



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Filosofía y Letras

División de Estudios de Posgrado

“Cadena agroalimentaria: Nopal tunero (*Opuntia amyclaea*),  
variedad Alfajayucan, en el Distrito de Desarrollo Rural 074,  
Zumpango, Estado de México”

T e s i s

Que para obtener el grado de

Maestro en Geografía

P r e s e n t a

Alfonso Moreno de Gante

Asesora: Dra. Guadalupe Rebeca Granados Ramírez

Instituto de Geografía

2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# PENSAMIENTOS

La veneración por el nopal, el maguey, el maíz y la diversidad de plantas que fueron de gran utilidad a los pueblos primitivos, se refleja de manera constante en diversas expresiones artísticas y literarias, como leyendas, poemas, pinturas y códices.

El maguey y el nopal, formaban parte esencial de esa fusión con la naturaleza. Del primero tenían vino, telas para vestidos y para costales, ayates, lazos, tela para escribir, combustible, techados, dulces, gusanos comestibles, ganchos, miel y medicamentos, además de las fulminantes armas flexibles conocidas como hondas, entre otros productos.

De la cactácea, los antiguos mexicanos y otras tribus de Mesoamérica y Aridoamérica obtenían las deliciosas tunas de muy distintas variedades, miel, agujas, leña, medicina, colorantes, también gusanos alimenticios y, desde luego, una abundante diversidad de nopales con los que se preparaban gran cantidad de platillos.

La tuna y el nopal están intrínsecamente ligados a la vida de nuestro pueblo y al paisaje típico nacional, han sido un alimento principal de los mexicanos, además de ser guarida para gran cantidad de animales del monte que ahí encuentran resguardo y protección contra depredadores; ahí construyen sus nidos infinidad de insectos y de aves.

El nopal, que crece y se reproduce con extraordinaria facilidad en las regiones más áridas e inhóspitas dando vida a los pueblos antiguos, no podía quedar fuera de su pensamiento místico, como se puede apreciar en la vieja leyenda de la fundación de la ciudad de los aztecas, constituyendo, desde entonces, parte del emblema nacional:

Y de nuevo van allá entre cañas y entre juncias, a la orilla de la cueva. Llegaron al sitio donde se levanta el nopal salvaje allá al borde de la cueva y vieron tranquila parada el águila en el nopal salvaje; allí devora y echa a la cueva los restos de los que come.

Y cuando el águila vio a los mexicanos se inclinó profundamente. Y el águila veía desde lejos. Su nido y su asiento era de cuantas plumas existen: plumas de azulejos, plumas de aves rojas y plumas de quetzal. Y también vieron allí cabezas de aves preciosas y patas de aves y huesos de aves finas tendidos en la tierra.

Y les habló Huitzilopochtli y les dijo: ah, mexicanos:  
¡aquí será! ¡México es aquí! Y aunque veían  
quien les hablaba, se pusieron a llorar y decían:  
¡Felices nosotros, dichosos al fin: hemos  
visto ya donde ha de ser nuestra ciudad!  
¡Vamos y vengamos a reposar aquí!"

(Leyenda mexicana)  
Juan Antonio García Delgado  
(Inédito, Estado de México, 2008)

Diseño: Edgés Vergara



## Dedicatorias

A mis padres y hermanos por brindarme su apoyo y cariño  
a lo largo de mi vida

A México y a la UNAM por darme una educación universitaria

A mis colegas, compañeros, maestros, sinodales y amigos, quienes  
contribuyeron en la elaboración de esta investigación

GRACIAS

# Índice general

Tema	Pág.
a) Antecedentes .....	7
b) Introducción .....	8
c) Objetivos .....	9
d) Planteamiento y delimitación del problema .....	10
e) Metodología .....	11
f) Marco teórico-conceptual .....	15

## Capítulo 1. Condiciones geográficas del DDR de Zumpango

1.1. Aspectos físicos.....	20
1.1.1. Localización.....	20
1.1.2. Fisiografía.....	21
1.1.3. Geología.....	22
1.1.4. Tipos de clima .....	22
1.1.5. Hidrografía.....	24
1.1.6. Edafología .....	25
1.1.7. Vegetación y usos del suelo .....	26
1.2. Aspectos socioeconómicos.....	32
1.2.1. Población.....	32
1.2.2. Empleo .....	32
1.2.3. Superficie urbana .....	34
1.2.4. Infraestructura .....	34
1.2.5. Ejido, comunidad agraria y actividad económica .....	37

## Capítulo 2. *Caracterización del nopal tunero (Opuntia amyclaea)*

2.1. Origen e historia del nopal .....	40
2.2. Clasificación botánica .....	42
2.2.1. Partes del nopal.....	44
2.2.2. Condiciones agroecológicas.....	44
2.2.3. Distribución geográfica .....	48
2.2.4. Clasificación del sistema de producción .....	51
2.3. Manejo técnico del terreno .....	53
2.3.1. Selección.....	53
2.3.2. Preparación .....	53
2.3.3. Remoción y volteo .....	53
2.3.4. Rastreo.....	53
2.3.5. Nivelación.....	54
2.3.6 Terrazas .....	54
2.6.7. Bordes o surcos.....	54
2.6.8. Trazado .....	54
2.4. Selección del nopal .....	55
2.5 Manejo del nopal .....	57
2.5.1. Cepas.....	58
2.5.2. Época de plantación .....	58

2.5.3. Orientación .....	58
2.5.4. Densidad .....	58
2.5.5. Labores de cultivo .....	59
2.5.6. Reproducción .....	60
2.5.7. Podas .....	61
2.5.8. Aclareo o eliminación.....	62
2.5.9. Forzamiento de la fructificación .....	63
2.6. Plagas y enfermedades .....	63
2.6.1. Plagas .....	63
2.6.2. Enfermedades .....	64
2.9. Daños relacionados por condiciones climáticas .....	65
2.7.1. Sequías .....	65
2.7.2. Heladas .....	65
2.7.3. Granizadas .....	65
2.7.4. Incendios.....	65
2.8. Manejo técnico, prácticas culturales, control de plagas y malezas en la Región....	66

### Capítulo 3. Siembra y cosecha, producción, manejo postcosecha, desespinado, empaque y problemática

3.1. Siembra y cosecha.....	68
3.1.1. Época de cosecha .....	69
3.1.2. Método de cosecha .....	71
3.2. Producción .....	74
3.2.1. Productores de la Región .....	76
3.1.2. Participación estatal en la producción.....	77
3.3. Manejo postcosecha .....	78
3.3.1. Desespinado.....	79
3.3.2. Selección.....	79
3.3.3. Empaque .....	80
3.4. Problemática.....	81
3.4.1. Producción .....	81
3.4.2. Empaque .....	81

### Capítulo 4.Comercialización, industrialización, transformación y problemática

4.1. Comercialización .....	83
4.1.1. Funciones de la comercialización .....	84
4.1.2. Agentes de comercialización .....	84
4.1.3. Canales de comercialización del DDR de Zumpango .....	85
4.1.4. Márgenes de comercialización .....	89
4.1.5. Asociaciones comercializadoras .....	90
4.1.6. Normas de calidad.....	91
4.1.7. Precio .....	93
4.1.8. Participación estatal en la comercialización.....	96
4.1.9. Problemática de la comercialización .....	98
4.1.10. Intermediarismo .....	100

4.1.11. Mercados potenciales.....	101
4.1.12. Experiencia de comercialización de la región .....	104
4.1.13. Regulaciones arancelarias para la tuna en el TLCAN.....	105
4.1.14. Nombres de la tuna en diferentes países.....	106
4.1.15. Patrones de consumo.....	106
4.1.16. Problemática de la cadena productiva de la tuna en la Región.....	107
4.2. Industrialización y transformación .....	107
4.2.1. Investigación.....	107
4.2.2. Desarrollo tecnológico .....	108
4.2.3. Industrialización.....	108
4.2.4. Transformación.....	109
4.2.5. Demanda de productos derivados de la tuna.....	109
4.3. Problemática.....	111
4.3.1. Acondicionamiento .....	111
4.3.2. Procesamiento o industrialización.....	111

## Capítulo 5. Estrategias, perspectivas y recomendaciones

5.1. Estrategias.....	114
5.1.1. Debilidades.....	114
5.1.2. Fortalezas.....	117
5.1.3. Amenazas .....	118
5.1.4. Oportunidades .....	119
5.1.5. Programa para el desarrollo de la tuna.....	121
5.1.6. Estrategias en el mejoramiento de la tuna.....	122
5.1.7. Expectativas .....	128
5.2. Perspectivas .....	129
5.3. Recomendaciones .....	130
Conclusiones .....	132
Bibliografía.....	135

## a) Antecedentes

La presente investigación está basada en los precedentes académicos siguientes:

Conferencia: *Biodiversidad Frutícola en Latinoamérica y el Caribe. Persea americana Mill, aguacate, un ejemplo de caso*, impartida por la Dra. Teresa Reyna Trujillo, Instituto de Geografía, UNAM (IGg, UNAM), México y el Dr. Félix M. Cañet Prades Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt, Cuba, (INIFAT, Cuba) en el “IV Seminario Latinoamericano de Geografía Física”, realizado en la Universidad Estatal de Maringá, Brasil, del 14 al 18 de octubre del 2006, a través del Comité Internacional Latinoamericano de Geografía Física: Nuevos paradigmas y políticas ambientales.

Conferencia: *Biodiversidad vegetal en América. Fundamentalmente en México*. Dra. Teresa Reyna, IGg, UNAM. En el V Curso-Taller: “Producción y postproducción de frutas y hortalizas frescas en Mesoamérica y el Caribe Tropical ante la Globalización”, Tema específico: Biodiversidad, Agricultura y Seguridad Alimentaria, Instituto y posgrado de Geografía, UNAM, del 6 al 17 de noviembre de 2006.

Curso-Taller: “Producción y postproducción de frutas y hortalizas frescas en Mesoamérica y el Caribe Tropical ante la Globalización” en colaboración entre los centros académicos: IGg, UNAM y el INIFAT, Cuba realizado en la Ciudad de La Habana, del 9 al 13 de junio de 2008. Este curso se realiza cada año, impartiendo temas de vanguardia, referente a las diferentes temáticas que se involucran desde la producción de frutales, vegetales y semillas hasta su comercialización.

Conferencia impartida por el sustentante de esta investigación: *Fortalezas y debilidades geográficas para la expansión del nopal tunero*, en el marco del Curso-Taller: “Globalización y Seguridad Alimentaria en Zonas Periurbanas en Regiones Tropicales y Subtropicales en Mesoamérica y el Caribe” que se llevó a cabo del 8 al 30 de septiembre de 2008 IGg, UNAM.

El apoyo técnico y financiero se realizó dentro del Proyecto: “Variaciones de la precipitación y temperatura e impacto en la producción agrícola de la región centro-occidente de México”, auspiciado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), UNAM, Proyecto IN307908, año 2008.

Las experiencias en estos cursos-taller y participación en el proyecto, proporcionaron la metodología de gabinete y de campo para la realización de esta investigación,

particularmente la producción, posproducción y comercialización de la tuna en el Distrito de Desarrollo Rural, 074, Zumpango, Estado de México.

## b) Introducción

La actividad frutícola enfrenta problemas propios de la globalización: incosteabilidad, sobreproducción, falta de condiciones para comercializarla, pérdida ó escaso asesoramiento técnico, falta de apoyo a la rehabilitación de plantaciones e impulso a la industrialización y comercialización. La producción de tuna es una de las actividades agrícolas tradicionales en las zonas semiáridas y templadas ubicadas principalmente en la parte centro-norte del país. De acuerdo con las cifras del (SIAP, 1990-1999) durante el periodo, se produjeron poco más de 2 millones de toneladas.

Estado de México	42.3%
Zacatecas	30.9%
Hidalgo	8.1%
Puebla	7.5%
San Luis Potosí	5%
Otros estados	6.2% restante

Fuente: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/default.htm>

Según cifras del Sistema de Información Comercial Mexicano de la Secretaría de Economía (SE), durante el periodo de 1998 a 2001 (enero-junio), México exportó 3 374 toneladas de tuna, siendo su principal mercado:

Estados Unidos	39.5%
Bélgica	26.9%
España	8.6%
Alemania	7.8%
Holanda	5.3%

Fuente: Secretaría de Economía

El nopal y la tuna han sido y seguirán siendo manejados como cultivo y fruto; ligados a la vida e identidad de nuestro pueblo. En los últimos años se han incrementado las superficies sembradas, principalmente en el noreste del Estado de México, región que presenta condiciones de lluvia escasa, lo que conduce a pérdidas considerables en los cultivos tradicionales como el maíz y frijol.

La mayor superficie nopalera se encuentra en los municipios pertenecientes al Distrito de Desarrollo Rural (DDR) de Zumpango, con una superficie total cultivada de 9 386 hectáreas (Atlas del Estado de México). Los mayores rendimientos se obtienen en los municipios de San Martín de las Pirámides, Axapusco, Teotihuacán, Otumba,

Nopaltepec, Temascalapa y Acolman con 12 Ton/ha en promedio; esta corresponde a la zona productora más importante a nivel nacional por la superficie ocupada.

En este sentido, la producción de tuna la zona en estudio cuenta con algunas características que la ponen en ventaja con otras regiones productoras del país (Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí y Zacatecas), se puede mencionar su alto volumen de producción y su cercanía al mayor centro de consumo nacional (Distrito Federal y Área metropolitana).

Cabe mencionar que en la delegación Milpa Alta ubicada en la capital del país, destaca en la producción de nopalitos. Ante estas tendencias surgió el interés de profundizar en el estudio de la cadena agroalimentaria de la tuna; es decir, conocer las variables físicas, sociales y económicas que intervienen en cada uno de los eslabones que se involucran desde la producción hasta la comercialización.

Así, en este marco contextual y ante las dificultades que enfrenta este fruto, descritas en los párrafos anteriores, se tiene la hipótesis de trabajo: La zona productora de tuna cuenta con las características físico-geográficas idóneas para producir tuna de alta calidad, hace falta brindar mayores apoyos a los productores para colocar directamente el producto y los derivados en los mercados regionales y evitar los intermediarios e igualmente, falta difusión de las propiedades nutricionales para aumentar el consumo

### c) Objetivos

Para probar esta afirmación se propuso como objetivo general:

Analizar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades físico-geográficas de cada eslabón de la cadena agroalimentaria de la tuna en el Distrito de Desarrollo Rural de Zumpango, Estado de México. De éste, se desprenden en objetivos particulares:

- 1) Analizar las expresiones territoriales y diferencias geográficas de los municipios productores de tuna;
- 2) Identificar las características edafo-climáticas de la zona productora;
- 3) Entender las condiciones locales en la producción y comercialización de la tuna en los municipios de la región Valle de la Tuna, para identificar las limitaciones más relevantes que debería considerar cualquier estrategia de desarrollo regional;
- 4) Conocer las funciones de particulares y algunas agrupaciones de tuneros que realizan la producción, cosecha, comercialización en dicho distrito;
- 5) Realizar un diagnóstico de la situación que impera en el sistema agroindustrial de la tuna;
- 6) Identificar la problemática que impera desde la producción hasta la comercialización;
- 7) Conocer las características actuales de mercado;
- 8) Analizar la producción en los últimos años y los mecanismos de

distribución actual; 9) Conocer las normas de calidad e inocuidad del producto para su comercialización y 10) Identificar los mercados internacionales potenciales.

Lo anterior se abordó, desarrollando lo siguiente: marco teórico-metodológico, aspectos como sistema, cadenas agroalimentarias y globales de mercancías que permiten realizar el análisis de un producto, incluyendo todos los actores y las etapas que sigue una mercancía desde que se produce hasta que se consume.

Mediante la matriz FODA se rescatan los aspectos positivos y las limitaciones que se presentan en cada una de las etapas de la cadena agroalimentaria. Se incluye el planteamiento del problema en donde se retoman aspectos importantes de la producción de tuna, propiedades nutricionales y valor en la cultura nacional.

La matriz es importante para delimitar el espacio de estudio, ya que en el desarrollo de la investigación se detectaron problemáticas adyacentes, que merecen un análisis mas detallado, tales como: la mano de obra proveniente de estados vecinos, el abandono de la actividad por los hijos de los actuales productores, etc.

Hablar de la tuna, es hablar de una importante región del Estado de México, que gracias a las características físico-geográficas y al esfuerzo de los productores por preservarla y ampliar las áreas cultivadas, que han hecho que este fruto, sea hoy día, considerado, como el fruto “oro verde”.

México destaca como el principal productor y consumidor de tuna en el mundo y este producto adquiere una importancia relevante para el desarrollo de ciertas zonas áridas y semiáridas del país; sin embargo, el nopal tunero no está libre de problemas que frenan su desenvolvimiento y consolidación como fuente de ingresos de segmentos importantes de productores y como eje dinamizador del desarrollo económico de las regiones productoras de tuna en el país.

#### d) Planteamiento y delimitación del problema

A pesar de que en México hay gran cantidad de productos agrícolas, las cactáceas, tal es el caso de la tuna, (fruto del nopal), no ha significado un tema relevante en el país, debido a la falta de difusión e ignorancia, a pesar de que este fruto se refleja en el escudo nacional (Canadá tiene en el escudo de su bandera, la hoja de maple, que simboliza el potencial que posee en sus recursos naturales.

Un aspecto relevante de esta región es su cercanía al mayor centro de consumo nacional de tuna, que es la Ciudad de México, y al mayor centro de distribución de fruta

para todo el país, la Central de Abastos del D.F; ventajas que no han sido aprovechadas adecuadamente por los productores de la región, ya que actualmente la comercialización de la tuna presenta serios problemas de intermediarismo que provocan que la mayor parte de los beneficios queden en mano de terceros. Igualmente se observó la inexistencia de estudios de temas abordados dentro del ámbito geográfico, es decir, los relacionados con las condiciones agroclimáticas, producción y comercialización.

La mala organización de los productores, es lo que da lugar a que no se dominen todos los eslabones de la cadena agroalimentaria, lo que genera fuertes ganancias a los transportistas e intermediarios. Esto implica que no sólo se está perdiendo presencia en los mercados nacionales y extranjeros, sino más grave aún, que el producto mexicano está siendo desplazado de su mercado interno al enfrentarse con frutas importadas como la manzana, la uva y el kiwi (información de campo).

Los productores nacionales, entre ellos los que se dedican al cultivo de tuna en el área de estudio, no cuentan con la información necesaria que les permita establecer las bases para el desarrollo de una estrategia comercial que fortalezca su presencia en el mercado nacional, e incluso les permita explorar nuevos mercados.

El sector productivo agrícola de México ha estado marginado por mucho tiempo, por lo que se requiere de investigaciones que orienten de forma competitiva la actividad. El caso de los productores y/o exportadores frutícolas no es la excepción y aunque la producción de frutas es de las actividades que más divisas genera en cuanto a exportación, en el país pocos productores se ven beneficiados de esta actividad.

En la entidad se producen diversos cultivos, los más importantes por superficie cosechada: maíz, sorgo y aguacate. La tuna ocupa un lugar importante en superficie sembrada. El análisis de la producción, comercialización y consumo nacional, hace obligatoria una investigación desde el punto de vista geográfico del recorrido de nuevos mercados, tanto nacionales como para la exportación en bien de los productores.

La temática fue abordada ordenadamente mediante una serie de pasos que se fueron retomando, según conocimientos adquiridos en la formación académica y necesidades del estudio, para conformar una metodología que se describe a continuación.

## e) Metodología

La investigación se realizó primeramente de manera bibliográfica en diversas dependencias: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias

(INIFAP), Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y del Colegio de Postgraduados (CP).

Se elaboró un cuestionario de carácter exploratorio, con la finalidad de obtener un diagnóstico general del área de trabajo respecto al cultivo, terreno, ocupación y la elaboración de preguntas abiertas.

Esta información se complementó mediante prácticas de campo en la región de estudio; donde se recopiló información directamente de los productores, visitas de campo a la zona de estudio, donde se pudieron observar las fenologías de la tuna desde su siembra y/o manejo, hasta su comercialización; y la visita a la feria del nopal-tuna que anualmente se lleva a cabo en el municipio de San Martín de las Pirámides.

En campo, se corroboró lo citado en bibliografía, además se conoció las características del fruto en sus diferentes fases (plantación, nivel tecnológico, infraestructura, métodos de plantación) y de las diferencias existentes entre los mismos productores.

## Cuestionario exploratorio

DDR: 074 Zumpango      Entidad: Estado de México      Fecha de Aplicación\_\_\_\_\_

### 1) Cultivo (Tuna)

1.1 ¿Qué superficie siembra\_\_\_\_\_ ¿Es de riego? Si\_\_\_ No\_\_\_

1.2 ¿Qué superficie cosecha en relación a la pregunta anterior?

- a) La misma      b) La mitad      c) Menos de la mitad

1.3 Aproximadamente: ¿Cuánto le cuesta sembrar una hectárea?\_\_\_\_\_

1.4 ¿Qué hace con la producción?      a) Se consume totalmente      b) Parte se vende y parte se consume      c) Se vende totalmente

1.5 ¿Cuánto cuesta un kilo de su producto?\_\_\_\_\_

1.6 En caso de vender el producto ¿Dónde lo hace?

- a) Mercado local      b) Mercado regional      c) Intermediarios

1.7 Para los trabajos agrícolas usted usa:      a) Tractor      b) Yunta      c) Otro\_\_\_\_\_

1.8 El equipo que usa es:      a) propio      b) rentado      c) prestado

1.9 ¿Usted tiene crédito, seguro o ambos? Si \_\_\_\_\_ NO\_\_\_\_\_

1.10 ¿Cuenta con apoyo de algún órgano gubernamental SI\_\_\_ No\_\_\_

Si cuenta con apoyo. ¿Cómo se llama el programa?\_\_\_\_\_

1.11 ¿Contrata peones? Si\_\_\_ No\_\_\_

Si los contrata. ¿Cuánto le paga por jornada de trabajo?\_\_\_\_\_

1.12 ¿Qué actividades realiza entre la siembra y cosecha?

- a) Fertiliza      b) Deshierba      c) Aplica herbicidas      d) Riego      e) Otro\_\_\_\_\_

1.13. Principal problema al cultivar tuna. Puede marcar varios:

- a) Bajo precio del producto      b) Condiciones climáticas      c) Escaso apoyo gubernamental      d) Mucha competencia      e) Falta de mercado      f) Otro\_\_\_\_\_

## 2) Ocupación

2.1 ¿Cuántas personas trabajan? \_\_\_\_\_ Hombres \_\_\_\_\_ y/o Mujeres \_\_\_\_\_

2.2 ¿Qué otra ocupación tienen las personas que trabajan para usted?

a) Comercio      b) Albañilería c) Peón de parcelas ajenas      d) Otro \_\_\_\_\_

## 3) Terreno

3.1 ¿Qué tipo de terreno cultiva? a) Ejidal      b) Privado      c) Otro \_\_\_\_\_

3.2 Sus terrenos están comunicados por:

a) Brecha      b) Terracería      c) Pavimentada      d) Otra \_\_\_\_\_

3.3 Sus terrenos son de tipo. Puede marcar varios:

a) Planos      b) Profundos      c) Pedregosos      d) Arcillosos con lluvia  
e) Duros en secas      f) Otro \_\_\_\_\_

3.4 Para actividades agrícolas sus terrenos son:

a) Muy buenos      b) Buenos      c) Regulares      d) Malos.

## 5) Preguntas abiertas

¿Cuáles son las formas de propagación o plantación del nopal tunero?

---

¿Cuál es el lapso de tiempo que transcurre desde la siembra hasta la fructificación?

---

¿En la localidad existen instalaciones destinadas para el procesamiento de la tuna?

