000 plantas por hectárea, dependiendo de la variedad, condiciones y características del suelo y del clima del lugar.

Para nopal forrajero y cercas vivas de nopal, las líneas de plantación se hacen con arado de subsuelo, acomodándolas manualmente en el terreno.

El sistema intensivo de producción de nopal verdura en micro túneles empieza a difundirse en diversas regiones, ya que en áreas de 30 metros cuadrados se pueden plantar hasta 1,500 pencas con poca infraestructura.

Cuando el material de reproducción es muy selecto o escaso, se utiliza el método de fracciones mínimas. Las pencas, después de 10 días del corte a la sombra, se cortan en 4,6 u 8 fracciones por penca. Se colocan en caldo bordelés al 2% (2-2- 100, cal, sulfato de cobre tribásico y agua) y dejados a la sombra de 7 a 15 días.

Se construye un almácigo a cielo abierto de 1 a 1.5 m de ancho, con una mezcla composta en el suelo de arena, tierra y estiércol., cubriendo ligeramente con esta mezcla y aplicando riegos ligeros durante 7 días hasta el inicio de su enraizamiento.

Así permanecen por 6 meses hasta estar listos para su transplante al terreno definitivo.

Generalidades del nopal para verdura

El nopal emite renuevos en las pencas de 1 o 2 años y a veces en las de más edad.

Es en los meses de marzo a mayo cuando aparecen los renuevos con mayor profusión; sin embargo, si el año es lluvioso o hay riego, es común que nazcan renuevos durante buena parte del otoño. Los nopalitos de no más de un mes y medio de edad, son deliciosos para la alimentación humana se les prepara en forma debida y constituyen una legumbre digna de figurar en la mesa del más exigente gastrónomo. Lozano (1958).

En general, es poca la literatura existente sobre el nopal utilizado como verdura ya que, en la mayoría de los casos, se obtiene como producto secundario de las nopaleras orientadas a la producción frutal o forrajera y son pocos los lugares en que se cultiva en forma exclusiva para producción de verdura.

Preparación del terreno

Barbechar de 25 a 30 cm. de profundidad a fin de intemperizar la capa inferior del suelo, para eliminar nematodos y plagas que atacan a la planta. También a condicionar la capa arable y nivelar el terreno para evitar encharcamientos después de los riegos o de una fuerte lluvia, o bien, resecamientos en las partes más altas por efectos de los rayos solares.

Método de siembra

El método de siembra más rápido y económico para plantar el nopal es a partir de pencas. Se planta en surcos de 10 a 15 cm. de profundidad, en los cuales se entierra la mitad inferior de la penca (García, 1972). Con relación a la edad más adecuada del brote de siembra, Grajeda (1978) realizó un estudio y plantó pencas de 3,6 y 12 meses de edad, donde observó que en los de 6 meses, la producción de brotes fue más elevada, por lo que se plantea que en ellos existe un equilibrio fisiológico de máxima eficiencia, y se satura en esa edad la respuesta de producción.

Época

La más adecuada para iniciar la plantación es abril o mayo, poco antes de la temporada de lluvias; esto permite que para octubre o noviembre del mismo año, inicie el corte de nopalitos en condiciones de temporal, que es cuando hay buenos precios.

Densidad

García (1972) y Castañeda (1978) dicen que, para obtener óptimos resultados, el número de plantas debe ser de 40 000/ha con un distanciamiento de 25 cm entre planta y 1m entre surco. Si se cuenta con mercado para otras verduras o flores y con agua de riego, pueden intercalarse surcos de nopal cada 2 ó 3 m entre ellos cultivar las verduras o flores sin que se dañen unas plantas con otras.

Grajeda (1978) ha logrado con la variedad COPENA V-1, producciones elevadas de verdura durante la época de mayor demanda en el mercado, mediante forzamiento en túneles de plástico. La producción promedio en estos túneles ha sido de hasta 27 Kg. / m², en cortes cada 15 días al tamaño comercial requerido. La plantación más eficiente es en forma superintensiva, con pencas de un semestre de edad y con una densidad de plantación de 55 plantas por m² .

Cultivos

Entre las principales labores de cultivo destaca el control de malezas, el que se puede hacer con azadón o con herbicidas, cuidando de seguir las instrucciones de la etiqueta; se debe evitar asperjar sobre brotes tiernos o sobre los nopales a fin de evitar daños.

Fertilización

García (1972) recomienda aplicar de 50 a 100 ton de estiércol /ha y mezclarlo bien en los 25 cm. superiores del suelo. Esta estercoladura puede completarse con aplicación de la fórmula 120-100-00, dividida en dos aplicaciones que serían a principios y a afines de la temporada de lluvias. Se tienen mejores resultados si se aplica simultáneamente el fertilizante químico y el estiércol; si no se pueden aplicar ambos, el estiércol es el más recomendable. A este respecto, Castañeda (1978) afirma que después del primer o segundo mes de la plantación, se debe aplicar una capa de estiércol de ganado vacuno con un espesor de 3 a 5 cm sobre la hilera de las plantas.

Grajeda (1978) informa que para la producción intensiva de nopal para verdura, en túneles de plástico, se utilizó la siguiente fertilización: se colocó una capa de 15 cm de estiércol seco, mullido distribuido uniformemente en las camas de siembra (equivalente aproximadamente a 840 ton/ ha).

Posteriormente se adicionó encima una capa de 10 cm de arena. Con este sistema la planta dispone de un sustrato que no permite excesos de humedad acumulada, una fuente de nutrimentos y se propicia una temperatura más elevada que la intemperie para favorecer una mayor actividad radicular.



Figuras 5 y 6. Cuidados a plantaciones de nopal verdura

Riegos

Aun cuando la planta del nopal vive sólo con el agua de las lluvias, es recomendable aplicar un riego ligero durante los meses de sequía, una vez por mes para obtener mejor producción.

Poda

García (1972) manifiesta que es conveniente realizar poda de formación. Una vez que la planta ha desarrollado un sistema de raíces y entra en actividad, inicia la brotación de nuevas yemas que darán origen a las pencas superiores; sobre ésta se desarrollarán los nopalitos que se cosecharán para venta. Se seleccionan 2 brotes centrales superiores de la penca inicial.

Grajeda (1978) en un estudio relativo a la influencia de la poda, en la producción de nopal para verdura, llegó a las siguientes conclusiones:

1. El tamaño medio del brote que se dejó desarrollar en la primera emisión fue el que más influyó en las siguientes producciones de brotes, por lo que se supone que este tamaño presenta un nivel de alta eficiencia fotosintética.
2. Conforme se deja desarrollar un número mayor de brotes de la primera emisión y luego eliminan (poda ligera) la producción subsecuente de brotes será más elevada, como se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 6 Efecto de la edad del cladodio madre y de la intensidad de poda sobre la producción de brotes y sobre la tasa de asimilación neta efectuada entre los cladodios madre y brote

Edad	Intensidad	Producción	TAN (mg/ cm²/hora)	
meses		Kg./0.036m²	C. Madre	Brotes
3	Severa	0.636	0.025	0.028
3	Intermedia	0.707	0.030	0.026
3	Ligera	0.995	0.055	0.039
6	Severa	1.077	0.066	0.050
6	Intermedia	1.378	0.111	0.069
6	Ligera	1.982	0.149	0.085
12	Severa	0.777	0.032	0.030
12	Intermedia	0.950	0.049	0.030
12	ligera	1.154	0.085	0.040

Condiciones climáticas adecuadas en poblaciones silvestres de nopal

En la mayoría de las regiones del territorio nacional están presentes las poblaciones silvestres del nopal, la temperatura para su buen desarrollo oscila entre un rango óptimo de 16 a 28° centígrados, soportando una máxima de 35° C, sin sufrir afecciones graves. Las temperaturas mínimas van de 10 a 0° C y afectan fuertemente al cultivo, pudiendo incluso causar su muerte en el caso de las heladas por debajo de las temperaturas mencionadas.

El rango de precipitación varía desde los 150 hasta 800 mm de precipitación media anual distribuida. Si la humedad relativa del ambiente aumenta la planta se afecta en su crecimiento y desarrollo, así como si está expuesta a los ataques de plagas y enfermedades. El nopal se cultiva en una altura de los 800 a 2,400 metros sobre el nivel del mar, aún cuando se encuentra hasta los 3,000 msn y existen especies que ayudan a la estabilización de dunas, en las costas. El tipo de suelo en que se desarrolla es el volcánico, y calcáreo de textura franca; en los franco-arenosos, franco arenoso-arcilloso y arenas francas, con un pH de 6.5 a 8.5.

Establecimiento de la plantación

Los aspectos del clima y edafológicos, así como la época de plantación señalados para nopal tunero son también válidos para el nopal verdura.

Selección de material vegetativo

Las huertas de donde se piensa obtener el material vegetativo deben reflejar un buen manejo, que es básico para obtener pencas con la calidad y sanidad adecuadas.

El material para reproducción debe provenir de huertos sanos que se localicen lo más cerca posible del lugar donde se establecerá la nueva plantación, se recomienda no maltratar las pencas para evitar daños mecánicos que provoquen pudriciones posteriores a la plantación.

La penca debe presentar buenas características para ser seleccionada como material de propagación, a saber:

- Buen vigor.
- Libre de plagas y enfermedades.
- Que no presente malformaciones físicas.
- Que tenga de 6 meses a 1 año de edad.
- Que tenga como mínimo 30 cm de largo por 20 cm de ancho.
- Que sean plantas de buen grosor y succulencia.
- Que presenten el corte en la parte de la unión de la planta madre.

La edad es un factor importante en la producción de nopal para verdura, por lo que los cladodios para nuevas plantaciones deben tener de 6 meses a 1 año de edad.

Tratamiento del material vegetativo

Una vez cortado el material vegetativo seleccionado se procede a su desinfección con el caldo bordelés al 2% (2-2-100 de cal, sulfato de cobre tribásico y agua), luego se pone a la sombra durante un período de 15 a 20 días para oreamiento y cicatrización, acomodando las pencas de canto en el suelo y recargándolas unas con otras para evitar que se maltraten por efecto de la presión que soportarían si se acomodan en perchas verticales. Este acomodamiento y oreamiento se pueden hacer en la huerta de procedencia o de donde se va a hacer la plantación; pero antes de plantar el material se debe tener cuidado de que también se le den de 15 a 10 días de oreamiento ya tendido en el terreno a plantar.

Plagas y enfermedades

Al igual que en cualquier otro cultivo, las plagas le causan serios daños al nopal, por lo que es necesario el establecimiento de programas adecuados de control, para que el cultivo alcance buen desarrollo y producción.

Los principales problemas fitosanitarios del nopal son: las plagas del picudo barrenador, del picudo de las espinas, del gusano blanco de nopal, del gusano cebra y la grana cochinilla, entre otras. De entre las enfermedades comunes podemos citar la mancha bacteriana, mancha o secamiento de la penca, pudriciones causadas por hongos, bacterias y virus.

Un grave peligro para el nopal lo constituye actualmente la plaga *Cactoblastis Cactorum*; cactófago huésped del nopal originario de Argentina, Paraguay, Uruguay y el sur de Brasil. Este insecto fue utilizado para el control biológico del nopal, considerado en algunos países como planta invasora.

Se detectó en La Florida, por vez primera, en 1989. Existe el peligro de que este insecto se extienda a México y cause graves daños irreversibles a la producción nopalera.

Sobre este aspecto existe en la actualidad abundante información y son muchos los investigadores que se han interesado en el tema: Coronado (1939), estudió las principales plagas del nopal, en Chapingo México. Lozano (1958) reporta las principales plagas del nopal en el área 43 de San Luis Potosí. Coronado y Morales (1968) hacen una descripción de la mosca del nopal *Dasiops bennett* McAlpine, díptero de la familia *Lonchaeidae*, como una nueva plaga en México.

García (1968) describe en forma detallada, a las principales plagas que atacan a este cultivo en el Valle de México; esta descripción coincide con Barrientos (1981a), CODAGEM (1979) y en varias plagas coincide con Muñiz (1976); en forma similar la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (1982) menciona las principales plagas que atacan al nopal frutal en el Estado de México y su control.

Guevara (1977) realizó un estudio sobre *Chelinidea tabulata* (chinche gris del nopal) y evaluación preliminar de insecticidas para su control, de la misma manera Muñoz (1970) prueba 5 insecticidas sistémicos para el control de *Moneilema* spp. (Gusano barrenador del nopal) en Buenavista Saltillo Coahuila.

Herring (1980) discute ampliamente el género *Chelinidae*; Burger (1972) describe el control de *Cactoblastitis* y *Dactylopius*; Anderson y Valdemarson (1975) reportan al nematodo *Heterodera cacti* en *Opuntia*; Uekert y Herndon (1973) examinan los efectos del taladrador del cactus *Olycella junto lineela* (Lepidóptera); Annecke (1976) realiza importantes estudios sobre *Cactoblastitis cactorum*.

Carrol y Wangberg (1978) describen daños ocasionados por *Chelinidea vittiger*; Karny 1972 realiza un estudio comparativo de 3 especies de *Dactylopius*; Mc Gregor (1976) y Piña (1970 y 1981) hacen estudios de la cochinilla o grana del nopal *Dactylopius coccus* Costa.

Además de los investigadores citados, existen otros que abordan este tema específico, considerando también, muchos de los insectos que son utilizados para el control biológico en grandes extensiones de tierras invadidas por *Opuntia*, así como el género *Dactylopius* usado en la fabricación de colorantes.

De acuerdo con los anteriores investigadores, la información es la siguiente:
Cuadro 7. Principales plagas del nopal *Opuntia* spp.

Nombre común	Nombre científico
Picudo barrenador	<i>Cactophagus spinolae</i> Gyll
Picudo de las espinas	<i>Cylindrocopturus birridatus</i> Champs
Gusano Blanco del nopal	<i>Lanifera ciclades</i> Druce
Gusano cebra	<i>Olycella nephelepsa</i> Dyar
Chinche gris	<i>Chelinidea tabulata</i> Burm
Chinche roja	<i>Hesperolabops gelastops</i> Kirk
Mosca del nopal	<i>Dasiops bennetti</i> Mc Alpine
Trips del nopal	<i>Sericotrips opuntiae</i> Hood
Caracol	<i>Helix aspersa</i> Muller
Barrenador del nopal	<i>Moneilema</i> spp
Nematodos	<i>Heterodera cacti</i>
Gusano de alambre	<i>Melanotus</i> spp
Gallina ciega	<i>Phyllophaga</i> spp
Escamas	

Insectos nocivos del nopal

Picudo barrenador *Cactophagus spinolae* Gyll.

Características. Los adultos aparecen en el mes de mayo, son de color negro con 2 manchas rojas en la parte anterior del protórax y 2 bandas de color anaranjado en los élitros; miden de 23 a 26 mm de longitud; las hembras depositan sus huevos en las partes bajas de las plantas y en los sitios protegidos de las pencas; las larvas miden de 25 a 31 mm de largo, blancas, algo curvas, no tienen patas y la cabeza es de color café; al terminar su desarrollo larvario construye una celdilla con fibras masticadas para convertirse en pupa y así pasar el invierno.

Daños. Los adultos se alimentan comúnmente de los bordes de las pencas tiernas y las larvas de los tejidos donde hacen galerías en la parte interna de los ejes principales; ciertas áreas de las partes afectadas presentan acumulación de secreciones de consistencia gomosa.

Control. En estado adulto se puede controlar en forma mecánica, se captura y se destruye a mano ya que es poco activo y camina sobre las pencas, sobre todo en los meses de mayo a septiembre. Las larvas se pueden extraer de las heridas que se reconocen por las masas de secreción que fluyen del punto dañado. Para ello se usa un cuchillo. En el invierno se pueden extraer las pupas que se localizan en la base de las plantas. García (1968).

También se pueden controlar con productos químicos. Muñiz (1976), a este respecto manifiesta que la naturaleza de la epidermis de las cactáceas y el tejido succulento, ocasionan que no pueden ser utilizados los insecticidas en forma indiscriminada; sin embargo, CODAGEM (1979) recomiendan los siguientes para el control de este insecto:

Azinof metílico, C. F. 25% a razón de 1.0 – 1.5 l/ha

Endosulfán C. E. 35% a razón de 1.0 – 2.0 l/ha

Malatión C. E. 84% a razón de 1.0 – 1.5 l/ha

Folidol C. E. 84% a razón de 1.0 – 1.5 l/ha

Picudo de las espinas *Cylindrocopturus birridatus* Champs

Características. Los adultos emergen en los meses de abril y mayo, son de color oscuro con una mancha dorsal en forma de cruz y de 4 a 4.5 mm de longitud; las hembras depositan sus huevos en la base de las espinas y entre junio y julio nacen las larvas, que son pequeñas, blancas, curvas, sin patas y cabeza de color café. En el mes de noviembre construyen una celdilla en la misma zona afectada y se convierten en pupa para invernar; la especie *Cylindrocopturus ganglbaueri* Séller, también ataca al nopal en forma semejante.

Daños. Los adultos no causan daños de importancia; las larvas, al nacer comienzan a alimentarse dando lugar a un escurrimiento que forma escamas y cintas de secreciones que pronto endurecen y producen un secamiento en la base de las espinas.

Control. Se recomienda destruir las pencas atacadas, o bien hacer aplicaciones de folidol en los meses de abril y mayo.

Gusano blanco del nopal *Lanifera ciclades* Druce

Características. La palomilla pone sus huevecillos sobre las pencas en grupos de 30 a 50, que cuando quedan de manera regular están sobrepuestos como las tejas de un tejado, de color gris traslúcido; en pocos días ocurre la eclosión y nacen las larvas que forman colonias sobre las pencas y se protegen por una malla de seda. Las larvas desarrolladas miden de 45 a 55 mm de largo, construyen un cocón de seda en el que se transforma en una pupa de color rojo oscuro de 20 mm de longitud, de ella nace una palomilla de color amarillento que sale al exterior en los meses de julio a octubre; estas larvas expulsan sus excrementos a través de un agujero que hacen, por lo que al caer al suelo forman montoncitos de regular tamaño que los agricultores llaman montoncitos de arroz.

Daños. Las larvas recién nacidas poco a poco avanzan hacia el interior de las pencas, hasta alcanzar el eje principal; afectan los tejidos leñosos y perforan toda la parte tierna, hasta debilitar a la planta que posteriormente muere, o por lo menos no produce nuevos brotes.

La especie más susceptible a esta plaga es *Opuntia megacantha*, aunque también se ha reportado en *Opuntia streptacantha* y *Opuntia tomentosa*; se presenta principalmente en los Estados de la Altiplanicie Mexicana.

Control. Debido a sus hábitos sociales, en los meses de septiembre y octubre se localizan las colonias de las larvas jóvenes sobre las pencas bajo una malla de seda, las cuales deben destruirse. Las colonias de larvas desarrolladas se localizan gracias al cúmulo de excrementos que expulsan de su galería y allí mismo pueden destruirse.

El control químico puede realizarse por medio de los productos señalados para el control del Picudo barrenador.

Gusano cebra *Olycella nephelepsa* Dyar

Características. El adulto es una mariposa inactiva de aspecto polvoroso y opaco de 45 a 52 mm de expansión alar. Durante el mes de enero, preferentemente, el nopal joven o las pencas tiernas son atacados por numerosas colonias de larvas que, en su primer estadio son de color claro y a partir del segundo comienzan a tornarse de un tinte negro; presentan 12 franjas blancas bien definidas, coloración de donde deriva su nombre común; las larvas miden de 45 a 69 mm de longitud.

Al terminar su estado larvario escapa y penetra en el suelo, donde construye un cocón de seda para transformarse en pupa. En el campo hay 2 generaciones al año siendo la primera la más perjudicial porque sus enemigos naturales no están activos.

Daños. Las larvas viven exclusivamente en el interior de la planta y provocan abultamientos exteriores por la destrucción interna de la penca. Se ha localizado en *Opuntia tomentosa*, *Opuntia megacantha*, *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia streptacantha*, *Opuntia stenopetala*, *Opuntia robusta* y otras no determinadas.

Control. Esta plaga se puede combatir haciendo uso del control biológico. En el Valle de México existen 2 enemigos que parasitan y atacan a las larvas y ellos son: el Taquinido *Phorocera texana* Aid y Wedd, que ataca las larvas maduras, pero que se les permite construir su cocón antes de morir; el otro es una avispa de la familia Braconidae *Apanteles mimoristae* Mues, que generalmente ataca a las larvas jóvenes y se encuentran numerosas pupas de la avispa junto al cadáver de *Olycella*.

Lumms y Wangberg (1979) reportan que en las larvas de *Olycella subumbrella* detectaron un 57.5% de mortalidad en estado de huevos y un 53.6% en estado larval, todo debido por completo a predadores.

Durante su aparición, en enero, el parásito se puede combatir eficientemente mediante el control químico con los insecticidas que a continuación se citan:

Sevín pH 80% de 200 a 400 g /ha, disueltos en 100 litros de agua.
Endrín 19.5% de 250 a 500 cc mezclado en 100 litros de agua.

En la segunda época, cuando las larvas han llegado a su madurez, se procede a extraerlas y destruirlas mecánicamente.

Chinche gris *Chelinidea tabulata* Burm

Características. Al aumentar la temperatura, en la primavera, se incrementan las poblaciones de esta plaga que empieza a reproducirse activamente; las hembras colocan sus huevecillos sobre las pencas o espinas en hileras, formando grupos de 5 a 15, las ninfas al nacer son de color negro, excepto el abdomen que es de color claro verdoso; pasa por 5 estadíos ninfales y el adulto es de color café grisáceo o verdoso y de 12 a 15 mm de longitud.

Continúan reproduciéndose durante todo el año pero alcanzan su más alto nivel de población durante los meses de junio a agosto. Generalmente son de hábitos gregarios en todos los estadíos ninfales; en cambio, los adultos tienen menos acentuados estos hábitos, se ha visto que durante el invierno cesa la reproducción y los adultos permanecen en lugares protegidos formando grupos.

Daños. El daño que causa la chinche gris consiste en pequeñas áreas cloróticas que se forman en los cladodios o pencas del nopal; estas manchas son ocasionadas al alimentarse succionando la savia y tamaño de las mismas varía de 2 a 8 mm de diámetro, según se trate de picaduras de ninfas o de adultos.

Este insecto muestra preferencia por alimentarse de cladodios tiernos; sin embargo, también lo hace sobre pencas de mayor edad e incluso sobre los frutos. Guevara (1977).

Sweetman, citado por Guevara (1977), afirma que en Australia la Chinche gris mostró preferencia por *Opuntia inermis*, *Opuntia tomentosa* y *Opuntia monacantha*.

Control. García (1968) recomienda los siguientes productos:

Folidol M-150 al 1%
Dipterex 80% al 0.3%
Lindano 23% al 0.3%

CODAGEM (1979) menciona algunos productos químicos utilizados en el combate de la chinche gris:

Cuadro 8. Químicos utilizados en el combate de la chinche gris:

Producto	Formulación	Dosis /ha	Intervalo de Seguridad (días)
Malatión	C.E. 50 %	200 cc/ 100 l agua	7
Paratión etílico	C.E. 50 %	150 “	14
Paratión metílico	C.E. 50 %	150 “	14
Sevín	pH. 80 %	300 “	7

Guevara (1977) encontró que los insecticidas que presentaron mayor efectividad a las 10 y 2 horas de aplicados fueron:

Dipterex 80% P.S. a razón de 300 g en 100 litros de agua
 Sevidán 72% pH en dosis de 170 g en 100 litros de agua
 Sevín 80% pH en dosis de 300 g en 100 litros de agua
 Thiodán 35% en dosis de 100g en 100 litros de agua

Control Biológico. Vol *et al.* (1973) reportan que una especie del género *Chelinidea* (*Ch. Vittiger*) en California se encontraron enemigos naturales como las arañas *Paucetia viridens* (Hentz) y *Latrodectus mactans* (F) devorando ninfas y adultos respectivamente y *Ooencyrtus gohnseni* (How.), en parasitación de huevos.

Chinche roja *Hesperolabops gelastops* Kirk

Características. Este insecto inverna en forma de huevecillo insertado entre la cutícula del nopal, siendo hasta fines de la primavera cuando se inicia la emergencia de ninfas. Al nacer, éstas son de color rojo, incluso la cabeza y las patas, pero a medida que se desarrollan las patas van tornándose negras; el adulto mide de 6.5 a 7.5 mm de longitud, es de coloración oscura excepto el pronoto que es anaranjado.

Al llegar el invierno mueren los adultos y quedan los huevecillos invernantes para dar origen a las generaciones del siguiente año.

Daños. Ninfas y adultos succionan la savia de las pencas para formar manchas resacas que, posteriormente, se levantan y con frecuencia se unen provocando el agrietamiento de la superficie.

Control. Se puede controlar con los mismos insecticidas usados para el control de la chinche gris.

Cochinilla o grana *Dactylopius indicus* Green

Características. Después de que la temperatura empieza a ascender, comienza la actividad y la reproducción de este insecto se hace notable; las ninfas de 36 días de edad son capaces de reproducirse porque ya poseen aparato reproductor.

La oviposición comienza 4 semanas después de la fecundación, ovipositando cada hembra de 150 a 160 huevecillos, de los cuales nacen inmediatamente las ninfas que, en los 2 primeros días, emigran buscando grietas para llevar a cabo sus actividades.

Daños. Estos se localizan en la parte basal de las espinas, con apariencia de pequeñas bolitas de algodón, que al ser presionadas, expelen un líquido rojo púrpura. Ataques severos de esta plaga pueden causar la caída del fruto, debilitamiento de la planta y finalmente la muerte.

Control. Cabe destacar que existen dos insectos enemigos naturales, que atacan a la cochinilla, estos son: *Chilocorus cacti* Linné, que en su estado larvario se alimenta de las hembras de *Dactylopius indicus* y el otro es *Lactilia cocidivora*.

Graethed (1972) reporta que en Sud África, se encontró al insecto *Criptolaemus monstuozier* Muls, parasitando a *Dactylopius indicus* Green.

Annecke *et al.* (1969) informan sobre la existencia en Sud África de 2 predadores de *Dactylopius* spp: *Exochomus flaviventris* Mader y *Criptolaemus monstuozier* Muls.