---

¿Hay programas destinados a evitar la erosión de los suelos mediante la plantación de nopal tunero? \_\_\_\_\_

Fecha de corte de la tuna \_\_\_\_\_

Una vez realizado lo anterior, como parte medular de este trabajo de investigación, se procedió al planteamiento de soluciones que sirvieran para aprovechar las oportunidades y afrontar los retos del sistema de la tuna. Para ello se propuso establecer técnicas a emplear en la promoción, tanto a nivel específico, considerando principalmente las necesidades del consumidor y las políticas de venta. Se consideró la exportación como una solución; para ello, se tomó en cuenta la experiencia en comercialización en el mercado interno que tienen los productores y de la capacidad de exportar.

La presente investigación ha sido desarrollada en cinco capítulos: 1) En el primer capítulo se abordan las condiciones geográficas del Valle de la Tuna; 2) El segundo retoma algunas características físicas y socioeconómicas del nopal tunero; 3) El tercero analiza propiamente la situación que impera durante la siembra, cosecha, producción, manejo postcosecha, desespinado y empaque; 4) El cuarto puntualiza la problemática existente durante la comercialización, industrialización y transformación y 5) El quinto presenta los resultados del trabajo, se concretan las estrategias, perspectivas y recomendaciones mediante el la matriz FODA y finalmente se exponen las conclusiones del trabajo.

## f) Marco teórico-conceptual

Se aborda la investigación bajo la categoría cadena agroalimentaria, la cual se explica a continuación:

### **Cadena Agroalimentaria (CA)**

Se denomina cadena de producción agroalimentaria, al conjunto de agentes económicos que inciden en la elaboración de un producto final. Describe la sucesión de operaciones, partiendo de una materia prima o de un producto intermedio, finaliza después de diversos niveles de procesamiento/valorización, en uno o varios productos acabados a nivel de consumidor. Es decir, una cadena está conformada por una sucesión de agentes, de operaciones, (orden de transformaciones), y por lo tanto, de un proceso de mercado, lo que implica flujos físicos y monetarios.

La CA es un instrumento que tiene como función representar una realidad económica. Articula, procesos de análisis de los actores involucrados en las actividades de producción primaria, industrialización, transporte y comercialización, distribución y consumo.

Es el itinerario o proceso que sigue un producto agrícola, pecuario, forestal o pesquero a través de las actividades de producción, transformación e intercambio hasta

llegar al consumidor final. Incluye además el abasto de insumos (semillas, fertilizantes, financiamiento, seguro, maquinaria, etc.) y equipos relevantes, así como todos los servicios que afectan de manera significativa a dichas actividades: investigación, capacitación, asistencia técnica, entre otros (IICA, 2001).

El análisis de la cadena permite localizar las relaciones de verticalidad, complementariedad y de enlace entre sus diferentes fases de procesamiento en el seno de los sistemas agroalimentarios. (Malassis, 1969).

Se identifican tres aspectos fundamentales; los segmentos o eslabones, los agentes económicos y sociales, las funciones y los flujos de bienes e insumos. El nivel de desarrollo de cada uno de ellos y su articulación; diferencia y determina la complejidad de la cadena productiva.

En cuanto al enfoque de la CA, ésta tiene las herramientas para el análisis, la concertación y el diálogo entre actores económicos y sociales vinculados a los procesos, desde la producción hasta el consumo; el cual permite: a) el estudio de los agro productos y sus transformaciones; b) el análisis de la competitividad del sistema-producto; c) determinar las estructuras relevantes de los mercados; d) la participación y funciones de los agentes económicos involucrados (productor, intermediario y consumidor); e) la cuantificación de la transmisión de la competitividad por agente, eslabón y sistema-producto; f) conocer la incorporación en cada una de las etapas por la que pasa el producto (Esparza-Frausto, *et al*, 2004).

En síntesis, la CA es un proceso que ofrece la oportunidad de vincular cultivos de importancia para el desarrollo regional (tal es el caso del nopal tunero), con los actores económicos y sociales desde la producción hasta el consumo.

### **Análisis FODA o DAFO**

Es una de las herramientas esenciales que provee de insumos necesarios al proceso de planeación estratégica, proporciona información necesaria para la implantación de acciones y medidas correctivas. En el análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se consideran: los factores económicos, políticos, sociales y culturales que se involucran en cualquier proceso, institución, compañía, etc.

Las *fortalezas* y *debilidades* corresponden al ámbito tanto físico, como social y económico que se llevan a cabo en la actividad. Las fortalezas o riquezas con las que se cuenta y las debilidades son las que obstaculizan o aquellos aspectos que limitan el

óptimo desarrollo de la actividad (Flores, 2002). El análisis FODA o DAFO (capítulo 5), se señalarán las fallas y aciertos en la cadena de la tuna en la región en estudio.

### Propiedades de la tuna

Los frutos frescos se consumen directamente como alimento humano; la pulpa comestible constituye entre 60 y 75% del fruto y por lo general contiene de 12 a 15% de azúcar, predomina la glucosa (60%) y la fructosa (40%) (Samaya, *et al.*, 1983).

La fructosa es uno de los edulcorantes más aceptados en el mundo, debido que actualmente se está usando como sustituto de la sacarina (sustancia blanca que endulza mucho más que el azúcar); esta es la razón por la cual la comercialización de este producto se ha extendido en Estados Unidos, Alemania, Italia y Japón entre otros.

El valor calorífico que aportan 100 gr de porción comestible es de 47.3 Kcal (Hernández, *et al.*, 1987). El valor nutricional de la tuna puede compararse con frutos como la manzana, pera, durazno y naranja, entre otros, y además es una buena fuente de vitamina C (Pimienta, 1990). La composición química se muestra en la siguiente tabla.

Tabla I. Composición química de la pulpa y semillas.

Componente	Porción de la tuna (Base peso húmedo)	
	Pulpa	Semillas
Humedad (%)	85.60	5.3
Proteína (%)	0.21	16.6
Grasas (%)	0.12	17.2
Fibra (%)	0.02	49.6
Pectina (%)	0.19	
Vitamina C	22	
Beta-caroteno (mg)	Trazas	
Cenizas	0.44	3
Calcio (mg)	28	16
Magnesio (mg)	28	75
Potasio (mg)	161	163
Sodio (mg)	0.8	68
Hierro (mg)	1.5	9

Fuente: Cantwell (1995).

Las semillas constituyen entre el 5 y el 10% del volumen total del fruto; el análisis de su composición reveló la presencia de aceite y proteínas (Pimienta, 1990); el aceite obtenido a partir de la semilla del fruto del nopal tunero es semejante en calidad a los aceites comestibles de soya y cártamo (Pimienta, 1988). También son una fuente de proteínas para alimentar aves y cerdos, animales que pueden triturarlas.

Se han identificado varios pigmentos presentes en el fruto como el beta caroteno, que pueden ser empleados satisfactoriamente en la industria alimentaria (Ordoux y Domínguez, 1996). El fruto es según Vélez, (1994) la materia prima usada en la elaboración de mermeladas, jaleas, miel, queso de tuna, vino, y bebidas, entre otros.

Las características de la tuna blanca de la variedad Alfajayucan son la forma ovoide, cáscara de color verde-amarillo, pulpa color verde claro. El peso del fruto oscila entre 120-140 grs, el número de semillas es relativamente alto, pero pequeñas en tamaño La constitución y contenido promedio del fruto se manifiesta en la tabla II.

Tabla II. Constitución del fruto de la tuna.

Concepto	Datos
Volumen del fruto	195.3 cm <sup>3</sup>
Cáscara	44%
Pulpa	55.3%
Semilla	5.2%
Parte comestible	51.2%

Fuente: Vélez (1994).

El contenido en semillas es alto, ya que representa del 5 al 10% del peso del fruto y se encuentra distribuida en toda la pulpa, lo que dificulta su separación. La piel o cáscara representa del 40 al 50% del peso del fruto, lo cual genera una gran cantidad de desperdicios que puede usarse como forraje. La amplia diversidad del nopal tunero contribuye a que en la literatura exista una enorme variación en la composición química de la pulpa. En la tabla III se compara el valor nutricional de la tuna con otras frutas.

Tabla III. Comparación del valor nutritivo de la tuna (100 grs. netos).

Concepto	Contenido						
	tuna	durazno	guayaba	Mango	manzana	naranja	plátano
Parte comestible %	55	80	82	55	67	63	68
Energía <sup>1</sup>	38	46	55	46	65	40	86
Proteína <sup>2</sup>	0.3	0.9	1.0	0.9	0.3	1.0	1.2
Grasa <sup>2</sup>	0.1	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.3
Carbohidratos. <sup>2</sup>	10.1	11.7	13.5	11.7	16.5	10	22
Calcio <sup>3</sup>	63	16	33	19	7	48	13
Hierro <sup>3</sup>	0.80	2.13	1.32	1.50	0.80	1.01	2.30
Vitamina C <sup>3</sup>	31	19	99	65	10	67	13

Fuente: Vélez (1994). 1. Kilocalorías, 2. Gramos, 3. Miligramos

En contenido mineral, básicamente el calcio, la tuna tiene una ventaja muy importante en comparación con frutas de alto consumo como la manzana y el plátano. El calcio es uno de los nutrientes más importantes en la dieta humana, no sólo por su función, sino porque además es uno de los minerales menos distribuidos en los alimentos en

cantidades útiles. Aunque otros alimentos pueden tener un contenido cálcico mayor, la tuna presenta la ventaja de ser accesible a todo tipo de consumidor.

Un elemento importante en la nutrición humana es la vitamina C, donde la tuna supera a la manzana, el durazno y el plátano casi en un 250%. Pero su contenido es inferior al de las fuentes tradicionales de Vitamina C como la naranja y la guayaba. La tuna ingresa al mercado en verano y la guayaba en septiembre, situación que la pone en ventaja como fruta rica en vitamina C disponible a mitad del año (Osborne, 1978).

### **Beneficios del consumo de tuna para la salud**

De acuerdo a la información obtenida de las Cien Preguntas y Respuestas de la Cadena Agroalimentaria de la Tuna, en SDR (Sistema de Desarrollo Rural) de Puebla 2005-2010, menciona: El consumo de tuna ayuda a controlar problemas de colesterol, diabetes, arterosclerosis y úlceras gástricas, entre otros.

La tuna en forma de fibra, ayuda al tratamiento de la diabetes, disminuyendo la absorción de glucosa en el intestino, con ello, la glucosa plasmática se reduce y consecuentemente la necesidad de la insulina. (SDR-Puebla, 2005-2011).

Es útil en el control de enfermedades gastrointestinales y procesos patológicos, ejemplo: hernia de hiato, úlcera péptica, enfermedades de vesícula biliar, enfermedades pancreáticas y del intestino apendicitis, estreñimiento, cáncer de colon y divertículos del colon (SDR, óp., cit.).

Los efectos que tiene el consumo de tuna respecto al colesterol, es que los aminoácidos y la fibra contenida, previenen que el exceso de azúcar en la sangre se convierta en grasa; actúa metabolizando la grasa y los ácidos grasos reduciendo el colesterol. El efecto de los aminoácidos y la fibra, incluyendo los antioxidantes vitamina C y A (Beta Caroteno) previenen la posibilidad de daños en las paredes de los vasos sanguíneos, así como la formación de plaquetas de grasa (SDR, óp., cit.).

Los beneficios se dan en la limpieza del colon, ya que la tuna contiene fibras dietéticas solubles e insolubles. Las fibras dietéticas insolubles, conocidas como pajas, forraje etc., absorben agua y aceleran el paso del alimento en el tracto digestivo y contribuyen a regular el movimiento intestinal. La presencia de fibras en el colon ayuda a diluir la concentración de cancerígenos que pudieran estar presentes (SDR, óp., cit.).

# Capítulo 1.

## Condiciones geográficas del DDR de Zumpango

### 1.1. Aspectos físicos

#### 1.1.1. Localización

La Región del DDR de Zumpango es conocida como Valle de la Tuna; se localiza en la parte noreste del Estado de México, colinda al norte y al este con Hidalgo, al sur con los municipios de Tepetlaoxtoc, Papalotla, Chiautla, Chiconcuac y Atenco, al oeste con los municipios de Tecámac y Ecatepec, se localiza entre 19° 35' 00" y 19° 58' 00" de latitud norte y de 98° 34' 50" a 99° 07' 06" de longitud oeste (figura 1.1).

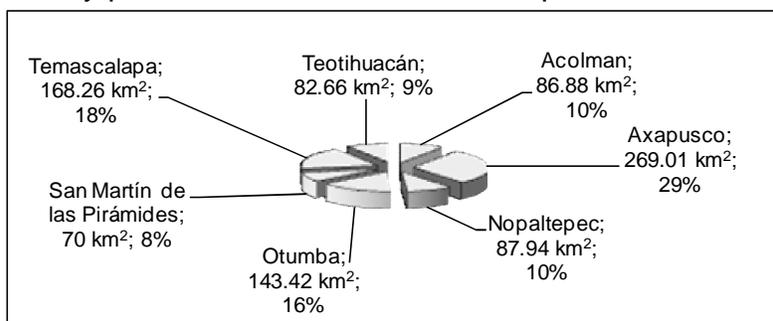
La zona en estudio está integrada por siete municipios, con una superficie de 908.17 km<sup>2</sup> que corresponde al 4.23% del territorio estatal (GEM, IIIGECM, 1995); cada municipio varía en extensión y altitud (cuadro 1.1 y gráfica 1.1).

Cuadro 1.1. Municipios que integran el DDR de Zumpango

Municipio	Extensión km <sup>2</sup>	%	Altitud msnm
Acolman	86.88	9.57	2 250
Axapusco	269.01	29.62	2 350
Nopaltepec	87.94	9.68	2 450
Otumba	143.42	15.79	2 360
San Martín de las Pirámides	70.00	7.71	2 300
Temascalapa	168.26	18.53	2 350
Teotihuacán	82.66	9.10	2 270

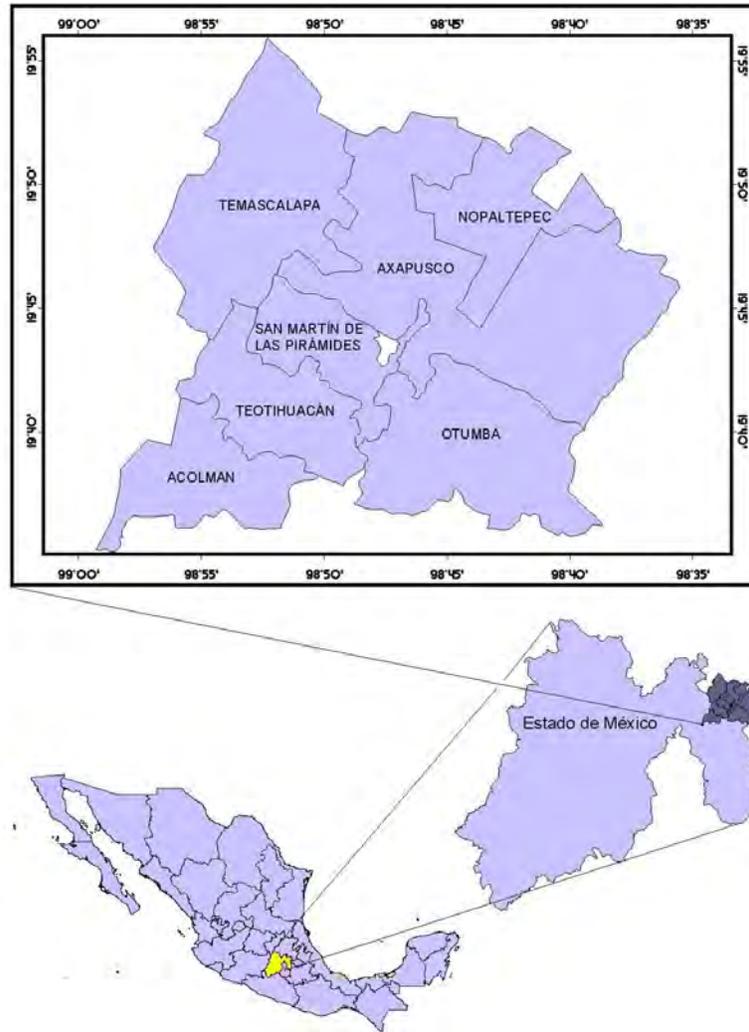
Fuente: GEM, IIIGECM (1995)

Gráfica 1.1. Extensión y porcentaje en km<sup>2</sup> de los municipios del DDR de Zumpango



En la gráfica 1.1, el municipio con mayor extensión de km<sup>2</sup> del Distrito es Axapusco con 269 km<sup>2</sup> (29%), seguido de Temascalapa con 168 km<sup>2</sup> (18%), en tercer lugar está Otumba con 143km<sup>2</sup> (16%) y el de menor extensión es Teotihuacán con 83 km<sup>2</sup> (9%).

Figura 1.1. Localización del área en estudio



### 1.1.2. Fisiografía

El Distrito se localiza en la provincia fisiográfica del Eje Volcánico Transversal y la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac y forma parte de la Cuenca de México del conjunto lacustre Texcoco-Chalco-Zumpango-Xochimilco (SPP, 1981). Posee rasgos geomorfológicos típicos de un vaso lacustre y es prácticamente plana, la región semiplana se localiza en las laderas de los cerros y lomeríos, y la zona accidentada corresponde a las elevaciones de la Sierra de Platachique y del Cerro Gordo (GEM, 1993) (cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. Principales elevaciones

Elevación	Altitud en msnm	Municipio
C. Gordo	3 000	Axapusco
C. Verde	2 500	Temascalapa
C. Chiconautla	2 500	Acolman

Fuente: GEM (1993)

El C. Gordo tiene una altitud de 3 000 msnm, seguidos por los C. Verde y C. Chiconautla, cada uno con altitud de 2 500 msnm.

### **1.1.3. Geología**

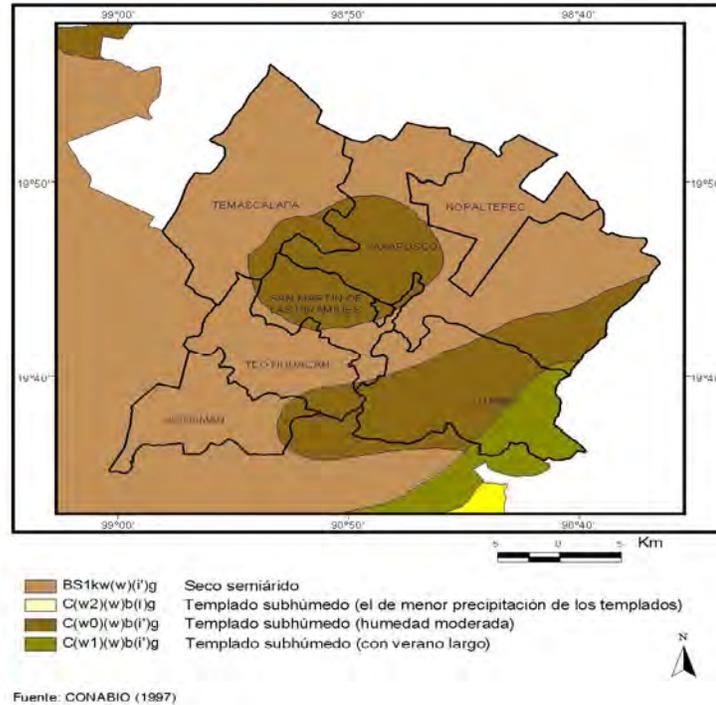
Las rocas más recientes del Distrito son ígneas o volcánicas de la época Plioceno-Holoceno de la era Cenozoica, con una edad de entre 37 y 10 millones de años de antigüedad (GEM, 1993). Son rocas de composición clástica, andesítica y basáltica, con depósitos piroclásticos, cubiertos de sedimentos fluviales y lacustres (SEGEM, 2001). El Cerro Gordo es el más joven y constituye el tipo más característico de un volcán. Éste surgió a partir de la formación de dos volcanes del Pleistoceno y por lo menos tuvo dos etapas de actividad hasta su colapso. Cuenta con flujos hídricos superficiales que forman un drenaje radial y debido a la topografía y a las abundantes fallas funcionan geohidrológicamente como una zona de recarga natural (SEGEM *óp. cit.*).

### **1.1.4. Tipos de clima**

En la clasificación climática de Köppen, están presentes principalmente dos tipos de clima: el seco o semiárido y el templado subhúmedo con diferentes gradientes de humedad. El clima seco domina la mayor parte de la región, y el templado en la parte que comprende el Cerro Gordo, municipios de San Martín de las Pirámides y Otumba.

El BS1kw (w)1'g es el clima semiárido templado (el menos seco de los semi secos), presenta lluvia en verano y un porcentaje de precipitación invernal inferior al 5%. El templado subhúmedo C(w) se presenta el subtipo de clima templado húmedo y de humedad moderada C(w<sub>2</sub>) y el subtipo templado de humedad baja C(w<sub>0</sub>), este último caracterizado por ser el de menor humedad de los templados (figura 1.2).

Figura 1.2. Climas



La precipitación media anual es de 500 a 600 mm; la temperatura media oscila entre 14 y 18°C (con reducida oscilación térmica) y la temperatura más elevada ocurre antes del solsticio de verano. En las heladas predomina el rango de 40 a 60 días al año; las granizadas se registran 0 y 6 días al año. Éstas últimas no guardan una regla de comportamiento definida, aunque se encuentren asociadas a periodos de precipitación; su mayor incidencia son en los meses de junio, julio y agosto (INEGI, 1987).

De acuerdo al Atlas de Inundaciones de la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM, 2002), los municipios de Otumba y San Martín de las Pirámides presentan alto potencial de lluvias afectando una superficie de 79 294 m<sup>2</sup> (cuadro 1.3). Las precipitaciones más abundantes se registran en los meses de junio a septiembre, donde suelen presentarse desbordamientos de ríos e inundaciones en sus riberas y en algunos sitios de los valles. Las lluvias finalizan en la primera quincena de octubre. En el cuadro 1.3, la superficie con mayor cantidad de lluvias corresponde a Otumba con casi 70 mil m<sup>2</sup>, seguido por San Martín de las Pirámides con poco más de 11 mil m<sup>2</sup>. Para el resto de los municipios no se reportan inundaciones.

Cuadro 1.3. Resumen de sitios y superficie afectada en temporada de lluvia

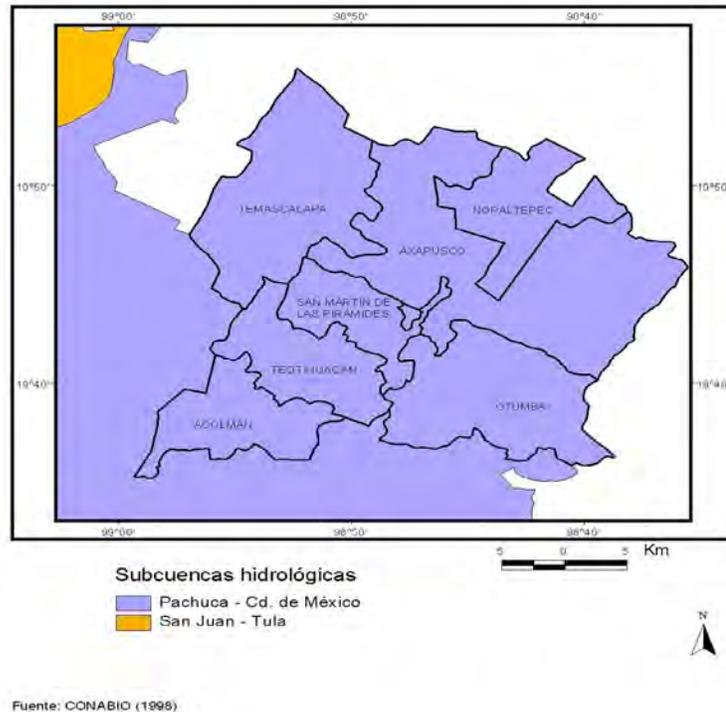
Municipio	Número de sitios	Superficie afectada en m <sup>2</sup>
Otumba	1	68 187
San Martín de las Pirámides	1	11 107

Fuente: CAEM (2002).

### 1.1.5. Hidrografía

El noreste del Estado de México queda comprendido en la región hidrológica (No. 26) Alto Panuco (figura 1.3).

Figura 1.3. Subcuencas hidrológicas



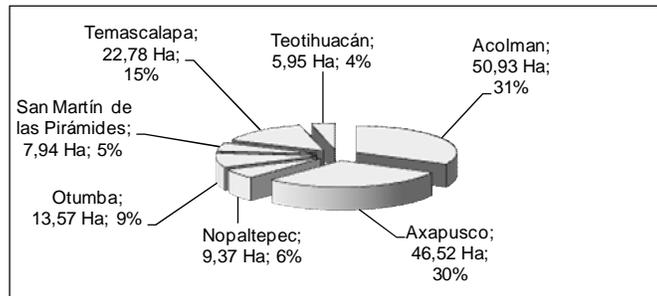
Esta región hidrológica constituye toda la parte norte y noreste del Estado de México, tiene como subcuencas intermedias los lagos de Tochac, Tecocomulco, Texcoco y Zumpango; y la subcuenca denominada Río Grande Mexcuipaya, de gran importancia para el manejo en la planificación de sistemas de potabilización, ubicación de asentamientos humanos, almacenamiento, distribución de agua para riego y prevención de desastres por inundaciones (SEGEM, 2001; SPP, 1981). La región de estudio abarca la subcuenca hidrológica de Pachuca - Cd. de México.

Cuadro 1.4. Número de cuerpos de agua y superficie (Ha) por municipio

Municipio	Núm. cuerpos de agua	Superficie (Ha)	%
Acolman	11	50.93	32.43
Axapusco	93	46.52	29.62
Nopaltepec	26	9.37	5.97
Otumba	45	13.57	8.64
San Martín de las Pirámides	20	7.94	5.06
Temascalapa	58	22.78	14.50
Teotihuacán	20	5.95	3.79

Fuente: CAEM (2002).

Gráfica 1.2. Superficie total (Ha) de cuerpos de agua y porcentaje por municipio



En el cuadro 1.4 y gráfica 1.2, en Acolman, los cuerpos de agua ocupan la mayor superficie de los cuerpos de agua de 50.93 (Ha) con 32.43%, seguido por Axapusco con 29.62 % (46.52 Ha), hasta llegar al municipio de Teotihuacán, el cuál ocupa la menor superficie con 3.79% (5.95 Ha).

### 1.1.6. Edafología

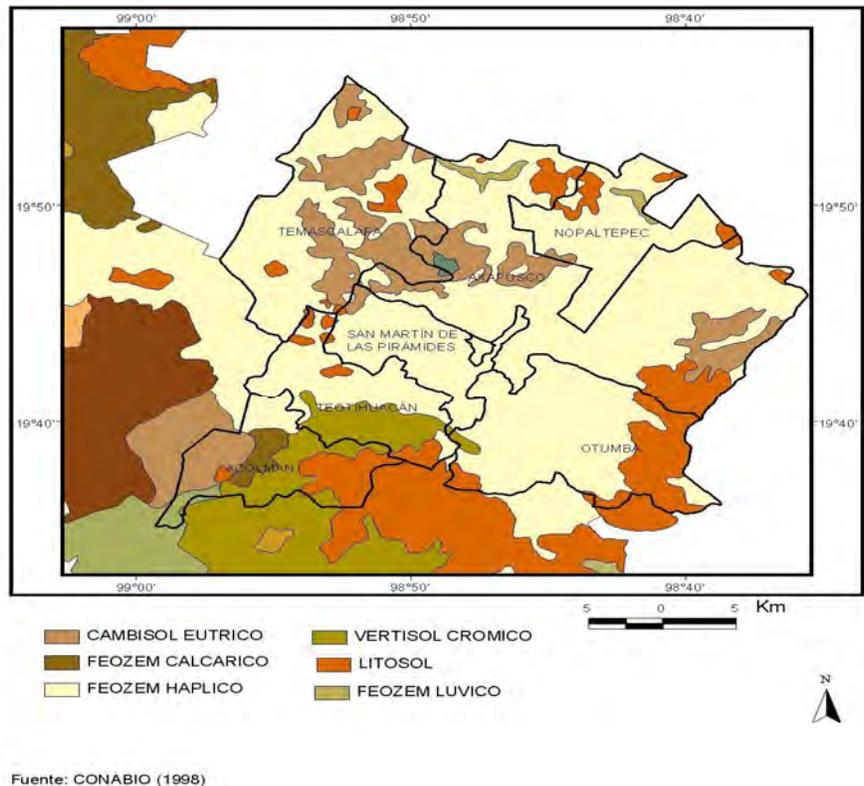
La complejidad litológica, condiciones climáticas y agentes erosivos han desarrollado diversos tipos de suelo, los de mayor presencia en el área en estudio (figura 1.4) son los feozem (el de características háplico ocupa la mayor extensión) posee una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes.

Con menor ocupación está el tipo cambisol eutrico, mismo que se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa más de suelo que de roca; formado de terrones y además presenta acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro y manganeso. En menor proporción se presentan los suelos litosoles y vertisoles.

-Suelos vertisoles. Presentan alto contenido de arcilla, con grietas anchas y profundas en la época de secas y pegajosos con la humedad; son poco adecuados para la agricultura de temporal, pero aptos para la agricultura de riego tecnificada. Se encuentran en zonas bajas, de lomeríos y también presentan problemas de inundación debido a su baja permeabilidad; destacan por ser expansivos, es decir, al saturarse de agua provocan presiones de empuje o alzamiento, y al secarse se contraen y agrietan.

-Suelos feozem. Son aptos para la agricultura en condiciones de clima templado, presentan una marcada acumulación de materia orgánica; son de fácil manejo y alcanzan un alto grado de productividad agrícola, son susceptibles a la erosión moderada y alta dependiendo de la pendiente donde se localicen, también se encuentran en zonas de acumulación, de poca pendiente.

Figura 1.4. Edafología



El nopal tunero prospera en una amplia gama de suelos, según Pimienta (1990), las mayores superficies cultivadas coinciden con los vertisoles y feozems (foto 1).



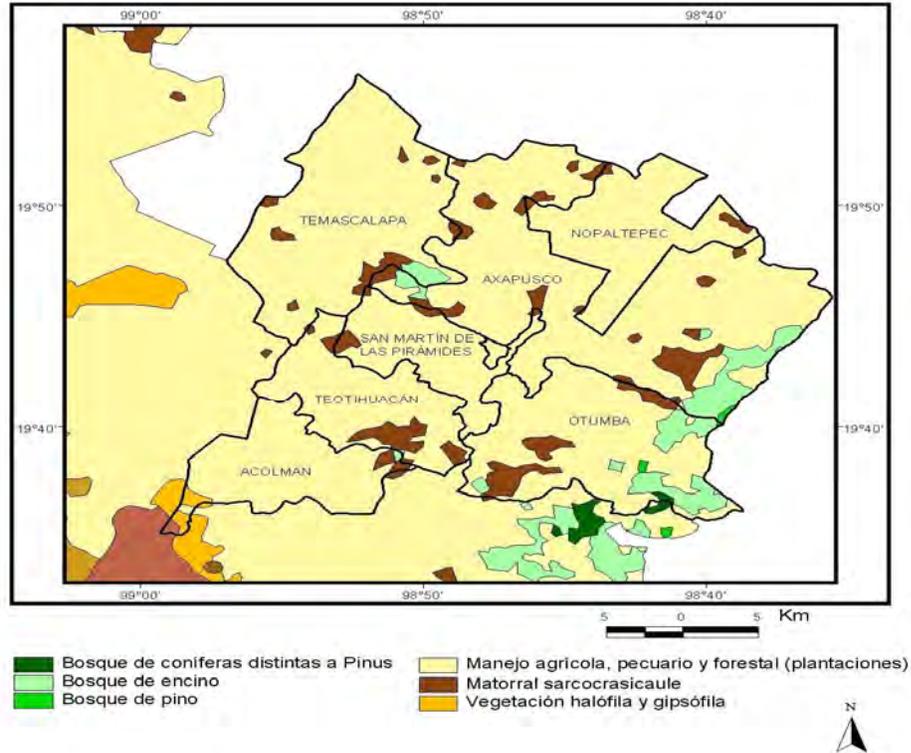
Foto 1. Estrato de suelo en el área en estudio

La mayoría de las especies *Opuntia* son sensibles a la salinidad; el crecimiento de sus raíces es inhibido de manera drástica en suelos con concentraciones de sodio. La baja tolerancia del nopal a la salinidad restringe las regiones de cultivo (Nobel, 1994).

### 1.1.7. Vegetación y uso del suelo

Debido al tipo de clima, variedad de suelos y relieve, los tipos de vegetación que se desarrolla en el Distrito (SEGEM, 2001) está representado por pastizal secundario, bosque de encino y cultivado y matorral xerófilo (figura 1.5).

Figura 1.5. Vegetación



Los pastizales secundarios, están determinados por las actividades perturbadoras como los incendios forestales, pastoreo y aclareo de terrenos. Su cobertura es al ras del suelo, con un sólo estrato herbáceo, formado por plantas rastreras y destacan distintas especies conocidas como zacatón o zacate.

El bosque de encino es una de las comunidades vegetales que ha sido más afectada por las actividades humanas, debido a la tala, incendios e invasión de los asentamientos humanos. Tales actividades han derivado, en un proceso de erosión del suelo por la eliminación de la cubierta vegetal. El bosque cultivado es producto de las actividades de reforestación en la zona, para ello se han utilizado especies tales como pino prieto, piñonero, cedro y eucalipto.

En matorral xerófilo (fotos 2 y 3) es frecuente encontrar especies de la familia de las cactáceas como los nopales tuneros *Opuntia amyclaea*, los cardones, especies como la cenicilla, uña de gato; huizache, magüey, palo loco, palma y sotol. Dentro de las especies arbóreas son comunes el pirul y el mezquite.



Fotos 2 y 3. En la región es común observar grandes extensiones de nopal

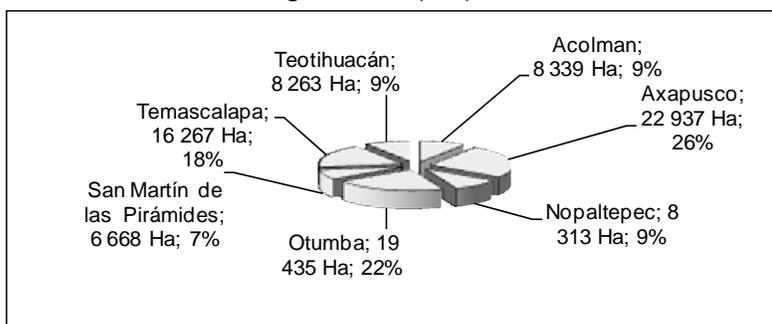
Subsisten formas de aprovechamiento tradicional de los recursos florísticos, como la recolección de algunas especies (pirú, árnica, pericón, xoconostle y sábila) para utilizarlas como remedios en la medicina herbolaria. En zonas montañosas está presente el bosque de encino y bosque cultivado.

Cuadro 1.5. Superficie cubierta de vegetación (Ha). 2002-2005

Municipio	Agricultura	Pastizal	Bosque	Matorral	Total	%
Acolman	6 917	727	0	388	8 339	9.24
Axapusco	19 500	1 373	89	1 310	22 937	25.42
Nopaltepec	7 889	43	0	380	8 313	9.21
Otumba	12 807	2 599	237	1 793	19 435	21.54
San Martín de las Pirámides	4 929	612	0	712	6 668	7.39
Temascalapa	13 932	1 868	0	375	16 267	18.03
Teotihuacán	7 132	252	0	286	8 263	9.16

Fuente: INEGI (2005a); (2005b) y (2005c)

Gráfica 1.3. Superficie cubierta de vegetación (Ha). 2002-2005



En el Distrito, (cuadro 1.5 y gráfica 1.3) el municipio de Axapusco tiene el mayor porcentaje de su superficie cubierta con vegetación tal como: pastizal, bosque y matorral y tuna, seguida por Otumba y en tercer lugar, Temascalapa. El municipio de menor cubierta vegetal está San Martín de las Pirámides.

Las condiciones físicas y climáticas en el área en estudio son propicias para el desarrollo de una gran riqueza biológica (animal y vegetal). El Distrito abarca tres Áreas Naturales Protegidas (ANP) y cubren una superficie total de 3 676.73 Ha (cuadro 1.6).

Cuadro 1.6. Áreas naturales protegidas

Nombre y año de decreto	Municipios de la región	Superficie total del ANP (Ha)	Superficie en la región (Ha)	Tipo de Vegetación
Parque Estatal Sierra Platachique (1977)	Acolman	3 077.25	756.70	Matorral xerófilo, pastizal y vegetación halófila.
Parque Estatal Cerro Gordo (1977)	Temascalapa, Axapusco y San Martín de las Pirámides	2 915.03	2 915.03	Matorral xerófilo, bosque de encino, bosque cultivado, pastizal y chaparral.
Reserva Estatal La Cañada (2003)	Otumba	5.0	5.0	Matorral xerófilo y bosque inducido.

Fuente: SEGEM (2001) y CEPANAF (2004)

El Parque Estatal Cerro Gordo ocupa superficies de los municipios de Temascalapa, Axapusco y San Martín de las Pirámides; seguida por el Parque Estatal Sierra Platachique, ubicado en Acolman y la Reserva Estatal de la Cañada en Otumba.

Un problema recurrente en las ANP, aparte de la tala clandestina, incendios inducidos y el sobre-pastoreo, es la aparición de asentamientos humanos no planificados que se establecen a través de invasiones en las áreas periféricas a los centros urbanos y en las zonas núcleo de las reservas naturales.

Esto provoca la alteración del hábitat, mediante la eliminación de la cubierta vegetal y del suelo forestal, la desaparición de la fauna local, la contaminación de cuerpos de agua, zonas de recarga; y en algunos casos, la provocación intencional de incendios forestales (cuadro 1.7 y gráfica 1.4).

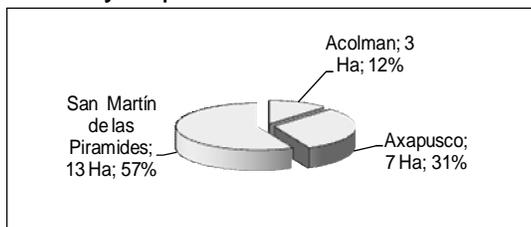
Cuadro 1.7. Incendios forestales y superficie siniestrada. 2005

Municipio	Núm. incendios forestales	Superficie siniestra (Ha)	
		Total	%
Acolman	1	3	12
Axapusco	4	7	31
San Martín de las Pirámides	4	13	57

Fuente: CONAFOR (2005)

Destacan los incendios ocurridos en los municipios de Axapusco y San. Martín de las Pirámides, cada uno con cuatro incendios. En el primero se perdieron 7 Ha equivalentes al 31% del total de la superficie quemada; en el segundo se siniestraron 13 Ha (57%) del total del terreno dañado y en el Acolman, las pérdidas fueron en 12% del terreno. Para el resto de los municipios no hubo indicadores.

Gráfica 1.4. Incendios forestales y superficie siniestrada. 2005

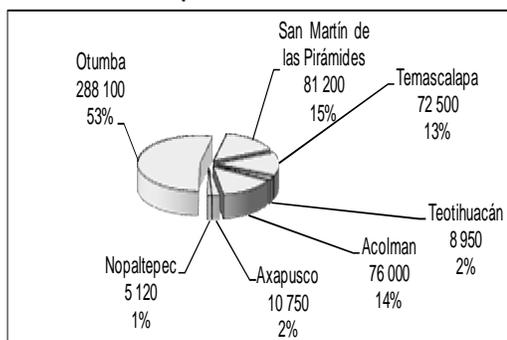


Cuadro 1.8. Árboles plantados y superficie reforestada por municipio. 2005

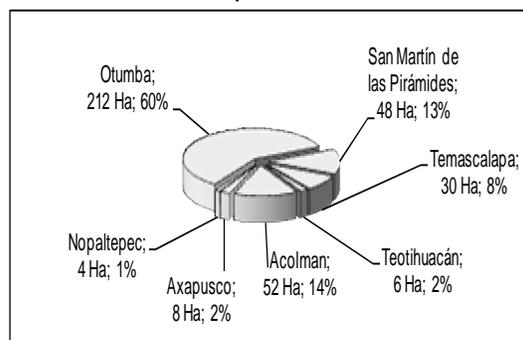
Municipio	Árboles plantados	%	Superficie reforestada (Ha)	%
Acolman	76 000	14.01	52	14.43
Axapusco	10 750	1.98	8	2.25
Nopaltepec	5 120	0.94	4	1.08
Otumba	288 100	53.09	212	58.88
San Martín de las Pirámides	81 200	14.96	48	13.26
Temascalapa	72 500	13.36	30	8.34
Teotihuacán	8 950	1.65	6	1.75

Fuente: CONAFOR (2005)

Gráfica 1.5. Árboles plantados



Gráfica 1.6. Superficie reforestada



Los municipios que destacan en plantación de árboles y superficie reforestada (cuadro 1.8 y gráficas 1.5 y 1.6) son Otumba con más del 50 % del total del Distrito seguido por Acolman con más del 14%. En San Martín de las Pirámides, los árboles plantados equivalen casi al 15% y su superficie reforestada al 13% y Teotihuacán es el municipio con el menor porcentaje de árboles plantados (1.65%) y superficie reforestada (1.75%) del total de la zona en estudio. Los árboles plantados son el pino, oyamel y encino.

La fauna silvestre (SEGEM, 2001) está representada por distintas especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios restringidos en las áreas no perturbadas de los bosques, pastizales y matorrales existentes. Se clasifican en los siguientes grupos: a) *Mastofauna*. La mayoría de los mamíferos son de talla pequeña y mediana, entre los más frecuentes: ardillón, armadillo, cacomixtle, comadreja, conejo, gato montés, murciélago, ratón de campo, tlacuache, tuza y zorra gris; b) *Avifauna*. Son notables las siguientes

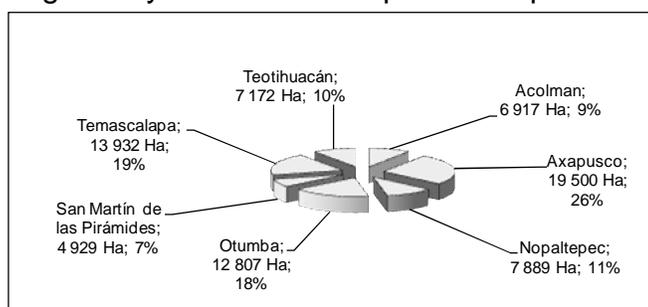
aves: aguililla colirroja, azulejo, calandria, cardenalito, carpintero, cernícalo, correcaminos, cuitlacoche, dominico, gorrión mexicano, garza garrapatera, lechuza, paloma huilota, paloma ala blanca, verdugo y c) *Herpetofauna*. Entre las especies de anfibios destacan la ranita gris, la ranita verde, el sapito excavador y el sapo; en reptiles sobresalen: lagartijas de distintas especies, camaleón, culebra escavadora y de agua, cincuate, culebrilla y víbora de cascabel.

Cuadro 1.9. Superficie agrícola en hectáreas (Ha), según tipo de agricultura. 2002-2005

Municipio	Temporal	Riego	Bosque cultivado	Total	%
Acolman	3 274	3 643	0	6 917	9.46
Axapusco	19 391	61	49	19 500	26.66
Nopaltepec	7 889	0	0	7 889	10.79
Otumba	12 665	113	29	12 807	17.51
San Martín de las Pirámides	4 352	553	24	4 929	6.74
Temascalapa	13 932	0	0	13 932	19.05
Teotihuacán	4 042	3 131	0	7 172	9.81

Fuente: INEGI (2005a), (2005b) y (2005c)

Gráfica 1.7. Superficie agrícola y su distribución por municipio



La superficie para actividad agrícola (cuadro 1.9 y gráfica 1.7): Axapusco destaca por tener la mayor extensión con 19 500 Ha (26.66%), seguida por Temascalapa con 13 932 Ha (19.05%) y en tercer lugar, Otumba con 12 807 Ha (17.05%). San Martín de las Pirámides tiene la menor extensión con 4 929 Ha (6.74%) del total de la región.

## 1.2. Aspectos socioeconómicos

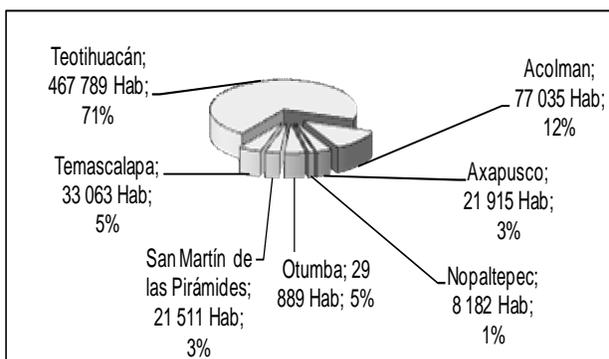
### 1.2.1. Población

Cuadro 1.10. Población al 17 de octubre de 2005

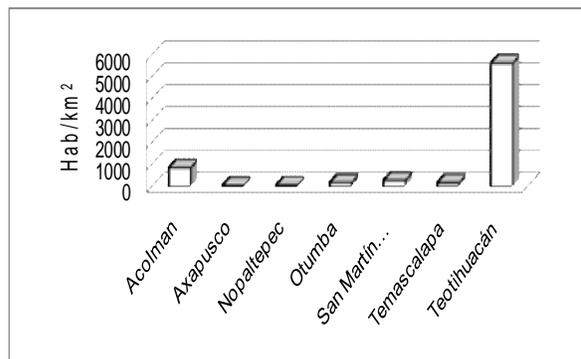
Municipio	Hab	%	Densidad (Hab/Km <sup>2</sup> )
Acolman	77 035	11.68	887
Axapusco	21 915	3.32	81
Nopaltepec	8 182	1.24	93
Otumba	29 889	4.53	208
San Martín de las Pirámides	21 511	3.26	307
Temascalapa	33 063	5.01	196
Teotihuacán	467 789	70.94	5 659

Fuente: INEGI (2005d)

Gráfica 1.8. Población



Gráfica 1.9. Densidad poblacional



En población y densidad (cuadro 1.10 y gráficas 1.8 y 1.9), Teotihuacán abarca el 71% de la población (467 789 Hab) y tiene una densidad de 5 659 Hab/km.<sup>2</sup> En contraste, Nopaltepec tiene la menor población 1.24% (8 182 Hab) y una densidad de 93 Hab/km.<sup>2</sup>

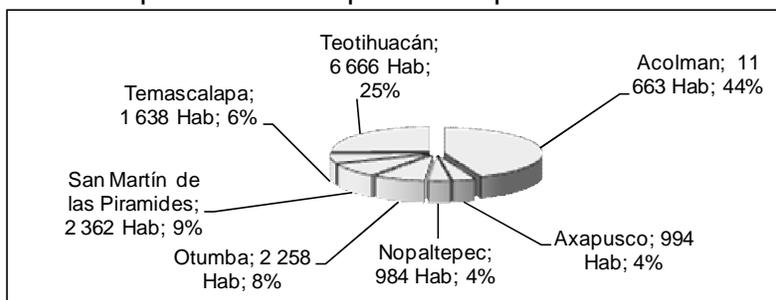
### 1.2.2. Empleo

Cuadro 1.11. Personal ocupado en miles por municipio. 2005

Municipio	Personal ocupado	%
Acolman	11 663	43.90
Axapusco	994	3.74
Nopaltepec	984	3.70
Otumba	2 258	8.50
San Martín de las Pirámides	2 362	8.89
Temascalapa	1 638	6.17
Teotihuacán	6 666	25.09

Fuente: INEGI, (2005c)

Gráfica 1.10. Personal ocupado en miles por municipio. 2005



El personal ocupado (cuadro 1.11 y gráfica 1.10), en primer lugar está Acolman con 11 663 personas ocupadas (44%), seguido por Teotihuacán con 6 666 trabajadores (25%), y en tercero se ubica San Martín de las Pirámides con 2 362 empleados (9%); Nopaltepec y Axapusco tienen el menor personal, cercano a 1 000 trabajadores (4%).