El control químico se puede realizar mediante la aplicación, en el momento que se presentó esta plaga, de cualquiera de los siguientes productos:

Paratión Metílico en dosis de 100 cc/ha en 100 litros de agua; Dipterex 90% en dosis de 300 cc/ha en 100 litros de agua; Malatión en dosis de 150 cc/ha en 100 litros de agua.

Burger (1972) recomienda para el control de *Dactylopius* spp que causa severos daños en nopal sin espinas, los siguientes productos para Sud África: Cabaril 85% o Methiathión 40% durante los meses de marzo y noviembre, según las indicaciones del fabricante.

Mosca del nopal *Dasiops bennetti* McAlpine

Características. La hembra mide 4.4 mm de largo y 5.8 mm desde la cabeza hasta el extremo de las alas, mientras que el macho tiene 4.6 mm y 6 mm respectivamente, por lo que son más pequeños que la mosca común. El cuerpo es azul brillante, los ojos rojizos y las patas negras, con los segmentos de los tarsos amarillos. La larva es blanca, de 6.7 mm de largo y 1.15 mm de ancho, musciforme, alargada, con el extremo anterior en punta y el posterior engrosado, la pupa es oval, de 4.7 mm de largo y 1.7 mm de ancho, de color rojizo que va oscureciendo conforme se va tornando en adulto.

Daños. Las larvas producen tumores ovales en los bordes de los cladodios, del tamaño, que sobresalen por ambos lados, de 2.5 cm de alto por 1.7 cm de ancho; en un principio estas formaciones son del mismo color en la planta, después el tejido comienza a decolorarse por uno o ambos lados, adquiere un tono café oscuro o negro y se hunde la superficie de los tejidos muertos. Las larvas destrozan el tejido interior y los tejidos fibrosos de color café contrastan con los tejidos sanos verdes. Los tejidos frescos infestados pierden su humedad natural, cuando en ellos se hospedan las larvas que se transforman en pupas. Coronado y Morales (1968).

Trips del nopal *Sericotrips opuntiae* Hood

Características. Son insectos pequeños que miden cerca de 1 mm de longitud, delgados y finos, de color amarillento o pardo negruzco, con 6 patas; en estado adulto tienen 2 pares de alas con flecos y poseen unas ventosas en los extremos de sus patas, las larvas, que en todo lo demás son similares a los insectos adultos, no poseen alas y a veces son de color rojizo.

Las modificaciones estructurales en estos individuos, desde huevo hasta insecto adulto, duran en condiciones óptimas para su desarrollo de 20 a 30 días.

Daños. Su ataque lo realizan haciendo perforaciones en los tejidos de la planta, succionando el jugo celular. Los órganos atacados se cubren de manchas de color amarillo o gris blanquecino, adquieren aspecto jaspeado y se ven ensuciadas con gotitas de excremento oscuro y brillante; más tarde aparece la amarillez o coloración parda, así como la costroicidad y la desecación de la parte atacada. Los trips son también vectores de enfermedades virales.

Control. Se puede controlar usando cualquiera de los siguientes productos:

Paratión Etilico C.E. 50% en dosis de 150 cc/ha en 100 litros de agua

Malatión C.E. 50% en dosis de 200 cc/ha en 100 litros de agua

Heptacloro C.E. Polvo en dosis de 50 a 50 gramos por cepa.

Gusano de alambre *Melanotus* spp

Características. Larvas de 1.5 a 2.0 cm de longitud, cilíndricas, segmentadas, de color amarillo parduzco brillantes y provistas de 3 pares de patas torácicas cortas. Estas deben el nombre a su forma y dureza que semejan alambre. Los huevos son puestos por cientos, sobre residuos vegetales y en la tierra, muchas especies lo hacen entre las raíces de los pastos y en los bordes de los campos de cultivo. Se necesitan hasta 3 años para que se complete la metamorfosis y las larvas se transformen en insectos adultos la transformación en pupa se realiza durante el

verano del tercer año y tiene lugar en el suelo; en esta época los gusanos de alambre son muy sensibles a las perturbaciones mecánicas y a la iluminación.

Daños. Los gusanos de alambre devoran las raíces y otras partes aéreas de la planta; con la frecuencia producen daños muy grandes y la invasión se produce por la marchitez que presenta la planta en su parte aérea.

La dispersión del patógeno se realiza principalmente por la introducción del abono orgánico que se agrega a las cepas de la plantación.

Control. Se recomienda aplicar con el abono y en mezclas con el fertilizante, los siguientes productos.

Cuadro 9. Productos químicos recomendados en aplicación de abono y fertilizante

Producto	Formulación	Dosis/ cepa en g
Carbofurán	Granulado	20 -25
Clordano	Polvo	40 -45
Diazinón	Granulado	15 -20
Diafonate	Granulado	30
Heptacloro	Polvo	50 -60
Triclorofón	Polvo	6 -70

Gallina ciega *Phyllophaga spp*

Características. Es uno de los insectos del suelo más destructivos y problemáticos. Sus larvas son de color blanco, con cabeza café y 6 patas prominentes. Tiene 2 hileras de pelos diminutos en la parte superior del último segmento que distinguen a las verdaderas gallinas ciegas de las larvas de aspecto semejante. Pasa el invierno en el suelo, tanto en forma de adulto como en larva de distintos tamaños.

Daños. Se alimentan de las raíces y partes subterráneas de las plantas.

Control. Este es similar al gusano de alambre

Barrenador del nopal *Moneilema spp.*

Características. Muñoz (1970) manifiesta que las larvas en su primer estadio miden aproximadamente 0.5 cm y pueden llegar a alcanzar antes de la primera muda, hasta 1.5 cm de longitud. Presentan un color blanco cremoso que con el tiempo se torna oscuro, las larvas pueden llegar a alcanzar hasta 5 cm de longitud y soportan períodos prolongados sin la ingestión de alimentos.

Daños. Perforan los tallos de los nopales lo que consecuentemente ocasiona la muerte de la planta y en otros casos. Produce un debilitamiento general muy notable.

Control. El investigador antes mencionado, encontró que el Temik G 10% fue el producto más apropiado para el control de *Moneilema* spp en el campo, por los resultados obtenidos y en sustitución de éste se puede usar Namacur; estos productos se incorporan al suelo.

Temik G 10% en dosis de 20 Kg. por ha
Namacur G 10% en dosis de 25 Kg. por ha

Insectos benéficos del nopal

Grana o Cochinilla *Dactilopius coccus* Costa

La cochinilla del nopal es la única plaga de la que se pueden obtener grandes beneficios económicos, si se cultiva en forma adecuada.

Piña (1970b) manifiesta que de este insecto se obtiene un tinte carmín, que es utilizado en la industria del vestido, fabricación de cosméticos, pinturas, fabricación de alimentos y medicamentos. Su aprovechamiento se remota al período tolteca, o sea alrededor del siglo X de nuestra era y se empleaba para colorear textiles, esculturas, edificios, murales y códices.

Piña (1981) señala que en 1620, Felipe III afirmó que uno de los más preciosos frutos que se criaba en las indias occidentales lo constituía la grana o cochinilla, mercadería valorada al igual que el oro y la plata. En el período comprendido de 1784 a 1789, Xamilitepec (Mixteca de la Costa) produjo 15,852 libras de grana.

Brand, citado por Mc Gregor (1976), da algunas razones que produjeron la extinción de la grana en México, diciendo:

1. En Tlaxcala y Puebla se debió a la excesiva explotación de las nopaleras y no se preocuparon por replantar nuevas áreas.
2. Reducción de la población indígena debido a algunas plagas y enfermedades.
3. La pobre calidad del producto, debido a la adulteración de los productores e intermediarios con el fin de obtener mayores beneficios, condujo a la pérdida del valor de la grana mexicana.

4. La competencia con la Corona Española, ya que las explotaciones en las islas canarias eran magníficas.
5. Aparición de los colorantes sintéticos hacia los años 1954 –1884.
6. Es posible que ocurriera la sustitución de las nopaleras, por la introducción de cultivos de subsistencia, como lo es el maíz.
7. Alrededor de 1910, 1930 y 1940, Guatemala, Argentina, Perú, Argelia e Islas Canarias, abrieron el mercado de la grana en Europa.

Piña (1970b) y (1981) y CODAGEM (1979), mencionan las características de este insecto y la forma de obtener la grana, de la siguiente manera:

Morfología de la cochinilla o grana. La grana presenta un notable dimorfismo sexual; las hembras carecen de alas, son de forma oval plano-convexa y con surcos transversales; miden de 3.3 a 6.0 mm de largo por 2.5 a 4.5 mm de ancho; la región dorsal es convexa y muestra 11 segmentos espaciados.

La región ventral es plana y pueden reconocerse en ellas las regiones correspondientes a la cabeza, tórax y abdomen, por la inserción de los apéndices y por la forma de los segmentos.

En su parte anterior, están las antenas rectas formadas por 11 segmentos cada una y un par de ojos. La boca tiene un pico (probocis) formado por el lábium, dentro del cual hay cuatro estiletes; el tórax posee tres pares de patas simples, formadas por tres artejos y una uña; en el margen de los segmentos torácicos hay 2 pares de espiráculos, meso y metatorácicos. El abdomen muestra de 6 a 7 segmentos con la abertura anal en la parte posterior. Todo el cuerpo del insecto está cubierto por una sustancia cerosa de color blanco, que es secretada por unas pequeñas glándulas y constituye un mecanismo de defensa contra los enemigos naturales.

Las hembras adultas viven fijadas en la superficie de los nopales, en los que insertan fuertemente sus estiletes. Se presupone que pueden reproducirse tanto en forma sexual como asexual (partenogénesis). Los machos tienen cabeza, tórax y abdomen bien diferenciados, un par de alas mesotorácicas y 2 balancines; carecen de órganos bucales, son de vida muy corta y de tamaño mucho más reducido que el de las hembras. El abdomen termina en 2 largos filamentos cerosos.

Ciclo biológico. El período de maduración de *Dactylopius coccus*, después de pasar por los estadios de huevo, ninfa y adulto en condiciones ideales de cultivo, requiere de unos 90 días (en primavera, verano y otoño) y 45 días en invierno.

La ovoposición de la hembra dura unos 15 días; cada una pone en promedio de 350 huevecillos y al terminar esta operación el cuerpo del insecto se contrae hasta

que muere. En zonas con condiciones climáticas adecuadas pueden presentarse de 3 a 4 generaciones al año.

Bravo (1978) dice que en la actualidad la grana vive sobre el nopal pluma o nopal crinado *Opuntia filifera*, mientras que Piña (1981) ha observado también grana fina creciendo en el nopal cardón *Opuntia streptacantha* y el nopal *Opuntia megacantha*.

Cultivo de la Grana. Para el cultivo de la grana se han utilizado nopales de 2 a 3 años, debido a que con plantas de esta edad ya se contará con suficiente superficie de cultivo. El material para reproducción (hembras) se localiza en otoño y éste es trasladado al interior de locales a fin de proporcionar condiciones adecuadas de calor y lograr protegerlas de las bajas temperaturas presentes durante el invierno; para ello, es conveniente hacer su colecta unidas a las pencas que parasitan para lograr mantenerlas durante el tiempo que duran en el almacén.

Llegada la primavera, en el período inmediato de oviposición el cual se presenta durante los meses de febrero y marzo, se transportan las hembras próximas a multiplicarse (asemillar) en pequeños nidos de paja o tule amarrados a las pencas y después son colocadas en sus respectivos depósitos (tenates) en los brazos (ramas) de la planta, con el objeto de que cuando emerjan las ninfas se distribuyan adecuadamente. Al nacer los hijos, se aferran con la trompa y se alimentan con el jugo del nopal.

Se desprende a las madres ya muertas con pinceles suaves y después se hace lo mismo con los hijos.

En el término de 3 meses los insectos de la cochinilla estarán completamente desarrollados y listos para rendir cosecha.

Cosecha. Las pencas del nopal son cortadas, los insectos cepillados de ellas hacia el interior de bolsas y muertos por medio de agua caliente, vapor, calor seco o por calentamiento al sol.

Posteriormente son eliminadas las impurezas y el producto está listo para el mercado. Se requieren al menos 140,000 insectos para hacer 1Kg. de cochinilla, la cual contiene aproximadamente: 10 % de ácido puro, 40 % materia proteínica, 10 % de grasa, 2% de cera y 2% de cenizas.

Otras plagas

Escama del nopal

Lozano (1958) especifica que es un coccidio que chupa la savia de la planta y la debilita; cuando se presenta en cantidades muy grandes el daño a las nopaleras es de consideración. El adulto mide 1.5 mm, es de cuerpo alargado y con la parte superior café. Las épocas de mayor proliferación son de agosto a septiembre.

Se puede controlar en forma mecánica, cuando se concentra en algunas pencas, o mediante la aplicación de Paratión al 2% espolvoreando en todos los focos de infección; debido a que este producto es muy tóxico, el trabajador debe protegerse adecuadamente.

Caracoles *Helix aspersa* Muller

Son los más perjudiciales en las regiones tuneras del valle de México, ya que se alimentan de la parte superficial de las pencas, a las que se ocasiona raspaduras que dan un aspecto roñoso y blanquecino; obstruye la fotosíntesis y por lo mismo se reduce la producción de nuevos brotes en las pencas afectadas; estos caracoles se pueden controlar por medio del uso de cebos tóxicos.

Araña roja

Esta plaga es un ácaro de color rojo que vive sobre las pencas en colonias numerosas, se alimenta chupando la savia de las plantas y sus daños se caracterizan por la formación de manchas con apariencia de quemaduras; si el ataque es leve; pero, si es intenso, la raqueta se torna de color leñoso o café y si no se controla a tiempo, esta plaga puede acabar con la nopalera. Para su control se puede usar Akar 338 en dosis de 0.5 a 1.0 litro, aplicado cuando comience la primavera.

Entre otras plagas que atacan al nopal se pueden mencionar a los pájaros, que cuando escasean los alimentos, atacan los brotes tiernos. También los nematodos pueden causar problemas en las nopaleda, entre ellos *Heterodera cacti*.

Enfermedades

Con respecto a las más frecuentes enfermedades en el *Opuntia* spp existe muy poca información; sin embargo, entre la literatura encontrada se pueden enumerar las siguientes:

Pudrición negra	<i>Macrophomina</i> sp
Gomosis	<i>Dothiorella ribis</i>
Mancha de oro	<i>Alternaria</i> sp, <i>Ascochita</i> sp
Pudrición de la epidermis	<i>Xantomonas</i>
Engrosamiento de cladodios	Por virus o micoplasmas
Pudrición suave	<i>Erwinia carotovora</i> , <i>E. Aroidea</i>

Pudrición negra *Macrophomina* sp

Canales (1983) realizó un estudio sobre evaluación de daños y control de *Opuntia* spp en la Sierra de Arteaga Coahuila reportando los siguientes datos:

Sintomatología. La infección inicialmente se manifiesta con la presencia de una pequeña mancha clorótica en las raquetas afectadas; la epidermis no muestra ningún cambio, pero el tejido interno toma una apariencia de color verde oscuro, aproximadamente a 5 mm de profundidad; posteriormente penetra más profundamente en todo el tejido que abarca el diámetro de la lesión y que se vuelve negruzca. En estado avanzado aparece bajo la epidermis una podredumbre blanda; semi- acuosa de color negro azabachado; los tejidos atacados se oscurecen y presentan una consistencia esponjosa donde se observan hifas negras del hongo, entremezcladas con el parénquima.

En todas las partes dañadas puede verse, como efecto final, la desintegración o la desaparición de los tejidos parenquimatosos y medulares y quedan los haces vasculares separados en simples hebras de color blanco. En este tipo de lesiones no es necesario que sean muy numerosas, pues sólo una puede producir la caída de raquetas o cladodios, si se establece en la sutura que une a éstos.

Cuando se rompe el ciclo biológico del hongo, las lesiones se secan dejando una perforación a través de la penca de 2.5 a 6.0 cm. de diámetro; cicatriza la parte dañada pero afecta en gran parte a la producción de renuevos, fructificación, rendimiento y calidad.

Control. Es factible el control químico de la pudrición negra *Macrophomina* sp mediante el uso de cualquiera de los siguientes productos: Benlate, Tecto, Arazán, Manzini, Captan y Zineb; se hace uso de las dosis recomendadas por los fabricantes y se realizan de 3 a 4 aplicaciones con una frecuencia de 15 a 17 días.

Engrosamiento de cladodios

Pimienta (1974) estudió las causas que producen el engrosamiento de cladodios en nopal *Opuntia* spp en la zona de Chapingo, México. Se usaron 2 selecciones de *Opuntia ficus indica* var. Copo de nieve y Mexital; este engrosamiento se acompaña de una reducción de la planta en general, falta de brotación y cuando aparecen algunos brotes, son de tamaño reducido.

A las plantas estudiadas se les aplicó diferentes tratamientos: injertación, tratamiento de calor, medición de temperatura interna, aplicación de ácido giberélico, distribución de la anormalidad y estudio sobre la tasa de crecimiento de frutos.

Llegó a las siguientes conclusiones:

1. La necrosis del floema en engrosamiento de cladodios, sugiere la posibilidad de que la anormalidad sea causada por un virus o micoplasmas.
2. Es conveniente continuar con los estudios anatómicos para observar con más detalle el desarrollo de los síntomas.

3. Es necesario seguir probando la transmisión de esta enfermedad por injerto, inoculación mecánica, e insectos tomando en cuenta algunos factores del medio bajo condiciones controladas.

Otras enfermedades

Boiko et al. (1972) reportan que en estudios realizados en Ucrania Rusia, aislaron un virus filiforme en *Opuntia tomentosa* y *Opuntia monacantha* en invernadero, pruebas serológicas posteriores demostraron propiedades del virus PVX.

Milbrath et al. (1973) Reportan que en el sureste de Arizona (USA) reportaron 5 virus que infectan a las cactáceas de los cuales, después de minuciosas investigaciones, fueron identificados 2 de ellos como: Sammons *Opuntia* virus (321 x 18 nm) y Saguaro virus (esférico, 32 nm de diámetro); de la misma manera; Giri y Chesin (1975) informan sobre ataques severos al virus (TMX) virus del mosaico en tabaco, atacando a *Opuntia basilaris*, en Montana USA.

Papdiwal y Deshpande (1978) reportan enfermedades encontradas en el área de Aurangabad India, que atacan las raíces de *Opuntia ficus indica* entre ellas *Erwinia aroideae* y *E. Carotovora*.

Somma et al. (1973) mediante estudios realizados en Palermo Italia, encontraron una enfermedad fungosa, parecida a *Dothiorella ribis* y consiste en una mancha cancerosa con abundante exudación de goma la cual infecta lentamente los cladodios reseándolos y causando una declinación en la planta, fue reportado en *Opuntia* spp.

En el mismo país, Rosciglione y Sammarco (1977), realizaron pruebas en vitro para el control de *Dothiorella ribis*, con diferentes funguicidas y dosis, y obtuvieron los mejores resultados con: Enovit Metthyl (Thiopanate methil) y Benalate (benomil) ambos en dosis de 100 g/ hl aplicados mensualmente de septiembre a mayo; no obstante, fungicidas de contacto dieron mejor resultado que fungicidas sistémicos.

Chávez et al (1981) informan que entre las enfermedades que causan más problemas, al nopal tunero; en San Martín de las Pirámides, en el Estado de México se pueden mencionar: la mancha del oro, causada por *Alternaria* sp, *Ascochita* sp, la pudrición de la epidermis producidas por *Xantomonas*.

Pickett y Clark (1978) en Arizona, Nevada reportan la existencia de hormigas recolectoras de néctar *Crematogaster opuntae*, las cuales están relacionadas como vectores de enfermedades fungosas en cactus.

Cosecha

A partir del tercer mes de efectuada la plantación, se inicia la cosecha de brotes tiernos, que son los que se utilizan como verdura. El rendimiento oscila entre 80 y 90 ton / ha. Cuando la demanda del nopal es baja y hay bastante producción, se recomienda podar, calculando que la aparición de los nuevos brotes coincida con la época que en el mercadeo hay buenos precios. Castañeda (1978).

Según García (1972), la producción mayor de nopalitas se presenta cuando el precio es más bajo, que es la época lluviosa. Los mejores precios los alcanza durante el invierno; estos precios se mantienen durante la época de Semana Santa y luego decaen. Semanalmente se cortan, al ras de la penca inferior, sólo aquellos que han alcanzado los 10 a 15 cm. de longitud. Los brotes que no se cortaron estarán listos para la siguiente semana. La producción que puede lograrse con riego, estiércol y fertilizante químico, puede ser de 5 a 8 ton /ha, cada semana durante todo el año.

Manejo de post-cosecha

El nopal es cortado a mano en la mayoría de los casos ya con cuchillo u otro tipo de implementos. Este corte se realiza por la mañana, se junta en canastos y es aconsejable protegerlos del sol en forma inmediata, colocándolos bajo cualquier sombra, sobre todo cuando van a ser llevados a mercados distantes, lo que evita su calentamiento y alarga su tiempo de anaquel. El corte en la mañana permite el que se pueda vender en los mercados el mismo día. El nopal se corta cuando presenta una longitud de 18 a 23 centímetros.

Si la venta es por peso, se buscan nopales de mayor tamaño. Sin embargo al crecer el producto se vuelve más fibroso y correoso, perdiendo su gran atributo de calidad, lo tierno del nopal.

Este producto puede llevarse en forma inmediata a la venta sin ningún tipo de tratamiento. En el área con sombra, se puede empacar de diversas maneras para su distribución. A granel en camioneta, sólo se acomoda para su venta en los mercados locales.

Es práctica común entre los productores, el manejo de su comercialización en cientos y con cortes al tamaño previamente acordado con el comprador; sin contratos de por medio y todo establecido por convenios de palabra. Así también se acostumbra la entrega a granel de nopal limpio para procesadores locales, en cantidades diarias fijas de nopal, con características de tamaño estándar para ser procesado en salmuera o escabeche. Una práctica común es manejar la entrega en áreas locales de producto sin espinas, proceso que se hace en forma manual, cuyo costo es contratado por el productor y transferido a sus compradores.

Se utilizan canastos o colotes cuando se vende con espina, tienen una capacidad de 200 nopales de 18 a 23 centímetros. Se utiliza el costal cuando el producto se vende en centrales o mercados de centros urbanos. El nopal va sin espina en una cantidad de 500 a 550 piezas.

Cajas de cartón son utilizadas para su transporte y comercialización en las zonas del norte de México, y el producto exportado para los mercados de Estados Unidos en empaques de 10 a 15 kilogramos. La reja de madera es usada en el nopal que se vende en Milpa Alta, para ciudades lejanas de Torreón, Monterrey, Morelia, Guadalajara, etcétera. Este es un envase común utilizado en las diversas zonas productoras.

El empaque para comercio en centros de mayoreo, Mercado de Milpa Alta, Central de Abastos Iztapalapa, Toluca, Monterrey y Guadalajara, hace en pacas cilíndricas de 0.90 metros de diámetro y 1.75 de alto, con un peso aproximado 300 kilogramos. La formación o empaque en forma de paca cilíndrica surgió a mediados de años 70, en sustitución de la paca cuadrada. Sólo se utiliza en la central de D. F.; así como algunas otras del centro del país, por ser cortos, de dos a tres días, los periodos comercialización, ya que genera una elevación de temperatura en el centro de la misma. Su transporte se hace en camiones o camionetas con manejo cuidadoso para evitar golpes y daño mecánico al producto. En la paca se pueden manejar de 2,500 a 3,000 nopales de la medida mencionada.

Cuadro 10. Número de nopales y peso de la paca para tres tamaños de nopal

Tamaño del nopalito	Medida de la penca diámetro (cm.)	Altura	Largo	Mediadas del nopalito ancho (cm.)	Grosor (cm.)	Número de nopales por penca	Peso de la paca (Kg.)
Grande	90	2	25 a 30	13	1	2000 a 2500	350
Mediano	90	2	20 a 25	10	0.5	2500 a 3000	300
Chico o Cambray	90	2	14 a 20	7	0.4 a 0.5	3000 a 3500	275

FUENTE: “Mercado mundial del nopalito” ACERCA, UAM, CIESTAAM, MÉX. 1995

El nopal que se destina para la exportación tiene un manejo más selectivo. En principio sólo se corta de nopaleras debidamente abonadas, fertilizadas, libres de plagas y enfermedades y que no contengan pesticidas residuales. La cosecha se hace con cuchillo y con botón. Esto es un pedazo de penca adherida al nopal para alargar su vida. Puede solicitarse desespinado, con mano de obra especializada, debiendo ser empacado posteriormente en bolsas de polietileno.

Por conveniencia en la bolsa se deben imprimir los datos del productor comercializador, así como el contenido, además de agregar formas de preparar y consumir el nopal, sus propiedades para la salud y la leyenda como producto originario de México.

Almacenamiento

Los tallos de nopal pierden su apariencia brillante y se tornan a un color verde opaco con el tiempo después de la cosecha (Cantwell et al., 1992).

Ya empacado es almacenado en cámara de frío a 8 o 10 °C. Esta temperatura se mantiene durante el transporte y hasta la entrega al consumidor. Los nopales almacenados en condiciones de ambiente natural también pueden amarillarse y curvarse hacia adentro por la pérdida del agua (Neri et al.) El nopal desespinado puede ser tratado con antioxidantes como el ácido cítrico, autorizado por la Food and Drug Administration (FDA).

Almacenados los nopales de 5°C a 10°C reducen significativamente su tasa de respiración, aumentando su vida de anaquel de post- cosecha de menos de una semana a 20°C a tres semanas a 5°C (Cantwell et al., 1992)

Personal calificado hace la recepción posterior al transporte y debe supervisar la condición del producto, previa a su distribución final.

Después de tres semanas de almacenamiento a 5°C los nopales empiezan a mostrar señales de daño por frío, en particular un oscurecimiento que se torna bronceado o difusa y que es poco atractiva. El daño por frío también es importante ya que deteriora rápidamente a los nopales cuando se mueven del almacenamiento y se comercializan a temperatura ambiente (Ramayo- Ramírez et al., 1992)

Ramayo et al., citados por Grajeda (1978), informan que en los estudios de conservación también se han incluido los brotes tiernos que se consumen como hortaliza; se ha encontrado que por debajo de los 10°C los cladodios son severamente dañados por el frío y que los daños mecánicos ocasionados durante el corte, fueron la causa de las pudriciones encontradas, las cuales fueron controladas utilizando una solución de Benlate a 500ppm.