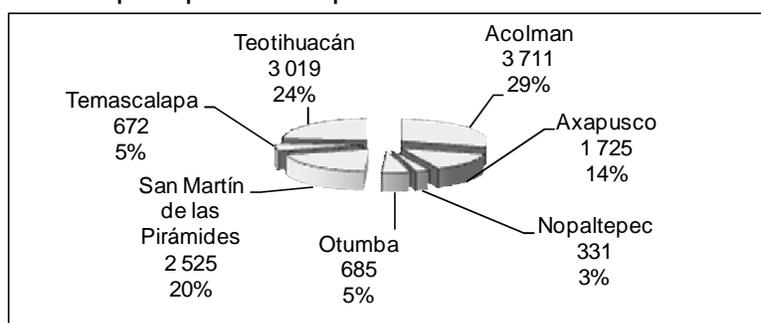
Cuadro 1.12. Total de empleo por municipios. 2005

Municipio	Permanente	Eventual	Total	%
Acolman	3 115	596	3 711	29.29
Axapusco	1 724	1	1 725	13.62
Nopaltepec	322	9	331	2.61
Otumba	666	19	685	5.41
San Martín de las Pirámides	2 516	9	2 525	19.93
Temascalapa	665	7	672	5.30
Teotihuacán	2 626	393	3 019	23.83

Fuente: IMSS, (2005)

El personal ocupado se desempeña en actividades del sector económico: a) Agropecuario y forestal; b) Industrial; c) Comercio y servicios diversos.

Gráfica 1.11. Total de empleo por municipios. 2005



El empleo permanente y eventual registrado por el Seguro Social en el año 2005 (cuadro 1.12 y gráfica 1.11), Acolman destaca con 3 711 empleos (29.29%), seguido por Teotihuacán con 3 019 trabajos (23.83%) y San Martín de las Pirámides con 2 525 ocupaciones (19.93%). En último lugar está Nopaltepec con 322 trabajos (2.61%).

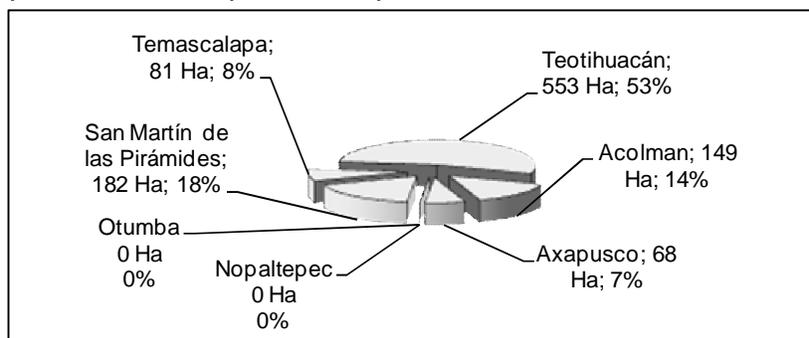
### 1.2.3. Superficie urbana

Cuadro 1.13. Superficie urbana por municipio. 2002 a 2005

Municipio	Área urbana (Ha)	%
Acolman	149	14.42
Axapusco	68	6.58
Nopaltepec	0	0
Otumba	0	0
San Martín de las Pirámides	182	17.62
Temascalapa	81	7.84
Teotihuacán	553	53.53

Fuente: INEGI (2005a), (2005b), (2005c) y (2005e)

Gráfica 1.12. Superficie urbana por municipio. 2002- 2005



En el cuadro 1.13 y gráfica 1.12, Teotihuacán tiene la mayor superficie urbanizada con 553 Ha (53%), seguida por Acolman con 149 Ha (14%) y San Martín de las Pirámides con 182 Ha (18%). Los municipios de Otumba y Nopaltepec, no tiene superficie urbanizada, ya que parte de sus habitantes se distribuyen en áreas dispersas.

### 1.2.4. Infraestructura

La zona en estudio cuenta con infraestructura conformada por carreteras y caminos, energía eléctrica, abastecimiento y extracción de agua potable.

## Red de carreteras y caminos

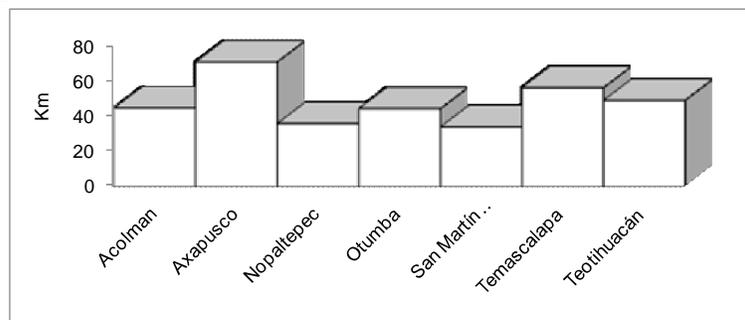
Cuadro 1.14. Longitud de la red carretera en Km por municipio según tipo de camino

Municipio	Primaria a/	Secundaria b/	Carril c/	Total en Km
Acolman	22.4	22.6	0	44.9
Axapusco	13.6	46.1	11.5	71.2
Nopaltepec	24.4	10.6	1.1	36.1
Otumba	11.9	10.1	22.6	44.6
San Martín de las Pirámides	14	20.2	0	34.2
Temascalapa	0	41.9	14.7	56.6
Teotihuacán	22.1	21.3	6	49.4

Fuente: SCT (2005).

a) Las vías primarias funcionan para el tránsito vehicular de larga distancia. Comprende caminos de cuota pavimentados (incluidos los estatales) y libres (pavimentados y revestidos); b) Las carreteras secundarias sirven de acceso a las carreteras troncales y c) Los caminos están conformados por dos, cuatro o más carriles.

Gráfica 1.13. Longitud de la red carretera en Km.

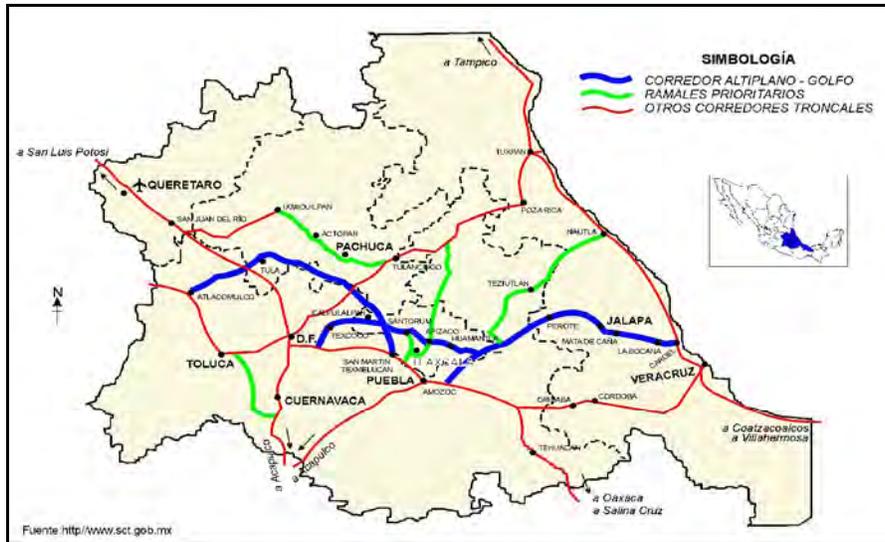


El Distrito cuenta con una red carretera y de caminos de 337 Km (cuadro 1.14 y gráfica 1.13); Axapusco, tiene la mayor longitud carretera (71.2 Km), seguido por Temascalapa (56.6 Km.) y en tercer lugar, Teotihuacán (49.4 Km). San Martín de las Pirámides posee la menor red carretera (34.2 Km). La zona está dentro de la red de caminos y carreteras del Altiplano-Golfo (figura 1.6 y foto 4) y le abre puntos de comunicación y comercio con capitales estatales: Querétaro, Toluca, Cuernavaca, Puebla, Jalapa, Oaxaca, Pachuca, Tampico y el D.F., entre otras ciudades.



Foto 4. Camino pavimentado en el Distrito

Figura 1.6. Red regional de carreteras



Fuente: <http://www.sct.gob.mx>

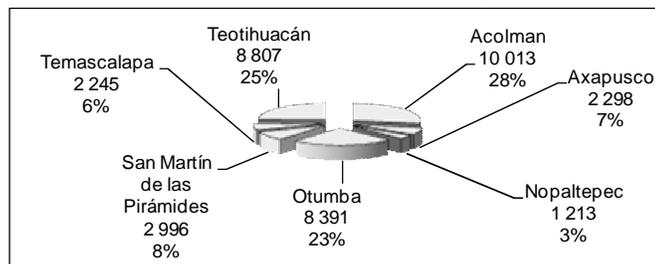
### Energía eléctrica

Cuadro 1.15. Tomas instaladas con el servicio de energía eléctrica. 2005

Municipio	Domiciliaria a)	No domiciliaria b)	Total	%
Acolman	9 948	65	10 013	27.84
Axapusco	2 291	7	2 298	6.39
Nopaltepec	1 209	4	1 213	3.37
Otumba	8 391	9	8 391	23.33
San Martín de las Pirámides	2 996	10	2 996	8.33
Temascalapa	2 245	0	2 245	6.24
Teotihuacán	8 807	177	8 807	24.49

Fuente: Luz y Fuerza del Centro (2005). a) Servicio para hogares y b) Servicio para comercios, industrias y riego

Gráfica 1.14. Tomas instaladas con el servicio de energía eléctrica. 2005



En la región hay 35 963 tomas eléctricas instaladas. El mayor porcentaje (cuadro 1.15 y gráfica 1.14), corresponde al municipio de Acolman con 10 013 tomas (27.84%), seguida de Teotihuacán con 8 807 entradas (24.49%) y Otumba con 8 391 accesos (23.33%). El de menor energía es Nopaltepec con 1 213 recepciones (3.37%).

## Abastecimiento y extracción de agua

Cuadro 1.16. Abastecimiento y volumen promedio diario de extracción de agua. 2005

Municipio	Fuente de abastecimiento a/			Volumen promedio diario m <sup>3</sup> c/		
	Pozo profundo	Otros b)	Total	Pozo profundo	Otros b)	Total
Axapusco	4	0	4	5.6	0	5.6
Otumba	1	1	2	3.6	1.1	4.7

Fuente: CAEM (2005)

a) Datos al 31 de diciembre; b) La información considera el agua en bloques que la CAEM suministra a los municipios e incluye fuente de derivación y deshielo y c) La información excluye los volúmenes producidos por los mismos municipios y por los comités independientes.

Las fuentes de abastecimiento (cuadro 1.16) se localizan en Axapusco (4 pozos) y Otumba (2 pozos). Para la extracción de agua, el primero sobresale con un volumen promedio diario de 5.6 m<sup>3</sup> y el segundo con 4.7 m<sup>3</sup>. El resto de los municipios no poseen información disponible.

### 1.2.5 Ejido, comunidad agraria y actividad económica

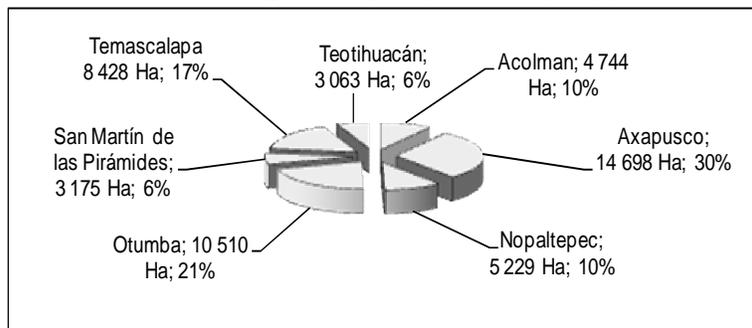
La forma de apropiación o condición jurídica de la tierra según el Censo Ejidal proporcionado por el INEGI, define lo siguiente: “La comunidad agraria y ejido son el conjunto de tierras, bosques o agua que un grupo de población campesina usufructúa, desde tiempo inmemorial, en forma comunal y bajo sus propias reglas de organización, ya sea que le pertenezcan, le han sido restituidas o las posean de hecho, independientemente del tipo de actividad que en ellas se realice y del municipio o municipios en donde se encuentren”. La Ley Agraria reconoce estas dos formas de propiedad social sobre la tierra (INEGI, 2001).

Cuadro 1.17. Ejidos, comunidades agrarias y superficie (Ha) por municipio. Censo 2001

Municipio	Núm. de ejidos y comunidades	Superficie (Ha)	%
Acolman	12	4 744	9.52
Axapusco	16	14 698	29.49
Nopaltepec	4	5 229	10.49
Otumba	12	10 510	21.08
San Martín de las Pirámides	8	3 175	6.37
Temascalapa	11	8 428	16.91
Teotihuacán	8	3 063	6.14

Fuente: INEGI (2001)

Gráfica 1.15. Ejidos, comunidades agrarias y superficie (Ha) por municipio



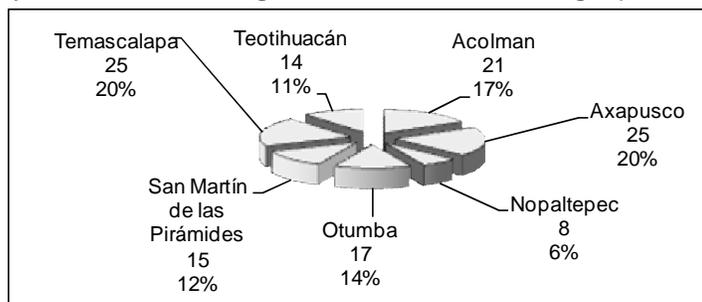
En el cuadro 1.17 y gráfica 1.15, el municipio con mayor número de ejidos y comunidades agrarias, y superficie (Ha), corresponde a Axapusco con un 29.49% (14 698 Ha), seguida de Otumba con un 21% (10 510 Ha) y en tercer lugar, Temascalapa con 17% (8 428 Ha). Los municipios que menos figuran: San Martín de las Pirámides con 6.37% (3 175 Ha) y Teotihuacán con 6.14%(3 063 Ha).

Cuadro 1.18. Ejidos y/o comunidades agrarias con actividad agropecuaria o forestal

Municipio	Agrícola	Ganadera	Forestal	Recolección	Total	%
Acolman	12	8	0	1	21	16.80
Axapusco	16	9	0	0	25	20.00
Nopaltepec	4	3	0	1	8	6.40
Otumba	12	5	0	0	17	13.60
San Martín de las Pirámides	8	4	1	2	15	12.00
Temascalapa	11	10	0	4	25	20.00
Teotihuacán	8	5	0	1	14	11.20

Fuente: INEGI (2001)

Gráfica 1.16. Ejidos y comunidades agrarias con actividad agropecuaria o forestal



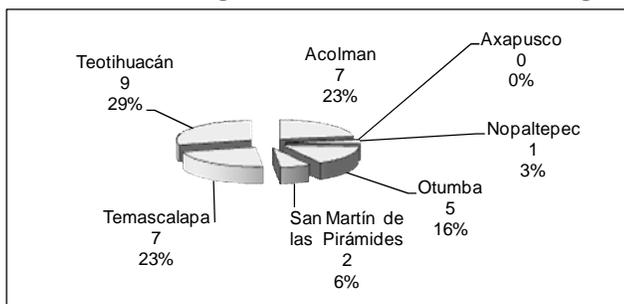
Ejidos y comunidades (cuadro 1.18, gráfica 1.16) con actividad agropecuaria o forestal: Destacan los municipios de Axapusco y Temascalapa, ambos 25 ejidos y/o comunidades (20%), seguidos por Acolman con 21 ejidos y/o comunidades (17%) y en tercer lugar Otumba con 17 ejidos y/o comunidades (14%) y Nopaltepec, en último lugar con 8 ejidos y/o comunidades (6%).

Cuadro 1.19. Ejidos y comunidades agrarias con actividad no agropecuaria o forestal

Municipio	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	Total	%
Acolman	6	0	0	0	0	0	1	7	22.58
Axapusco	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Nopaltepec	0	0	0	0	0	0	1	1	3.23
Otumba	2	0	1	0	0	0	2	5	16.13
San Martín de las Pirámides	0	0	1	0	0	0	1	2	6.45
Temascalapa	4	0	1	0	0	2	0	7	22.58
Teotihuacán	0	1	3	2	1	0	2	9	29.03

Fuente: INEGI (2001)

Gráfica 1.17. Ejidos y comunidades agrarias con actividad no agropecuaria o forestal



Las actividades corresponden: a) Extracción para construcción; b) Extracción para minería; c) Artesanía; d) Industria; e) Turismo; f) Acuicultura y g) Otras actividades.

Ejidos y comunidades agrarias con actividades diferentes (cuadro 1.19, gráfica 1.17): Teotihuacán tiene 9 actividades con (29%), seguidos de Acolman y Temascalapa, ambos con 7 actividades (22.58%); y el Nopaltepec tiene solo 1 actividad (3%). En Axapusco, no hay registro de actividad.

Por último, la actividad minera destaca en menor medida, por la explotación de minerales no metálicas entre las cuales se encuentran: arena, cantera, carbonato de sodio, grava, obsidiana, sal industrial, tezontle, tepetate y vidrio. (GEM, 1996).

## Capítulo 2.

### Caracterización del nopal tunero (*Opuntia amyclaea*)

#### 2.1. Origen e historia del nopal

La historia del nopal se remonta a los aztecas quienes llamaban “nopalli” a las plantas que en la actualidad se conocen como nopal. Los “nopalli” salvaron a este pueblo de morir de hambre y sed en el largo y peligroso camino que habían emprendido con una dirección desconocida, por la inmensa soledad del desierto del norte de México. Fue en el siglo XII que los aztecas salieron de Aztlán en una larga y accidentada peregrinación hacia el sur en busca de un lugar donde establecer su nuevo hogar.

Durante casi dos siglos erraron bajo climas extremos, hostigados por hambre y sed, esclavizados y perseguidos por otros pueblos, hasta que, compadecido, su Dios Huitzilopochtli se le presentó a uno de los sacerdotes de la tribu y le ordenó: “Dile a todos esos mexitin, tus compañeros, que en el nopalli, donde habita el águila, han de poblar y hacer la cabeza de su señorío y allí verán ensalzadas sus generaciones”. (Flores y Claudio, 1992).

Los mexicas que llegaron al Valle de México en 1325, en una isla cerca del Lago de Texcoco, vieron el águila sobre un nopal devorando una serpiente y allí pusieron fin a su éxodo. Posteriormente, surgió una gran ciudad, en 1325 recibiendo el nombre de Tenochtitlan, hoy ciudad de México que significa “Lugar donde abundan las Tunas”. y/o “sitio del nopal que crece sobre la piedra” (Flores y Claudio, óp. cit.,).

Muchos pueblos nativos de América aprovecharon la bondad de los cactus, pero solamente los aztecas lo comieron, lo observaron, lo celebraron, lo incorporaron a sus ritos y los convirtieron en un símbolo religioso y nacional; es decir, fueron los únicos que articularon alrededor de estas plantas toda una cultura que les dio comida, sabiduría, poder y significado.

En el nopal pudieron reconocer en un claro espejo, su propia identidad, tal como los describe Salvador Novo: “Los aztecas llamaban a la planta nopalli y a su fruta noctli y de acuerdo con el color de las frutas: yztanochtli a la fruta blanca, coznochtli a la fruta amarilla, atlatonochtli a las tunas de color rosado y tlalpanochtli a las tunas rojas. Tzapotnochtli le decían a unas tunas que, por su forma, se parecían a los zapotes” (Flores y Claudio, óp., cit.).

El nopal es uno de los símbolos de la antigua capital azteca, y en la actualidad es parte del Escudo Nacional. Su uso ha significado historia, tradición, alimento, símbolo, folclor, religiosidad y magia.

El antropólogo Juan C. Zukerman (1987), agregó que el nopal es un símbolo de sacrificio que se ha venido arrastrando desde siempre.

“Hay unos árboles en esta tierra que se llaman nopalli, que quiere decir un árbol que lleva tunas (...) el tronco se compone de las hojas y las ramas se hacen de las mismas hojas”.

Fray Bernardino de Sahagún (1499-1590)

Datos arqueológicos sugieren que materiales como la Setaria y Teocintle eran en realidad una parte menor de la dieta basada principalmente en tuna, agave cocinado, mezquite, bellotas, zarzamora, aguacate silvestre, venado, conejo, tortuga y palomas (foto 5) (Flanery, 1968). Esto da una evidencia de la importancia que tenía la tuna en la vida cotidiana de los antiguos mexicanos desde hace mucho tiempo.



Foto 5. Especies de vegetales domesticadas

Los indígenas emplearon el nopal en cultos religiosos (aztecas, otomíes y nahoas). Rojas (1961), reportó que los nahoas denominaban “nochli o “nopal” a las cactáceas de tallos aplanados, y analizan al radical “nochtli” uno o varios términos que precisaban la clase, por ejemplo “iztanochtlí” (de frutos blancos), “xoconochtlí” (con frutos ácidos), “coznochtli” (de frutos amarillos) y muchos otros que el habla común ha modificado.

En la revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Barrientos (1966), refiere lo siguiente: “El nopal, el maíz y el maguey se han considerado como la base de una agricultura estable entre los mexicanos”. Es una descripción que el autor hace de Oviedo,

menciona que algunos nativos, se alimentaban solo de la pesca, pero que emigraban en el tiempo de maduración de las tunas a las zonas de las nopaleras, probablemente propiciaron la formación de algunos pueblos en las zonas donde el nopal abundaba.

De acuerdo con lo escrito por Clavijero en el año 1789 “los aztecas cuidaban los nopales, e incluso sabían que podían cultivar otra especie conocida como tlaconopal”. La evidencia más antigua del uso del nopal se encuentra en excavaciones en los municipios de Tamaulipas y Tehuacán, Puebla fechadas hace 7 000 años, donde se encontraron semillas fosilizadas y cáscaras de tuna, así como fibra de nopal (Bravo, 1979).

Hace 10 000 años, al formarse los primeros asentamientos e iniciarse la agricultura se seleccionaron las mejores plantas productoras de tuna y se sembraron en los huertos familiares, éstos cubrieron el consumo hasta los años 50 de este siglo; al aumentar la demanda se iniciaron las plantaciones (Flores y Claudio, óp., cit.).

Los españoles diseminaron el nopal en América, España, China, Japón, Francia e Italia, los árabes lo llevaron al norte de África y los portugueses lo introdujeron a Brasil, Angola e India (Granados y Castañeda, 1991).

Barrientos (1966) comenta que gracias a la introducción de nopal en las regiones mediterráneas de Europa, Asia y África, esta cactácea se cultiva ampliamente y la venta de fruta es común en varios continentes.

En algunos países como Australia, Colombia y Sudáfrica, el nopal ha mostrado excelente adaptación, hasta ser considerado como maleza nociva. Martín del Campo (1957), en Bravo (1978) menciona, que los mexicanos propagaron el nopal por reproducción asexual por medio de tallos que usaban como alimento.

Igualmente la tuna servía de alimento; ésta fue empleada para la obtención de miel y fermento de jugo, de donde se obtenía una bebida ligeramente alcohólica. Del mismo modo, la tuna también se usaba como condimento; los mexicas comían los frutos de otras cactáceas como las pitahayas, chilitos de biznagas y garambullos.

## 2.2. Clasificación botánica

Nopal se denomina a las plantas de los géneros *Opuntia* y *Nopalea* de la familia de las cactáceas, la cual es muy amplia, ya que comprende más de 100 géneros y más de 1 000 especies. Sólo las familias *leguminosae*, *compositae* y *gramínea* la superan en número de especies (Bautista, 1982; Flores y Claudio, 1992).

Las cactáceas prosperan sobre todo en las regiones áridas y semiáridas. Los nopales tuneros “son endémicos del continente americano, donde probablemente, sus ancestros fueron plantas sin espinas” (Pimienta, 1990).

Bravo (1978), expresa lo siguiente respecto a las adaptaciones de las plantas al medio árido: “Entre las características del clima, la aridez influye sobre estas plantas. El régimen de lluvias, que ocurre en la época más caliente del año, ocasiona que el agua se evapore rápidamente, también el carácter torrencial de las lluvias provoca escurrimientos rápidos sobre la superficie del suelo, penetrando rápido, el agua que aprovechan las plantas es escasa, para sobrevivir tienen que absorberla de inmediato, almacenarla e impedir su pérdida (transpiración) excesiva, por medio de adaptaciones anatómicas y fisiológicas que adquirieron a través del tiempo”.

El género *Opuntia* se encuentra distribuido desde la provincia de Alberta, en Canadá hasta la Patagonia, en Argentina, se le encuentra principalmente en zonas desérticas de Estados Unidos, México y de América del Sur (Bravo, 1978).

La región septentrional de la República Mexicana y el suroeste de los Estados Unidos fueron el centro de una flora mesófila cuya *taxa* (taxonomía) evolucionó y se dispersó.

En México, se llama nopal a las plantas de la familia *Cactaceae* de los géneros *Opuntia* y *Nopalea*. Debido a la gran cantidad de especies, México es considerado como una de las regiones de origen de estas plantas. Bautista (1982), menciona que la clasificación botánica es la siguiente:

Reino: Vegetal	Orden: <i>Opuntiales</i>
Subreino: <i>Fanerógama</i>	Familia: <i>Cactáceae</i>
Tipo: <i>Angiospermas</i>	Tribu: <i>Opuntiae</i>
Clase: <i>Dicotiledóneas</i>	Género: <i>Opuntia</i> y <i>Nopalea</i> .
Subclase: <i>Dialipétalas</i>	Especies: Varias

El nopal tunero está formado por dos subgéneros: *Cylindropuntia* y *Pantyopuntia*. La cactácea comprende 200 especies de las cuáles 100 se hallan en México. El subgénero *Cylindropuntia* comprende plantas de tronco bien definido (cactus) y el subgénero *Plantyopuntia* conforma vegetación de forma aplanada, al cual pertenecen los nopales (Bautista, 1982).

En México, el género *Nopalea* comprende 10 especies, *Opuntia* 104 de las cuales quince son útiles para forraje, por su fruta cinco y como verdura cuatro (tres de *Opuntia* y una de *Nopalea*) (Bravo, 1978).

### **2.2.1. Partes del nopal**

-*Tallo*. Su base es cilíndrica. Es el órgano de almacenamiento de agua y el lugar donde se realiza la fotosíntesis.

-*Hojas*. Según Pimienta (1986), las hojas, pencas o cladodios son de forma cónica puntiaguda. Se caracterizan por ser sumamente reducidas y caducas (se desprenden de los tallos tiernos “nopalitos”, solo duran tres a cinco semanas), en muchas especies las hojas se transforman en espinas.

-*Espinas*. Protegen a los nopales del consumo por animales, lo que produciría a las plantas cortes y heridas, y con ello, la pérdida de agua, además, al sombrear las pencas y atenuar el efecto del viento, las espinas contribuyen a disminuir la pérdida de humedad de la planta, esencialmente importante en especies con muchas espinas (nopal cegador).

-*Flores*. Nacen hacia la extremidad o corona de los cladodios abren y cierran el mismo día. Las tonalidades de la flor en nopales cultivados son amarillas, anaranjadas o rojizas; los nopales no requieren la participación de insectos o pájaros para su fecundación, pues en la mayoría de los casos, cuando abre la flor, ya ha ocurrido la autofecundación.

-*Fruto*. Se comporta como una prolongación del tallo, realiza la fotosíntesis y tiene pocas aberturas en la epidermis, permitiendo el intercambio de gases y líquidos con el exterior. Presenta aguates (espinas pequeñas) que le ayudan a conservar la humedad y la pulpa del fruto contiene semillas.

Las tunas de *Opuntia* son apreciadas por su pulpa jugosa (55 a 70%) del peso total de la fruta y contiene aproximadamente 85 % de agua, 10-15 % de azúcares, y niveles importantes de vitaminas.

### **2.2.2. Condiciones agroecológicas**

El nopal en su formación óptima (cuadro 2.3) debe de cumplir diversas condiciones:

Las temperaturas óptimas de desarrollo del nopal son de 18°C a 25°C; algunas especies pueden soportar temperaturas bajas durante periodos cortos, con precipitaciones de 125 mm en verano, por lo que los tipos climáticos donde prosperan, serían según Köppen BS como semiárido y BW muy árido. El estado de madurez al cosechar es determinado por lo siguiente: 1) El tamaño del fruto; 2) Los cambios externos en coloración; 3) La firmeza del fruto entero y 4) El aplanado de la cavidad floral.

Un aspecto del desarrollo reproductivo del nopal tunero es el hecho de que el periodo de diferenciación floral, apertura de flores y los primeros 30 a 40 días del desarrollo del fruto, se llevan a cabo bajo condiciones de sequía extrema, ya que los porcentajes de humedad del suelo son inferiores a 10 por ciento. El nopal tunero tiene una alta eficiencia reproductiva bajo estos niveles de humedad.

Climáticamente, el fruto de tuna requiere de aproximadamente seis meses para madurar, después de que aparecen los primeros brotes, ocurre normalmente a fines de diciembre; sin embargo las heladas los afectan, por lo que estos vuelven a aparecer a fines de febrero y principios de marzo. Si se presentan temperaturas muy frías, puede darse el caso de que haya brotes a fines de marzo y principios de abril, o en su caso extremo, éstos no se dan.

Si el factor sequía se prolonga durante los meses de junio y julio, se reduce severamente el tamaño final que alcanzan los frutos. Se ha observado que cuando la planta llega a sufrir daños por heladas esta es capaz de dar una segunda floración. La producción obtenida y el tamaño de los frutos es menor, además de verse afectada su comercialización, por competir con otras frutas de temporada (durazno y ciruela).

En el área en estudio, las temperaturas mínimas promedio en °C registradas para los años 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y principios del 2009 (cuadro 2.1). Los datos climáticos recopilados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), son sistematizados, a nivel nacional y estatal en la Estación Central del Servicio ubicada en (Tacubaya, D F.), con coordenadas geográficas 19°24'25" latitud, y 99°14'13" longitud, altitud 2 176 msnm.

La información se publica por estado y no por municipio; el SMN y la SAGARPA no cuentan con estaciones agroclimáticas automatizadas en el DDR de Zumpango y áreas cercanas.

Cuadro 2.1. Temperaturas mínima promedio en °C en el Distrito, 2004-2009

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
2004	3.1	3.0	6.1	7.3	8.7	9.7	9.1	9.4	9.8	8.8	6.0	3.9	7.1
2005	3.4	5.2	6.9	9.1	9.4	11.2	10.5	10.3	9.4	8.5	5.5	4.8	7.9
2006	2.3	4.6	6.4	8.7	10.1	10.4	10	10	10.4	9.2	4.7	2.3	7.4
2007	4.2	4.1	5.6	7.7	9.1	8.8	9.9	9.8	9.2	5.4	3.2	3.9	6.7
2008	3	3.9	5.5	8.8	9.2	9.9	9.5	10.4	10.4	7.6	3.2	1.9	7.0
2009	2.3	3.7											

Fuente: SMN, Estado de México. <http://www.smn.cna.gob.mx/>

En este cuadro, las temperaturas mensuales mínimas por debajo de 5°C (tolerancia de temperatura para el brote), comprende el periodo de noviembre a marzo. Haciendo

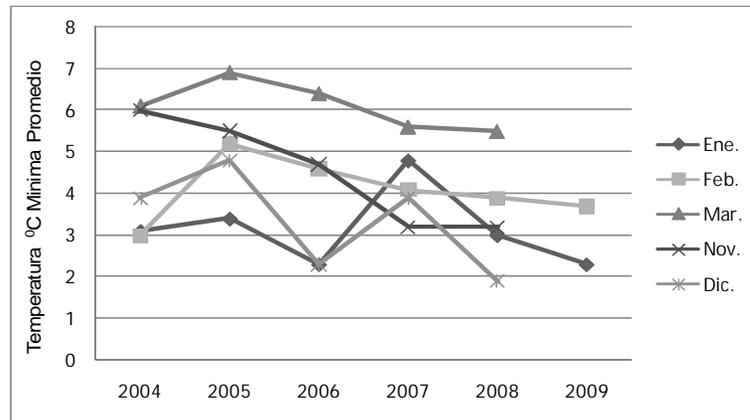
una depuración de cifras del cuadro anterior, se obtiene el cuadro 2.2 y gráfico 2.1, donde la temperatura mínima más baja fue de 2.3°C y ésta se manifestó en los meses de diciembre y enero del año 2006 y enero del 2009.

Cuadro 2.2. Temperatura Mínima Promedio en °C. Noviembre-marzo, 2004-2009

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ene.	3.1	3.4	<b>2.3</b>	4.8	3.0	<b>2.3</b>
Feb.	3.0	5.2	4.6	4.1	3.9	3.7
Mar.	6.1	6.9	6.4	5.6	5.5	
Nov.	6.0	5.5	4.7	3.2	3.2	
Dic.	3.9	4.8	<b>2.3</b>	3.9	1.9	

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por el SMN

Gráfico 2.1. Temperatura Mínima Promedio en °C. Noviembre-marzo. 2004-2009



Cuadro 2.3. Ficha de requerimientos agroecológicos del nopal tunero en el Distrito

Nombre	Nopal tunero
Género	<i>Opuntia Amyclaea</i>
Variedad	Es del tipo Alfajayucan
Ubicación	Estado de México e Hidalgo
Fisiografía	Plano y ladera
Temperatura	-Excesos de humedad pueden provocar enfermedades causadas por hongos y daños por insectos (Bautista, 1982) -Temperatura óptima media entre 18 y 26°C, máxima 36°C y la mínima 6°C. El nopal vive mejor entre 800 y 2 500 mts de altitud (Rojas, 1961) El nopal tunero puede tolerar temperaturas de 50°C a 55°C cuando está adecuadamente condicionado. Nobel (1994) señala incluso que las pecas de <i>Opuntia ficus-indica</i> pueden sobrevivir a 69°C durante una hora
Altitud	-Varía entre 800 y 2 500 msnm (Bautista, óp., cit.). De 2 675 msnm en adelante (Rojas, óp., cit.). De 1 609 a 2 575 msnm, donde la limitante sería la baja temperatura (Barrientos, 1983)
Orientación	Norte-Sur de los cladodios (con sus caras este-oeste)
Precipitación	-Es poco exigente 125 mm en verano (Bautista, óp., cit.) Precipitación media anual oscila entre 116 y 1 805 mm, aunque puede llegar a desarrollarse en condiciones de mayor aridez (Rojas, óp., cit.) -El nopal tunero se puede desarrollar con precipitaciones de 267 a 685 mm, y

	con precipitaciones menores de 5 mm al mes (Barrientos, óp., cit.)
pH	Varía entre 5.2 y 6.0, considerándose un vegetal no ácido, con pH ligeramente alcalino (Bautista, óp., cit.) La fluctuación del pH subácido muestra la gran adaptación de las especies del género <i>Opuntia</i> . (Inglese, 1995).
Heladas	Diciembre a febrero y heladas tardías se da en los meses de marzo y abril
Granizadas	Normalmente se dan en los meses de mayo y junio
Salinidad	La mayoría de las especies <i>Opuntia</i> son sensibles a la salinidad; el crecimiento de sus raíces es inhibido de manera drástica en suelos con concentraciones de sodio. La baja tolerancia del nopal a la salinidad restringe las condiciones donde puede cultivarse con éxito, aunque la mayoría de los suelos no son salinos (Nobel, 1994)
Suelo	-Es suelo Feozem con tipo Vertisol. Su desarrollo es pobre en suelos compactos y húmedos, en los de tipo Cheznut. (Velázquez, 1962) -El nopal tunero no prospera en suelos arcillosos compactos, por lo que el suelo no debe exceder 15-20% de arcilla, se desarrolla mejor en suelos agregados y con un buen drenaje. (Inglese, óp., cit.) -Los suelos afectados por sales son comunes en regiones áridas y semiáridas, donde la precipitación anual es insuficiente para satisfacerla necesidades de evotranspiración de la especie <i>Opuntia</i> (Nobel, óp., cit.) -Las raíces del sistema radial de <i>Opuntia amyclaea</i> se adaptan en las condiciones de sustrato; cuando el suelo es poco profundo, el desarrollo del sistema radial de los nopales es extenso, denso y superficial. (Hernández y Barrientos, 1978)
Textura	-El nopal tunero se desarrolla mejor en suelos agregados (Inglese, óp., cit.) Calcárea, arenosa, de profundidad media -(Bautista, óp., cit.) -Textura arenosa y areno-arcillosa, siempre que sea calcárea y con alto contenido de sales, pero se puede encontrar en terrenos tepetatosos y muy someros (Barrientos, óp., cit.)
Profundidad	-Poco profundo de 40 a 70 cm (Inglese, óp., cit.) y de 20 a 100 cm (Mondragón, 1992). La distribución vertical de las raíces mayores y las menores de dos mm se encuentran a una profundidad de 0 a 40 cm y entre 0 a 30 cm en San Martín de las Pirámides y San Juan Teotihuacán
Contenido óptimo de elementos para el cultivo del nopal tunero	Los contenidos óptimos de elementos para el cultivo del nopal tunero según Fanzone (1991): a) Nitrógeno total (N): 0.5-1.0%; b) Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> o <sub>5</sub> ): 80-250 ppm; c) Oxido de Potasio asimilable (K <sub>2</sub> O): 150-250 ppm; d) Calcio (Ca) 2000-3000 ppm; e) Magnesio (Mg): 200-300 y Hierro (Fe) 5-10 ppm La unidad ppm es la unidad empleada usualmente para valorar la presencia de elementos en pequeñas cantidades (traza); es decir, la cantidad de materia contenida en una parte sobre un total de un millón de partes
Madurez	-Las temperaturas muy bajas, por ejemplo 10°C, afectan principalmente al crecimiento y maduración de las plantas jóvenes (Rojas, 1 óp., cit.) -Cuando las temperaturas prevalecientes son bajas durante febrero y marzo se retrasa la maduración del fruto (Pimienta, 1986) -La fecha en que se inicia la maduración floral varía de acuerdo a la localidad y a las temperaturas prevalecientes al final del invierno (Hernández, óp., cit.) -Los frutos del nopal, al madurar se pueden desprender de la planta o permanecer adheridos a ella durante mucho tiempo. Los principales agentes diseminadores son los pájaros y el viento. (Piña, 1979)
Cosecha	Julio a septiembre
Rendimientos	Aproximadamente de 10 a 15 (Ton/Ha)
Sistema	El sistema de producción de la tuna es de tipo intensivo (Mondragón, óp., cit.)

Nivel de manejo	a) Suelo: Medio; b) Planta: Alto y c) Densidad de la plantación: Alto (Mondragón, óp., cit.)
Nivel de uso	a) Insumos: Alto, b) Materia orgánica: alta y c) Maquinaria: Bajo
Otros	a) Tamaño del huerto <5 (Ha) y b) Tipo de tenencia: Pequeña propiedad y ejido

Fuente: Elaboró el autor en base a bibliografía y prácticas de campo

En síntesis, los requerimientos ideales para un buen desarrollo del nopal: a) Temperatura media anual de 15-28°C; b) Temperatura promedio de 15-25°C en el periodo de formación del fruto; c) Ausencia de heladas en primavera durante la brotación del fruto; d) Precipitación anual entre 300 y 750 mm y f) Reducido contenido de sodio.

### 2.2.3. Distribución geográfica

El nopal tunero fue llevado por los colonizadores españoles a Europa (Pimienta, 1990) y de ahí se ha introducido a distintos países del mundo. Se le encuentra en condiciones cultivada y silvestre en las siguientes regiones del planeta (cuadro 2.4 y figura 2.1).

Cuadro 2.4. Distribución geográfica del nopal tunero en el mundo.

Región	Países	Núm.
Cercano Oriente	Turquía, Siria, Líbano, Israel, Jordania y Pakistán	1
África en la cuenca del Mediterráneo	Marruecos, Argelia, Túnez, Libia y Egipto	2
Países del noreste de África	Eritrea, Etiopia, Somalia y Sudan	3
Países del sur de África	Sudáfrica, Namibia, Mozambique y Madagascar	4
América del Sur	Chile, Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador, Brasil y Colombia	5
América del Norte	Estados Unidos y México	6
Europa Mediterránea	Portugal, España, Italia y Grecia	7
Oceanía	Australia	8

Fuente: Flores (2002)

El nopal tunero se encuentra ampliamente distribuido (figura 2.1) en la cuenca del Mediterráneo, incluyendo el cercano oriente (Turquía, Siria, Líbano, Israel y Jordania).

En el continente africano se incluyen los países de la cuenca del Mediterráneo (Marruecos, Argelia, Túnez, Libia y Egipto, los países del noreste “cuerno” de África (Eritrea, Etiopia, Somalia y Sudán) y países del sur del continente (Sudáfrica, Namibia, Mozambique y Madagascar).

En América se encuentra tanto en el sur del continente (Chile, Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador, Brasil y Colombia), como en el norte (Estados Unidos y México); en la región de Europa mediterránea (Portugal, España, Italia y Grecia); y por último, en Oceanía (Australia).

En la mayoría de los países antes citados, la tuna es un producto secundario, principalmente las nopaleras son dedicadas a la producción de forraje o a la conservación de suelos, siendo pocas las plantaciones especializadas en la producción de tuna, de manera que la mayoría de los países sólo abastecen a los mercados nacionales y no participan en el mercado internacional.

Figura 2.1. Distribución geográfica del nopal tunero en el mundo



Fuente: Elaboración propia en base a Flores (2002)

De los países mencionados, sólo siete de ellos (cuadro 2.5), venden al mercado internacional: México, Italia, Sudáfrica, Chile, Israel, Argentina y Estados Unidos.

Cuadro 2.5. Época anual de cosecha de tuna en diferentes países

País	Región	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Italia	Sicilia:												
	-Agosino								X	X			
	-Por scozzolatura										X	X	
EUA	California	X	X	X					X	X	X	X	X
Israel	Valles cálidos						X	X					
	Montañas								X	X			
	Costa:												
	-Normal							X	X				
	-Scozzolatura									X	X		
	-Aplicando nitrógeno	X	X	X								X	X
Chile		(X)	X	X	X	(X)	(X)	(X)					
Argentina		X	X	X	X								
Sudáfrica	Pretoria	X	X	X	X							X	X
	Bloenfontein	X	X	X	X								X
	Capetown	X	X	X	X								
México	Sur			(X)	(X)	(X)	X	X	X	X	(X)	(X)	
	Centro					(X)	X	X	X	(X)			
	Centro Norte							X	X	X	X	(X)	

Fuente: Flores (2002). X: Producción normal; (X): Poca producción

Del cuadro 2.5, Italia cultiva las plantaciones en la región de Sicilia, forzando la fructificación (scozzolatura), que consiste en eliminar los frutos para provocar una segunda fructificación en una temporada más tardía (octubre y noviembre). La variedad agosino se cosecha en los meses de agosto y septiembre.

En los Estados Unidos, en especial, el valle de Salinas (California), la producción de tuna se realiza con alta tecnología, de riego y fertilización. La época de cosecha se extiende desde octubre hasta marzo, se trata de un país fuerte en la importación de tuna.

En Israel, los productores aprovechan las diferencias regionales y manipulan sus cultivares; para obtener tuna durante casi todo el año: a) En los valles cálidos, obtienen tuna en junio y julio; b) En la montañas se cosecha en los meses de agosto y septiembre; c) En las colinas costeras mediante la aplicación de diversos tratamientos y d) Se cosecha el fruto en varias épocas del año: normal (julio y agosto) Scozzolatura (septiembre-octubre) y con la aplicación de nitrógeno (desde noviembre hasta marzo).

En Chile la cosecha se presenta desde enero hasta julio, pero se presentan meses de menor volumen (mes de enero y desde mayo hasta junio). En el caso de Argentina, la cosecha se realiza en el verano austral de diciembre a abril.

En la región de Pretoria (Sudáfrica), la época de cosecha va desde noviembre hasta abril, en la zona de Bloemfontein, desde diciembre hasta abril y en Capetown desde enero hasta abril.

En México, existe una amplia variación en cuanto a la época de maduración y cosecha. La mayoría de la variedades maduran de julio a septiembre, algunas precoces como la “Tapona de mayo” y la Pachona” maduran en mayo y junio; otras de maduración tardía, como la “Fafayuco”, “Cascaron” y “Charola”, maduran de noviembre a diciembre (Flores, 2002). Los frutos se destinan al consumo fresco en mercados nacionales e internacionales (Pimienta, 1990).

#### 2.2.4. Clasificación del sistema de producción

Para Flores y Claudio (1992), la producción de tuna se puede clasificar en tres sistemas de producción (cuadro 2.6) mismas que continúan utilizándose.

Cuadro 2.6. Tiempo de utilización, productos obtenidos y superficie actual de los sistemas de producción de nopal en México

Tipo de producción	Tiempo de utilización	Producto obtenido	Superficie actual (Ha)
Nopaleras silvestres	25 000 a. C a época actual	Forraje, fruta y verdura	3 000
Huertos familiares	3 000 a. C a época actual	Fruta, verdura y forraje	Desconocida
Plantaciones	1945 al año actual	Verdura Fruta Forraje Grana	10 500 72 500 150 000 10

Fuente: Flores y Claudio (1992)

-*Nopaleras Silvestres*. Este recurso puede ser utilizado tanto para forraje como para recolección de tuna y nopalito; sin embargo, los frutos de la mayoría de las especies no tienen la calidad suficiente para el consumo humano (foto 6).



Foto 6. Nopalera silvestre en el Distrito

Su distribución en México registra una mayor abundancia en el centro y noreste del país, estas áreas han sido agrupadas (Marroquín, et al., 1964) en tres zonas: 1) Nopaleras del noreste de México, incluyen el norte de Tamaulipas, oriente de Nuevo León y parte de Coahuila; 2) Zona nopalera Potosina-Zacatecana, incluye partes territoriales de Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Jalisco y Durango; 3) Zona nopalera difusa.