Comercialización

Normas técnicas de calidad y sanidad

Una base de intercambio y referencia justa, lo constituyen las normas de calidad, el nopal está circunscrito a estas, en dos normas vigentes: la Norma Oficial Mexicana NOM-FF-68-1988 (DGN-SECOFI) y la Norma Codex Stan 185—1993 (Codex Alimentarius-FAO).

Las normas se aplican a las mismas especies, y se refieren al cladodio con una diferencia enorme, la Norma Mexicana se refiere al nopal con espina mientras que la Codex se refiere a producto libre de espinas.

Las categorías de clasificación en la Normas Mexicana son: “México Extra”, “México 1” y “México 2”; al referirse en tamaño cubre rangos de 9 a 30 cm. De menor “E”, a mayor “A”. Especifica tolerancias dependiendo del punto de inspección, embarque y arribo.

Trata el muestreo en dos amplias partes, desde toma de muestra a métodos de prueba. Etiquetado, especifica envases y presentación comercial.

La norma Codex clasifica los tamaños de 9 a 30 cm., de mayor "E", a menor "A". La tolerancia no mantiene referencias adicionales. Incluye un apartado completo sobre residuos tóxicos, contaminantes (metales pesados y residuos de pesticidas) y códigos de higiene. Etiquetado, identificación de naturaleza y origen, del empaque solo especifica que el material no debe dañar al producto.

Higiene

Los productos deberán cumplir los requisitos microbiológicos, establecidos de acuerdo con los principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos a los alimentos. (CAC/GL 21-1997).

Descripción del producto

Producto de las variedades comerciales de nopales obtenidos de *Opuntia Picus indica*, *O. tomentosa*, *O. hyptiacantha*, *O. robusta*, *O. inermis*, *O. undulata*, de las *Cactaceaea*, que habrá que suministrarse frescos al consumidor después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los nopales destinados a la elaboración industrial.

Debe cumplir con las siguientes características:

- Estar enteros.
- Ser de consistencia firme.
- Estar sanos, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.
- Estar exentos de espinas.
- Estar limpios y prácticamente estar exentos de daños causados por plagas.
- Estar exentos de manchas pronunciadas, daños causados por bajas temperaturas, humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente de su remoción de una cámara frigorífica, exentos de cualquier olor y/ o sabor extraños.
- Estar suficientemente desarrollados y presentar un grado de madurez satisfactorio según la naturaleza del producto.
- Presentar la forma, color, sabor y olor característico de la especie.

Mercadeo

Como sucede con otros productos, el lugar número uno de venta en todo el país es la Central de Iztapalapa, donde se estima una comercialización del 70% del nopal producido en México. Ahí concurren productores e intermediarios de todo el país. Se estima que no menos del 80 % del producto comercializado en esta central proviene de Milpa Alta, mientras que de un 5 a un 9% es de Morelos.

La zona de subasta es buena a excepción de contar con cámaras de frío para la conservación del producto. En diez naves se realiza la venta al mayoreo y medio-mayoreo, mientras que en otras dos se desespina, en grandes cantidades, para entrega inmediata y se realiza la venta al menudeo.

Tanto la oferta como la demanda del nopal en México se proyectan en base a la región de que se trate, así como a la temporalidad.

Por otro lado, la estacionalidad con la que se produce el nopal permite clasificar cuatro meses con oferta baja, tres con oferta media y cinco con oferta alta.

La oferta aumenta entre los meses de abril a agosto, tiempo en que se da una caída drástica de precios y la reja llega a comercializarse en el mercado de abastos de Guadalajara hasta en 20 pesos y con la poca producción que se tiene se ha logrado saturar el mercado.

Por otro lado, en los meses de invierno se dificulta encontrar nopales con buena calidad.

En el mercado internacional se pueden encontrar nopales principalmente en salmuera y escabeche.



Figura 7. Comercialización de nopal

Prácticas comerciales

El empaque en que se vende varía acorde al mercado de destino, ya que se entrega en cajas de cartón, rejas de madera, o bien en pacas. El nopal con espinas para conservarse en mejores condiciones se maneja en los tres tamaños conocidos como grande, mediano, cambay o chico, redistribuyéndose a otras en centrales de abasto del país, además de tianguis, mercados municipales y locales, de la ciudad y áreas conurbanas. Ellos a su vez lo venden a detallistas que lo limpian, desespinan, y seleccionan dándole valor agregado y lo venden al comprador en menudeo. Las pacas son vendidas en mercados de la metrópoli y en tianguis.

La venta por cientos se hace al medio de mayoreo envasado en bolsas de polietileno y cajas de desecho de frutas y verduras, para ser vendidos posteriormente al detalle por docena o kilogramo, con o sin espina.

La venta al menudeo se hace con bolsas de presentación de diez Kilogramos. Con o sin espinas o bien cortado en tiras. Es en esta área donde se desespina el nopal, en grandes cantidades, para negociar una venta al menudeo, generalmente con amas de casa, encargados de compras de restaurantes, comedores de fábricas, hospitales, instituciones, escuelas, etc.

Los volúmenes de venta del nopal, tiene que ver con la forma directa con sus épocas de producción y demanda, y presenta una homogeneidad similar a la mostrada en el caso del de Milpa Alta, variando únicamente en sus cifras. Existen cuatro temporadas en las que el precio rige su denominación de buena, mala, regular y muy buena.

Desespinado

El desespinado, incluye el corte, limpiado y el desahuatado de los nopales es el proceso mediante el cual se eliminan las espinas y glóquidos (ahuates), cortándose con un cuchillo filoso el borde de los nopales pasándolos sobre las areolas que en esta fase se encuentran protuberantes.

Este procedimiento se puede hacer bajo el chorro del agua para evitar que los ahuates se esparzan, se lavan y están listos para consumirse ya sean crudos o cocidos.

Para la limpieza de nopales se recomienda usar guantes, de plástico o de otro material, el mexicano suele desespinar con destreza y en general no teme a este trabajo.

Desespinado manual

La mayoría de las amas de casa de México compran los nopales sin espinas y sin glóquidos; por lo tanto; los comerciantes a menudeo en los mercados los limpian manualmente con cuchillo, inmediatamente antes de venderlos en montones (un montón de 12 pencas se vende por un precio de entre \$ 6.00 y \$10.00, según la temporada). Los nopales así vendidos son despachados en bolsas de polietileno.

En algunos estados del norte de la República, como Coahuila, los nopales son recolectados durante la época de brotación, y vendidos ya limpios y cortados en forma de rombo (1 X 2 cm.). En otros lugares como Sonora, los nopales se venden limpios, cortados y hervidos. En algunos supermercados, además de preparados en salmuera o vinagre los nopales se venden desespinaados enteros y también desespinaados, cortados y presentados en bolsas de plástico selladas. Todas estas presentaciones se encuentran en aparadores refrigerados. Recientemente los nopales también se ofrecen precocidos y congelados en bolsas de polietileno.

Desespinado mecánico

En México existen más de 20 prototipos de máquinas desespinaadoras de nopal ninguna es lo suficientemente eficaz para usarse comercialmente.

Empaques

En México, los nopales se manejan de diferentes formas para enviarlos al mercado:

En pacas

Esta forma de empaque es utilizada por los productores de Milpa Alta y Tlalnepantla, quienes venden su producto en la Central de Abasto de la ciudad de México. Las pacas se forman al ir acomodando los nopales en capas circulares

superpuestas formando un cilindro de 0.9 m de diámetro y de 1.70 a 1.90 m de alto, con una cantidad aproximada de 3,000 nopalitos y un peso de 250 a 300 Kg. Para formar la placa se utiliza un anillo de lámina de 0.9 m de diámetro y de 0.40 a 0.50 m de alto, de la siguiente manera: se coloca el anillo sobre un lienzo cuadrado de plástico extendido sobre el piso (generalmente estos lienzos los obtienen los productores al abrir los costales de sus extremos y un lateral). En la parte media del lienzo se coloca primero hierba sobre la cual se ponen las capas de nopalitos, de tal forma que sus orillas toquen la cara interior del anillo y los nopalitos se ponen de tal forma que uno cubra las mitades de los dos de abajo (sobrepuestos). En la medida en que se va llenando el anillo, se va levantando, girándolo un poco hasta que la paca alcanza de 1.70 a 1.90 de alto; sobre la última capa se pone hierba más fresca y se retira el anillo. Se coloca otro lienzo de costal sobre el cilindro y mediante las cuerdas delgadas se unen los dos lienzos por sus esquinas, de tal forma que la paca queda amarrada fuertemente de arriba abajo con cuatro cuerdas.

En colotes

En este caso los nopales se cortan y se llevan a la orilla de las parcelas en “colotes” (canastas de carrizo), que también son utilizados frecuentemente por los productores de Milpa Alta para llevar sus nopalitos al poblado y venderlos en las calles de alrededor del mercado delegacional.

A granel

Algunos productores llevan sus nopales desde sus parcelas al mercado de Milpa Alta amontonados en la caja de una camioneta o algunas veces colocadas cuidadosamente uno encima de otro.

En cajas

Gran parte de la producción de nopales, principalmente de Milpa Alta, se envía a la Central de Abasto de la ciudad de México en cajas de madera, para después ser llevada a mercados lejanos del país en ciudades como Monterrey N.L., Guadalajara Jal. Y Torreón Coah., etc. para empacar los nopales se procede de la manera siguiente: dentro de una caja de madera (reja) se acomodan en capas sucesivas. Cuando la caja está llena, se coloca otra, sin fondo y sin tapa encima de la primera. Después de que se llena esta segunda se retira y la columna de nopales que queda formada se cubre con papel (de bolsas de alimento para animal); finalmente se ata todo este empaque con una cuerda delgada.

En parrillas

Los recolectores de San Luis Potosí y Zacatecas que surten a las plantas procesadoras de San Luis Potosí, juntan los nopales de las nopaleras silvestres, los desespinan y colocan en “arpillas” (sacos de tejido ralo) hechas de fibra de plástico o “ixtle”. Debido a que este sistema deja el producto contaminado con

fibras, las plantas procesadoras están considerando la posibilidad de proveer a los intermediarios de cajas de plástico para el transporte de los nopales.

Envasado

Los nopales deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos, limpios, y ser de calidad tal, que evite cualquier daño externo o interno al producto.

Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o con pegamento no tóxico.

Los nopales deberán disponerse en envases que se ajusten al Código internacional de prácticas recomendado para el envasado y transporte de frutas y hortalizas frescas (CAC/GL 21-1997).

Descripción del envase

Los envases deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar la manipulación, transporte y conservación apropiado de los nopales. Los envases (o lotes para productos presentación a granel), deberán estar exentos de cualquier materia u olor extraños.

Embalaje

Deben anotarse los datos necesarios para identificar el producto y todos aquellos otros que se juzguen convenientes, tales como las precauciones que deben tenerse en el manejo y uso de los embalajes. Para el embalaje del producto, se deben usar cajas de cartón o envolturas de algún otro material apropiado, que tenga la debida resistencia y que ofrezcan la protección adecuada para impedir su deterioro exterior, a la vez faciliten su manejo en el almacenamiento y distribución de los mismos, sin exponer a las personas que los manipulen.

La demanda de nopales en México

La demanda de nopales en México es alta, se considera que el consumo per cápita anual es superior a los 6 Kg.; es la sexta hortaliza por consumo en México después de la papa, tomate, chile, cebolla y sandía.

A nivel nacional la demanda se considera homogénea durante el año, sólo con aumentos en la Cuaresma (los viernes) y en Navidad. En cambio, la demanda no es homogénea entre estados, siendo mucho mayor el consumo en los estados del centro, inferior en los del norte y casi nulo en las costas y regiones tropicales.

La oferta del nopal en México

La oferta del nopal se concentra en el centro del país, debido a que los estados con mayor superficie son los del centro (Distrito Federal, Morelos, Puebla, Guanajuato, Jalisco, etc.), como resultado de una mayor demanda en la región, sin embargo, en todo el País se ha incrementado con la promoción de sus propiedades nutricionales.

Debido a que en los estados del centro del país, la producción de nopales se realiza en lugares fríos, por la altitud (1,700 – 2,500 msnm) y a que la producción

es de temporal (con lluvias en verano), durante el invierno se suman y magnifican las condiciones de menor humedad y menores temperaturas, afectando la distribución anual de la producción, de manera que se presenta un período de alta producción en marzo, septiembre y octubre (3 meses) y un período de producción baja, de noviembre a febrero (4 meses), situación que repercute en los precios del nopal.

Precios del nopal en México

Los precios del nopal responden a la ley de la oferta y la demanda. En el siguiente cuadro se presentan los precios mensuales promedios del nopal (al medio mayoreo), con espinas, para seis de las principales ciudades de México, notándose las fuertes variaciones estacionales en todos los mercados.

Los precios al productor también son muy variables. Las pacas que contienen de 3,000 a 3,500 Kg. (como comercializan el nopalito los productores de Milpa Alta, Distrito Federal, Tlalnepantla y Morelos. Probablemente representen el 70% del total de la producción de nopal en México), se vende a un precio de entre \$80.00 y \$100.00 en los meses de mayor producción, pero en invierno se paga de \$80.00 a \$120.00 por paca.

Cuadro 11. Precios por kilo de nopal con espinas de diferentes centrales de abasto, 1998

Mes	CEDA, D.F.	Guadalajara, Jalisco	San Nicolás de los Garza N.L.	CEDA Puebla, Puebla	Mercado Madero, Hermosillo Son.	CEDA La Laguna, Torreón Coah.
Enero	4.322	5.36	4.39	5.62	4.50	6.10
Febrero	3.87	2.42	4.13	4.79	4.66	5.50
Marzo	1.40	1.05	2.34	1.44	2.45	2.49
Abril	1.39	0.82	2.00	0.81	1.71	1.65
Mayo	2.36	1.18	2.28	1.10	1.98	1.47
Junio	2.59	1.26	2.45	1.07	2.28	1.30
Julio	1.59	1.03	2.02	0.90	2.03	1.55
Agosto	1.54	0.86	2.05	0.79	2.02	1.68
Septiembre	2.95	1.21	2.73	1.55	2.11	3.23
Octubre	6.37	2.63	5.38	4.82	3.74	6.05
Noviembre	6.00	2.62	5.24	5.97	3.41	6.71
Diciembre	5.64	2.95	4.30	4.09	3.77	6.77
Promedio	3.34	1.95	3.28	2.75	2.50	3.15

Fuente: Servicio Nacional de Información de Mercados. México, 1998

Con base a los precios que se obtienen, se tiene una sobreoferta en la época que se define como mala de marzo a julio y que concentra un 60% del volumen anual, mientras que en la temporada muy buena solo el 6% del volumen total es comercializado en dos meses, noviembre y diciembre.

Para la cadena producción -consumo de nopal, los costos de producción comparados con los de su comercialización y venta, mantiene un alto margen, según se señala en el precio esperado. Con esto el productor obtiene márgenes altos de ciertas épocas del año, mientras que a mediados de año disminuyen sensiblemente.

Esto afecta no solo al productor, sino se traduce tanto a comercializadores y detallistas, como al consumidor final.

Con los datos que se tienen recabados en las diversas centrales de abasto del país, se observa una marcada estacionalidad que afecta a los productores. Existen épocas de baja cosecha en la que los precios suben a niveles muy altos, mientras que en un periodo el precio baja significativamente, de tal forma que no es muy redituable su producción, a pesar de los grandes volúmenes comercializados. Es aquí donde, a decir de entrevistas directas a productores, entra la costumbre de comercio de algún modo establecido, la palabra. El productor y el comerciante llegan a acuerdos de precio estacional, significándose en una ayuda mutua para permanecer y no verse obligados a abandonar la actividad que se tiene con respecto al producto.

Cuadro 12. Lista de precios de los diferentes canales de distribución abril de 2004

Producto	Unidad de medida	Gigante	Comercial	Mexicana Wal-Mart
Nopal	Kg.	\$5.49	\$ 6.70	\$6.90

Aranceles

Ante el avance de la comercialización de mercaderías que se realiza a nivel mundial, el producto se incluyó en los tratados comerciales que tiene nuestro país dentro del tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos y Canadá, así como con la Unión Europea. Las cuotas arancelarias del nopal se acordaron conforme al cuadro siguiente dentro del TLC y con las fracciones descritas, apareciendo en el mismo cuadro los porcentajes vigentes hasta antes del tratado del arancel (% ad valorem) así como el código de desgravación acordado. Cabe hacer notar que la fracción arancelaria en la que se encuentra el nopal, incluye alcachofas, setas y frutas.

Aunado a esta negociación, se tiene la del tratado de Libre Comercio México-Unión Europea, donde la hortaliza quedó incluida dentro del capítulo 07- legumbres y hortalizas, plantas, raíces y tubérculos alimenticios, partida 0709- las demás hortalizas (incluso silvestres), frescas o refrigeradas; subpartida 070990- las demás en la fracción 07099090- Otros.

Para esta partida, se especifica que la tasa base de arancel es de 11.80 en categoría base y en los años subsecuentes tendrá reducciones sucesivas del 11% anual de dicho arancel, hasta quedar eliminados por completo a los ocho años.

Cuadro 13. Nopal verdura en el TLC

Fracción arancelaria	Concepto	Exportaciones E.U.A.	Exportaciones Canadá	Importaciones E.U.A	Importaciones Canadá
07.09	Otros vegetales frescos o refrigerados	07.09.90.40 Otros (o cactus leaves)	07.09.90.91 Cactus leaves (Nopales)	07.09.90.99 Los demás	07.09.90.99 Los demás
07.10	Legumbres y hortalizas (incluso en agua o vapor) congeladas.	25% "A" 07.10.90.90 Otros	Libre "D" 07.10.80.91 (Cactus leaves)	10% "A" 07.10.8 Los demás	10% "A" 07.10.80.99 Los demás
20.01	Legumbres y hortal., y demás partes comestibles de plantas prep. o cons. En vinagre o ácido acético	17.50% "B" 20.01.90.60 Otros	20.01.90.90 Otros	10% "B"0.99 20.01.90.99 Los demás	15% "A" 20.01.90.99 Los demás
20.04	Las demás Legumbres y hortal., prep. o cons. (excepto en vinagre o ácido acético) congelados	17.50% "A" 20.01.90.60 Otros	Libre "D" 20.04.90.91 (Cactus leaves)	17% "C" 20.04.90.99 Los demás	20% "A" 20.04.90.99
20.05	Frutos y demás partes comestibles prep. o cons. De otra forma. Incluso con adición de azúcar de otros.	17.50% "A" 20.05.90.87 Nopalitos	Libre "D" 20.05.90.91 (Cactus leaves)	17.50% "A" 20.05.90.99 Los demás	20.05.90.99 Los demás
		17.50% "A"	Libre "D"	20% "A"	20% "A"

Código "A" Libre de arancel.

Código "B" Desgravación en cinco etapas iguales, libres de arancel en enero de 1998.

Código "C" Desgravación en diez etapas anuales iguales desde 1 de enero de 1994 a 1 de enero de 2003.

Código "D" Libre de arancel al entrar en vigor el tratado para el 1 de enero de 1994.

Fuente: SECOFI.- "Mercado mundial del nopalito" ACERCA, UAM, CIESTAAM, MÉX. 1995

Exportaciones

La oferta del nopal se restringe a dos países México y Estados Unidos.

La población de origen mexicano residente en E.U.A, es un importante mercado potencial de crecimiento a futuro en la comercialización de nopal, si extrapolamos los gustos y hábitos alimenticios de nuestra población y su gran representatividad en los E.U.A.

El inicio de esta comercialización se da en los años 70's, sobre todo en las épocas invernales, sustituyendo los volúmenes marginales del producto en Texas y California.

Es alrededor de los años 80's cuando Baja California y la Huasteca potosina empezaron a dirigir sus exportaciones hacia los mercados de Dallas, Chicago, El Paso, Laredo, Los Ángeles, Nogales, San Diego, etc. el nopal se exporta en fresco en diversas presentaciones, en fresco con espinas, en fresco sin espinas, en fresco sin espinas y cortado, procesado en salmuera o escabeche, precocido y congelado.

La exportación del nopal no es una actividad de tiempo atrás siendo aun muy bajos los volúmenes dedicados a la comercialización internacional, 40.9 toneladas anuales, es decir el 0.02% de la producción nacional.

Una de las limitantes para esta exportación es que el nopal se tiene que enviar con todo y espinas, debido a que si se limpia se oxida con los cortes. Pero la mejor forma para enviar el producto es envasado o procesado en productos medicinales y cosméticos. Buena parte del nopal que se procesa y envasa en el estado de San Luis Potosí para su exportación proviene de áreas silvestres.

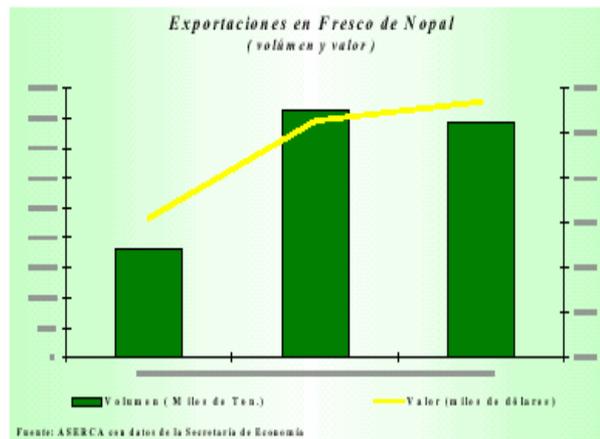


Figura 8. Gráfica de Exportaciones en fresco de nopal verdura

En Estados Unidos hoy en día se está sembrando nopal principalmente en los estados de Texas y California, y les llega proveniente de Baja California, Distrito Federal, San Luis Potosí, entre otras entidades de México.

Al calcular el consumo aparente, vemos que México, con 100 millones de habitantes consume 5.66 Kg. "per cápita" al año y en Estados Unidos de América los 10 millones de origen mexicano consumen sólo 1,400 Kilogramo / hab., lo que nos da una idea del gran potencial existente en la exportación del nopal a ese mercado.

En la Unión Americana se tiene un potencial consumidor de 20 millones de mexicanos, que si se extrapola el consumo per cápita de nopal en México, el potencial de consumo es de 127 mil toneladas/ año, de las cuales se cubre sólo un 5%.

Debido al “boom” de la comida mexicana, los nopales procesados están siendo cada vez más exportados a Europa, Canadá, Países de la Cuenca del Pacífico. etc.

El comercio del nopal fue favorecido ampliamente con la firma del Tratado de libre Comercio de Norteamérica (TLCAN o NAFTA).

Procesos industriales del nopal de exportación

Como mencionamos los usos del nopal son múltiples, este producto se caracteriza por su alto contenido de humedad y es susceptible a la deshidratación, oxidación, ataque de microorganismos, así como el contenido de gomas y mucílagos (baba) lo que hace difícil su conservación en fresco, limitando el comercio de la hortaliza a mercados, donde exista el acondicionamiento tecnológico de la cadena en frío, de manera tal que llegue desde el productor hasta el consumidor final.

El procesamiento de nopal se da principalmente para fines de exportación, siendo dos los productos de mayor demanda, el nopal en salmuera y nopal en escabeche.

El nopal con tamaño, grosor y variedad ya seleccionado y desespinado, se lava y escalda, para inactivar enzimas, ablandar y eliminar parcialmente el mucílago, con tiempo, temperatura y agregados según la variedad. Posteriormente se lava con agua fría eliminando pectinas, mucílago y fijando el color verde, quedando el nopal acondicionado como materia prima para los procesos subsecuentes.

Para salmuera se sala en tanques con salmuera al 12%, permaneciendo por ocho o diez semanas, manteniendo una concentración mínima de 10%, se hace una agitación periódica con pala de madera, y en recipientes tapados que eviten decoloración y contaminación. Después se desala con lavadas continuas, se selecciona, pica y envasa en frasco o bolsa con algunas especias y líquido de salmuera al 2%. Se sellan las bolsas, los frascos se cierran y esterilizan, se etiqueta y se empaca en cajas de cartón. El rendimiento en nopal con salmuera para venta es de alrededor de un 57%.

Para escabeche, el nopal acondicionado como materia prima, continúa su proceso pasando a corte manual o mecánico. En paralelo se prepara escabeche con vinagre, especias, plantas aromáticas y aceite de oliva en tolvas adecuadas.

Se sofríen rodajas de cebolla, ajos, hojas de laurel y zanahoria, mezclando este acitronado, escabeche y nopal, se envasa en frascos , cierra y esteriliza, se etiqueta, se empaca en cajas de cartón, para almacenamiento y embarque al mercado.

No tenemos datos suficientes para establecer la cantidad de industrias que procesan actualmente nopal, sin embargo el producto es exportado a los mercados con etiquetado de grandes empresas como La Costeña, Herdez-Doña

María, Frugo, Ann O'Brian, Clemente Jaques, Embasa, y Coronado.

Todas ellas trabajan al nopal como uno más de sus productos, existiendo además la maquila de producción de pequeñas empresas que hacen productos similares a nivel regional para venta en grandes ciudades o bien en forma de maquila para comercializadores de la frontera. El producto procesado no tiene sentido para el mercado local, los pequeños productores no pueden obtener fácilmente el registro de la FDA para el mercado de Estados Unidos, por lo que la maquila es necesaria. Se localizan fábricas de procesamiento en diversos estados del país, destacando San Luis Potosí por las grandes empresas establecidas allí, Guanajuato, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Zacatecas, Puebla, Querétaro, Aguascalientes y Baja California.

Otro producto industrializado, de no tanta demanda, es la mermelada, donde el nopal acondicionado se pica se pasa a segunda cocción en cazos de cobre, se licua el nopal, se calienta y adiciona gradualmente pectina en jarabe, benzoato de sodio y ácido cítrico, se calienta y mezcla hasta llegar a una concentración de 65° Brix, se envasa caliente, se tapa y sumerge en agua caliente, se esteriliza, se etiqueta y guarda en cajas de cartón, se almacena y se envía al mercado. Se estiman en 10 las plantas que elaboran mermelada, la mermelada que se envasa es dirigida al mercado internacional, no siendo de una calidad muy elevada, en nuestro país ante el dominio del gusto por la mermelada de fresa y otras, el producto es prácticamente desconocido.