La comercialización de los nopales se ve afectada por factores edafológicos que aparentemente impiden que lleguen a formarse nopaleras densas; estas nopaleras densas o silvestres se localizan principalmente en Zacatecas, San Luís Potosí y Jalisco.

*-Huertos familiares.* Estos huertos son comunes en el centro y norte de México, en ocasiones cubren el perímetro del huerto, hacen la función de cerco vivo para evitar la erosión. La tuna producida en este sistema se utiliza para autoconsumo y para surtir a los mercados locales. Dichos huertos son importantes por ser la base sobre la cual se puedan obtener nuevas variedades que requiere el mercado.

En México este sistema de producción nace junto con la agricultura, que según Mac Neish *et al.*, (1970) se inició hace 4 500 años con la domesticación del maíz, frijol, calabaza, chile, amaranto, nopal y tuna. De éstas el hombre comenzó a seleccionar plantas útiles de su entorno para sembrarlas en la cercanía de su lugar de habitación, hoy se conoce como huertos familiares.

Actualmente existen dos tipos principales de huertos familiares: los muy pequeños (con superficie de unos cuantos metros cuadrados), cuya producción está destinada únicamente al autoconsumo familiar, y otros, con dimensiones de media hectárea o más, en donde se obtienen productos con los que se satisfacen las necesidades familiares y todavía queda un excedente que generalmente se comercializa dentro de la misma comunidad.

En ambos casos, es poca o ninguna la tecnología que se aplica; es decir, no se hace el trazado de la huerta, se siembran mezcladas las hortalizas, los árboles frutales y las plantas de ornato; no se usa ninguna maquinaria y, en general, son pocas las labores culturales que se realizan (Reyna, 2006).

Ocasionalmente se hacen deshierbes, y como para el mayor desarrollo se aprovecha la época de lluvias (de mayo a octubre inclusive), tampoco es necesario regar con frecuencia; las pocas veces que éstos se aplican coinciden con la estación seca del año (noviembre-abril), y para ello en muchas ocasiones se utiliza el agua residual producto de las mismas actividades caseras.

Tampoco es común que se fertilice; cuando mucho se aplican abonos naturales como estiércol de gallina o res, paja y desperdicios orgánicos (Reyna, *óp.*, *cit.*).

Esta forma de producción, ha ido adquiriendo cada vez mayor importancia; en las últimas décadas, donde, las pequeñas superficies que rodean la casa habitación, a las que suele llamarse “solar”, “patio”, “corral” o “parcela”, han sido ocupadas principalmente

por hortalizas, árboles frutales y plantas de ornato. De esta manera, al recoger la producción, ésta se destina al autoconsumo y, con ello, se complementa la alimentación de la familia (Reyna, óp., cit.).

*-Nopaleras en plantaciones.* Debido al crecimiento poblacional, la demanda de tuna y nopalitos ha crecido fuertemente desde 1950. En respuesta, los productores comenzaron a seleccionar las mejores variedades de los huertos familiares para pasarlas a las parcelas agrícolas, con lo que se inició el sistema de plantación.

México posee una gran cantidad de variedades de nopal especializadas en fruta (tuna), en verdura (nopalito), o en forraje (pencas) y en producción de colorante (cochinilla para grana). Existe un gran conocimiento en usos del nopal, mismo que es limitado ya que en Italia, se le cultiva desde hace más de cien años, por lo que en algunos aspectos como: fertilización, riego, podas, aclareo de frutos, forzamiento de la producción, etc., este y otros países llevan la delantera, por tener un mejor manejo técnico del nopal en plantaciones.

## 2.3. Manejo técnico del terreno

Para el éxito en el establecimiento de huertos comerciales, es fundamental el uso de prácticas agrícolas para obtener altos rendimientos de nopal tunero en plantaciones, en la medida que éstas maximizan el crecimiento y la productividad de esta planta.

### 2.3.1. Selección

En la selección del terreno donde se piensa cultivar nopal tunero, se debe considerar la facilidad del acceso: carretera o brecha revestida en buen estado; además, es fundamental tener en cuenta el clima y suelo apropiado.

El nopal se puede encontrar en todos los estados del territorio nacional o sea en gran diversidad de climas, desde los tropicales hasta los áridos, pasando por los templados; sin embargo las variedades de nopal productoras de tuna prosperan con mayor éxito en (templados sub-húmedos) Cw y en los (BS) semiáridos.

### 2.3.2. Preparación

En primer lugar se eliminan arbustos y árboles. En suelos con un drenaje deficiente, nivel freático superficial, capas superficiales impermeables deben evitarse para la plantación del nopal tunero.

### **2.3.3. Remoción y volteo**

Si los suelos que se pretendan utilizar son delgados es recomendable arar a una profundidad de 60 cm, con la finalidad de que se facilite el desarrollo y penetración de las raíces (Gallegos, 1985).

Se recomienda que esta labor se realice a una profundidad de 25 a 30 cm., con el fin de incorporar a las plantas ya crecidas en los sembradíos, como materia orgánica, así como intemperizar la capa inferior del suelo y eliminar gusanos y plagas del suelo (Castañeda, 1977).

### **2.3.4. Rastreo**

Esta práctica tiene como objetivo crear el medio adecuado para la plantación. Los pasos de rastra deben estar supeditados al tipo de textura del suelo y al tipo de aglomeración del mismo (Vázquez, 1981); con el paso de rastra se destruyen todos los terrones dejados en los pasos anteriores y, en caso de ser necesario, es recomendable dar otra paso de rastra en forma de cruzada.

En terrenos livianos, con un paso de rastra es suficiente (Figuroa, 1984), tratando de aprovechar la humedad proveniente de la última estación de lluvias o bien de las lluvias invernales (Hernández, 1993).

### **2.3.5. Nivelación**

Tomando en consideración que la planta del nopal no soporta el estancamiento de agua y con el fin de impedir que ésta se pierda por escorrentía es indispensable la nivelación del terreno. En aquellos suelos con pendiente que varía de mediana a fuerte (9-30%) deberán hacerse terrazas continuas o individuales, siguiendo curvas de nivel, a fin de evitar pérdida de suelo por la erosión hídrica y captar mejor el agua, ayudando así al crecimiento de la planta.

### **2.3.6. Terrazas**

En terrenos con pendientes mayores de 15%, se deben de realizar terrazas con una amplitud de 3 a 4 metros y trazar con la máquina una sola hilera. Es un método costoso por el uso de tractores y mano de obra. Además de conservar el suelo se logra la captación y un mejor aprovechamiento del agua *in situ*. Cabe mencionar que esta forma de plantación no se observó en el área en estudio.

### **2.3.7. Bordos o surcos**

Cuando se trata de terrenos planos o ligeramente inclinados, el método usualmente es el de bordos o surcos, que consiste en pasar un arado de discos o vértebras con el cual, se construye una zanja profunda y en cuyo bordo se colocan las plantas.

Es más económico que el anterior, ya que tiene la ventaja de utilizar el área entre hileras, sembrando cultivos cíclicos. En terrenos con pendiente entre 5 y 15% se sugiere surcos o bordos a nivel en contorno (Gallegos, 2000).

### **2.3.8. Trazado**

Para esta actividad, generalmente se utiliza cinta métrica, cordel, estacas y una lata con cal. De ser posible conviene trazar los surcos a nivel, es decir, perpendiculares a la pendiente, lo que facilita realizar las labores agrícolas con maquinaria, ayuda a disminuir la erosión y favorece la infiltración del agua de lluvia.

## **2.4. Selección del nopal**

Una vez que se ha elegido el terreno, se deberá seleccionar la nopalera de la que se van a obtener las pencas para establecer la nueva plantación. La variedad seleccionada debe ser de nopaleras ubicadas en un clima y suelo lo más semejante posible al sitio donde se pueda fomentar el nuevo plantío; además la nopalera debe tener de cinco a ochos años de edad, son las pencas que se adaptan mejor, resisten los factores climáticos adversos y generan vástagos (Gallegos, 2000).

Se debe aplicar criterios al seleccionar una planta de nopal: a) Resistencia a plagas y enfermedades; b) Resistencia a baja temperaturas; c) Características de la penca (pencas sin espinas, salinidad y vigor); d) Características de los frutos (resistencia al manejo postcosecha, frutos de color rojo-amarillo) y e) Maduración fuera de temporada normal, alto contenido de azúcares y sabor agradable.

El cuadro 2.7 explica las características de las principales variedades de nopal tunero en México. De las variedades de tuna existentes, la variedad Alfajayucan o tuna blanca es la de mayor representación en la zona, el nopal tunero se identifica como *Opuntia amyclaea* desde el principio.

Cuadro 2.7. Características de las principales variedades de nopal tunero en México

Variedad	Color		Pencas		Resistencia al transporte	Porcentaje de semillas
	Cáscara	Pulpa	Con espinas	Sin espinas		
Villanueva	blanca	blanca	X			
Alfajayucan	blanca	blanca	X		baja	13.3
Rojo pelón	“	“	X		alta	9.20
Burrona	blanca	blanca	X		alta	2.18
Cristalina	blanca	blanca	X		alta	37.5
Reina	blanca	blanca	X		baja	63.2
Esmeralda	blanca	blanca	X		media	26.5
Roja liso	“	“		X		
CopenaTorreaja	roja	roja	X		media	58.2
Amarillo montesa	amarilla	amarilla	X		media	20.0
Picochulo	amarilla	anaranjada	X		media	17.3
Rojo lirio	“	roja	X			
Rubí reina	roja	roja	X		media	3.8
Fafayuca	blanca	blanca	X		media	5.03
Miquihuana	amarilla	amarilla	X			
Cardón	roja	“	X		alta	3.36

Fuente: Bravo, (1978)

Estas características son resultado del cruzamiento efectuada por insectos y la selección realizada por los productores durante muchos años, de manera que estas variedades (híbridos) tienen poco parecido a las especies silvestres.

El país cuenta con una riqueza amplia de especies de cultivos de nopal tunero (Flores y Gallegos, 1994), las cuales se reconocen y agrupan por: a) Sabor, color y calidad de fruto; b) Características morfométricas de la planta y fruto; c) Época de maduración; d) Procedencia; e) Considerar el gusto del consumidor (cuadro 2.8, foto 7.y figura 2.2).

Cuadro 2.8. Principales variedades cultivadas de nopal tunero en la República Mexicana

Núm.	Estado	Variedad
1	Zacatecas	Burrona, cristalina, rojo pelón, rojo liso, rubí reina, reina, torreaja, amarillo montesa, fafayuco, picochulo y cardón
2	Jalisco	Burrona, cristalina, rojo pelón, copena torreaja, amarillo montesa, fafayuco y cardón
3	San Luis Potosí	Gavia
4	Aguascalientes	Cristalina, torreaja, morada cardón
5	Guanajuato	Reina, rojo pelón, rojo liso, cardón y esmeralda
6	Querétaro	Esmeralda y cardón
7	Durango	Cardón
8	Hidalgo	Alfajayucan
9	Estado de México	Alfajayucan (nopal tunero)
10	Puebla	Villanueva

Fuente: Flores y Gallegos (1994)

Figura 2.2. Distribución del nopal tunero en el centro-norte de México



Fuente. Elaboró el autor

Foto 7. Cartel que muestra la ubicación de cultivos de nopal tunero en México



Fuente: Coordinación del Colegio de Geografía, UNAM-FFyL. (2009)

## 2.5. Manejo del nopal

En las diferentes regiones productores de tuna del país se registran diversos métodos de manejo del cultivo, cuya adopción obedece a los siguientes aspectos:

### **2.5.1. Cepas**

Las cepas o la raíz común de varias plantas nopaleras tienen dimensiones de 50x60x60 cm. (profundidad, largo y ancho) tratando de que el punto señalado en el trazo de la plantación se quede en el centro de la cepa.

Deben abrirse dos o tres meses antes de la plantación y llenarse con una mezcla de dos terceras partes de estiércol descompuesto y una tercera parte de tierra. El sistema de cepas hechas a mano se usa en terrenos inclinados y tepetatosos, donde la maquinaria no accede (Salgado, 1984).

### **2.5.2. Época de plantación**

Varía dependiendo del suelo y clima presente en la región donde se establezca la nueva nopalera, en zonas que presentan heladas, la época de trasplante más favorable para el desarrollo de las plantas está comprendida de abril a junio, en zonas donde no se presentan heladas, el trasplante puede iniciarse desde el mes de noviembre.

Se sustenta la factibilidad de establecer la plantación a finales de julio y principios de agosto, es decir, durante la sequía intraestival (canícula), época del año en que es más fuerte el calor y la humedad es suficiente para el enraizamiento de la planta (Gallegos, 2000).

### **2.5.3. Orientación**

La orientación de las hileras de la plantación debe ser perpendicular a la dirección de los vientos, pero en caso de que no existan problemas de erosión, la orientación deberá ser perpendicular a la trayectoria del Sol. La orientación norte-sur de la planta (en sus caras este-oeste) es ventajosa en la media, en que estos son más eficientes en la captación de luz y producen mayor número de frutos (Becerra, 1975).

### **2.5.4. Densidad**

La separación entre hileras y plantas en una huerta de nopal es una práctica que varía de acuerdo con el manejo que se conciba para la plantación (cuadro 2.9), es decir la densidad está en relación con las características edafoclimáticas del sitio, tales como suelo, humedad y nutrimento. La distancia de plantación depende en cierta forma de la superficie que se va a plantar (Vázquez, 1981).

En el Estado de México es frecuente encontrar plantaciones de nopal tunero con distancias de 4 metros entre plantas e hileras, esto es con densidad de 625 plantas por hectárea, lo que impide la utilización de maquinaria para realizar las labores agrícolas.

En las plantaciones visitadas (Cerro Pelón) se observó que la distancia entre surcos es aproximada a 3 metros y la distancia entre las plantas es de 1.5 metros. Área donde se trata de optimizar mayor espacio.

Cuadro 2.9. Número de plantas por hectáreas en función de la distancia

Distancia entre surcos (metros)	Distancia entre plantas (metros)					
	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
3.0	2 220	1 660	1 330	1 110	830	660
4.0	1 600	1 250	1 000	830	625	500
5.0	1 320	1 000	800	660	500	400

Fuente: Flores y Gallegos, (1994)

### 2.5.5. Labores de cultivo

Se realizan actividades como el deshierbe, fertilización y el abonado:

*-Deshierbe.* Las malezas compiten con el nopal, por espacio, luz, humedad y nutrimentos; se considera que éstas son hospedantes de insectos y de sitios de refugio, alimentación y ovoposición de insectos vectores de enfermedades, por lo que es importante mantener limpio el huerto (Cruz, 1982).

*-Fertilización.* Es una labor altamente redituable para aumentar el rendimiento del cultivo. Ésta será mayor si se cuenta con información sobre el nivel de fertilidad del suelo o bien mediante un análisis de la planta en diferentes épocas del año: demanda de la planta en sus diferentes épocas fisiológicas en cada región en particular. La época de aplicación varía de acuerdo a las regiones productoras, en las zonas donde se presentan lluvias invernales, es posible realizarla de diciembre a marzo.

En el Distrito, la fertilización se realiza durante el mes de mayo o al inicio de lluvia, aplicando cantidades reducidas para efectuar otra durante junio, durante el llenado y maduración de fruto. Al aplicar fertilizantes se busca plantas fuertes y vigorosas que produzcan altos rendimientos de tuna de buena calidad, además de una brotación adecuada de pencas, mayor vida productiva del nopal y que se reduzca la alternancia en la producción un año de buena producción; y otro con poca producción.

*-Abonado.* El nopal tunero (incluso el de verdura) responde excelentemente al abonado; sin embargo, se debe de considerar que usar el abono como fuente de

nitrógeno, fósforo y potasio resulta generalmente caro, debido al pobre contenido de estos elementos y al alto costo que implica comprar, acarrear y aplicarlo. Se debe considerar las ventajas de abonar: a) La adición de microelementos al suelo; b) Mejoramiento de la aeración y de la retención de humedad en el suelo; así como, c) La mejora de la microflora y microfauna del suelo. Con la incorporación de estiércol se logran tres objetivos fundamentales: 1) Incremento de la producción, 2) Obtención de la fruta (tuna de calidad) y 3) Aumento de la vida productiva de la planta.

La aplicación del abono debe darse al inicio de la plantación, al momento de realizar la aradura profunda y el paso de la rastra para que quede perfectamente mezclado con el suelo. En plantaciones en producción, si el estiércol es fresco deberá aplicarse con un tiempo anticipado de cuatro a seis meses a la brotación, lo mismo debe hacerse si se trata de estiércol bovino (estiércol “frió”), tanto que los estiércoles denominados calientes (gallinaza, caprino y ovino) cuya descomposición es más rápida, debe aplicarse con uno a dos meses de anticipación (Gallegos, 2000).

En el Estado de México, (especialmente en el Distrito), se recomienda los siguientes niveles de abono (cuadro 2.10).

Cuadro 2.10. Dosis recomendada de abono en plantaciones de nopal tunero

Año	Vacuno, ovino o caprino		Gallinaza o pollinaza	
	Kg./planta	Ton/ha	Kg. /planta	Ton /ha
1°	3	1.87	1	0.62
2°	5	3.12	2	1.25
3°	5	3.12	2	1.25
4°	8	5.00	3	1.87
5°	10	6.25	4	2.50
A partir del 6°	15	9.37	6	3.75

Fuente: Gobierno del Estado de México (1990)

Para que la planta de nopal aproveche el fertilizante y el abono, Mondragón (1992), menciona que es muy importante realizar lo siguiente: a) Eliminar la maleza de la planta de nopal, para que no compita por los nutrimentos; b) Mezclar muy bien los fertilizantes químicos; c) Distribuir la mezcla de los fertilizantes químicos en toda la zona de goteo o aplicar en banda a ambos lados de la planta; d) Añadir el abono orgánico encima del fertilizante químico; y e) Cubrir con tierra los fertilizantes y abonos aplicados.

### 2.5.6. Reproducción

El nopal es una cactácea que se puede reproducir de forma sexual y asexual.

*-Propagación sexual.* Es un método poco difundido, de escasa importancia en la propagación comercial del nopal y menos utilizado en México, debido principalmente a las limitaciones técnicas y económicas. En contraparte la propagación por semilla es de gran importancia por que hace posible que naturalmente y a través del mejoramiento genético puedan obtenerse nuevas variedades, con características deseables o sobresalientes. (Gallegos, 2000).

*-Propagación asexual (vegetativa).* Resulta ser más práctico y sencillo en la propagación del nopal, es la más recomendable para el establecimiento de huertos comerciales, ya que asegura la permanencia de las características de las variedades seleccionadas. Para su implantación, la multiplicación vegetativa puede llevarse a cabo utilizando pencas completas, conjunto de dos o más fracciones mínimas de una penca.

Es recomendable aplicar un tratamiento auxiliar contra pudriciones, el cual consiste en la inmersión de las pencas en caldo bórdeles, mezclando por separado un kilo de sulfato de cobre en cinco litros de agua caliente y un kilo de cal apagada en el mismo volumen de agua, se prepara una solución mezclando los dos productos y se complementa con 90 litros de agua. Las pencas se sumergen en el caldo bórdeles impregnando las dos terceras partes inferiores (Vázquez, 1981 y Cruz, 1982).

### **2.5.7. Podas**

Se define como podas al acción de cortar o eliminar las ramas innecesarias, para que la planta se desarrolle y fructifique mejor, o bien que adquiera una forma determinada, cuyos objetivos son los siguientes: a) Proporcionar una forma determinada a la planta; b) Facilitar las labores de cultivo; c) Facilitar la cosecha; d) Prevenir y controlar plagas y enfermedades; e) Incrementar el rendimiento; f) Aumentar la cantidad de fruta; y g) Reducir la alternación de la producción.

Pimienta (1986), establece que esta práctica cultural logra: 1) Reducir la proyección de sombra entre el cladodio o penca; 2) Evitar contacto de pencas; 3) Eliminar pencas adultas; y 4) Suprimir los brotes que salen de la parte baja del tallo (cuadro 2.11).

Cuadro 2.11. Podas que se realizan en el nopal

Poda	Características
Formación	Consisten en eliminar las pencas que se encuentran muy juntas y al mismo tiempo seleccionar las que por su colocación, vigor y sanidad, vayan conformando la planta. Una vez que la planta inicia su producción, se tiene que combinar la poda de formación con la poda de producción y posteriormente dejar esta última
Producción	Esta poda consiste en eliminar las pencas que produjeron tuna la cosecha pasada y de éstas se dejan las que por su colocación sean de interés para obtener brotes para el año siguiente
Sanitaria	Se efectúa al mismo tiempo que se hace la de producción y consiste en eliminar las pencas que presenten daños o síntomas de plagas y enfermedades
Rejuvenecimiento	Generalmente se lleva a cabo en plantaciones mayores de 15 años, que no se han podado desde su establecimiento o en las que se ha realizado un mal o deficiente manejo y donde la producción de tuna ha disminuido

Fuente: Flores y Gallegos (1994)

La poda generalmente se efectúa en invierno, antes del inicio de la brotación de yemas, inmediatamente después de terminar la cosecha, siempre y cuando no haya heladas. Esta actividad es de suma importancia, no solo por la presencia de espinas y ahuates (espinas muy pequeñas y delgadas) que dificultan su manejo y la cosecha del fruto, sino también por las diversas funciones del cladodio (rama que sustituye a las hojas) como son la fotosíntesis, almacenamiento y sostén (Méndez, 1995).

### 2.5.8. Aclareo o eliminación

El aclareo o eliminación de frutos tiene la finalidad de obtener productos de mayor tamaño y con mayor porcentaje de pulpa en relación con la semilla. Es una práctica de gran importancia para la obtención de productos de calidad, sobre todo en relación al tamaño y peso, así como en la cantidad de la pulpa (Barbera e Inglese, 1993); se recomienda efectuarla sobre todo en la primera etapa de desarrollo del fruto. En una penca donde hay diez tunas es recomendable dejar solo seis (Gallegos, 2000).

Esta labor se realiza manualmente utilizando un pequeño bastón y cuidando no dañar las pencas. Conviene realizar esta práctica en las primeras fases de desarrollo del fruto a los 15 o 20 días de la brotación, dejando de 5 a 8 frutos por penca. En México son muy pocos los productores que realizan esta práctica, por lo que en muchas ocasiones las pencas producen un excesivo número de tunas, pero con escaso desarrollo y su peso es inferior a los 100 gr. (Barbera e Inglese, 1993).

## 2.5.9. Forzamiento de la fructificación

Esta práctica consiste en la eliminación total de la brotación floral y vegetativa primaveral, con la finalidad de lograr una segunda floración que resulta en una maduración tardía, lo que permite obtener mejores precios por la tuna. Para obtener buenos resultados, las huertas deben estar bien manejadas, podadas, abonadas, fertilizadas, libres de plagas y enfermedades; lo cual favorece una segunda brotación.

La eliminación de los brotes en el Distrito, se realiza generalmente de forma manual, donde algunos productores utilizan guantes o un palo de un metro de largo, con o sin cuchilla, cuidando de no dañar la penca para no perjudicar la nueva brotación; esta práctica la realizan temprano por la mañana, cuando la humedad limita el desprendimiento de los aguates (espinas), utilizando equipo de seguridad como guantes, lentes y camisa o chamarra gruesa.

## 2.6. Plagas y enfermedades

### 2.6.1. Plagas

Una plaga es cualquier organismo (insecto, ave, acaro, roedor, nemátodo e incluso otras plantas) que compite con el hombre y otros seres por alimentos cultivados y que ocasiona un daño económico de importancia, por lo cual es necesario controlarlo. El daño económico de una plaga en particular puede variar de acuerdo con el cultivo de nopal, la edad de plantación, las zonas productoras y la temporada, y estará en función principalmente de los estándares de calidad de los consumidores de tuna. Las plantaciones de nopal son susceptibles a diversas plagas (cuadro 2.12 y fotos 8 y 9).