Otra industrialización tiene que ver con el preparado de nopal deshidratado y sanitizado en polvo, como base de medicinas acorde con la herbolaria. Se le atribuyen propiedades curativas en afecciones renales, erisipela, inducción de partos, alivio de dolores y cicatrices causadas por quemaduras, tratamiento de diabetes melitus, problemas de colesterol y azúcar. Por esta razón se han incentivado las industrias relativas con productos a base del nopal. Mismos que según especialistas acusan pérdida de efectividad al ser transformado el nopal deshidratado y obtenerlo finalmente en polvo, cápsulas o comprimidos, siendo que no tiene el mismo efecto que al ser ingerido crudo o cocinado, por perder sus propiedades y destruir sus principios activos naturales.

Existen cerca de 20 plantas que elaboran nopal deshidratado en polvo, cápsula o comprimidos, incluso se envía al extranjero a través de la empresa Oepal en Saltillo, Coahuila, la mayoría se ubican en la Ciudad de México, habiendo otras en el Estado de México, Coahuila, Veracruz, Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí, Nuevo León y Sinaloa.

Volúmenes Registrados

La especificación del producto nopal o nopalito está agrupada con otros productos en diversas fracciones, esta situación dificulta el seguimiento exacto de los volúmenes en fresco e industrializados de la hortaliza, dejando datos dispersos que no permiten un análisis detallado de la situación que guarda en este momento.

Sin embargo podemos comentar los siguientes:

México no tiene realmente competencia en cuanto a exportación de esta hortaliza. Actualmente no es un gran volumen lo que significa el mercado de exportación del nopal en fresco, acorde al estudio mencionado con anterioridad, en 1995- 96, cita dicho estudio, rondaba los 2.5 millones de dólares, con un volumen aproximado de 4,000 toneladas, que representaba apenas el 1.36% de la producción nacional del mismo año,

mientras que el monto estimado para el negocio del nopal procesado, se calculaba en una cifra de 7.5 millones de dólares. Acorde con los datos del USDA, la importación proveniente de México de nopalito preparado o preservado en vinagre (Código 2001903300) señalan una importación del vecino del norte de \$ 1,095,360 US dólares en el período enero a diciembre del año 2000, equivalentes a 1,066.9 toneladas métricas de este producto, estas cifras comparadas con las previas registradas en el período 1994-2000, nos muestran una caída muy importante en este rubro, siendo sólo explicado por la sustitución o diversificación de consumos en productos conservados en salmuera, que acorde a las entrevista realizadas, es la presentación industrializada que mayor demanda origina hacia el mercado externo, ya sea empacado en lata, frasco, bolsa, o bote plástico de diversos tamaños y presentaciones, solo o con agregados de cilantro, cebolla o chile.

Así también se han implementado presentaciones de nopal precocido y congelado, en bolsas de polietileno para estos mercados.

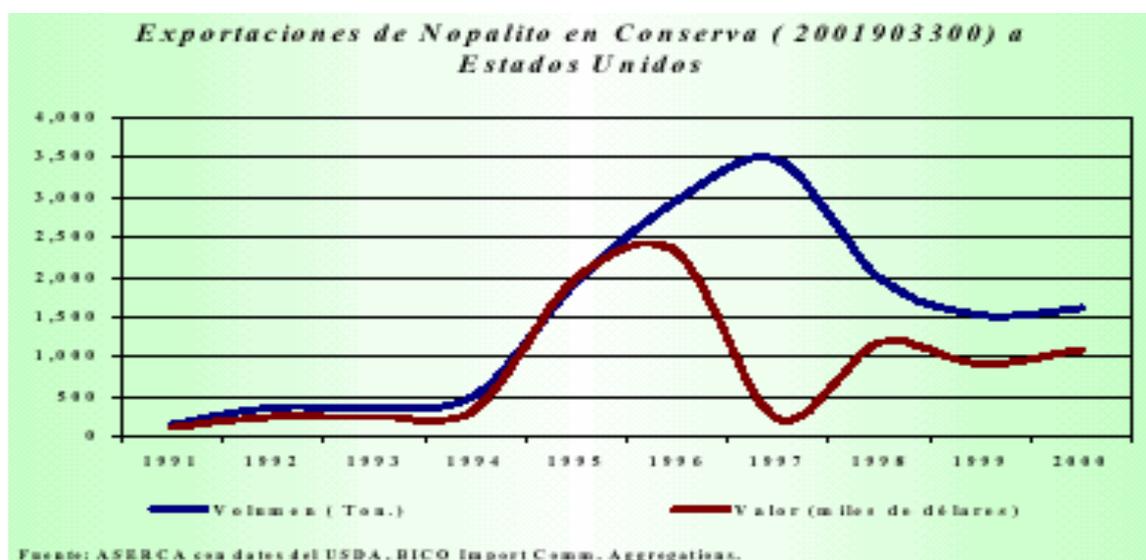


Figura 9. Exportaciones de nopal verdura en conserva

Analizando con las cifras mensuales de importación manejadas por el USDA, nos muestra que aún como producto industrializado, el nopal tiende a tener una mayor demanda en los tres últimos meses del año y crece alcanzando su máximo promedio en el mes de Marzo, declinando significativamente cuando la primavera entra de lleno al vecino país del norte.

De acuerdo con las cifras disponibles en la Secretaría de Economía, las exportaciones de México, en el apartado correspondiente a producto en fresco (07099000.- Legumbres y hortalizas, plantas, raíces y tubérculos, las demás), nos indican que durante el período de ene-dic del 2000, se exportaron 3,915 toneladas de producto, con un valor de 2.851 millones de dólares, inferior a las casi 4,129 toneladas reportadas en este rubro durante 1999, que en su mayoría se estima, son nopales.

Esta cifra de exportación, equivale apenas a un 1.23% del total de nopal producido en el país. En la gráfica se muestran los datos correspondientes a las exportaciones registradas en este rubro durante los últimos tres años y cuyo precio medio anual fue de 0.85, 0.64 y 0.73 dólares por kilogramo durante 1998, 99 y el 2000 respectivamente.

En el año de 1999, de un volumen total de 4,129 toneladas; 1,436 toneladas, corresponden a volúmenes de estados no registrados, 521 toneladas tiene como origen el D. F., mientras que Baja California contribuyó con 881 toneladas en dicho año. Con esto se aprecia el manejo que se hace de la hortaliza internamente antes de salir al exterior, este tipo de situaciones nuevamente se afecta por la temporalidad con la que producto sale al mercado, y que a su vez, por el manejo comercial de trasmano, dificulta el seguimiento exacto de los volúmenes dedicados a la comercialización externa de cada entidad federativa.

Como vemos el panorama de comercialización del nopal de exportación, no termina por completarse, en nuestro caso, no fue posible tener los datos de fuente fidedigna, que nos permitiera mostrar la situación exacta que guarda, sin embargo, es alentador ver que existe la gran posibilidad de que el comercio de esta hortaliza, tenga un crecimiento futuro asegurado, que debe ser impulsado por productores, comercializadores, industriales y autoridades, que hagan trascender, una costumbre alimentaria, hacia nuevas fronteras y culturas.

Importaciones de nopal verdura

Puesto que el consumo de nopal está todavía circunscrito en la población de origen mexicano, el mercado de E.U.A. presenta un gran potencial con sus 13 millones de personas de origen mexicano. Si se extrapola el consumo per cápita del nopal en México, se tiene un potencial de consumo de 8.2 mil ton. En E.U.A. actualmente sólo se cubre el 6% de este mercado.

El principal país importador de nopal verdura son los E.U.A. el destino de este producto lo constituye la población de origen mexicano que radica en ese país conformando un nicho de mercado cuyo comportamiento sigue en buena medida las pautas de consumo de las familias mexicanas.

México no importa nopal y es con mucho el principal abastecedor de esta verdura en el mercado de los E.U.A. sólo recientemente ha incursionado Chile con algunas exportaciones de poca monta con nopal en Nueva York.

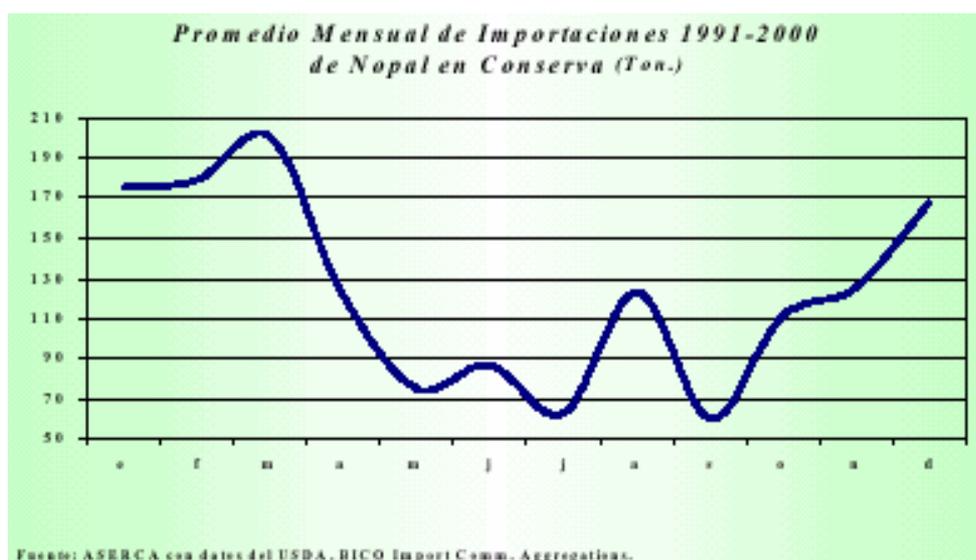


Figura 10. Gráfica de importaciones de nopal en conserva

Cuadro 14. Países productores, superficie, rendimiento, producción, exportación e importación del nopal en fresco

Países	Superficie (Ha.)	Rendimiento (Ton/ha.)	Producción (t)	Exportación (t)	Importación (t)	Consumo aparente (t)	Consumo per cápita (Kg./año)
México	10,400	55.06	572,625	1,527 3,500(*)		571,098	6.35
E.U.A	100	50	5,000		1,527 3,500(*)	10,027	0.77

*Nopal exportado en salmuera y escabeche

Cuadro 15. Volúmenes deL nopal importado por E.U.A, por país de origen y puerto de entrada (1 de Octubre de 1993 a 30 de septiembre de 1994)

PAÍS/ PUERTO DE ENTRADA	VOLUMEN (Kg.)
CHILE	
New York, N.Y.	1,474
MÉXICO	
Chicago, Ill.	400
Dallas, Tx.	18
Eagle Pass, Tx.	2,084
El Paso, Tx.	99,771
Hidalgo, Tx.	238,723
Laredo, Tx.	429,186
Los Ángeles, Ca.	51,550
Nogales, Az.	60
Progreso, Tx.	110,458
Roma, Tx.	3,542
San Diego, Ca.	591,672
TOTAL MÉXICO	1'527,464
TOTAL	1'528'938

Fuente: USDA. Greene and Plummer, 1994

Consumo

Tratando de clasificar a los principales consumidores de “nopalito” del país por estrato de ingresos, corresponde a las clases media y baja, esto refleja el hecho de que la mayor venta de producto se realiza en mercados municipales, tianguis, banquetas y comercios de acceso popular, mientras que en tiendas de autoservicio de las grandes cadenas comerciales, los volúmenes son marginales.

Se considera que la demanda de nopal es homogénea durante todo el año, repuntando en cuaresma y navidad. Es por esto, que el consumo nacional aparente de “nopalito” sigue el balance estricto de producción, existiendo un gran potencial de expansión en el mercado doméstico, incorporando e incrementando el consumo en las zonas costeras y del sureste del país, así como a las regiones menos abastecidas del norte. Además de penetrar en los sectores de altos ingresos en las ciudades.

Considerando en nuestro país una población estimada en 97.362 millones de habitantes, acorde a las cifras preliminares del censo de población, el consumo per cápita aproximado de nopal en 1999 fue de 3.27 Kg., ocupando el décimoprimer lugar dentro de las principales hortalizas producidas en México.

Consumo aparente

La verdura del nopal, se consume en grandes cantidades en toda la República Mexicana gracias a sus extensos atributos nutrimentales. Es un alimento económico de gran variedad.

Se considera que la demanda de nopal es homogénea durante todo el año repuntando en cuaresma y navidad. Es por esto, que el consumo nacional aparente de nopal sigue el balance estricto de producción, existiendo un gran potencial de expansión en el mercado doméstico, incorporando e incrementando el consumo en zonas costeras y sureste del país, así como las regiones menos abastecidas del norte. Además de penetrar en los sectores de altos ingresos en las ciudades.

Considerando en nuestro país una población estimada en 97.362 millones de habitantes, acorde a las cifras preliminares del censo de población, el consumo per cápita aproximado del nopal en 1999 fue de 3.27 Kg. ocupando el decimoprimer lugar dentro de las principales hortalizas producidas en México.

Características del mercado

Tanto la oferta como la demanda del nopal en México se proyectan en base a la región de que se trate, así como la temporalidad. Por otro lado, la estacionalidad con la que se produce el nopal permite clasificar cuatro meses con oferta baja, tres meses con oferta media y cinco con oferta alta. La oferta aumenta entre los meses de abril a agosto, tiempo en que se da una caída drástica de precios y la reja llega a comercializarse en el mercado de abastos de Guadalajara hasta en 20 pesos y con la poca producción que se tiene se ha logrado saturar el mercado. Por otro lado, en los meses de invierno se dificulta encontrar nopalitos de buena calidad. En el mercado internacional se pueden encontrar nopalitos principalmente en salmuera y en escabeche. En E.U.A se está sembrando nopal principalmente en los estados de Texas y California, y les llega proveniente de Baja California, DF, San Luis Potosí, entre otras entidades de México. La demanda se ubica principalmente en la población de los estados del centro; sin embargo, en todo el país se ha incrementado con la promoción de sus propiedades nutricionales. En la Unión Americana se tiene un potencial consumidor de 20 millones de mexicanos, que si se extrapola el consumo per cápita de nopal en México, el potencial de consumo es de 127 mil toneladas / año, de las cuales se cubre solo un 5%.

Perspectivas de mercado

El consumo del nopal está ligado a la cultura culinaria mexicana y no se utiliza como alimento en el resto de América Latina, tampoco en Europa, Asia, África ni Oceanía.

En el resto de Norteamérica, en E.U.A y Canadá consumen nopal los mexicanos y las personas de origen mexicano. En los países desarrollados también existe consumo de nopal por “gourmets”, pero este consumo es esporádico y poco importante.

En México el nopal, se ubica dentro de las principales hortalizas, sin embargo se considera que se puede ampliar el consumo, con compañías de publicidad adecuadas en los estados del norte y costeros de la República, donde el consumo aun es pequeño.

En E.U.A. se presenta un gran potencial para incrementar el consumo de nopal entre la población de origen mexicano y aun entre de los otros orígenes, si se realizan campañas publicitarias adecuadas con lo que México incrementaría sus exportaciones, dado que el nopal producido en México es de mejor calidad, por ser variedades del género *Opuntia*, en tanto que el producido en E.U.A. fundamentalmente es del género *Nopalea*, que presenta menos ahuates pero sin una cutícula más gruesa y por tanto menor calidad.

Otros países como Chile, Bolivia, Perú, Brasil, Cuba, Sudáfrica, Túnez, Argelia y Marruecos, han demostrado interés en dar a conocer a sus poblaciones las formas de consumir el nopalito, sin embargo el impacto de estas campañas tomará bastante tiempo puesto que la aceptación de un nuevo alimento por parte de la población es un proceso largo.

Acceso al mercado

La existencia de normas de calidad en general y específicamente para los nopales es conveniente para productores, comercializadores y consumidores, pues con ello los intercambios comerciales tienden a ser más justos, de manera que mayor calidad esté relacionada con mayor precio, aunque esto en la realidad se encuentra sesgado por los volúmenes ofertados y demandados, es decir por la ley de la oferta y la demanda.

Los Anexos 1 y 2 corresponden a las normas establecidas por el Codex Alimentarius y la Norma Mexicana del Nopal Verdura.

Para la comercialización de nopal verdura existen dos normas: a) La Norma Oficial Mexicana NOM-FF-68-1988 (DGN-SECOFI) y b) La Norma Codex Stan 185-1993 (Codex Alimentarius-FAO).

Con relación a la definición del producto y especies de aplicación, ambas normas se aplican para las especies “*O. Jicw-indica*”, “*O. tomentosa*”, “*O. hyptiacantha*”, “*O. robusta*”, “*O. inermis*”, y “*O. undulata*”. Al respecto cabe hacer notar que faltaría por incluir a una especie del género *Nopalea* que también se usa ampliamente como verdura en las regiones de la Huasteca Potosina y Tamaulipeca, la cual seguramente se trata de “*N. cochenillifera* L. “. La Norma Mexicana refiere al cladodio como “rama comprimida”, en cambio la norma Codex lo define como “tallo modificado”. En cuanto a los requerimientos mínimos de calidad, la principal diferencia es que la Norma Mexicana aplica a nopales con sus espinas y la norma Codex establece que los nopales deben estar libres de éstas, aparte de no presentar daños por bajas temperaturas, manchas ni olores ó sabores extraños.

Las categorías de clasificación por calidad en la Norma Mexicana son: “México Extra”, “México 1” y “México 2”, mientras que en la norma Codex: “Clase Extra”, “Clase I”, y “Clase II”, existiendo correspondencia entre éstas. Las categorías de clasificación por tamaño cubren los mismos rangos en ambas normas (desde 9 hasta 30 cm.), con la diferencia de que en la Norma Mexicana, las categorías van de mayor a

menor (asignándole la letra “A” a la categoría de mayor tamaño (25 a 30 cm.), mientras que en la Norma Codex las categorías van de menor a mayor, asignando la letra “A” al rango de menor tamaño (9 a 13 cm.).

Por lo que toca a las tolerancias (de calidad y tamaño) ambas normas guardan cierta similitud, excepto que en la Norma Mexicana se especifican diferentes niveles de tolerancias en función del punto de inspección: punto de embarque y punto de arribo, mientras que en la norma Codex esto no se especifica.

La Norma Mexicana incluye dos apartados completos que especifican lo referente al muestreo, toma de muestra y método de prueba; en la norma Codex estos aspectos no se especifican, pero en cambio esta norma incluye un apartado completo sobre residuos tóxicos, y contaminantes (metales pesados y residuos de pesticidas) y otro sobre higiene, donde hace referencia a un par de Códigos Internacionales Codex de Prácticas de Higiene; en la Norma Mexicana estos aspectos no están determinados con tanto detalle.

Promoción de ventas

México es el país líder en la producción de nopal verdura, por tener la mayor superficie bajo cultivo 10,400 ha., el único competidor es E.U.A. México también es el líder en el comercio mundial al ser exportador a E.U.A., Canadá, Japón y países europeos.

Para el mercado externo, el nopalito procesado es la mejor forma por las dificultades que presenta la exportación en fresco y porque el consumidor está más acostumbrado a productos procesados.

El mercado externo seguirá siendo el principal demandante de nopal procesado, especialmente el mercado de E.U.A. en aquellas regiones donde se localiza la población de origen mexicano.

La demanda del nopal en el mercado doméstico mexicano sigue patrones bien establecidos. Se prefiere consumir el nopalito fresco en vez de procesado.

Actualmente el nopal, como una fuente importante de nutrimentos, se consume de diferentes formas, fresco, en diferentes tipos de ensaladas, en la elaboración de diferentes platillos como sopas, cremas, panes, postres y bebidas o bien envasados en salmuera, vinagre, y hasta mermeladas.

Entre los principales problemas dentro de la comercialización de su producto, es que este va en fresco y no se dispone de redes de fío y va directamente al consumidor, y no hay mercados apropiados para la comercialización.

Una de las limitantes de la exportación del nopal, es la necesidad de exportar el nopal con espinas, debido a que el nopal limpio se oxida con los cortes. No obstante, la exportación de nopal verdura es considerada como una actividad promisoriosa, especialmente, si se piensa en la posibilidad de su envasado, o bien en el procesamiento de productos medicinales y cosméticos.

El cultivo de nopal ha venido incrementándose en superficie y volúmenes de producción gracias a la iniciativa de los productores, así como al apoyo de diferentes instituciones de los gobiernos federal, estatal y municipal.

Los apoyos institucionales para el cultivo, se han enfocado al desarrollo de paquetes tecnológicos, la obtención de variedades mejoradas, créditos para el establecimiento y asistencia técnica para el manejo del cultivo.

No obstante lo anterior, aún se requiere apoyos para mejorar aspectos muy particulares, como el procesamiento del producto, promoción y su comercialización, de igual manera es necesario fomentar y apoyar las exportaciones del nopal verdura.

Producción

La producción de nopal puede clasificarse en tres grandes tipos: nopaleras silvestres, de huertos familiares y en plantaciones.

La producción en nopaleras en su gran mayoría silvestres, se estima en tres millones de hectáreas. Se localizan distribuidas en suelos pobres y/ o zonas áridas o semiáridas de partes de Sonora , Baja California Norte y Sur, Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo.

Las nopaleras silvestres en estas regiones son fuente de forraje para ganado. Para las ciudades es cortado y acarreado y se usa en la alimentación de ganado lechero.

La segunda forma de producción en nuestro país lo determinan los huertos familiares, costumbre por demás común en el medio rural. El nopal es un componente importante de la dieta en la mesa central y norte de nuestro país. La producción de nopal para autoconsumo y venta en los mercados de pueblos y ciudades, es tradicional desde épocas precolombinas hasta la actual. El crecimiento de estos huertos se dio en forma relevante en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato y Aguascalientes.

Con una selección hecha por el hombre al paso de muchos años, la calidad del producto, en la actualidad, es muy superior a la silvestre en sabor, tamaño, consistencia, grosor, color, menor contenido fibroso, ahuates y espinas.

La demanda de nopal y otros productos creció en forma importante en los años cincuenta, debido al desarrollo de las ciudades y el consecuente incremento poblacional. En este momento aparece la tercera forma de producción, las nopaleras en plantaciones.

Mediante una rigurosa selección de las mejores variedades para consumo humano, los productores llevan la explotación comercial del nopal a parcelas agrícolas. Esta situación se propaga a los principales estados productores del país, y así es como en la actual Delegación de Milpa Alta, zona de producción agrícola en los límites de la Ciudad de México, se impulsan programas de investigación y desarrollo en el año de 1950. Así se logró una explotación comercial hasta alcanzar lo que ahora es; el principal centro productor de nopal verdura en nuestro país, tanto por los volúmenes de producción logrados como por las características de alta calidad del producto obtenido en la región.

Dentro del grupo de las principales hortalizas que produjo México en 1999, de acuerdo con los datos de la SAGARPA, la producción de nopalito en nuestro país se ubica en el lugar número 11 en volumen y en el lugar 12 en lo que se refiere a valor de la producción.

Las superficies sembradas de “nopal” en nuestro país durante 1999 de acuerdo a las cifras oficiales consistieron en 7,327 hectáreas; éstas están distribuidas en 19 estados, 14 de ellos tienen una participación marginal con áreas menores a las 300 hectáreas sembradas y que en conjunto representan el 17% con 1,243 hectáreas.

El resto se encuentra en los estados de Morelos, con 796 hectáreas, San Luis Potosí con 380, Tamaulipas 378 y Baja California con 371 hectáreas, significando a este grupo el 26%. Destaca sobremanera el Distrito Federal con 4,159 hectáreas, que representa casi el 57% de dichas superficies. Así la distribución que el

cultivo tiene en nuestro territorio nos muestra una explotación de superficies dedicadas al cultivo en 5 estados en forma relevante.

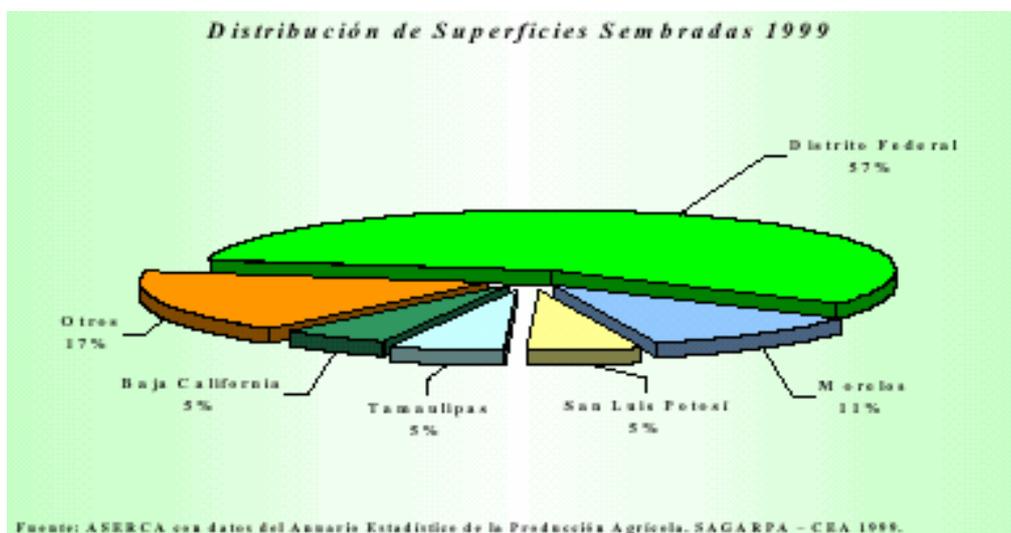


Figura 11. Gráfica de superficie sembrada de nopal en algunos Estados de la Rep. Mexicana

Cabe señalar que las áreas de cultivo en los principales estados productores no muestran grandes crecimientos. Sobresale de entre ellos, el estado de Morelos, segundo estado productor, que pasó de 2 hectáreas en 1989-90 a las 795 hectáreas cosechadas en el año 1999. Así como Baja California con un incremento en el mismo período de 74 a 312 hectáreas y Aguascalientes de 79 a 233 hectáreas cosechadas. Existió además la disminución de áreas dedicadas al cultivo, por factores de rentabilidad, reconversión de cultivos y otros, que afectaron principalmente a algunos estados productores como Jalisco, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Puebla y otros.

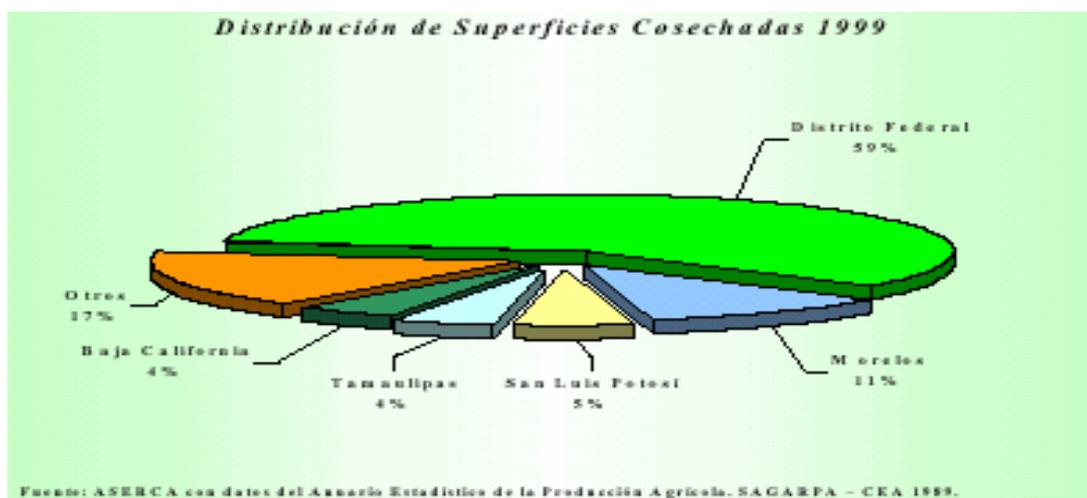


Figura 12. Gráfica de distribución de superficies cosechadas en México

En lo que respecta a la producción, los estados principales en 1999 están conformados por el Distrito Federal con 258,985 toneladas, Morelos con 21,833 toneladas, el Estado de México, Baja California y Aguascalientes

con 7,495; 5,783 y 4,723 toneladas respectivamente. El resto de los estados contribuyen con un total de 19,606 toneladas, que representa el 6%.

Los máximos rendimientos se observan nuevamente en la región nopalera del Distrito Federal con 62.271 ton/ha, seguido de Quintana Roo con 46.000, Puebla con 40.046 y Zacatecas con 34.607. Estos tres últimos estados tienen superficies limitadas de explotación. Otros estados productores de importancia tuvieron rendimientos promedio en 1999 de 34.378 ton/ha para el Estado de México, 27.462 para Morelos, 21.179 para Aguascalientes y de 18.534 ton/ha para Baja California. Estos rendimientos promedio son en condiciones de temporal, ya que el nopal verdura no requiere de grandes volúmenes de agua, sino más bien de microclimas adecuados, para su desarrollo y un cuidadoso manejo y explotación del cultivo.

Bien conocido es el hecho de que al nopal se le asocia a zonas marginales. Sin embargo la explotación comercial del mismo muestra una visión diferente. Las zonas productoras de mayor importancia tienen características propias en cada región, acorde al documento elaborado por ASERCA en 1995-96 y por la naturaleza del cultivo, siguen vigentes los aspectos productivos en cada una de ellas. Resalta por su importancia, lo que sucede en la región productora de Milpa Alta.

Los volúmenes de producción del nopal en algunas regiones del estado de Sonora oscilan entre 2 y 5 toneladas por hectárea /semana durante todo el año si se encuentra bajo condiciones de micro túnel.

La bibliografía reporta la productividad de una hectárea en 8 ton/ha/semana durante todo el año, si se encuentra en forma intensiva (70 mil a 100 mil plantas por hectárea) y bajo condiciones ideales de clima, riego y fertilización.

La mayor producción y consumo de nopal se concentra en México, los nopales silvestres tienen su punto de distribución en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Aguascalientes, sin embargo se ha extendido hacia el norte y sur de México. Como cultivo el nopal verdura se encuentra en los estados de San Luis Potosí, Oaxaca, Jalisco, Puebla, Michoacán, Aguascalientes, Baja California, Distrito Federal y Zacatecas.



Figura 13. Nopal verdura sembrado

Cuadro 16. Mercado del nopal en el interior de México

ESTADO PRODUCTOR	CIUDAD Y ESTADO CONSUMIDOR
Milpa Alta, Distrito Federal	CEDA Iztapalapa; DF; Monterrey, Guadalajara, Torreón, ciudades del sureste, exportación a E.U.A.
Tamazunchale S.L.P.	Tampico, Cd. Victoria, Tamaulipas.
Herz- Mante Tamaulipas	Monterrey, exportaciones a Texas, Chicago y Nueva York.
Zacatecas	Guadalajara, Monterrey, Zacatecas, Torreón, Cd. Juárez y Chihuahua.
Aguascalientes	Guadalajara, Morelia, Uruapan y Cd. Lázaro Cárdenas.
Valtierrilla, Guanajuato	Querétaro, Celaya, Guanajuato, Salamanca y León.
Mexicali, Baja California, Tecate, Ensenada	Mercado local, Tijuana, Los Ángeles y San Diego.
Oeste de la Laguna de Chapala, Jalisco	Mercado local, Noreste de México.
Valles centrales de Oaxaca	Ciudad de Oaxaca.
Cuautitlán- Texcoco y Pirámides, Estado de México.	CEDA del DF, Central de Ecatepec, Central de Tultitlán.
Coatepec, Harinas, Estado de México	Oeste del Estado de México y Toluca.
Polotitlán	San Juan del Río, Querétaro y Celaya.
Tlalnepantla, Morelos	CEDA del DF, Cuautla y Cuernavaca, Morelos, Acapulco Guerrero, Monterrey, Saltillo y Torreón Coahuila.
Tlaxcalancingo, Atlixco, Acatzingo, Puebla.	Puebla, Tlaxcala, Cd. de México, Guadalajara, Veracruz y Tabasco.
Ziracuarétiro, Michoacán.	Guadalajara, Morelia, Uruapan y Cd. Lázaro Cárdenas.

Fuente: Negrete 2000

El nopal en Milpa Alta

La zona productora de nopal de Milpa Alta, ubicada en el área agrícola al sureste del Distrito Federal, es la más antigua al haberse iniciado en los años cincuenta. Acorde a datos de la Delegación de SAGARPA, este centro productor está a una altitud promedio de 2,534 msm., y es el lugar de mayor producción de nuestro país. La economía de la región depende, en gran medida, de la explotación de este cultivo, por ocupar el lugar número uno y siendo a la vez, el de mayor rentabilidad. La explotación clasificada como intensiva, se realiza con densidades de siembra comunes de entre 27,000 a 30,000 plantas por hectárea, con distanciamiento de surcos de 1 a 1.5 metros entre hileras y de 0.25 a 0.50 metros entre plantas. Su crecimiento mediante podas, se mantiene entre 1 y 1.50 metros de altura. Sus suelos en su mayoría de ladera, son de origen ígneo en partes con afloramiento de rocas. Mantiene un clima templado húmedo, una precipitación pluvial anual de 835 a 1200 mm distribuida en los meses de abril a septiembre, una temperatura media anual entre los 13.7 y 16.3 °C, y que presenta temperaturas bajas de 10 a 3 °C en los meses invernales de noviembre a abril.

El cultivo se encuentra establecido en comunidades del área de influencia de la Delegación y son las más representativas, Villa Milpa Alta con una superficie de 2,589 hectáreas, San Lorenzo Tlacoyucan, con 754 has., Santa Ana Tlacotenco, San Jerónimo Miacatlan y San Agustín Ohtenco con 298, 132 y 100 hectáreas, San Juan Tepenahuac 96, San Francisco Tecoxpa 98, San Antonio Tecomitl, San Pedro Atocpan y San Pablo Oztotepec con 34,30 y 28 hectáreas establecidas.

En esta zona se utiliza muy poca maquinaria para el manejo del suelo, salvo la preparación. Se aplica fertilizante químico y grandes volúmenes de estiércol con rangos de 150 a 200 toneladas cada 2 años. Se procura mantener un uso adecuado de pesticidas en estas plantaciones de temporal y se realizan cortes cada semana, durante todo el año. El nopal se cosecha con cuchillo o jalado de mano, mismo que se deja enfriar a la sombra antes de empacarlo.

La producción disminuye en los meses fríos, como lo muestra la gráfica correspondiente, y se pueden establecer cuatro temporadas de muy buena a mala, por los volúmenes comercializados.

La productividad de los buenos productores de Milpa Alta es de 80 a 90 t/ ha al año, con fuertes variaciones entre cortes a través del año (mayor producción en primavera y verano, y menor en otoño e invierno). Esto afecta los precios pagados al productor por el nopalito, a través del año. Al productor de Tlalnepantla le cuesta \$225.00 poner una paca de nopalitos en la Central de Abasto de la ciudad de México (\$100.00 por la cosecha, empaque \$120.00, por transporte y \$5.00 por sacos y cuerdas. Debido a estos costos, de marzo a septiembre sólo aquellos productores que cosechan y empacan utilizando la mano de obra familiar y que transportan en vehículos propios son los que continúan vendiendo en este mercado.

Una desventaja que se ha tratado de combatir es la falta de organización de los productores, que no cuentan con asociaciones fuertes y representativas que les permita ejercer mayor incidencia en la comercialización y el precio final del producto.

Las actuales formas de organización les permite solo a algunos, obtener derechos de piso tanto en la Central de Abasto de Villa Milpa Alta, así como en la CEDA del D. F., para la venta de "nopalito". Es éste, un centro de consumo por excelencia, que además, por su cercanía, les brida ventaja sobre otras regiones productoras.

Distribuidos en los 10 pueblos o comunidades existentes en su organización social, los productores que existen en esta zona se estiman de la siguiente forma: pequeños propietarios 1,230, ejidatarios 670 y comuneros 4,870.

Cuadro 17. Las superficies, rendimientos medios y producción de nopal por entidad federativa, 2001

Entidad	Superficie (ha)	Rendimiento (t/ ha)	Producción (t)
<i>Distrito Federal</i>	5,440	600	326,400
<i>Morelos</i>	1,000	700	70,000
<i>Jalisco</i>	1,000	600	60,000
<i>Puebla</i>	600	400	24,000
<i>Baja California</i>	450	600	27,000
<i>San Luis Potosí</i>	350	300	10,500
<i>Michoacán</i>	320	350	10,500
<i>Tamaulipas</i>	300	300	9,000
<i>Guanajuato</i>	280	350	9,800
<i>México</i>	200	300	6,000
<i>Nuevo León</i>	120	600	7,200
<i>Oaxaca</i>	100	600	6,000
<i>Aguascalientes</i>	80	300	2,400
<i>Zacatecas</i>	75	300	2,250
<i>Hidalgo</i>	60	400	2,400
<i>Tlaxcala</i>	45	250	1,125
<i>Querétaro</i>	35	200	700
<i>Sonora</i>	20	800	1,600
<i>Durango</i>	15	200	300
<i>Otros</i>	10	100	100
SUMA	10,500	550	577,075

Fuente: SAGAR, Anuario Estadístico de Producción Agropecuaria. 2000

El nopal, en los cultivos hortícolas de México, ocupa el 15° lugar por superficie y el 6° por producción.

Costos de producción

La competitividad que deben mantener los productos agropecuarios por ubicarse y mantener su lugar preferente dentro del mercado, mucho tiene que ver con el costo de producción comercial. Este es un indicador de su capacidad de competencia. Dentro de la estructura de costos del cultivo de nopalito podemos mencionar los siguientes: deshierbe, la poda, el sacado de la poda, fertilización, abonado, combate de plagas y enfermedades mediante pesticidas, riegos, cosecha, empaque, desespinado y limpieza. Aunado a estos conceptos debemos agregar los costos de transporte y distribución que son significativos y marcan

diferencias en la demanda del producto para las diversas zonas de producción y sus mercados de venta.

La cosecha es el costo mayor en las diversas zonas mencionadas, siendo variables los demás por las características propias de cada zona o región productora. Por citar ejemplos en algunas es significativo el deshierbe porque la mano de obra es cara, en otras el uso de insecticidas es más frecuente por el elevado índice de plagas y por tanto demanda un mayor costo, etc. Debido a este tipo de situaciones, los costos de producción van siendo afectados de diversa manera.

La Delegación Estatal de SAGARPA en el Distrito Federal, quien rige a Milpa Alta maneja para el año 2000 en plantaciones nuevas, con tecnología TMF, un costo de producción de \$ 79,222.00 por tonelada para nopal verdura con un rendimiento esperado de 80 toneladas por hectárea. Acorde al precio estimado de \$ 2,178.00 por tonelada, arroja una utilidad neta de \$ 95,018.00 con una relación costo beneficio de 2.2 y una rentabilidad neta del 120 %. La duración de la plantación es de 10 años en sistema tradicional y de 6 años en sistema intensivo.

De manera similar se cuenta con un costo para aquellas plantaciones establecidas, donde el costo es de \$ 56,804.00 por tonelada, existiendo una utilidad neta de \$ 117,436 en una relación costo-beneficio de 3.1 y una rentabilidad neta del 207%.

Cabe hacer mención del número de jornales que demanda esta actividad, ya que para las superficies establecidas se requieren 160 jornales por hectárea mientras que las nuevas demandan 182.

Según se estima en dichos costos, además del hecho de que se cosecha durante todo el año, nos señala la gran importancia económica que el cultivo derrama sobre la población. Podemos afirmar que este factor, demanda de mano de obra, tiene influencia en las regiones productoras para disminuir la migración a otras ciudades o lugares de trabajo. Una más de las bondades de este producto.

La estructura de costos está compuesta mayoritariamente por servicios propios de la actividad, que por otros de consumo intermedio. Con ello se genera una derrama mayor de recursos al sector agropecuario, por la mano de obra demandada, que a otros sectores a través de la compra de insumos y maquinaria.

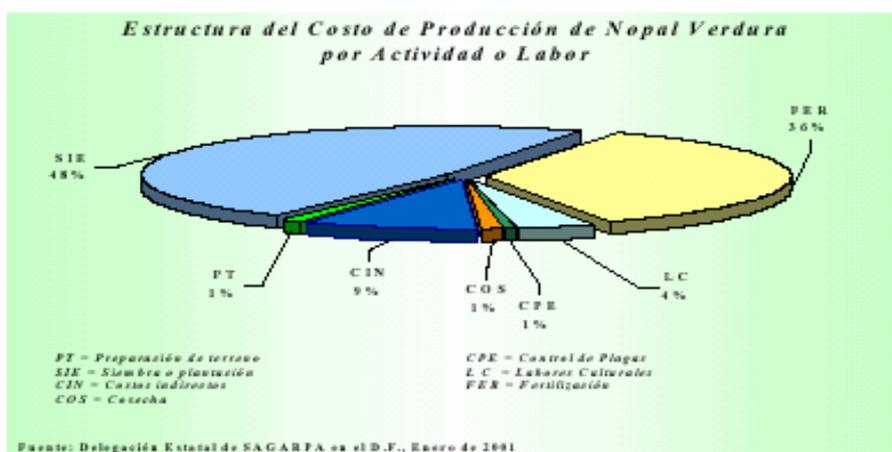


Figura 14. Gráfica del costo de producción de nopal

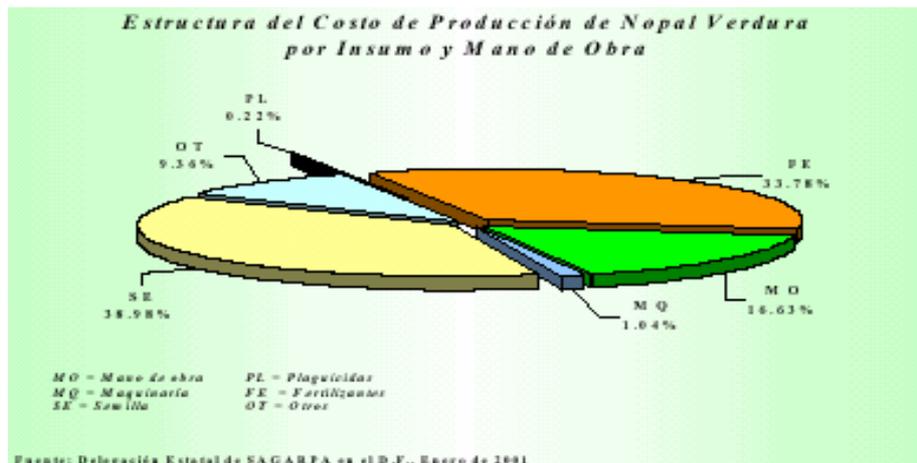


Figura 15. Gráfica de la estructura del costo de producción de nopal

Industrialización Alimentos

Uno de los usos más comunes del nopal es la de fruto y verdura. El consumo como verdura se ha extendido cada vez más, éste se ha incrementado en busca de disfrutar sus ventajas nutricionales.

Como alimento industrializado es cada vez más versátil, pudiendo encontrarse presente en salmuera, escabeche, jugos, salsas, botanas, entre otros. En algunas partes del Continente, del nopal se aprovecha únicamente su fruto para consumo humano y sus hojas tiernas (cladodios) son exclusivamente para alimentación animal.

En México, la forma más generalizada de industrializar el nopalito es en salmuera y en escabeche. También se elaboran dulces; entre los más comunes están la mermelada de nopalito y los nopalitos cristalizados.

Consideramos que para el mercado interno, la demanda de nopalito en conserva (salmuera o escabeche) es mínima, porque se dispone de nopalito verde todo el año a menor precio; en cambio, la exportación es la mejor opción para esta forma de consumo, dado que el nopalito con aguates no es aceptado por los consumidores de otros países y si se desespinan, rápidamente se oxida en los cortes y toma una coloración café, con lo que se deteriora se presentación.

En México, Estados Unidos de América, Italia, Perú, Chile, Dinamarca, etc., se utiliza el nopal y sobre todo la tuna para fabricar "vinos" y licores (aguardientes)

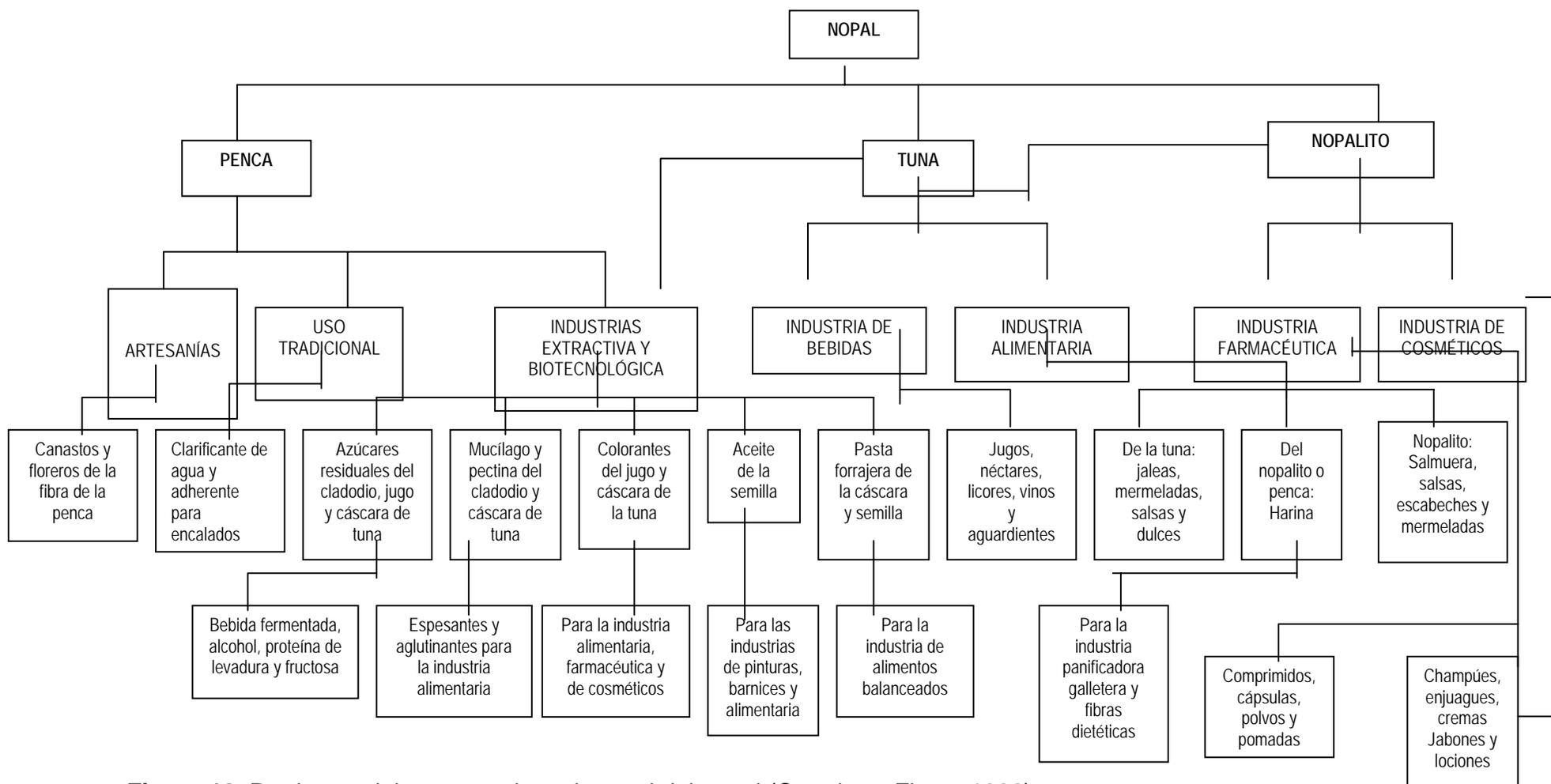


Figura 16. Productos del procesamiento integral del nopal (Corrales y Flores 1996).

Aspectos nutricionales

Actualmente los médicos recomiendan ampliamente su consumo para prevenir o ayudar a controlar enfermedades crónico-degenerativas, como el estreñimiento, la diabetes, el colesterol y los triglicéridos

Medicinas

La utilización del nopal con fines medicinales data desde los aztecas y se ha comprobado (Fratti- Munari, 1983), que el consumo de nopal reduce los niveles de glucosa en la sangre y disminuye los niveles de colesterol. Debido a esto y al uso antiguo del nopal como medicina tradicional el empleo de nopal con fines medicinales se ha incrementado. Por lo que diversas empresas elaboran comprimidos, polvos y cápsulas de nopal.

Cosméticos

Actualmente se encuentra en el mercado una gran cantidad de líneas de cosméticos que contienen nopal como principio humectante, debido a sus propiedades mucilaginosas, diversas empresas elaboran algunos productos cosméticos siendo los más comunes los champúes, enjuagues, jabones, lociones, mascarillas, cremas y geles.

Ferretería

Desde hace tiempo se conocen las propiedades adhesivas del nopal y se ha hecho uso de ellas en aditivos y pinturas.

Estudios más recientes proponen la utilización del polvo de nopal para la construcción con el fin de aumentar la dureza de estructuras de concreto, habiéndose logrado resultados sorprendentes con adiciones de, 5g de mucilago de nopal liofilizado por cada mil 200 g de materiales secos a utilizar, con lo que se logra una dureza del 56% mayor que la del concreto sin mucilago de nopal.

Sustrato para la producción de grana

La cochinilla (*Dactylopus coccus* Costa) es un insecto que produce el carmín, un colorante rojo que ha vuelto a tomar importancia, a raíz que se prohibieron, por considerarlos cancerígenos, los colorantes artificiales FD&A N° 2 y N° 4 en 1976.

En algunos países la producción de grana es uno de los principales objetivos de la explotación del nopal.

Se cultiva nopal para producir grana en Perú (70,000 ha), Bolivia (1,000 ha), Chile (500 ha), España (300 ha en las Islas Canarias), Sud África (100 ha), Argentina (50 ha) y México (10 ha).

Frutal

Para producción de tuna, fruto del nopal, esta cactácea, se cultiva en diversos países México (67,000 ha), Italia (2,500 ha), Sud África (1,500 ha), Chile (1,000 ha), Colombia (300 ha), Israel (250 ha), Estados Unidos de América (200 ha), entre otros países.

Hortaliza (nopalito)

Con este propósito el nopal se cultiva en México (10,500 ha) y en Estados Unidos de América (150 ha).

Planta forrajera

El nopal se cultiva en muchos países para uso forrajero: Brasil (500,000 ha), Sud África (350,000 ha), México (150,000 ha), además 3'000,000 ha de nopaleras silvestres las cuales se usan para la obtención de forraje, Túnez (75,000 ha), Marruecos (10,500 ha), Argentina (10,000 ha), Estados Unidos de América (1,000 ha, además de 500,000 ha de nopaleras silvestres). De otros países, como Argelia, Libia, Egipto, Jordania, Etiopía, Namibia, Mozambique, etc., no se dispone de información sobre superficies cultivadas de nopal con fines forrajeros.

Cerco

La utilización de las variedades espinosas de nopal para formar cercos en los huertos familiares y en los predios ganaderos es común y muy antigua en México.

Para la conservación del suelo

El nopal se utiliza en muchos países para proteger el suelo de la erosión hídrica y eólica, y evitar la desertificación en zonas áridas y semiáridas, formando "setos" en curvas de nivel, que soportan las condiciones del medio árido caracterizado por una precipitación pobre e irregular y alta oscilación térmica diaria y anual.

Por todo lo anterior, se considera al nopal como uno de los recursos genéticos de gran valor que México ha dado al mundo.

Otras formas de utilización

En México se utiliza el nopal como materia prima para la producción de artesanías, se usa la fibra en la manufactura de canastas y floreros. Además, se ha mencionado que del nopal es posible obtener papel de calidad y también pectina; sin embargo, estas posibilidades aun se encuentran en experimentación y no se han desarrollado a escala industrial-comercial (Colín, 1976).