Cuadro 2.12. Daños producidos por plagas

Plaga	Daños que ocasionan
-Mosca mexicana	-Daña frutos de varias especies de nopal tunero
-Palomilla blanca	-Se alimentan de la penca dejando solo su membrana protectora
-Grana o cochinilla	-Al reproducirse ataca por igual a las pencas y a los frutos
-Trips de nopal	-Succionan su alimento de los tejidos del nopal
-Picudo de la espina	-Producen cintas de secreción que se endurecen y destruyen los frutos
-Gallina ciega	-Destruyen las raíces del nopal ocasionando su muerte
-Diabrotica	-Se alimentan de hojas, flores y frutos
-Picudo barrenador	-Ataca el nopal perforando, cortando y barrenando los tallos
-Gusano blanco	-Crean agujeros en el tronco de la planta y destruyen sus tejidos leñosos
-Chinche gris	-Atacan la cutícula del nopal y crean focos de pudrición
-Chinche roja	-Succionan la sabia del nopal, manchando a la planta y agrietándola
-Caracol	-Se alimenta de la parte superficial de las pencas
-Perilla	-Se alimentan de la savia del nopal

Fuente: Junta Local de Sanidad Vegetal del DDR de Zumpango, Edomex, (2007)



Foto 8. Plaga de cochinilla o grana



Foto 9. Plaga de chinche gris

La gran mayoría de los insectos que se alimentan de alguna parte del nopal tienen hábitos barrenadores que dañan tanto a frutos como las pencas tiernas y tallos. El daño es causado por las larvas o gusanos al alimentarse de la parte inferior de las pencas, de los frutos y de los tallos del nopal. Entre ellos destacan el gusano blanco, el picudo barrenador, el gusano blanco y el picudo de la espina, entre otros.

Otro grupo de insectos que se alimenta del nopal son los chupadores los cuales se pueden dividir en insectos de vida libre e insectos sedentarios. El primer grupo sobresale, por la severidad de los daños directos que causan y por ser vectores de enfermedades: cochinilla o grana, la chinche gris, chinche roja y trips.

### 2.6.2. Enfermedades

Las enfermedades que se dan en plantaciones o huertas del nopal (cuadro 2.13), por lo general se deben al mal manejo en el corte y el traslado de la penca a plantar, al nulo mantenimiento de limpieza de maleza en las huertas que ocasionan alta humedad en las pencas de las plantas, al encharcamiento de agua de lluvia que destruyen las raíces de las plantas y debido a problemas de virosis.

Cuadro 2.13. Daños producidos por enfermedades

Enfermedad	Daño
-Engrosamiento de cladodio (penca)	-Es producida por virus y provoca una alteración del crecimiento de la planta, acompañada por la hinchazón de las pencas y a pérdida gradual de la tonalidad verde de dichas pencas
-Mal del oro del nopal	-Producida por hongos que atacan a espinas de la penca, ocasionan cambio de color verde al amarillo opaco, reduciendo la productividad de las plantas; e impide la realización de la Fotosíntesis en las pencas afectadas por hongos
-Pudrición bacteriana	-Las pencas afectadas se vuelven suaves, viscosas, oscuras y malolientes
-Mancha negra	-La parte interna del tejido se pudre y toma un color negro

Fuente: Vázquez y Gallegos (2001).

## 2.7. Daños relacionados por condiciones climáticas

### 2.7.1. Sequías

Cuando las lluvias han sido escasas, en el siguiente periodo de secas (noviembre a junio) las pencas jóvenes se secan y la producción de fruta del siguiente ciclo disminuye.

### 2.7.2. Heladas

Como ejemplo del DDR, en las huertas de nopal se presentan heladas tardías (marzo y abril) las cuales queman los brotes vegetativos y frutales y provocan una segunda brotación (en ocasiones una tercera). Las variedades tuneras soportan las heladas que generalmente se presentan durante los meses de diciembre a febrero (en ocasiones desde octubre), afectando solo a las pencas tiernas; sin embargo, estas variedades no aguantan temperaturas bajo cero durante varios días.

### 2.7.3. Granizadas

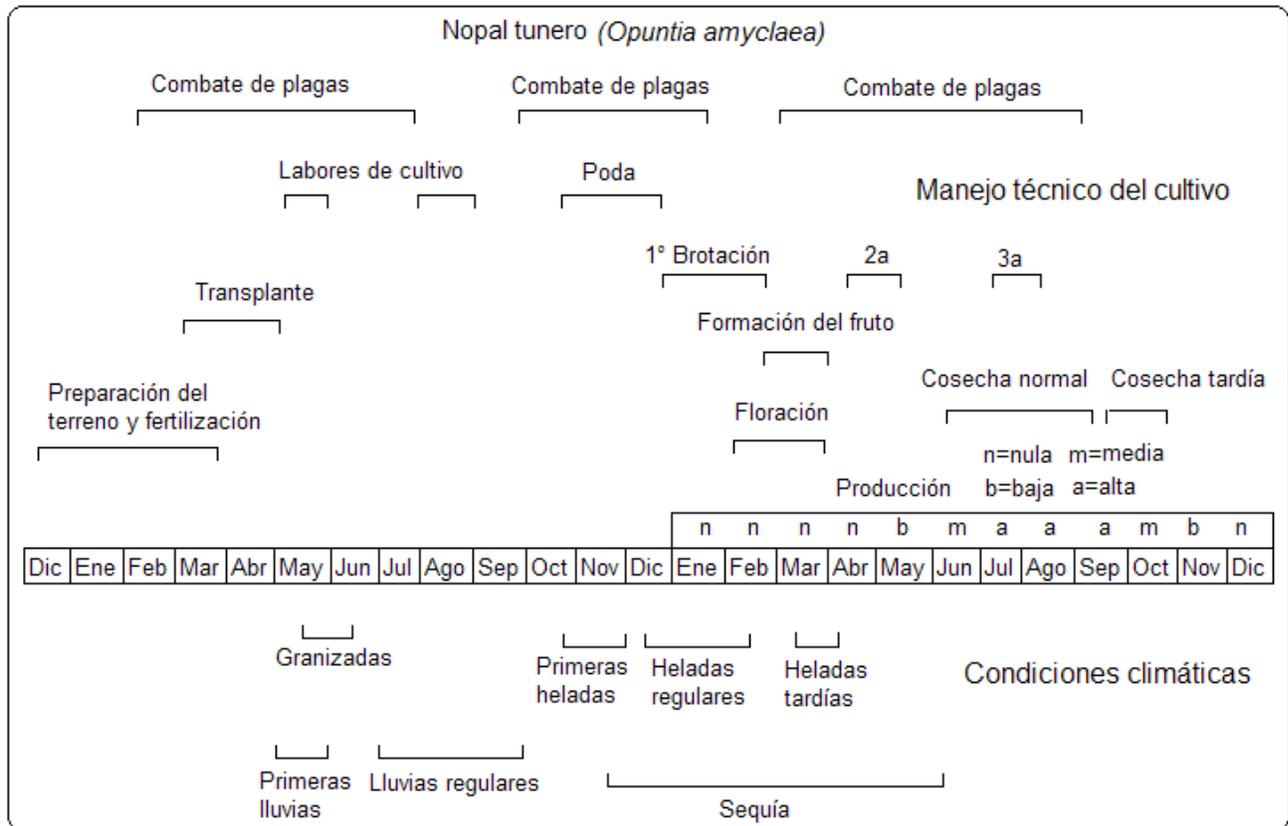
Las granizadas ocurren casi siempre con las primeras tormentas de la temporada de lluvias, en mayo y junio, afectando a las pencas, sobre todo a la tuna en formación, ésta al ser golpeada por el granizo sufre daños en la epidermis y devalúa la fruta en calidad de tercera (para comercializarla sin cáscara en bolsas de plástico).

### 2.7.4. Incendios

Cuando los productores no combaten adecuadamente la maleza en las huertas, ésta se desarrolla y al secarse constituyen un excedente de combustible, en el cual si llegara a ocurrir un accidente o una mala intención la maleza se incendia, ésta perjudica severamente a las plantas de nopal y en consecuencia, disminuye la producción de tuna por dos o tres años, aunque en ocasiones la pérdida de la huerta puede ser total

En el cuadro 2.14, se ilustra el fenoclimograma de la tuna en el Distrito, caracterizando el manejo técnico del cultivo y sus condiciones climáticas:

Cuadro 2.14. Fenoclimograma de la tuna



Fuente: Elaboró el autor en base a bibliografía y prácticas de campo

## 2.8. Manejo técnico, prácticas culturales, control de plagas y malezas en la Región

En las visitas realizadas a varias plantaciones, se observó que los conocimientos de algunos productores son de carácter empírico, que han pasado de generación en generación atendiendo igualmente recomendaciones de los técnicos expertos en temáticas: manejo técnico, prácticas culturales, control de plagas y malezas.

Los productores de la zona utilizan tres métodos: a) El mecánico, que consiste en pasar un tractor con rastra por las calles y con azadón eliminar la maleza de las hileras del nopal, b) El químico, el cual la maleza se combate mediante utilización de herbicidas y c) Utilización de ganado (preferencia ovino) que al terminar la cosecha pastoreen la huerta y consuman la maleza.

Esta práctica se facilita, ya que casi todas las huertas de nopal tunero tienen variedades con espinas, por lo que el daño a las plantas de nopal por pastoreo es mínimo. Combatir la maleza es fundamental para que ésta no compita por agua y

nutrientes con las plantas de nopal y además, para evitar que la maleza desarrolle, se seque y se convierta en combustible que posibilite el incendio de la huerta, con resultados desastrosos para el ambiente.

Los productores obtienen asesoría en el manejo técnico de sus cultivos por parte del Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México (CESAVEM) dependiente del Gobierno del Estado de México; así como del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (SAGARPA). En las siguientes fotografías se aprecia a productores obteniendo asesoría técnica de organismos locales.



Foto10 Stand del CESAVEM



Foto 11 Junta de productores con técnicos

Estos organismos, mediante manuales y asesoría técnica por parte de la SAGARPA, el CESAVEM ayuda al productor a detectar cultivos sospechosos de plagas, para así, actuar con oportunidad y evitar pérdidas económicas (fotos 12 y 13).



Foto 12. Folleto de la plaga de la palomilla



Foto 13. Folleto de control botánico

La Junta Local de Sanidad Vegetal en el Distrito, lleva a cabo las siguientes funciones: a) Muestreo de plagas del nopal; b) Diagnóstico de la salud en cultivos; c) Evaluación y seguimiento de campañas de fumigación e información; d) Capacitación de productores en el uso de fertilizantes y manejo de insecticidas; y e) Eficiencia del control de plagas.

## Capítulo 3.

### Siembra y cosecha, producción, manejo postcosecha, desespinado, empaque y problemática

#### 3.1. Siembra y cosecha

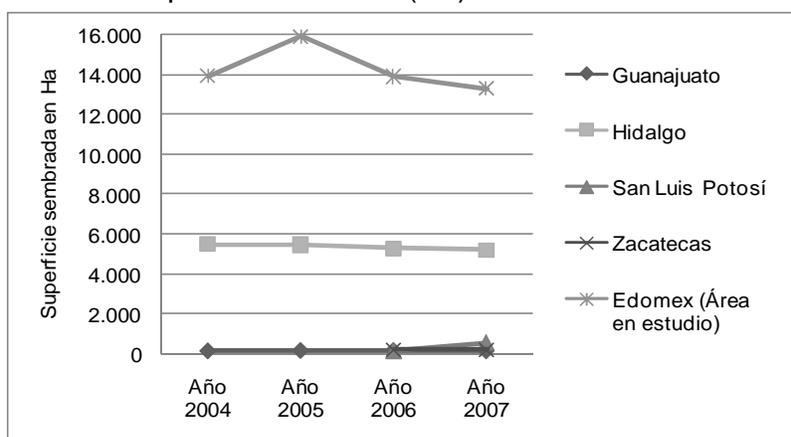
El DDR de Zumpango se especializa en la producción de tuna blanca de Alfajayucan, con dos variedades: las de fruta redonda y la alargada, ambas son de gran aceptación para su consumo como fruta fresca de mesa en la Ciudad de México y zona centro del país. Esto se debe a su sabor agradable, cáscara delgada y a que los ahuates se desprenden con facilidad (CENTEMEX, 1981).

Cuadro 3.1. Superficie (Ha) a nivel nacional dedicada a la siembra de tuna. 2004-2007

Año	Guanajuato	Hidalgo	San Luis Potosí	Zacatecas	Edomex (Área en estudio)
2004	136	5 487			13 957
2005	156	5 474			15 906
2006	154	5 254	150	220	13 893
2007	134	5 206	589	219	13 308
Promedio	145	5 355	370	220	14 266
%	1	27	1	1	71

Fuente: Elaboración propia en base al SIAP (2008)

Grafico 3.1. Promedio de superficie nacional (Ha) sembrada. 2004-2007



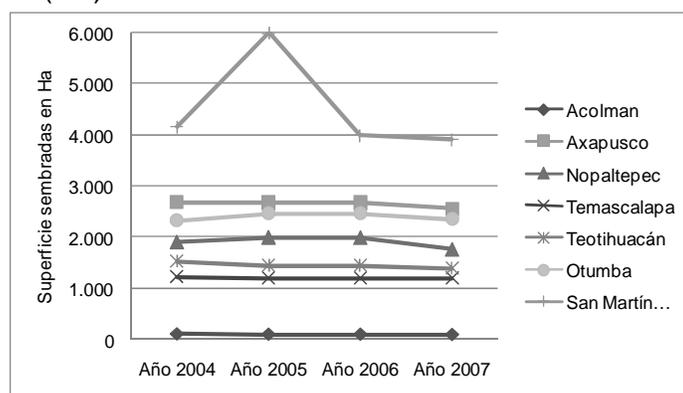
A nivel nacional, el Estado de México (área en estudio) destaca en la superficie sembrada de tuna Alfajayucan con 14 266 Ha (71%), seguido por el Estado de Hidalgo con 5 355 Ha (27%) de superficie y Guanajuato con 145 Ha (1%). En el resto de los estados (San Luis Potosí y Zacatecas), solamente hay datos para los años 2006 y 2007, por lo que sus promedios no rebasan el 1% del total nacional.

Cuadro 3.2. Superficie sembrada (Ha) de la Tuna 2004-2007

Año	Acolman	Axapusco	Nopaltepec	Temascalapa	Teotihuacán	Otumba	San Martín...
2004	117	2 691	1 904	1 224	1 536	2 330	4 155
2005	111	2 681	1 993	1 203	1 459	2 466	5 993
2006	111	2 684	1 990	1 200	1 452	2 466	3 990
2007	106	2 569	1 763	1 200	1 396	2 363	3 911
Promedio	111	2 656	1913	1 207	1 461	2 406	4 512
%	1	19	13	8	10	17	32

Fuente: Elaboración propia en base al SIAP (2008)

Grafico 3.2. Superficie (Ha) dedicada a la siembra de la Tuna. 2004-2007



El municipio que más dedica su superficie agrícola a la siembra de tuna es San Martín de las Pirámides con promedio de 4 512 Ha (32 %), seguido por Axapusco con 2 656 Ha (19%) y en tercer lugar Otumba con 2 406 Ha (17%) de la producción. Acolman es el que tiene el menor porcentaje de superficie dedicada a la siembra, con un promedio de solamente 111 Ha (1%) del total en el Distrito.

### 3.1.1. Época de cosecha

Esta actividad es sumamente importante debido a que muchos productores ponen sus mayores esfuerzos aplicados a la producción. Para el mercado, la época de cosecha es fundamental, en la época de producción mínima se pueden obtener excelentes precios, en cambio, la que se cosecha en la temporada de mayor producción, aunque sea de excelente calidad, generalmente sólo alcanza precios regulares. En México se cosechan tunas desde marzo hasta noviembre.

En el Distrito (cuadro 3.3) la época va desde fines de junio hasta septiembre y los porcentajes de tuna cosechada en los meses de marzo, abril y noviembre son mínimos.

Cuadro 3.3. Época de cosecha de tuna en México

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.		
			Puebla										
						Estado de México							
							Centro-Norte						

Fuente: (Flores et al, 1995)

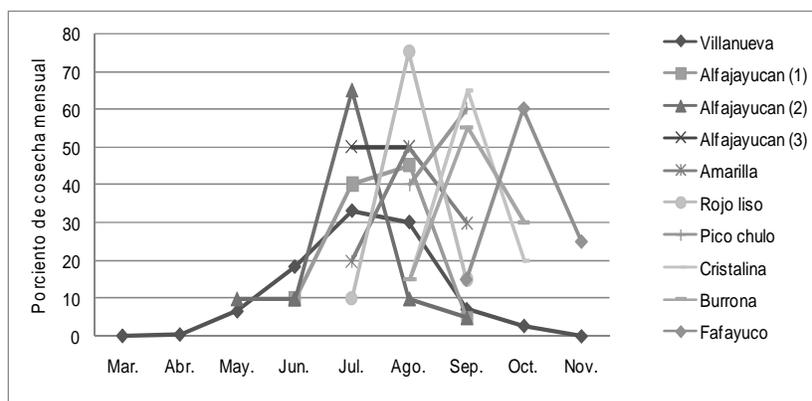
En el cuadro 3.4 y gráfica 3.3, se presenta la producción de las principales variedades de tuna por región. La cosecha se puede adelantar o atrasar hasta dos semanas, dependiendo de la presencia de heladas, temperaturas y precipitaciones que ocurran en la temporada de brotación y desarrollo de la fruta.

Cuadro 3.4. Porciento de cosecha mensual de las variedades de tuna en México

Variedad	Región	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
Villanueva	Sur	0.27	0.65	6.77	18.5	33.24	30.24	7.28	2.88	0.16
Alfajayucan (1)	Centro-Edomex				10.0	40.00	45.00	5.00		
Alfajayucan (2)	Centro-Hidalgo			10.00	10.0	65.00	10.00	5.00		
Alfajayucan (3)	Centro-Norte					50.00	50.00			
Amarilla	Centro-Norte					20.00	50.00	30.00		
Rojo liso	Centro-Norte					10.00	75.00	15.00		
Pico chulo	Centro-Norte						40.00	60.00		
Cristalina	Centro-Norte						15.00	65.00	20.00	
Burrona	Centro-Norte						15.00	55.00	30.00	
Fafayuco	Centro-Norte							15.00	60.00	25.00

Fuente: Corrales y Flores (2003)

Gráfica 3.3. Porciento de cosecha mensual de las variedades de tuna en México



### 3.1.2. Método de cosecha

La cosecha del nopal tunero se realiza por los siguientes métodos:

El primero (manual) consiste en tomar la tuna con la mano, generalmente enguantada y girarla para desprenderla de la penca. Con este método la tuna se desgarrar de la hoja, y la vida postcosecha disminuye drásticamente. Las frutas cosechadas de esta forma deben comercializarse en el mercado nacional en el transcurso de pocos días.

El segundo radica en tomar la tuna con una mano, de preferencia bien enguantada, y con la otra, utilizando un cuchillo, cortar en la base de la misma para desprenderla. Si se realiza bien, sin cortar parte del fruto, la vida postcosecha es mayor.

El tercer método se asienta en cosechar cada tuna cortando con todo y un pequeño pedazo de penca, el cual se desprende a los 10 o 15 días dejando bien cicatrizada la base de la tuna, por lo que la vida postcosecha es muy superior. Este método mejor se aplica en variedades sin espinas, ya que si se utilizara en variedades espinosas, las fracciones de penca unidas a la base llevarían un buen número de espinas que causarían múltiples heridas a los frutos en el recipiente en que se trasladan.

La cosecha de la tuna, particularmente en el ciclo agrícola 2006-2007, se inició en mayo. Este proceso consistió en cortar el fruto para separarlo del nopal, la operación se realizó con navaja y en forma manual. En la zona en estudio, el uso de navaja o cuchillo no está generalizado, debido a que los trabajadores se les facilita, la forma manual por ser más ágil y rápida.

Borrego y Burgos, (1986) Corrales, (1992a) mencionan que al realizar la cosecha con navaja, no hay oportunidad de que se desarrollen enfermedades o que se facilite el desarrollo de microorganismos. El mercado nacional no es tan exigente como el de exportación, por lo que la calidad del corte de la tuna no es un factor determinante para su comercialización.

A la hora de cosechar, el productor, comentó que el momento más apropiado para el corte es por la mañana, lo más temprano posible, cuando la temperatura es baja y la humedad relativa alta, condiciones que favorecen que los tejidos se encuentren turgentes; es decir hinchados, lo que facilita el corte y permite que este se realice con el menor riesgo de daño a los tejidos.

El corte se realiza en la mayoría de las veces durante las primeras horas del día (6:00-10:00 A.M.), ya que además a estas horas es menor la intensidad del viento, de

otra forma favorecería el desprendimiento de los ahuates de los frutos. Al avanzar la mañana, la temperatura sube, la humedad relativa desciende y los tejidos pierden turgencia y plasticidad, lo que dificulta el corte y aumenta el riesgo de desgarramiento, provocando que el fruto se torne susceptible al ataque microbiano, perdiendo calidad y presentación, dificultando su venta aún en mercados locales.

Después del corte, las tunas se van recolectando en recipientes, que generalmente consisten en cubetas o botes de lámina o plástico, rejas de madera o plástico. El depósito de los frutos cosechados debe de realizarse con cuidado, ya que de no ser así se ocasionan lesiones que no se hacen evidentes en ese momento, sino hasta después de algunos días, lo que genera una mala presentación del fruto, además que se limita su acceso al mercado en fechas posteriores.

El acopio de los frutos se hace en un lugar previamente seleccionado dentro de la plantación, que puede ser el suelo desnudo, con una cama de pasto o un depósito que posteriormente será trasladado; generalmente está cerca de un camino transitable. En ocasiones se realiza el despeinado con escoba, este se realiza escasamente ya que en general el fruto es trasladado por un medio de transporte (camionetas) a la planta desahuatadora o limpiadora de espinas: los productores de tuna de esta región cuentan con maquinaria propia o es compartida por miembros de una asociación.

La maduración del fruto va de acuerdo a la variedad, generalmente se toma como indicador el color de la cáscara. El tiempo óptimo de la cosecha de la tuna es el estadio denominado "inicio del rayado", que es cuando la cáscara empieza a mostrar los primeros cambios indicadores de maduración. Si el corte se realiza en este estado se incrementa la resistencia del fruto a las labores de cosecha, selección y empaque.

El número de cortes depende de la forma en que madure el fruto, normalmente es un corte por semana. En el caso de una maduración homogénea en la cual en dos semanas (2 o 3 cortes) sale todo el fruto, o bien, una maduración heterogénea, que es cuando los cortes se prolongan de manera constante durante toda la temporada.

Para realizar tal labor se necesita una gran cantidad de mano de obra, la cual proviene principalmente de estados cercanos a la región de estudio, como son Hidalgo, Veracruz y Tlaxcala. La actividad que más incrementa los costos es la cosecha dado que los cortadores se les paga por caja, además de que en la época de cosecha la mano de obra se encarece.