La opinión sobre la industrialización del nopal (alimentos, medicinas y cosméticos) es que los problemas no se encuentran en el proceso, pues se dispone de suficiente tecnología para elaborar los diversos productos; en cambio, consideramos que las dificultades se encuentran en la fase de comercialización, sea en el mercado interno o externo por la falta de demanda en el mercado de productos derivados del nopal, ya que para desarrollarla deben realizarse campañas publicitarias serias, profesionales, bien planeadas y por tanto caras, que la mayoría de las empresas industrializadoras no están dispuestas a costear (Corrales y Flores, 1998). Sin embargo, los volúmenes de nopalito procesado exportados, cada vez son mayores

Ventajas y racionalidad técnica de la industrialización

Las principales razones de ser de la industrialización y del procesamiento de productos perecederos son:

- ❖ Conservarlos en buen estado por más tiempo para su comercialización en Mercados diversos y distantes.
- ❖ Ampliar su disponibilidad a lo largo del año.
- ❖ Regular los precios en casos de sobreoferta del mercado en fresco.
- ❖ Dar valor agregado a los productos.
- ❖ Generar empleos e ingresos que beneficien y arraiguen a los productores.

Por lo anterior, la industrialización del nopal despierta mucho interés, dado que tecnológicamente es posible, además de que puede ser económicamente viable y rentable, dependiendo de algunos factores mercadotécnicos y organizacionales, especialmente por el beneficio que representa para los productores agrícolas marginales de las zonas desérticas.

Sin embargo, con este trabajo no se pretende fomentar la falsa idea de que la industrialización es la gran solución de todos los problemas, más bien lo que se plantea es la descripción del aprovechamiento integral del nopal y del potencial que cada producto derivado de esta planta tiene, con un enfoque realista, no porque no se trata solamente de un problema tecnológico de la industria alimentaria que genere empleos en el sector agrícola, sino de que los productos tengan asegurado su mercado y que ello sea una verdadera opción de desarrollo. No se puede fincar ni alentar ninguna empresa si ésta no es rentable.

El aprovechamiento integral del potencial del nopal (planta) y de la tuna (fruto) a nivel agroindustrial abarca diversos productos a partir de las pencas, de las tunas y del nopal verdura o nopalito. De acuerdo con Corrales (1992), estos productos se pueden clasificar por el tipo de la industria que los procesa. Así se tienen las industrias:

- a) Artesanal.
- b) Químico- extractiva y biotecnológica (edulcorantes, aceite comestible y ácidos grasos, pigmentos, aditivos espesantes y gelificantes para la industria alimentaria, pasta forrajera, biomasa, fermentados y alcoholes destilados, entre otros productos).
- c) Alimentaria (rústico artesanal o tecnificada) y recientemente se ha propuesto estudiar y tecnificar la obtención de alimentos mínimamente procesados, derivados del nopal, de la tuna y de otras cactáceas).
- d) Farmacéutica.
- e) Cosmetológica.

Sin embargo, a pesar de esta gran variedad de alternativas de aprovechamiento, solamente los cosméticos, algunos medicamentos o fármacos y los alimentos procesados en forma rústica (queso de tuna) o en forma tecnificada (salmueras, escabeches, salsas, jugos pasteurizados, licores, mermeladas, confitados y productos cortados frescos o mínimamente procesados) han tenido un desarrollo de cierta relevancia en países como México, Italia, España, Estados Unidos de América, Argentina y Perú, entre otros.

Usos tradicionales no alimentarios del nopal

Clarificante de agua

El uso tradicional que en México y en otros países se le ha dado a las pencas como clarificante de agua, aprovecha las propiedades de adsorción del mucílago de las gomas de las pencas para aglutinar y precipitar arcillas y materiales orgánicos en suspensión del agua turbia, sin embargo, con las pencas sólo se quita gran parte de la turbidez al agua, pero no significa de ninguna manera que el agua así tratada sea potable. De acuerdo con Bobby Crabb, citado por Cárdenas *et al.* (1997) el mucílago del nopal puede funcionar como un agente clarificante del agua de beber en la misma forma que lo hace la goma de okra.

El proceso de clarificación del agua es muy simple, existiendo dos formas básicas: una consiste en descuticular las pencas de nopal para dejar el mucílago

expuesto al contacto directo con el agua, la otra forma consiste en picar las pencas para tener el mismo efecto.

El nopal como clarificante de agua se emplea en México, Chile, Argentina (Ochoa, 1997) y seguramente en otros países. Actualmente, en México este uso es muy reducido, debido a que la gran mayoría de las comunidades dispone de agua entubada, sólo en algunas rancherías en que la población se abastece de represas, donde también abreva el ganado, al agotarse éstas, el agua se enturbia mucho y cuando no se dispone de otro sistema de filtrado (por ejemplo filtros de cantera), se utiliza el nopal. Actualmente no existen industrias para obtener clarificante de agua a partir del nopal y no se ven perspectivas comerciales para este producto, sin embargo se uso rústico seguirá en comunidades marginadas.

Adherente para encalados

En este caso se aprovechan las propiedades adherentes del mucílago y gomas de los cladodios del nopal para reforzar la adherencia de la cal, se utiliza en México desde antes de la conquista española. El proceso más comúnmente utilizado consiste en dividir en dos las pencas, de manera que la mayor parte del tejido parenquimatoso quede expuesto y estas mitades son colocadas dentro del recipiente donde se tiene el agua con cal, y así ocasionar que el mucílago excretado por las pencas se incorpore a la lechada, para la cual ésta se agita periódicamente, antes de proceder al encalado. La lechada así preparada se emplea sobre todo el medio rural para mejorar el encalado en paredes de casas habitación, de bardas de piedra o de mampostería y troncos de árboles; también se ha reportado su uso en Chile (Sudzuki, 1992), y en Argentina (Hofman, 1995). Actualmente, en México no existe una industria que fabrique productos utilizando la capacidad adherente de los mucílagos y gomas del nopal, existen experiencias a nivel de laboratorio en la fabricación de pintura vinílica utilizando el nopal (Rodríguez *et al.*, 1995). Se desconoce la factibilidad económica del uso del nopal para obtener adherentes industrialmente.

Productos de la industria alimentaria tecnificada del nopal

Los principales productos de la industria alimentaria tecnificada son los nopales (nopal verdura), preparados en salmuera o en escabeche, así como las salsas de nopal o de xoconostle (tuna ácida), los jugos pasteurizados, mermeladas, confitados de nopal, harina de nopal. Siendo los primeros (nopalitos en salmuera o escabeche) los más importantes por los volúmenes procesados. Además, recientemente ha incursionado al mercado nuevos productos que se mencionarán más adelante.

El procesamiento de los nopales (Figura 2) para cualquier presentación (nopalitos en salmuera o en escabeche, mermelada o confitado), se inicia con la recepción y el acondicionamiento de la materia prima, los nopales deben de ser de la mejor

calidad y ya estar desespinaados. El acondicionamiento consiste básicamente en escaldar y lavar los nopalitos, con el propósito de inactivar las enzimas y destruir los microorganismos que pudieran estar presentes, ablandar el producto y eliminar parte del mucílago. El escalde se puede realizar de dos maneras, hirviendo el nopalito en agua durante 30 minutos o pasándolo por un cilindro con vapor durante 10 minutos. Aquí es importante ajustar el tiempo y la temperatura de proceso a las características de la variedad de nopal que se tenga disponible. El nopal del nopal silvestre, como el tapón (*Opuntia robusta Wemdl.*), soporta mayores temperaturas y tiempo de cocción que el nopalito cultivado como el de la variedad de Milpa Alta (*O. ficus indica L.*). Al final, el producto se sumerge en agua fría y limpia, lo que implica un choque térmico que fija el color verde característico de los nopalitos preparados, además de que se elimina y el mucílago adherido (Corrales- García 1998).

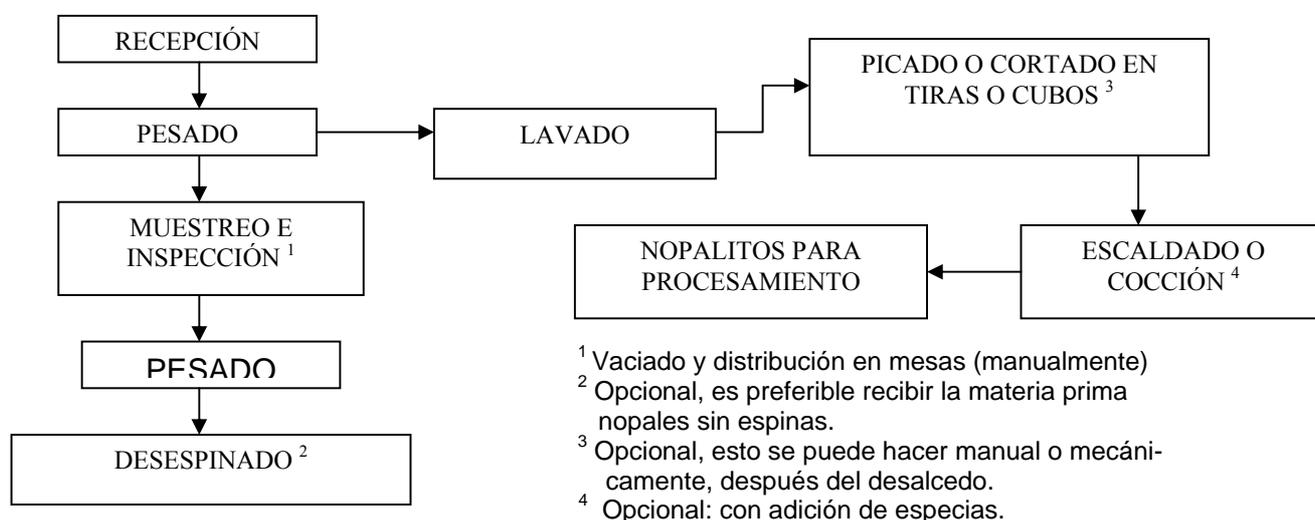


Figura 17. Esquema del proceso de acondicionamiento de nopales para su posterior procesamiento, ya sea en salmuera, escabeche, mermelada, u otra forma. Adaptado de Corrales- García (1998).

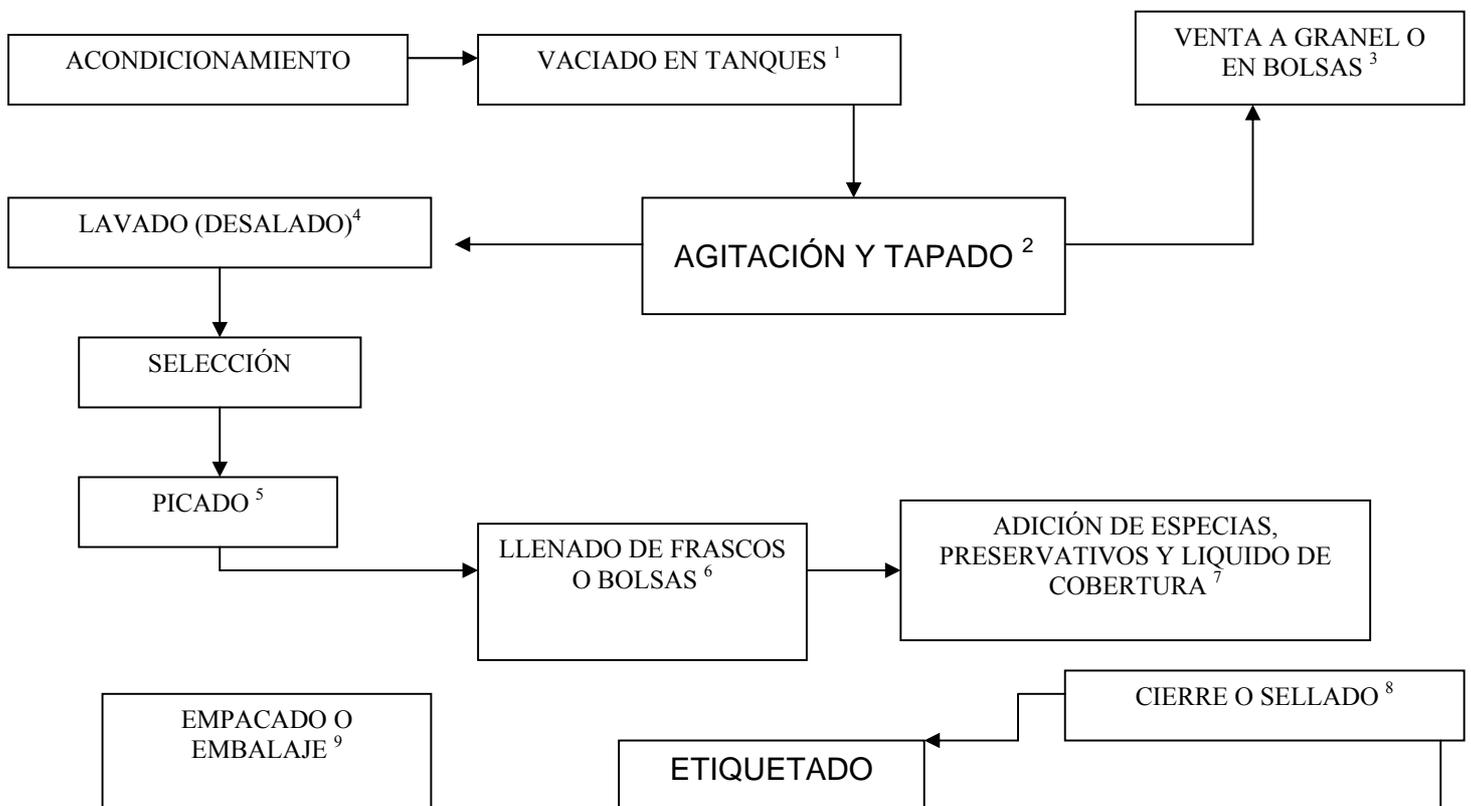
Nopales en salmuera

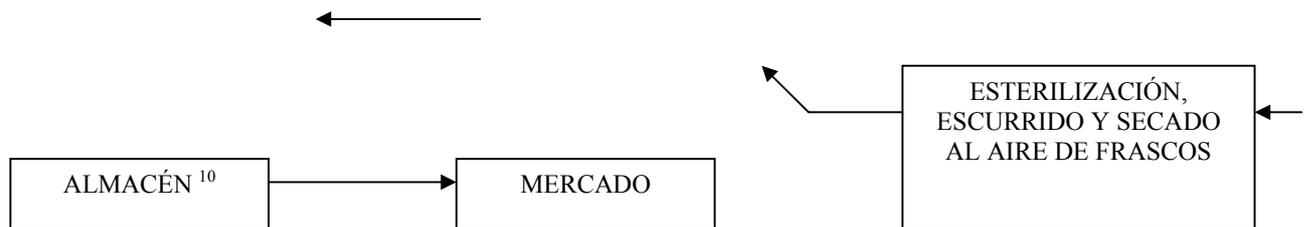
Son los nopales escaldados y conservados en solución salina (máximo 2% de NaCl), que se pueden emplear en la preparación de diferentes guisos, cuyo proceso de producción consiste en lo siguiente: los nopalitos, ya acondicionados, en algunas empresas se salan en recipientes grandes o tanques con salmuera al 12% en una proporción aproximada de 1.7 litros de salmuera por kilogramo de producto (Figura 3). Los nopalitos pueden permanecer en estos recipientes de 10 días hasta meses, dependiendo de la demanda. Durante este período es aconsejable verificar y mantener la concentración de la salmuera, agitarla diariamente y tapar bien los recipientes, para evitar contaminaciones y la

decoloración del producto por la acción de la luz. Al finalizar el salado, el producto se lleva a la sala de proceso, donde se desala por medio de lavados, luego se selecciona, se pica (corta en tiras, cuadros o penquitas también llamadas baby nopalito) y se envasa en frascos, bolsas de polietileno, latas o cubetas de plástico, adicionando algunas especias y líquido de cobertura (salmuera al 2%) y, en ocasiones, conservador. Luego los envases se sellan, o se cierran al vacío previo agotamiento (en un exhauster) y se esterilizan en autoclave, se escurren hasta secarse y luego se etiquetan; finalmente se empacan en cajas de cartón para su comercialización, después del período cuarentenario. El producto también puede comercializarse a granel sin desalar. El rendimiento del proceso desde nopalitos con espinas hasta nopalitos en salmuera para la venta es de alrededor de 57%, dependiendo del proceso y de su desempeño. En México existen poco más de 20 empresas que elaboran nopalitos en salmuera y en los Estados Unidos de América, al menos 3.



Figura 18. Nopales en salmuera embolsados





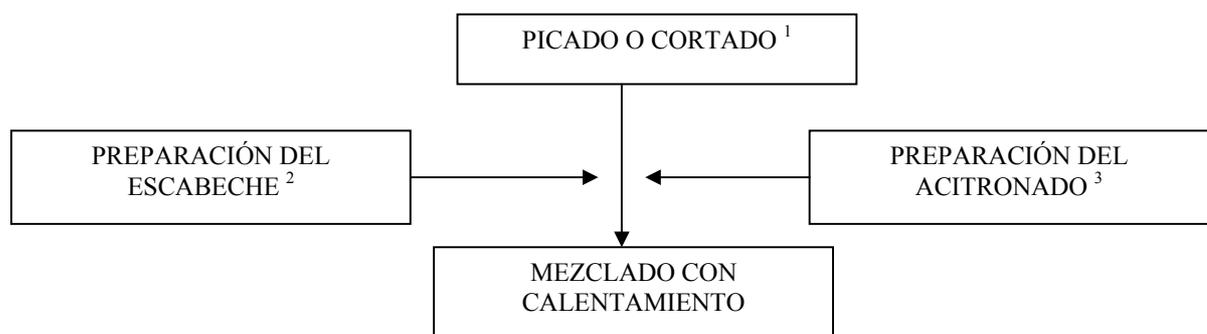
¹ Con salmuera al 12%; ² Agitación diaria con pala de madera; ³ En contenedores de madera o de plástico; ⁴ Durante aproximadamente 6 hrs., hasta lograr 1- 2% de sal; ⁵ Opcional; manual o mecánicamente; ⁶ En bolsas de plástico o frascos; ⁷ Salmuera al 2%; ⁸ La salmuera debe cubrir completamente los nopales (para evitar que los nopales entren en contacto con el aire
⁹ En cajas de cartón; ¹⁰ Cuarentena

Figura 19. Esquema del procesamiento de nopales en salmuera. Adaptado de Corrales- García (1998).

Nopales en escabeche

Son nopalitos en escaldados y conservados en vinagre aromatizado con especias (máximo 2% de ácido acético), solos o combinados con verduras y/o condimentados. El proceso consiste en los siguiente: los nopalitos, previamente acondicionados, se cortan o se pican (manual o mecánicamente) obteniendo las mismas presentaciones de los nopalitos en salmuera; paralelamente se prepara el escabeche, que es una mezcla de vinagre (1.8 al 2.0% de ácido acético) plantas aromáticas y aceite (Figura 4). Para ello, el vinagre se calienta hasta ebullición, a partir de lo cual se le adicionan las especias directamente o dentro de una bolsa de tela, dejando en ebullición por unos cinco minutos más para que el vinagre se aromatice. Por separado se prepara el “acitronado” que consiste en sofreír en aceite porciones de cebolla, zanahoria, ajos mondados y hojas de laurel. Enseguida se mezclan los nopalitos, el escabeche, el acitronado, agregándoles chiles y cilantro. El producto se envasa en frascos que luego que luego se esterilizan en autoclave o en baño maría, se enfrían, se escurren hasta secarse y luego se etiquetan. Finalmente se acomodan en cajas de cartón para su almacenamiento, período cuarentenario y embarque al mercado. En México hay un poco más de 25 empresas que elaboran nopalitos en escabeche y al menos una en estados Unidos de América.

ACONDICIONAMIENTO



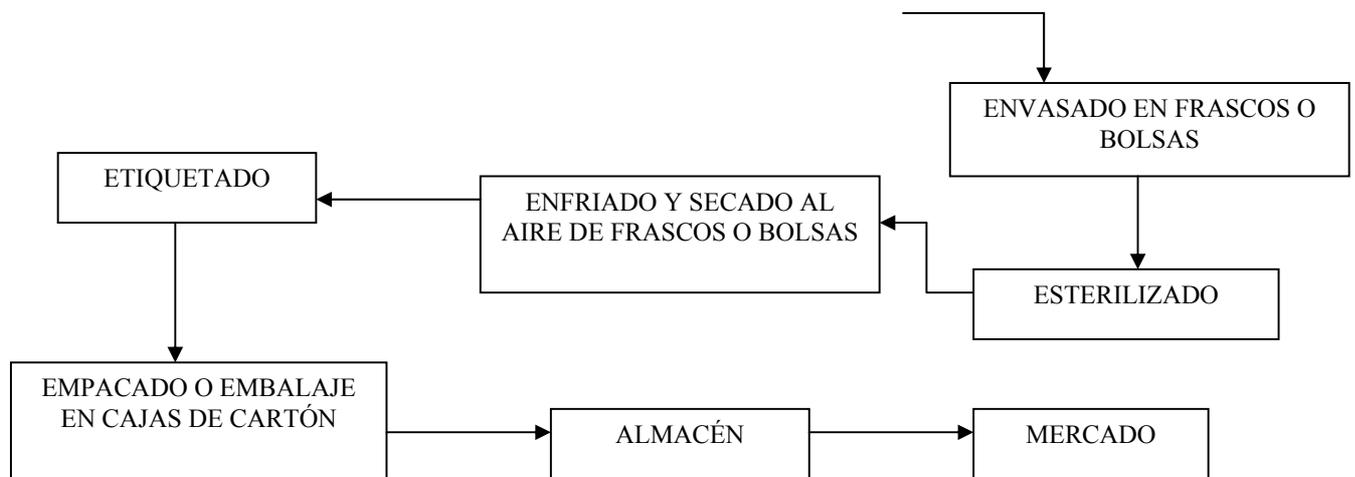


Figura 20. Esquema del procesamiento de nopales en escabeche. Adaptado de Corrales- García (1998).

Actualmente los nopalitos (en salmuera o en escabeche) se consideran como una etno hortaliza ligada a la comida mexicana del centro del país, pero desconocida en el resto de América, así como en Europa, África, Asia y Oceanía, por lo que durante muchos años la principal población de consumidores fue la del centro de México y luego la de origen mexicano en general, por eso los destinos más importantes de las exportaciones eran los Estados Unidos de América y Canadá, particularmente a la ciudades donde se concentra la mayor población de origen mexicano. Esto ha cambiado debido a la expansión (“boom”) de la comida mexicana, primero en Norteamérica y luego en el resto del mundo, de manera que el consumo del nopalito en salmuera o en escabeche se ha extendido notablemente y con ello han crecido las exportaciones.

Figura 21. Nopal en escabeche

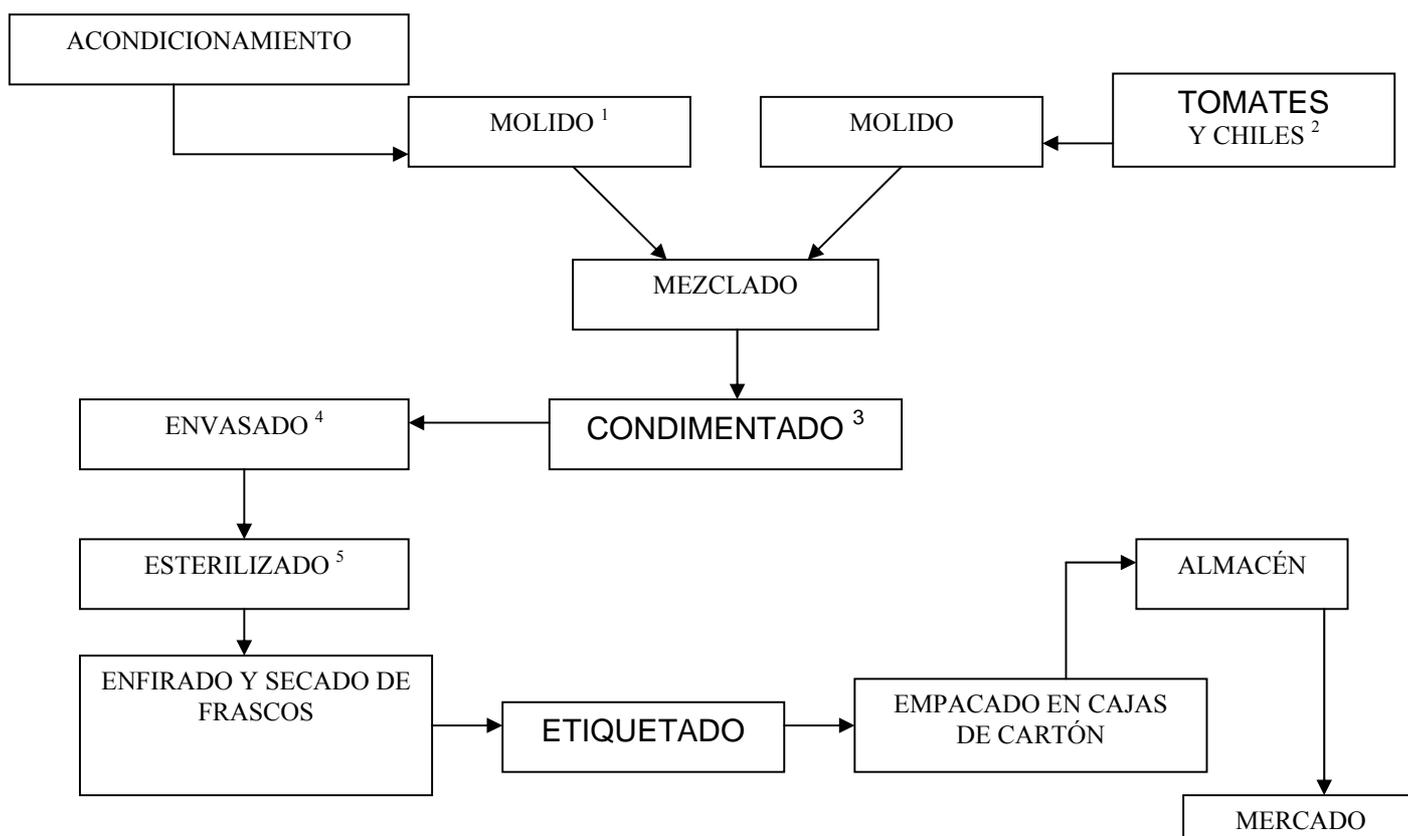
Los nopalitos en salmuera o en escabeche (Figura 21. Nopales envasados en escabeche) se producen en México y en los Estados Unidos de América, sin embargo, en este último país, tanto en el estado de Texas como en el de California se cultivan principalmente variedades del género *Nopalea*, que tienen menos espina, pero que presentan una cutícula más gruesa que las variedades de *Opuntia*, por lo que la aceptación de nopalitos de aquellas variedades es menor. La tendencia de la industria y del mercado de estos productos es al crecimiento, en la medida en que más consumidores de otras etnias aprecien la comida mexicana y con ella los nopalitos. Además, si se dan a conocer los atributos del nopalito en cuanto a que baja el colesterol y el azúcar en la sangre o ser un excelente factor de balance del sabor en ensaladas y alimentos muy condimentados, su mercado podría expandirse mucho más.



Salsas de nopal

Las salsas de nopalito son productos elaborados a base de nopales molidos con adición de chiles de algunas de las diferentes variedades existentes, tomate, cebolla, vinagre y especias en diferentes proporciones y en ocasiones con adición de un conservador.

Antes del envasado puede haber un cocimiento o no. los ingredientes varían algunas empresa incluyen otros vegetales o ingredientes como vino blanco, concentrado de limón, etc. las salsas pueden presentarse con un nopalito en trozos o molido, según sea la preferencia del mercado a que se destina.



¹ En la licuadora doméstica o industrial

² se emplean diferentes variedades de chile y en diferentes proporciones, de acuerdo a la formulación de cada empresa

³ Se emplean diferentes sazonzadores como ajos, cebollas, salsa de soya

⁴ Generalmente frascos

⁵ Las condiciones de temperatura y tiempo varían de acuerdo al tipo de salsa y condiciones de proceso y sanidad de cada empresa

Figura 22. Esquema del proceso de elaboración de salsas de nopal.

Se han detectado 15 marcas comerciales de salsa de nopal, todas en los Estados Unidos de América (nueve en Texas, cinco de Arizona y una en California), lo cual se debe a la expansión de comida mexicana. En México las amas de casa acostumbran las salsas de nopalitos. Las elaboran el mismo día con ingredientes frescos y pocas veces las adquieren ya elaboradas en el mercado. Para los mercados de Norteamérica y otros países, las salsas de nopalito cada vez tendrán mayor demanda, en la medida que sea más aceptada la comida mexicana, en todo caso, para desarrollar los nuevos mercados será conveniente disminuir el contenido de chile picante en las salsas, además de implementar campañas de mercadotecnia.

Otros alimentos de nopal

Recientemente, en México han surgido una serie de alimentos procesados de nopal, como los siguientes:

Nopalitos en salsa: son nopalitos enlatados con diversas salsas como: nopalitos en salsa de chile de árbol o nopalitos en salsa de chile pasilla.

Paté de nopal con soya: es un puré de nopalitos con soya texturizada y saborizada a carne de res o pollo. Este producto se envasa en frascos.

Cereal de trigo y nopal: Es un producto peletizado elaborado con harinas de salvado de trigo y nopal deshidratado. Se presenta comercialmente en cajas de cartón.

Nopal con atún: Es una ensalada denominada "Azteca", que contiene atún, frijoles, nopalitos y chiles jalapeños. La presentación comercial de este producto es enlatado.

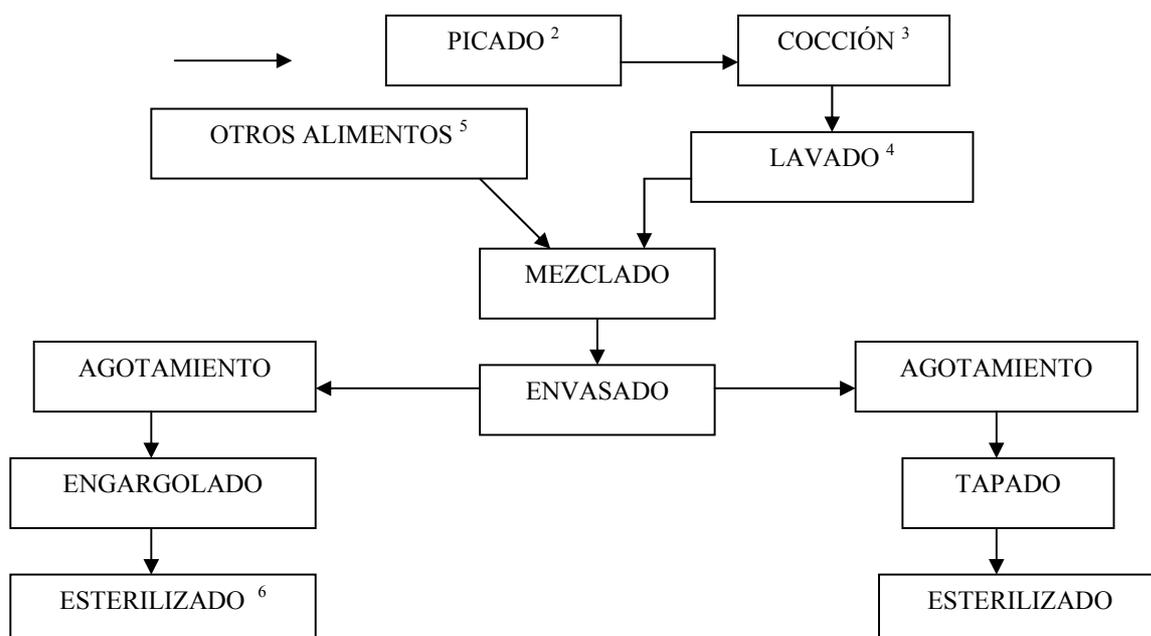
Los nopales en salsa, con atún. Con champiñones, con embutidos o con verduras, forman un grupo de nopalitos adicionados con alimentos y presentaciones que ya están posesionadas en el mercado mexicano.

Harina de cereal y nopal: Es un polvo fino, resultado de la molienda de nopal deshidratado y de granos de cereales, especialmente el que se ha cernido para separar el salvado de otros. El nombre de harina es dado por extensión a muchas materias finamente pulverizadas.

La harina de nopal se obtiene por medio de la deshidratación y molido de los cladodios, previamente desespinaados, lavados y cortados. Y tiene aplicación en las industrias panificadora, galletera, de pastas o bien de fibras dietéticas peletizadas. Ésta última aplicación resulta muy importante, en virtud de que el consumo de fibras tipo soluble significa una mejoría significativa de los procesos digestivos de las personas con problemas de estreñimiento y el nopal es una fuente importante de este tipo de fibras. La estrategia que han seguido algunas empresas para introducir este nuevo producto al mercado, es combinar la fibra del nopal con las fibras tradicionalmente usadas. Sáenz (1997) informó sobre algunas características químicas y físicas de la harina del nopal y concluyó lo siguiente : la harina de nopal contiene 43% de fibra dietética total, de la cual 28.45% es fibra insoluble y el 14.54% es soluble; su actividad acuosa es baja (0.53); su color es verde pálido muy brillante, de baja intensidad (con valores Hunter: $L^* = 73.37$, $a^* = -5.20$, $b^* = 26.1$), por lo que es fácil de cambiar con la adición de colores naturales más atractivos o aceptados, y presenta un considerable índice de absorción de agua (5.6 ml/ g), lo que explica el efecto de satisfacción que provoca su consumo.

El proceso de elaboración de comidas típicas de nopal, tales como nopal en salsa, nopal con atún, nopal con champiñones, nopal con embutidos, se presenta en la Figura.

ACONDICIONAMIENTO ¹



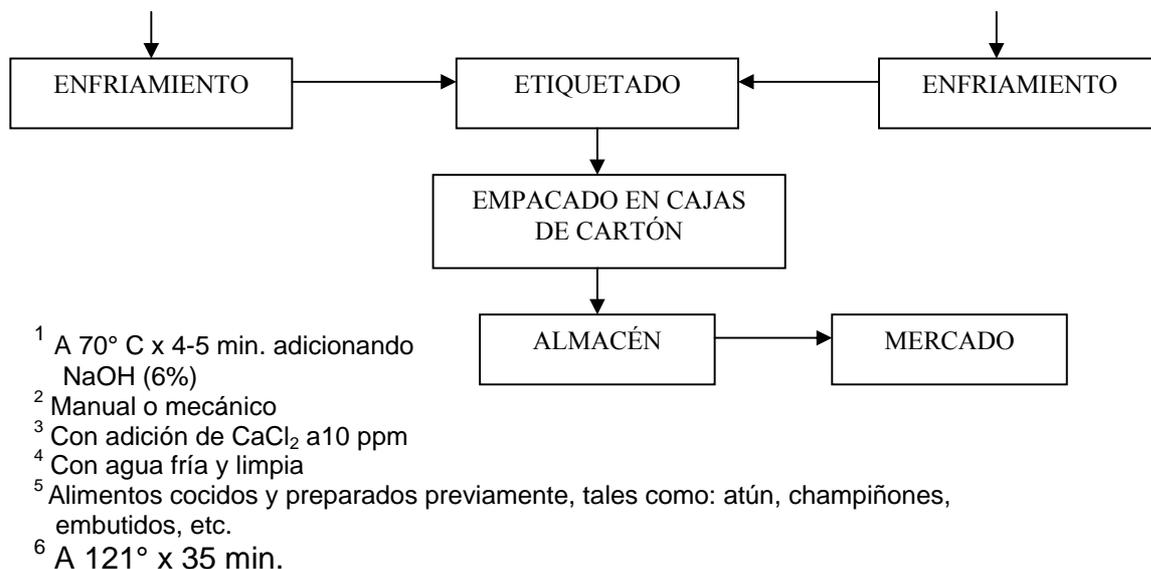


Figura 23. Proceso de elaboración del nopal con otros alimentos. Adaptado de Becerra, *et al.*, 1969, citados por Borrego y Burgos (1986).

Para facilitar el entendimiento completo de estas figuras, enseguida se definen o describen algunos conceptos:

“Agotamiento”: Reemplazar los gases por vapor de agua favorecer la creación de vacío.

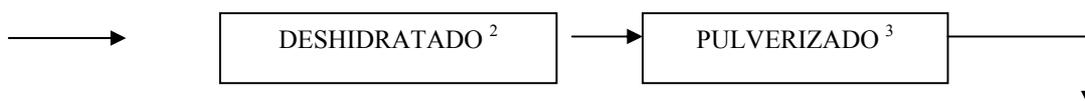
“Cerrado”: Consiste en colocar la tapa a los frascos o engargolar las latas para aislar el producto del medio ambiente.

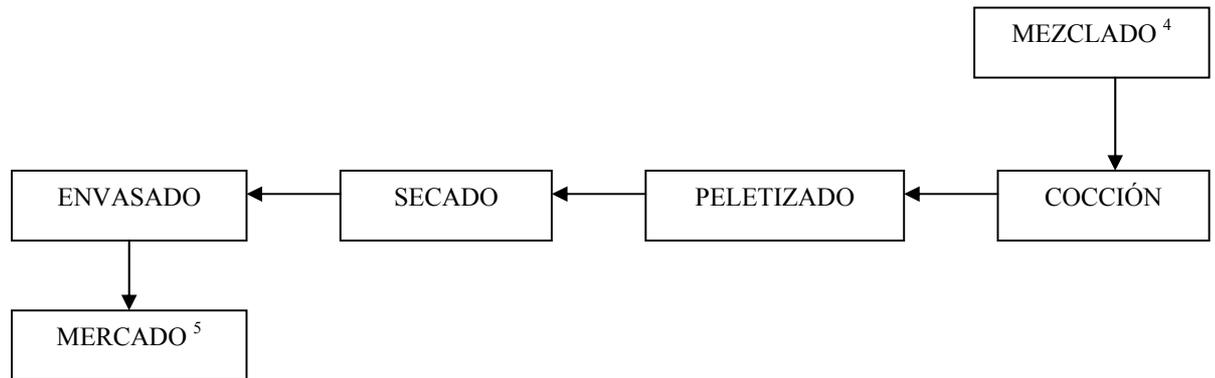
“Esterilización”: Tratamiento térmico para reducir la carga microbiana para preservar el producto.

“Etiquetado”: Colocación de etiquetas para identificar el producto, su origen, su marca, etc.

Cereal con nopal. Es un peletizado de harina de trigo, salvado de trigo y polvo de nopal deshidratado, con maltodextrina; envasado en polietileno y caja de cartón, cuya principal aportación es fibra hidrosoluble. El proceso de elaboración se presenta en la Figura 7.

ACONDICIONAMIENTO ¹





¹ Como se describe en la figura

² Con aire forzado

³ Molino de martillos

⁴ Adición de harina de trigo, salvado pulverizado de trigo, maltodextrinas, sal y edulcorante

⁵ En bolsas de polietileno, dentro de cajas de cartón

Figura 24. Proceso de elaboración de cereal con nopal (elaboración propia).

Mermelada de nopal

Este producto se elabora a base de nopalitos bien molidos y cocidos con una concentración de azúcar que puede variar, pectina y conservadores. Su procesamiento consiste en picar el material previamente escaldado y luego someterlo a una segunda cocción. Los nopalitos bien cocidos se muelen en licuadora (industrial o casera). El licuado se pesa para llevar un control de rendimientos y calcular la cantidad de aditivos a añadir, luego se calienta para agregar gradualmente azúcar a partir del punto de ebullición. Antes de terminar de agregar el azúcar se adiciona pectina lentamente, benzoato de sodio y ácido cítrico en diferentes proporciones, se mezcla bien y se termina de agregar el azúcar. La mezcla se sigue calentando con agitación continua (para evitar que el producto se pegue) hasta llegar a una concentración de 65° Brix.

La pectina debe agregarse disuelta en un jarabe (un gramo de pectina se disuelve en 10 ml. de jarabe). Cuando se alcanzan los 65° Brix, como mínimo, el producto se envasa en caliente (85°C) en frascos limpios y esterilizados previamente. Después del llenado, los envases se tapan y enfrían por inmersión en agua. Estos se pueden esterilizar con agua en ebullición (baño maría) durante 20 o 30 minutos, con enfriamiento inmediato. Si no hay buena formación de gel, se puede incrementar la relación pectina- ácido cítrico. Antes de cerrar los frascos se puede

efectuar el agotado en *exhauster*, o bien adicionar antioxidantes permitidos para evitar la pérdida del color verde característico del producto que ocurre a nivel del cuello del frasco por el contacto con el oxígeno. Los frascos se secan para luego etiquetarlos y acomodarlos en cajas de cartón, se almacenan (cuarentena) y finalmente se embarcan al mercado.

Las mermeladas de nopalito se fabrican en México y en Estados Unidos de América. En México existen al menos cuatro empresas fabricantes y en Estados Unidos de América al menos dos: en este último país existe una empresa en Texas que obtiene el mucílago (mediante molido y filtrado) del nopalito (*Nopalea* sp) el cual utiliza para mejorar la consistencia de mermeladas (*Jam y Apread*) de múltiples frutas (arándano, fresa, frambuesa, zarzamora, durazno, manzana, pera, piña, chabacano y ciruela). Una variante que se prepara en México es la compota de nopalito con diversas frutas (piña, pera, higo, durazno, chabacano, xoconostle, tunas, etc.)

El mercado mundial de las mermeladas de nopalito pudiera expandirse si se elaboran mezclando el mucílago del nopal con otras frutas y si se hacen énfasis en los beneficios que sobre la salud lleva el consumo de nopalito. En México, el potencial del mercado de la mermelada de nopalito se considera reducido.

Dulces de nopal

Estos productos son procesados con azúcar y en ocasiones con adición de otros alimentos. La diversidad de dulces de nopal es muy grande, así como sus procesos de elaboración, incluso los nombres con los que se conocen un mismo tipo de dulce varían según la región. Los principales son: caramelos, jaleas, gomitas, laminillas, confitados, palanquetas de nuez con mucílago de nopal, almíbares, etc.

En México se presenta la mayor diversidad de dulces de nopal o tuna, desde el nopalito en almíbar a los cristalizados de pulpa de nopal (tejido parenquimatoso), además de las “gomitas”, bombones (malvaviscos) y caramelos de nopal. Debido a la aceptación generalizada de los dulces en todo el mundo, se considera que los dulces de nopal tienen posibilidades de posicionarse en el mercado, para lo cual son importantes los aspectos de calidad y mercadotecnia.

A continuación se describe el proceso de elaboración de nopal cristalizado, de acuerdo con Pérez (comunicación personal)*. Los nopales se desespinan manual o mecánicamente, se lavan con agua corriente y se cortan en porciones rectangulares de aproximadamente un cm por lado, luego se escaldan a 80°C durante dos minutos con la finalidad de detener la actividad enzimática, reblandecer los tejidos, eliminar el mucílago y permitir una mejor absorción de azúcar. Para fortalecer la consistencia de los nopalitos, éstos se tratan con una solución de hidróxido de calcio al 5% durante 24 horas, después se lavan con

agua corriente para eliminar la cal y se escurren. A continuación se someten al tratamiento de deshidratación osmótica, para lo cual se prepara un jarabe de 60° Brix a 20°C y se agrega una hoja de higuera (aproximadamente de 15 g) para ayudar a mantener la textura de los nopales, la cual se logra probablemente por el calcio que supuestamente aporta la hoja de higuera, los nopales se agregan al jarabe para someterlos a un tratamiento térmico de 80°C durante 20 minutos, al término de lo cual, los nopales se retiran del jarabe y se incrementa la concentración de éste hasta los 70° Brix; se colocan nuevamente los nopales en el jarabe, calentándose a 50°C durante 3 horas.

Posteriormente se retiran los nopalitos del jarabe y se secan en un secador de charolas con aire forzado a 75°C, finalmente, los nopalitos se someten a un proceso de ambientación a 40°C, para evitar la exudación dentro del empaque (bolsas de celofán).

*Pérez, Mario. Ingeniero Químico. Secretaría de desarrollo Social. Delegación Tlaxcala. Río San Francisco # 306, Fraccionamiento Vista Hermosa, Tlaxcala Tlax. Tel. 01 (246)2 2630 77

Jugo de nopal

El jugo de nopal es el extracto obtenido de moler y colar nopales. El proceso de obtención del jugo de nopal consiste en moler en licuadora (industrial o casera), los nopalitos desespinaados y fraccionados; para facilitar el proceso se adiciona agua, el licuado obtenido se filtra, para separar del líquido, los sólidos en suspensión.

El jugo de nopal lo produce en México una empresa que lo mezcla con jugo de guayaba y lo comercializa en el mercado nacional y de exportación.

El mercado de los jugos de frutas y verduras se ha expandido y en esa situación tienen posibilidades de crecimiento la producción y comercialización de los jugos de nopal y tuna, sobre todo en mezclas (mix) con otras frutas.

Néctares y jarabes

Los jarabes de nopal se elaboran con una solución concentrada de sacarosa (30-50° Baumé o 55-75° Brix) preparada, en frío o caliente, con zumo de nopal. El proceso de elaboración néctar de nopal consiste en concentrar el jugo, eliminando el agua (suspensión de jugo y pulpa de nopal), de preferencia con un método que implique baja temperatura (menos de 40°C), vacío y un recuperador de aromas.

El proceso de elaboración del jarabe de nopal consiste en agregar azúcar al jugo concentrado caliente, hasta lograr concentraciones de más de 50°Brix.

Cuadro 18. Agroindustrias procesadoras de nopal para alimento en México.

AGROINDUSTRIA	CIUDAD	MARCA
Productos Frugo, S.A. de C.V	Salamanca, Guanajuato	Frugo
Arancia S.A. de C.V	Celaya Guanajuato	Embasa, Pueblito, La Gloria
Consil o Ann O'Brien S.A. de C.V	Silao Guanajuato	Ann O'Brien
Herdez S.A. de C.V	San Luis Potosí, SLP	Doña María
Rompoppe Coronado S.A. de C.V	San Luis Potosí	Coronado
Conservas La Costeña S.A. de C.V	Tulpetlac, Estado de México	La Costeña
Clemente Jaques S.A. de C.V	Querétaro, Querétaro	Clemente Jaques
Conservas Delicius S.A. de C.V	Pachuca Hidalgo	Delicius
Productos San Joaquín S.A. de C.V	Tecozanutla Hidalgo	San Joaquín
Productos Milpa Alta S.A. de C.V	Milpa Alta D.F.	Escabeche
Mauro Robles S.A. de C.V	Villanueva, Zacatecas	El Carretero
Agroprocesos Pro Bajío S.A. de C.V	Celaya, Guanajuato	Pro Bajío
Empacadora Rila S.A. de C.V	Aguascalientes, Aguascalientes	Rila
Soc. Coop. Pronopval, S. C.L	Salamanca, Guanajuato	Valtierrilla
PAV S.A. de C.V	Salamanca, Guanajuato	Rancherito
Granjita del Centro S.A. de C.V	Cortazar Guanajuato	La Granjita del Centro
Empacadora del Centro S.A. de C.V	Nopalulan, Puebla	San Marcos
El Paraíso S. de R.L.	Hejotzingo Puebla	Rosina
Agroindustria Milpa Alta S. De R.L.	Milpa Alta D.F.	Milpa Alta
Agrícola Carsan S. de R.L	Ensenada, B.C.	La Costa

Fuente: Flores y Olvera 1994

Productos “medicinales” del nopal

Productos como la harina, cápsulas y comprimidos del nopal, generalmente son elaborados en México como complementos alimenticios, sin embargo, los consumidores los adquieren y consumen por las propiedades medicinales que se dice que tienen.

La industria farmacéutica de derivados del nopal para el control de la diabetes, colesterol, afecciones gastrointestinales y sobrepeso, se ha desarrollado con base

en la herbolaria tradicional de Mesoamérica. Al nopal se le atribuyen propiedades curativas en afecciones renales y erisipela; se creía que ayudaba a inducir el parto y que aliviaba dolores y la cicatrización en quemaduras, en estudios médico-científicos de los efectos hipoglucemiantes y abatimiento del colesterol en la sangre en individuos sanos o diabéticos no insulino-dependientes, por la ingesta del nopal crudo, hervido, asado o guisado y también con base en los efectos de campañas publicitarias naturistas. En años recientes algunos investigadores han estudiado sus efectos en el tratamiento de la diabetes mellitus y en problemas de colesterol. Dentro de los estudios que destacan están los de Penfold y Morrison (1933), Sulman y Menczel (1962), Ibáñez Camacho y Roman- Ramos (1979), Frati-Munari, *et al.* (1983), Ibáñez Camacho y Meckes- Lozoya (1983), Fernández, *et al.* (1984), Meckes- Lozoya y Roman- Ramos (1986), Frati-Munari, *et al.* (1987), Frati, *et al.* (1989) y Trejo- González, *et al.* (1991), Frati (1998).

Cápsulas, harina y comprimidos

El proceso de elaboración de harinas, cápsulas y comprimidos de nopal consiste en el deshidratado, a temperaturas menores de 60°C, de preferencia con aire forzado, de nopalitos previamente desespina-dos, lavados y fraccionados; posteriormente éstos son molidos hasta obtener un polvo fino que es la harina del nopal. Esta harina se encapsula o bien se le adiciona un aglutinante y se comprime, para obtener pastillas o tabletas Frati-Munari, *et al.*, 1992).

La producción de derivados de nopal con aplicaciones medicinales (que no deben considerarse como fármacos) ha crecido en México de manera acelerada. Actualmente existen más de 30 empresas dedicadas a la producción de estos productos, 21 empresas elaboran cápsulas, 15 elaboran pastillas, 5 producen harina de nopal deshidratado y una empresa fabrica pomada de nopal para el tratamiento de quemaduras. Algunas de estas empresas exportan sus productos a Estados Unidos de América, no como medicinas sino como complementos alimenticios. Sin embargo, la efectividad de estos productos comerciales no está suficientemente documentada. De acuerdo con Frati-Munari, *et al.*, 1992) no se debiera ser muy optimista en cuanto a los efectos de muchos productos, en virtud de que son muy bajas las cantidades de nopal que se ingieren bajo estas presentaciones y que las cantidades de nopal que se requiere ingerir equivalen como mínimo a 30 cápsulas por día, lo que resulta incómodo a los pacientes, además muy probablemente se pierda la integridad de los principios activos del nopal en el proceso de la deshidratación.

Se cree que el mercado tiene tendencia a crecer en la medida que un mayor porcentaje de la población acepte la medicina naturista. A nivel mundial ha crecido la demanda del nopal deshidratado como fibra dietética y se han realizado exportaciones a Norteamérica; Europa y algunos países de orientales de la cuenca del Pacífico.

En el mercado de productos medicinales son cinco las empresas que presentan mayor potencial de desarrollo, por dedicarse a los productos naturistas y contar con un portafolio diversificado de productos de nopal, entre otros: en cambio, el resto de las empresas sólo producen tres o dos, y en ocasiones un solo producto de nopal.

Productos cosméticos elaborados a base de nopal

Los cosméticos de nopal son formulaciones químicas que se usan con fines higiénicos y más especialmente para embellecer la piel y el cabello.

Con base en las propiedades que para beneficio de la piel se le atribuyen al nopal han surgido más de 20 empresas que fabrican cosméticos, en cuyas formulaciones está incluido el nopal, productos que por ser de origen “natural” son cada vez más aceptados en este rubro productivo y de mercado que, aunque es muy promisorio, resulta altamente competido. Sin embargo, la industria de cosméticos no requiere de grandes cantidades de nopal, debido a que el nopal solo es un complemento en las formulaciones de estos productos, por lo que el uso del nopal para producir cosméticos no es la mejor opción para solucionar los problemas de comercializar la sobreoferta temporal que actualmente enfrentan los productores en México.

Champúes

Son productos generalmente líquidos o pastosos, hidrosolubles con derivados sulfonados, a los que se debe su poder humectador, espumantes y detergentes; se usan en forma de fricciones para la limpieza de cabello y cuero cabelludo, de los cuales existen dos tipos: transparente o crematizado. El champú transparente se hace en frío, mezclando bases químicas (conperland y texapon) con jugo de nopal mucílago y agua, adicionando benzoato de sodio como preservante, NaCl disuelto en agua (0.5%) para incrementar la viscosidad, y sustancias colorantes y/o aromatizantes. El champú crematizado difiere del transparente por la adición de “cutina” (agente crematizante) precalentada, a la que se le incorporan las bases químicas y el jugo del nopal, sin dejar enfriar. Finalmente se adiciona el preservante, el colorante, el aromatizante y la solución de sal.

Acondicionadores del nopal

Son líquidos viscosos, que se usan como complemento opcional del champú para remover residuos de éste (enjuague), para suavizar el cabello y facilitar su manejo, comercialmente se pueden encontrar champú y acondicionador de nopal separados o mezclados.

Jabones de nopal

Son materiales deterorios blancos y duros amasados, cortados y prensados obtenidos tratando un cuerpo graso con sosa, con menos de 0.05% de álcali libre, desecando hasta 20% de humedad, con adición de colorantes, aromatizantes y mucílago y/ o pulpa de nopal. Los jabones transparentes contienen azúcar, glicerina y un alcohol que permite conservar su homogeneidad y evitan que se cristalicen u opaquen al enfriarse.

Cremas de nopal

Son emulsiones de aceite vegetal, agua, mucílago de nopal y jabón especial obtenido a partir de una cera esterificada bajo condiciones alcalinas suaves y también se definen como pomadas blandas, constituidas esencialmente por agua y materias grasas, exentas de polvos en suspensión. A estas preparaciones se les adiciona mucílago o pulpa molida de nopal. Se elabora en diferentes composiciones, según su uso como crema limpiadora, humectante o de noche.

Geles de nopal

Son sustancias adsorbentes que se obtienen mediante evaporación del líquido contenido en la masa que resulta de la floculación y coagulación de una disolución coloidal. Adicionada con extracto de nopal e ingredientes activos según el uso del gel. Hay geles reductivos de grasa, fijadores de cabello y para la ducha.

Lociones

Son soluciones hidroalcohólicas, con perfumes y principios para el cuidado de la epidermis, son agentes astringentes, bactericidas y disolventes de grasa seboreica, adicionadas con mucílago o pulpa molida de nopal.

Mascarillas de nopal

Son pastas faciales que pueden reconstituir, humectar, limpiar, desmanchar o vitaminar la piel; adicionada con mucílago o pulpa de nopal. Esta pasta se aplica, generalmente de 15 a 20 minutos y luego se retira.

En México se han detectado 20 empresas que fabrican cosméticos utilizando nopal en Italia (Cerdeña). Estas empresas fabrican 40 productos que en orden de importancia son: champúes (17 marcas comerciales), cremas (8 marcas comerciales: 4 de cremas limpiadoras, 3 hidratantes y 1 de mascarilla), jabones (6 marcas comerciales), enjuague o acondicionador (4 marcas comerciales), gel (4 marcas comerciales: 2 de geles reductores y 2 para el cabello) y loción astringente (una marca comercial).

El número de empresas y productos está creciendo en el mercado de México, aunque el potencial de crecimiento a nivel internacional está limitado a que

participen las grandes empresas trasnacionales de los cosméticos, que son las que cuentan con el mayor porcentaje en el mercado, en parte por la calidad de sus productos y en parte por la fuerte inversión que realizan en publicidad en todo tipo de medios. El desarrollo del mercado será lento si sólo participan pequeñas empresas, como las que actualmente están produciendo los cosméticos con nopal.

Productos artesanales del nopal

Canastas de la fibra del cladodio

Se trata de artículos decorativos muy vistosos y originales, tales como canastas y floreros, elaborados con la fibra de los cladodios del nopal.

Su elaboración sigue un proceso empírico, consiste en obtener cladodios ya lignificados del nopal y someterlos a un proceso de degradación por fermentación, colocándolos en una pileta con lodo durante un período de 10 a 15 días; posteriormente, los residuos del cladodio (la base estructural de paredes celulares y tejidos de conducción, constituidos principalmente por celulosa y lignina), se cortan, se cepillan para eliminar los últimos residuos de tejido suave y se lavan con agua. Finalmente éstos se colocan en capas sobre moldes de madera o barro, se dejan secar, se les asperja acrílico para fijar la forma, se dejan secar nuevamente y así quedan listas las canastas o los floreros para utilizarlos en arreglos con flores secas, frutas, etc.

Actualmente, en México estas artesanías son fabricadas principalmente por mujeres indígenas en el Estado de México y en el de Hidalgo. La aceptación de estos productos ha sido limitada porque compiten con diversos productos de la riqueza artesanal del país. El potencial del mercado a nivel mundial se considera mediano.

Productos de la industria extractiva y de la biotecnología del nopal

Por industria extractiva entendemos en este caso, aquella que se ocupa de la extracción de ciertos componentes de importancia económica a partir del nopal.

Así entendemos que del nopal se ha obtenido a nivel de laboratorio en diversos países productos tales como mucílago de los cladodios.

Una recopilación de información sobre la obtención de estos productos fue realizada por Colín (1976) y posteriormente actualizada por Corrales y Flores (1996). En la actualidad no se tiene conocimiento alguno de estos productos. Algunos detalles y dificultades tecnológicas se presentan a continuación:

Obtención de mucílago

El mucílago es un producto que se usa como espesante en la industria alimentaria. Cárdenas *et al.* (1997) evaluaron el comportamiento reológico de la agregación del mucílago del nopal en solución, de acuerdo con lo cual establecieron lo siguiente: se trata de un polisacárido, cuyas propiedades macroscópicas son aparentemente muy parecidas a las propiedades de la goma de okra, por lo que tiene muchas aplicaciones potenciales, dentro de las cuales se incluyen por ejemplo, para el mejoramiento de las propiedades de batido de huevo reconstituido (BeMiller *et al.*, 1993) ; como agente defloculante y como abrillantador por electrodeposición de níquel y otros metales. Las aplicaciones ya encontradas en los mucílagos del nopal y de la okra parecen estar relacionadas a la capacidad de estos polisacáridos de formar dispersiones coloidales (sistemas dispersos), tales como las de agregados moleculares grandes.

Productos de la industria forrajera del nopal

El nopal es un forraje con un alto contenido de agua, y por tanto pobre en nutrimento, así que difícilmente resulta redituable agregarle más costos en deshidratado y empacado para utilizarlo como forraje.

Las variedades silvestres del norte de México presentan de regular a gran cantidad de espinas y éstas son quemadas con chamuscadores de gas o de petróleo diáfano (aunque éstos últimos cada vez se usan menos), siguiendo dos procedimientos:

- a) Para el ganado ovino, caprino y bovino de carne. El chamuscado se realiza en campo sobre la planta en pie, procurando quemar poco la parte inferior de la planta para que resulte menos dañada y pueda rebrotar rápidamente.
- b) Para el ganado bovino lechero estabulado en las ciudades, el nopal de campo es cosechado (en ocasiones desde la raíz), cargado en camiones de 8- 12 toneladas y trasladado a los establos, donde le queman las espinas usando chamuscadores con gas, para luego picar los cladodios con machete (cuchillo de 30 a 60 cm.) o con picadoras mecánicas y proporcionarlo al ganado lechero a razón de 40 a 60 Kg. Diarios por animal (Flores y Aranda, 1997).

En el sur de Estados Unidos de América, las nopaleras silvestres y cultivadas para forraje, son de variedades con espinas y su uso se realiza chamuscando el nopal en pie, con chamuscadores de gas (que es subsidiado por el gobierno en temporadas de sequía), para ser utilizado por el ganado bovino de carne y la fauna silvestre, principalmente venados y jabalíes (Maltsberger, 1991).

En otros países en que se cultiva nopal con fines forrajeros, como Brasil (500,000 ha), Argentina (100,000 ha), Chile (1,000 ha), Sud África (350,000 ha) y países del norte de África (200,000 ha), se utilizan principalmente variedades sin espinas, por

lo que sólo se cortan y pican (a mano o con máquina) para proporcionarlo al ganado. En ocasiones las nopaleras son pastoreadas directamente por el ganado (Flores, 1999).

Se prevé un crecimiento considerable de las superficies del nopal con fines forrajeros en las zonas áridas y semiáridas de América y África, dadas las superficies que ocupan estas zonas y la excelente adaptación del nopal a las condiciones ambientales que imperan en éstas.

El nopal ha sido utilizado para desarrollar cultivos de bacterias y hongos, con la finalidad de obtener forraje de mejor calidad. Los mayores avances se han logrado en el noreste brasileño, en donde Suzsuna (1998, comunicación personal)* desarrolló el hongo *Aspergillus awamori* en nopal parcialmente deshidratado al sol (75% de materia seca). Resultados posteriores han señalado que se obtiene mejor respuesta a mayores niveles de deshidratación.

Actualmente se está intentando pasar de la fase de laboratorio a la de fábrica (Anónimo, 1998). Se considera que será un grave avance la síntesis proteica vía fermentación en medio de sólido o semisólido, utilizando el nopal como sustrato.

V. RECETARIO

Nopales rellenos

12 Nopales tiernos
6 Rebanadas de queso panela o Chihuahua
1 Cebolla en rebanadas
1 Trozo de cebollas
2 Dientes de ajo
1 Rama de epazote
½ Cucharadita de bicarbonato.
½ Cucharadita de orégano
Rajas de chiles jalapeños sal
Aceite para freír.

-Cueza los nopales en agua con un trozo de cebolla, ajo, bicarbonato y sal. Escúrralos.

-Coloque sobre cada nopal una rebanada de queso, una hoja de epazote, una rebanada de cebolla y rajas de chile.

-Cubra con otro nopal y asegúrelos con un palillo.

-Fría en aceite muy caliente hasta que el queso se derrita.

-Escurra el exceso de aceite y espolvoree con orégano.

-Sírvalos bien calientes.

Nopales con frijoles

4 Tazas de frijol cocido y condimentado
5 Nopales picados y cocidos
½ Cebolla mediana
4 Ramitas de cilantro
3 Chiles verdes
2 Cucharadas de aceite
Sal al gusto

-Fría la cebolla y agregue los nopales, el cilantro y los chiles verdes.

-Añada los frijoles caldosos.

-Deje hervir para que se sazone bien.

Nopales en jitomate

20 Nopales lavados, cortados en tiras y semicocidos.
½ Litro de vinagre
2 Pimientos gruesos
2 Clavos de olor
2 Pizcas de orégano
2 Pizcas de mejorana
2 Pizcas de tomillo
1 Pizca de jengibre en polvo
1 Raja de canela
½ Kilogramo de zanahorias en rebanadas
1 Cebolla rebanada
4 Cucharadas de aceite
15 Dientes de ajo
Sal al gusto

-Sofría los nopales, la zanahoria la cebolla y el ajo.

-Agregue las especias y los pimientos en trocitos

-Coloque en un frasco la mezcla anterior.

-Añada aceite y vinagre hasta un tercio del frasco.

-Deje curtir los ingredientes de dos a tres días.

Los tradicionales nopales navegantes

15 Nopales cocidos y picados
8 Chiles anchos
5 Huevos
½ Kilogramo de jitomate
1 Cebolla mediana
5 Dientes de ajo
Sal al gusto

- Muela los chiles con los jitomates, el ajo, la cebolla y la sal.
- Fría esta salsa y déjala hervir hasta que esté bien condimentada.
- Agregue los nopales y permita que hierva otro rato.
- Añada los huevos uno a uno, teniendo cuidado de que no se rompan.
- Cuez a fuego lento, hasta que los huevos estén en el punto de su agrado.

Agua fresca de nopal

1 Litro de agua hervida
2 Nopales
1 Limón
Azúcar al gusto

- Licue los nopales con uno o dos vasos de agua.
- Cuele.
- Agregue el resto del agua y jugo del limón.
- Añada azúcar al gusto.
- Sirva bien fría.

Crema de espinacas con nopales

10 Nopales picados y cocidos
1 Manojito de espinacas
½ Litro de puré de jitomate condimentado
2 Cucharadas de mantequilla
3 Cucharadas de harina

- Lave bien las espinacas, desinféctelas y póngalas a hervir.
- Muela las espinacas cocidas.
- Agréguelas al puré de jitomate.
- Fría la harina en la mantequilla.
- Añada el puré con espinacas y déjelo al fuego hasta que espese.
- Agregue los nopalitos picados y cocidos.
- Espolvoree con queso rallado y sirva bien caliente.

Nopales asados

1 Docena de nopales tiernos
1 Cucharada de aceite
1 Cebolla mediana en rodajas
300 Gramos de queso panela
Sal al gusto

- Precaliente el horno a 300°C
- Coloque un trozo de queso sobre un nopal y ponga encima otro nopal, a manera de emparedado.
- Coloque en un molde los nopales, con la cebolla en rodajas y sal al gusto.
- Rocíe los nopales con el aceite.
- Hornee hasta que estén bien cocinados.
- Lleve a cabo los mismos pasos si los hace en el sartén o el comal.

Ensalada de nopales con atún

2 Latas de atún en aceite.
1 Kilogramo de nopales picados y cocidos.
½ Kilogramo de jitomate
1 Cebolla mediana
3 Chiles cuaresmeños o serranos
½ Manojito de cilantro
1 Aguacate para adorno

- Mezcle los nopales, el jitomate, la cebolla, los chiles y el cilantro en un platón.
- Agregue el atún desmenuzado (antes, quite el exceso de aceite).
- Revuelva.
- Adorne con rebanadas de aguacate.

Ensalada de nopales a la mexicana

1 Kilogramo de nopales picados y cocidos
½ Kilogramo de ejotes picados y cocidos
3 Jitomates rebanados
3 Rábanos grandes rebanados
1 Cebolla picada
2 Chiles poblanos en rajas
1 Manojito chico de cilantro
Vinagreta al gusto
Queso rallado al gusto

- Mezcle los ingredientes en una ensaladera.
- Agregue la vinagreta.
- Adorne con queso rallado.

Ensalada de nopales compuestos

- 2 Kilogramos de nopales picados y cocidos.
- 1 Kilogramo de jitomates rebanados.
- 4 Rabanitos.
- 1 Manojito chico de cilantro
- 3 Aguacates pelados y en tiras
- 2 Cebollas en rodajas
- 4 Venas de chile guajillo (al gusto)
- 100 gramos de queso fresco picado
- 2 Huevos cocidos, rebanados
- Vinagreta

- Mezcle todos los ingredientes (menos el huevo) con la vinagreta en una ensaladera.
- Adorne con las rebanadas de huevo cocido.

Ensalada mixta de nopales

- 2 Kilogramos de nopales picados y cocidos
- 2 Lechugas deshojadas, bien lavadas y desinfectadas
- 3 Aguacates pelados y cortados en tiras
- ½ Kilogramo de ejotes cocidos
- ½ Taza de apio picado
- 6 Cebollitas cambray
- ¼ de Kilogramo de tocino frito, en trozos
- Vinagreta al gusto

- Coloque los ingredientes en una ensaladera.
- Agregue la vinagreta.
- Mezcle con cuidado.
- Sirva.

Mermelada de nopal

- ½ kilogramo de nopales
- 2 Tazas de azúcar
- Cáscara y corazones de 2 manzanas
- 1 Taza de agua
- 1 Cucharada sopera de jugo de limón
- 1 Pizca de bicarbonato de sodio

- Ponga a hervir el agua con las cáscaras y los corazones de la manzana
- Lavar muy bien los nopales, se pican y se licuan con el agua en donde se cocieron las cáscaras y los corazones de la manzana.
- Se vacía en una cacerola, se agrega el jugo de limón y la pizca de bicarbonato de sodio.
- La espuma formada se va retirando y se agita constantemente con una pala de madera para evitar que se pegue.
- Cuando deje de hacer espuma y al mover se vea el fondo del recipiente, la mermelada estará lista.
- A continuación se envasa en caliente en frascos de vidrio previamente esterilizados, dejando un espacio de 1 centímetro entre el producto y la tapa, apretando perfectamente para provocar vacío.
- Esterilizar en baño maría por 25 minutos.

Quesadillas de nopales

- 1 Kilogramo de tortillas
- 1 Kilogramo de nopales picados y cocidos
- 3 Chiles poblanos en rajas
- 1 Cebolla picada
- 1 Kilogramo de papas en puré
- ½ Kilogramo de chorizo
- ¼ De kilogramo de queso rallado
- 2 Cucharadas de aceite

- Fría en aceite bien caliente la cebolla, las rajas, y el chorizo.
- Agregue el puré de papa y sazone.
- Vaya poniendo una porción de puré y otra de nopales a cada tortilla para formar las quesadillas.
- Fría las quesadillas en un sartén o caliéntelas en el comal.
- Sirva con queso rallado y salsa roja.

Sopa de habas verdes con nopales

- 2 Tazas de habas verdes peladas y cocidas.
- ½ Taza de jitomate molido y colado.
- 1 Cucharadita de cebolla finamente picada.
- 2 Cucharadas de aceite (de preferencia de oliva).
- ½ Litro de caldo de pollo
- 1 Taza de nopales cocidos y cortados en cuadritos sal y pimienta al gusto.

- Muela las habas ya cocidas y páselas por un colador.
- Ponga a calentar el aceite en una cacerola y sofría en él la cebolla.

- Agregue el jitomate molido y colado, sazone con la sal y la pimienta y deje freír durante un rato.
- Añada las habas ya coladas y el caldo del pollo.
- Deje hervir la mezcla a fuego vivo durante unos 15 minutos hasta que se espese un poco.
- Incorpore los nopales y sirva.

Nopales con carne de cerdo

10 Nopales tiernos, picados y cocidos
 250 gramos de carne de cerdo maciza
 5 Papas chicas cocidas y en cuadritos
 3 Chiles pasilla
 3 Chiles guajillo
 4 Cucharadas de aceite
 1 Cebolla chica
 2 Dientes de ajo
 Sal al gusto

- Cueza la carne en trozos, escurra y guarde el caldo.
- Fría la carne hasta que esté bien dorada.
- Desvene los chiles y dórelos. Póngalos a remojar en agua caliente.
- Muela los chiles con ajo, cebolla y sal, con parte del caldo de la carne.
- Fría los chiles molidos.
- Agregue la carne, las papas, los nopales y el resto del caldo.
- Deje hervir hasta que sazone bien.

Nopales con huevo y garbanzo

1 Huevo
 2 Tazas de garbanzo cocido
 5 Nopales picados y cocidos
 ½ Litro de puré de tomate condimentado
 5 Chiles verdes
 Sal al gusto

- Muela los chiles con poco agua y añádalos al puré de jitomate.
- Agregue los nopales y los garbanzos escurridos al puré.
- Ponga al fuego.
- Bata el huevo y viértalo sobre la mezcla anterior cuando esté hirviendo.
- Deje hervir por un rato y sirva.

Nopales con tortas de camarón

20 Nopales cortados en tiras y cocidos
6 Papas picadas y cocidas
2 tazas de camarón seco, limpio y molido
2 Claras de huevo a punto de turrón
½ Litro de caldo
½ Taza de cacahuates pelados y tostados
½ Taza de ajonjolí tostado
10 Cucharadas de aceite
3 Chiles mulatos
1 Bolillo
2 Clavos
2 Pimientones
1 Tortilla
1 Raja de canela
3 Dientes de ajo
1 Cebolla chica
Sal al gusto

-Agregue el polvo de camarón a las claras a punto de turrón; revuelva hasta que se mezcle bien.

-Fría en aceite bien caliente la mezcla de camarón, por cucharadas, hasta formar tortitas doradas.

-Fría también los cacahuates, la tortilla en trozos, el bolillo y el ajonjolí.

-Escorra todo sobre papel absorbente.

-Muela lo anterior junto con el ajo, la cebolla, los chiles y las especias, agregando agua necesaria.

-Fría la mezcla agregue el caldo para que adquieran el espesor deseado.

-Añada las papas, los nopales y sal al gusto. Deje hervir.

-Al servir agregue las tortitas de camarón.

Nopales rellenos y empanizados

8 Piezas de nopales medianos y cocidos a que queden tiernos
Harina la necesaria
200 grs. de queso manchego o chihuahua rallado
2 huevos
Sal y pimienta al gusto
Pan molido el necesario
Salsa casera de tomate con poco chile verde y aromatizada con epazote (se fríe).
Aceite para freír el necesario

-Partir los nopales por la mitad sin cortarlos del todo.

-Rellenarlos con queso y cerrarlos

- Poner dentro de los nopales la sal y la pimienta al gusto
- Enharinarlos y pasarlos por el huevo
- Empanizar con el pan molido
- Calentar el aceite y freírlos, se escurren y servirlos sobre la salsa caliente.

Dulce de nopal cristalizado

500 grs. de nopales
1 Lt. de agua
1 Gr. de ácido cítrico
800 grs. de azúcar

- Escaldar los nopales durante 15 minutos una vez que el agua haya empezado a hervir.
- Mezclar el agua, 800 grs. azúcar y el ácido cítrico y dejar hervir
- Introducir los nopales en el jarabe por 5 minutos
- Dejar en reposo los nopales durante 24 hrs. para que el jarabe penetre bien en ellos
- Ecurrir
- Espolvorear los nopales con azúcar glass.
- Embolsar

VI. CONCLUSIONES

Después de haber hecho una revisión de bibliografía se concluye lo siguiente:

Actualmente los principales productos procesados del nopal son: (nopales en salmuera y escabeche).

El nopal también es utilizado en fresco como hortaliza, para forraje, conservación de suelos, producción de pigmento (grana cochinilla) y para base de productos como “medicamentos” y cosméticos.

El nopal puede ser procesado artesanalmente y usarse para productos de la industria extractiva y biotecnológica.

Existen problemas de falta de apoyo al cultivo, así como de créditos para desarrollar e implementar las tecnologías modernas de explotación.

Implementar y mejorar los sistemas de explotación en micro túneles que permita sacar al mercado mayores volúmenes, en épocas invernales.

Es necesario impulsar la participación de las Universidades e Institutos en la investigación para el mejoramiento del cultivo; coordinar e instrumentar una asistencia técnica que permita el incremento de rendimientos y combate de plagas y enfermedades de una manera ecológica, disminuyendo o aún eliminando el uso de plaguicidas que acoten su mercado, impulsando la producción de nopal orgánico.

Existe un mercado interno limitado, por lo que hay que ampliar la demanda nacional e internacional, en lo nacional es conveniente difundir el consumo de nopal en lugares del norte de la república, poblaciones de la costa y centros turísticos donde el nivel de ingreso de los consumidores es más elevado.

Es muy importante mejorar los procesos de comercialización del nopal, ya que no existe una infraestructura adecuada para ello, invertir en lugares de comercio para el nopal, donde no sólo se ofrezca el espacio, sino andenes, techumbres y bodegas climatizadas para que el producto tenga un manejo más adecuado durante su venta.

Desarrollar la cadena en frío para lograr alargar la vida poscosecha del producto desde el productor hasta el consumidor final, obteniendo un nopal de mejor calidad.

El desespinado de nopal en forma manual es un problema, ya que se causan daños al producto durante esta operación, es preciso tener un desarrollo tecnológico confiable y rentable

Innovar empaques con mayor resistencia para la venta en mercados nacionales, para proteger el producto.

Lograr una mayor estandarización en el producto en fresco e industrializado, así mismo implementar o mejorar los procesos y la calidad del producto final, de una manera constante.

Promover las opciones técnico- científicas para la identificación, extracciones y concentración para usos medicinales, con medicamentos cada vez más efectivos haciendo posible su viabilidad económica.

Se requiere de participación activa de los productores en sus organizaciones con fines de beneficio común, haciendo partícipes de igual modo a comerciantes y transportistas.

Las empresas comercializadoras ofrecen la opción de participar directamente en la comercialización, industrialización, mercadotecnia interna y hacia el exterior.

Se debe fomentar el consumo de nopal en los países socios del TLC, por el gran número de personas de origen mexicano que habitan en ellos y hacerlo a la vez extensivo a otro tipo de poblaciones residentes en esos países.

Aprovechar las ventajas que ofrecen los demás tratados comerciales, la existencia de mercados emergentes tanto europeos como asiáticos, con la mercadotecnia adecuada el consumo de esta hortaliza.

Acrescentar el consumo y producción de esta noble hortaliza, es consolidar al nopal, como el símbolo en la fundación y desarrollo de nuestro país.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bock, S. Y. 1984. Usos y comercialización de los productos de la nopalera (*Opuntia spp*) en el municipio de Salinas, San Luis Potosí. UACH.

Borrego Escalante F. y Burgos Vázquez N. 1986. "El nopal" Universidad Autónoma Antonio Narro, México

Borrego Escalante F. 1988. El Nopal., Tercera Reunión Nacional y Primera Reunión Internacional. Universidad Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.- México.

Bravo, H. 1978. "Las Cactáceas de México" Vol. 1 CIESTAAM- ASERCA 1995. "Mercado Mundial del Nopalito".

CONAZA. 2004. Plantas de las zonas áridas. Saltillo, Coahuila México Febrero 18- 22 32- 41 p.

CONAZA-INIF. "El Nopal".- Publicación Especial N° 34, INIF, México.

Flores V., 1992." Historia del uso del nopal en México y el mundo". Edit. Sámano.

Granados S. Diódoro y Castañeda P. Ana 1991. "El nopal, historia, fisiología, genética e importancia frutícola". Edit. Trillas; Universidad Autónoma de Chapingo.

López de Gómara, F. 1943. "Historia de la Conquista de México" 2 volúmenes, Editorial Robredo.

Patrocinio de la Rosa Hernández J. y Santamaría Amaro D. "Usos manejo agronómico y costos de Producción en México"

Pérez M. y Cuen S. 1999. "Las Cactáceas" Un grave peligro para el nopal; *Cactoblastis cactorum*, una plaga al acecho de las especies *Opuntia*, (Helmut G. Zimmermann), México

Quintanar, F. 1964. "Productos agrícolas mexicanos en la alimentación mundial" FAO, México.

SAIMEX. 1981. Perspectivas de la utilización del nopal y la tuna. Servicios Agrícolas Integrados en el Estado de México. CENTEMEX.

Villegas y de Gante M. 1995. "Cuadernos de nutrición" Vol. 18 Núm.

<http://infoaserca.gob.mx/proafex/NOPAL.pdf>

<http://uneabasto.com/modules.php?name=News&file=article&sid=138>

<http://www.chapingo.mx./investigacion/pronisea/memo2.doc>

<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones /libros/71/nverdura.html>.

<http://jornada.unam.mx/2000/feb00/000204/eco-grana.html>