La situación de los trabajadores, según el productor, son contratados temporalmente en el periodo de cosecha. Un trabajador gana en promedio \$150 pesos al día; cuando

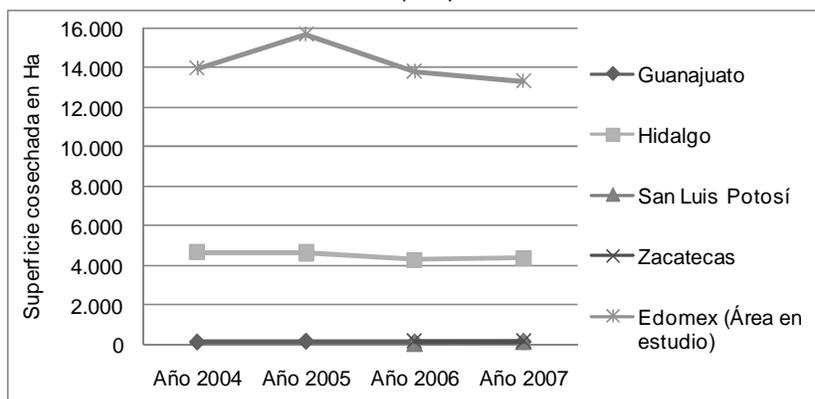
escasea la mano de obra, el producto al no cosecharse, el nopal tunero crece demasiado, se llega a pudrir, y por ende la producción se pierde. Por lo tanto, el costo mayor es el de mano de obra y es el recurso más utilizado en la cosecha.

Cuadro 3.5. Superficie nacional dedicada a la cosecha (Ha) de tuna blanca 2004-2007

Año	Guanajuato	Hidalgo	San Luis Potosí	Zacatecas	Edomex (Área en estudio)
2004	116	4 672			13 957
2005	154	4 639			15 654
2006	114	4 282	59	180	13 803
2007	134	4 336	153	179	13 308
Promedio	130	4 482	106	180	14 181
%	1	24	0.3	0.5	75

Fuente: Elaboración propia en base al SIAP (2008)

Gráfica 3.4. Superficie nacional cosechada (Ha) de tuna blanca. 2004-2007



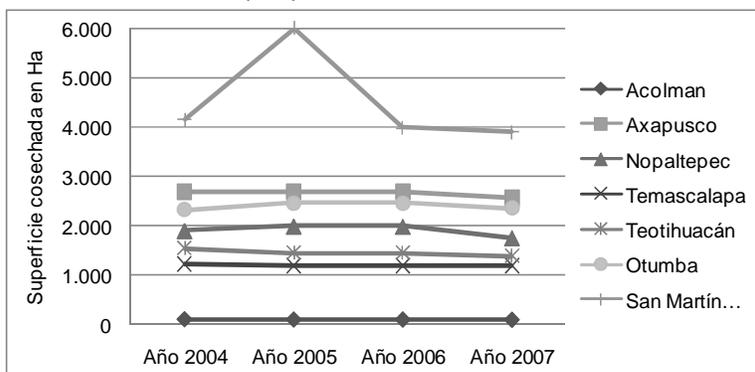
Del cuadro y gráfica anterior, la superficie cosechada a nivel nacional, el Estado de México (zona en estudio), destaca con un promedio en más de 14 181 Ha (75%); el Estado de Hidalgo ocupa el segundo lugar con 4 482 Ha (24%). En el resto de los estados (Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas), la superficie cosechada de tuna es muy baja; en Guanajuato el promedio fue de 130Ha; y en el caso de San Luis Potosí y Zacatecas solamente hay información para los años 2006 y 2007. Cabe mencionar que sus porcentajes en la cosecha fueron menores al 1%.

Cuadro 3.6. Superficie cosechada (Ha) de Tuna. 2004-2007

Año	Acolman	Axapusco	Nopaltepec	Temascalapa	Teotihuacán	Otumba	San Martín...
2004	117	2 691	1 904	1 224	1 536	2 330	4 155
2005	111	2 681	1 993	1 203	1 459	2 466	5 993
2006	111	2 684	1 990	1 200	1 452	2 466	3 990
2007	106	2 569	1 763	1 200	1 396	2 363	3 911
Promedio	111	2 656	1 913	1 207	1461	2 406	4 512
%	1	19	13	8	10	17	32

Fuente: Elaboración propia en base al SIAP (2008)

Gráfica 3.5. Superficie cosechada (Ha) de Tuna. 2004-2007



De lo anterior, se aprecia que en el caso de San Martín de las Pirámides donde la superficie cosechada fue mayor que en el resto de los municipios, con 4 512 Ha (32%). Le sigue Axapusco con 2 656 Ha (19%) y posteriormente Otumba con 2 406 Ha (17%) y los municipios con menor superficie cosechada corresponden a Temascalapa con 1 207 Ha (8%) y Acolman con 111 Ha (1%).

### 3.2. Producción

El Estado de México tiene dividido el territorio en ocho regiones agrícolas o distritos agrícolas estatales, que agrupan a la totalidad de los municipios de la entidad, mientras que a escala Federal para la SAGARPA, esas mismas ocho regiones son denominadas Distritos de Desarrollo Rural (DDR); la región o Distrito No II del Estado de México o DDR No. 074 de la SAGARPA es el denominado Zumpango (Enciclopedia de los Municipios, Estado de México, 2001).

En Zumpango, o Región del Valle de la Tuna, el nopal tunero se ha explotado desde principios de siglo en forma de huerto familiar y en pequeñas áreas de traspatio; es a partir de 1940 cuando se presenta un notable incremento del cultivo en superficie agrícola para la producción de tuna y la introducción posterior de la variedad Alfajayucan, y se ha generalizado por su preciada adaptabilidad, producción y calidad del fruto.

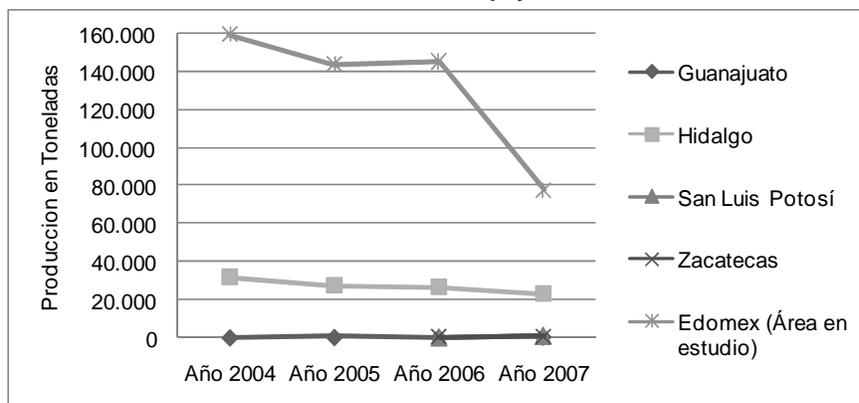
Cuadro 3.7. Producción (Ton) de tuna variedad Alfajayucan a nivel nacional. 2004-2007

Año	Guanajuato	Hidalgo	San Luis Potosí	Zacatecas	Edomex (Área en estudio)
2004	489	31 992			159 358
2005	714	27 724			143 959
2006	553	26 625	384	690	145 373
2007	937	23 420	1 224	958	78 171
Promedio	673	27 440	804	824	131 715
%	0.4	17	0.3	0.3	82

Fuente: Elaboración propia en base al SIAP (2008)

El área en estudio es el mayor productor de toneladas de tuna Alfajayucan con un promedio de 149 563 Ton, seguida por Hidalgo, con un promedio de 28 780.5 Ton. En el resto de los Estados (Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas) la producción es muy baja. En el año 2007, la producción en el Distrito cayó considerablemente, debido a factores como: aumentos en el precio de insumos (fertilizantes, plaguicidas), flete (gasolina) por mencionar algunos.

Gráfica 3.6. Producción nacional de tuna Alfajayucan. 2004-2007

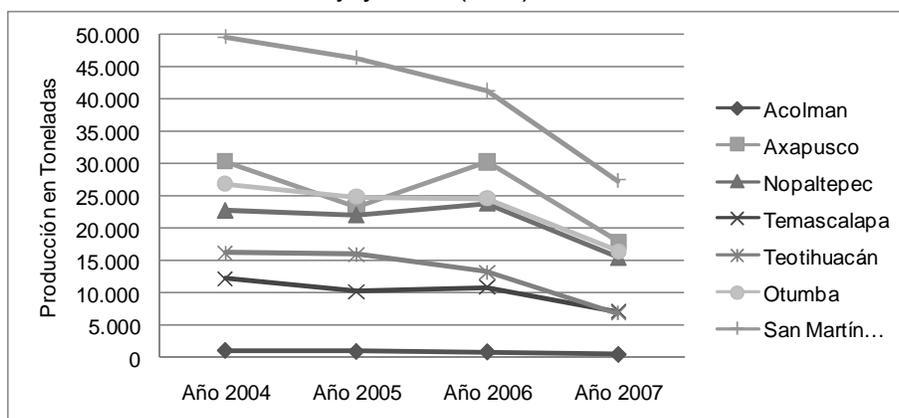


Cuadro 3.8. Producción de tuna Alfajayucan (Ton) 2004-2007

Año	Acolman	Axapusco	Nopaltepec	Temascalapa	Teotihuacán	Otumba	San Martín...
2004	1135	30408	22848	12282	16282	26830	49573
2005	988	23274	22122	10288	16049	24907	46331
2006	921	30329	23940	10920	13358	24660	41245
2007	530	17983	15550	7200	6980	16541	27387
Promedio	894	25499	21115	10173	13167	23235	41134
%	1	19	16	8	10	17	30

Fuente: Elaboración propia en base al SIAP (2008)

Gráfica 3.7. Producción de tuna Alfajayucan (Ton). 2004-2007



En el periodo de producción de tuna 2004-2007, el municipio de San Martín de las Pirámides fue el mayor productor de tuna con más de 40 000 Ton (30%), en segundo lugar Otumba con una producción de 23 235 Ton (30%), y el de menor producción fue Acolman, cercana a 900 T (1%). En el año 2007 se observa una caída generalizada en la producción.

### **3.2.1. Productores de la Región**

La región del Valle de la Tuna agrupa, aproximadamente 12 500 productores que se dedican al cultivo del nopal tunero *Opuntia amyclaea* como principal actividad, (información obtenida en campo). La superficie que poseen los productores es heterogénea, algunos tienen una hectárea, otros poseen más de 40; por lo que se pueden clasificar de acuerdo con este criterio en tres tipos: pequeños productores de 1 a 5 Ha, representan cerca del 79%; los medianos tienen de 6 a 20 Ha, ocupan cerca del 20% y los grandes productores, que poseen más de 40 Ha, este grupo es muy reducido y representa menos del 1%.

De las informaciones obtenidas en campo se plantea una clasificación de productores de tipo hipotética que puede diferenciarlos:

-*Productores participativos*. Son los que se encuentra en menor cantidad en la región de estudio, son los medianos y grandes productores. Se caracterizan por su actitud dinámica, son capaces de adaptarse a los cambios y sobre todo están dispuestos a aceptar y cumplir compromisos. Se debe señalar que los productores que cuentan con una superficie mayor son los que comúnmente trabajan mejor sus huertos, y cuentan con recursos para realizar todas las labores requeridas e incluso rentar otros predios.

-*Productores tipo móvil o ambulante*. Son aquellos que se encuentran en mayor cantidad, constituidos por medianos y pequeños productores. Se caracterizan por seguir distintos rumbos según convenga a sus intereses. Esto es, tienen la oportunidad de comercializar sus productos de forma segura, con un precio no muy bueno, pero prefieren hacerlo en el tianguis porque hay un mejor precio., pero si el tianguis regional se satura y el precio baja, ellos pueden regresan a donde comercializaban inicialmente.

-*Productores tradicionales*. Forman un grupo más o menos de pequeños productores, se caracterizan por su actitud poco dinámica hacia el cambio. No siempre actúan de acuerdo a sus intereses sino más bien prefieren evitar cualquier tipo de actividad que conlleve algún tipo de riesgo; prefieren seguir produciendo y comercializando de la forma que la han hecho tradicionalmente.

Como ejemplo, se mencionan algunas cooperativas de la región: Unión de productores de tuna y xoconostle de San Martín, cuyo representante hasta mediados de agosto del 2007 cuando se hizo la entrevista fue Fernando Aguilar Corona; Productores Rurales de Nopal Tuna y Xoconostle; MAXITUNA, cuyo representante es el C. Andrés Franco Álvarez; y Asociación Municipal de Nopal Tuna, Verdura y Xoconostle de San Martín de las Pirámides, cuyo presidente es C. Lázaro Álvarez González; Consejo Estatal de Productores, Rurales, Nopal Tuna, Xoconostle y Grana Cochinilla “Emiliano Zapata del Valle de Teotihuacán”; Asociación “El Tunero de Teotihuacán”; otros productores: Grupo Cuauhtémoc (foto 14), Tunas San José Cerro Gordo, por mencionar algunos; cabe aclarar que estas cooperativas también participan en la comercialización de la tuna.



Foto 14. Exposición de Tuna realizada por Grupo Cuauhtémoc.

### **3.1.2. Participación estatal en la producción**

La creación del Comité Técnico de la Tuna en 1995, tiene como objetivo apoyar a los productores de esta fruta, dicho organismo está formado por cinco subcomités que tienen las siguientes labores: producción en campo, organización y capacitación, comercialización, industrialización, control y vigilancia.

El Subcomité de producción en campo, cuenta con pocos técnicos que ofrecen asesoría técnica a los productores de la región, cuentan con parcelas demostrativas y apoyan a los productores con material vegetativo para crear nuevas plantaciones. El subcomité de organización y capacitación, realiza encuestas con el fin de obtener información más confiable en aspectos como superficie, volumen de producción, canales de comercialización, etc.

En campo, se constata que no hay suficiente participación estatal respecto al otorgamiento de créditos en la agricultura, esta situación afecta a los productores de tuna, quienes normalmente no cuentan con apoyo crediticio para el establecimiento y mantenimiento de los huertos debido a la falta de garantías, sobre todo con respecto al cultivo, ya que la tuna está a merced de las condiciones climáticas de la región; aunado al elevado costo de los créditos (altas tasas de interés), que limita a los productores con huertas jóvenes o aquellos cuyas huertas se encuentran muy descuidadas.

### 3.3. Manejo postcosecha

La tuna es un fruto que sufre deterioro, causado principalmente por los daños, lesiones, infecciones patológicas ocasionadas durante su corte, enfermedades fisiológicas, daños por frío, cuando las bajas temperaturas. En el deterioro también intervienen factores biológicos y ambientales que interactúan provocando efectos indeseables, que en ocasiones acaban rápidamente con la calidad del producto, por lo que a estos frutos se les considera altamente perecederos.

La actividad metabólica de las tunas en postcosecha se considera baja por tratarse de frutos no climatéricos altamente perecedero, con una vida postcosecha de 9 a 15 días a temperatura ambiente, periodo en el cual presenta un alto porcentaje de manchas y pudriciones, y después de 25 días las pérdidas son del 70-80%, lo cual dificulta enormemente su comercialización.

En la región, la cosecha y comercialización se realiza el mismo día, por lo que el manejo postcosecha es mínimo. Se han realizado estudios para determinar condiciones que preserven la vida del fruto por más tiempo.

Rodríguez (1987), citado por Domínguez, (1992) realizó un estudio para determinar la temperatura más adecuada de refrigeración para prolongar la vida útil del fruto por 30 días y encontró que las mejores condiciones de conservación fueron de 10°C y 85-90% de humedad relativa. En este mismo sentido se han aplicado diferentes técnicas, como el empleo de hidrocalentamiento, encerado y tratamientos fungicidas.

Alvarado y Ramírez (1977), citados por Borrego y Burgos (1986), realizaron un estudio microbiológico de la tuna y pruebas preliminares para la conservación con cera de candelilla, y detectaron que el tratamiento más efectivo es aquel en el que se empleó la acción combinada de hidrocalentamiento más fungicida y recubriendo con cera de esta flor. González y colaboradores citados por Domínguez (1992), indican que este método sólo mejora la apariencia de la fruta, pero que no reduce significativamente la presencia de pudriciones ni daño por frío.

En la zona, el manejo postcosecha inicia cuando el fruto es llevado al sitio de acopio, utilizando como medio de transporte (camionetas de redilas con o sin remolque adicional y/o en menor medida en tractores con remolques o por bestias de carga) para trasladar el producto hasta la planta desespinaadora, en donde se realizan labores de selección y empaque de tuna al mercado donde será comercializada.

Por lo general, durante el transporte no se inmovilizan ni se cubren con una lona para proteger a los frutos del sol. Aunque se emplean los utensilios adecuados para la cosecha, en la mayoría de los casos las personas que se dedican a las labores de cosecha, cuentan con poca o nula experiencia y no se proporciona capacitación, no se cuenta ni se aplica ningún tipo de norma de recepción de materia prima (fruta), sólo hacen una inspección visual. Generalmente los trabajadores son los mismos, año con año cuyos conocimientos son empíricos o pasan de un trabajador a otro.

### **3.3.1. Desespinado**

Desespinado se denomina a la práctica de eliminar los ahuates de las tunas, para lo cual, en la región, se utilizan dos métodos: el manual y el mecánico: a) Desespinado manual. Generalmente es el que se hace en el campo.

Consiste en colocar las tunas cosechadas ya secas (libres de rocío) sobre pasto o paja y barrerlas con escobas de filamentos de plástico o cepillo para eliminar los ahuates; esta forma de desespinado no es ampliamente utilizada por los agricultores, sólo por los pequeños productores. Y b) Desespinado mecánico. Éste se enfoca en la utilización de máquinas equipadas con cepillos que poseen rodillos cubiertos con cerdas o con tela de alfombra, sobre los que se hacen pasar las tunas para eliminar los ahuates (foto 15).



Foto 15. Desespিনadora mecánica

### **3.3.2. Selección**

En máquinas desespিনadoras (foto 16), después de la limpieza de espinas, las tunas pasan por bandas donde personal colocado en ambos lados, seleccionan el producto por tamaño, eliminando las que presentan algún daño que desfavorezca su comercialización.



Foto 16. Clasificación de tuna por tamaño

Después del desahuatado y antes de colocarla en las cajas, se clasifica por tamaños, pero no de acuerdo a lo estipulado por la Norma Oficial Mexicana para la tuna, sino de forma empírica. Los productores la clasifican en tres grupos: a) Tuna de primera. Es la de mayor tamaño y mejor presentación, por lo que generalmente su precio es mayor; b) Tuna de segunda. Es la mas abundante, tiene un tamaño intermedio entre la tuna de primera y de tercera y buenas características en cuanto a forma y color y c) Tuna de tercera. Se clasifica en este grupo principalmente por el tamaño, aunque esté dañada.

### 3.3.3. Empaque

La fruta destinada al mercado nacional se empaqueta en cajas de madera de 25-30 kg de capacidad; estas cajas sólo se llenan a la mitad para cuidar la presentación y conservación de la fruta, como insumos complementarios se emplea papel de china y tapas de cartón con las cuales se cubre la caja una vez que se ha llenado. La caja se ata con hilo de rafia para evitar que las tunas se derramen (foto 17).

La caja de madera llega a representar un alto costo para el productor durante la comercialización, los intermediarios generalmente piden cajas nuevas para que tengan las tunas una mejor presentación (foto 18).



Foto 17. Tuna empacada en caja



Foto 18. Venta de tuna en Mega Comercial

Su forma de empaque tanto para los mercados nacionales e internacionales aparece en el cuadro 3.9.

Cuadro 3.9. Formas de empaque según el destino de la producción

Mercado Nacional	Mercados Extranjero
Central de Abastos de la Ciudad de México y Estados de la República. -Rejas de madera de 25 kg Cadenas de supermercados: Comercial Mexicana (foto 19) y Wal-Mart. -Cajas de plástico de 25 kg; Cajas de cartón de 5 kg -Charolas de unicef forradas con plástico adherible.	Para el mercado extranjero se emplean cajas de cartón de 3 a 5 kg, la fruta se acomoda en forma horizontal y se envuelve con papel de china y una etiqueta con información de la procedencia, cantidad del producto, fecha de empaque y caducidad.

Fuente: Elaboración propia en base a prácticas de campo

En el envasado de cartón de 5 kg, la fruta se acomoda con la base de corte hacia arriba y en una sola capa. Este tipo de caja tiene importantes ventajas sobre el de madera como son: paredes inferiores lisas, de manera que el daño que sufre el fruto es menor y no se requiere revestimiento interior de papel.

Su principal desventaja es el precio, su menor resistencia mecánica y que es reusable, por lo que actualmente sólo se utilizan para la exportación. Para el mercado extranjero las cajas de cartón de 3 a 5 kg, algunas veces incluyen instructivos de la forma de consumo del producto.

## 3.4. Problemática

### 3.4.1. Producción

La principal está representada por dos grandes factores, los cuales se encuentran fuertemente relacionados y que son el nivel tecnológico y los costos de producción. En la producción de tuna se considera como parámetros el uso de insumos y maquinaria agrícola, desarrollado en la región Centro-Norte (Zacatecas y San Luis Potosí) donde se emplea dicha maquinaria para realizar una gran parte de las labores de cultivo.

En el Distrito, su uso es limitado en parte por la densidad de plantación (plantas a 4x4m), lo que provoca el empleo de una gran cantidad de mano de obra que aumenta los costos de producción. Igualmente la pendiente en donde están ubicados muchos terrenos y esto dificulta el acceso a varios de ellos, en especial, en épocas de lluvias.

### 3.4.2. Empaque

En el empaque, se acomodan las tunas desespínadas y seleccionadas en cajas de cartón o rejas de madera en que serán trasladadas al mercado. Tal es el caso del área en estudio, dado que la tuna se empaca en rejas de madera con capacidad de 18 a 28 kg, donde generalmente la fruta se deteriora por aplastamiento, ya que ésta se coloca de 4 a 6 capas, y debido a las rasgaduras de la cáscara, sufre la mercancía que queda en contacto con los filos de las rejas.

Información proporcionada por agricultores del municipio de San Martín de las Pirámides, señala que algunos compradores de Estados Unidos solicitan la tuna empacada en rejas nuevas con capacidad de 18 kg, aunque para el mercado de exportación y algunas cadenas comerciales de México, se empaca en cajas de cartón aproximadamente de 6 kg de capacidad, y ahí la acomodan en dos capas.

Al acomodar la fruta, esta actividad es realizada en cajas de madera, que por lo regular se sobrellenan con la idea de aprovechar el envase y manejar la mayor cantidad de producto. Lo anterior provoca considerables daños a las tunas por compresión.

Otro problema del empaque son las rejas sucias que ya han sido usadas con anterioridad, son fuente de microorganismos que provocan infección y descomposición del producto en un lapso de tiempo muy corto (foto 19).

Para resolver este problema, las rejas se pueden tratar con un baño de fungicida, práctica que no se realiza en esta zona. Los agricultores también mencionaron que los errores más comunes cuando se diseñan y fabrican las cajas (foto 20) para empacar, es que no cuentan con la resistencia suficiente y al poner unas sobre otras, en las de abajo, las paredes ceden, se doblan y las tunas se dañan por el aplastamiento.



Foto 19. Cajas en malas condiciones



Foto 20. Empaque de tuna

Las cajas no cuentan con información sobre la variedad, color, número, tamaño, procedencia y peso, tampoco llevan la información nutrimental de las tunas, Para los mercados norteamericano y europeo este es un requisito, indispensable así como los datos de procedencia, nombre de la empresa, ubicación y teléfono.

Y en muchas ocasiones, las tunas se envuelven en papel periódico cuya tinta es tóxica para la salud y sí en la etiqueta no lleva la información suficiente sobre la forma de eliminar la cáscara, la forma de consumir la tuna e información general sobre la procedencia, los clientes potenciales no van a aceptar el producto (Cañet, 2001).

# Capítulo 4.

## Comercialización, industrialización, transformación y problemática

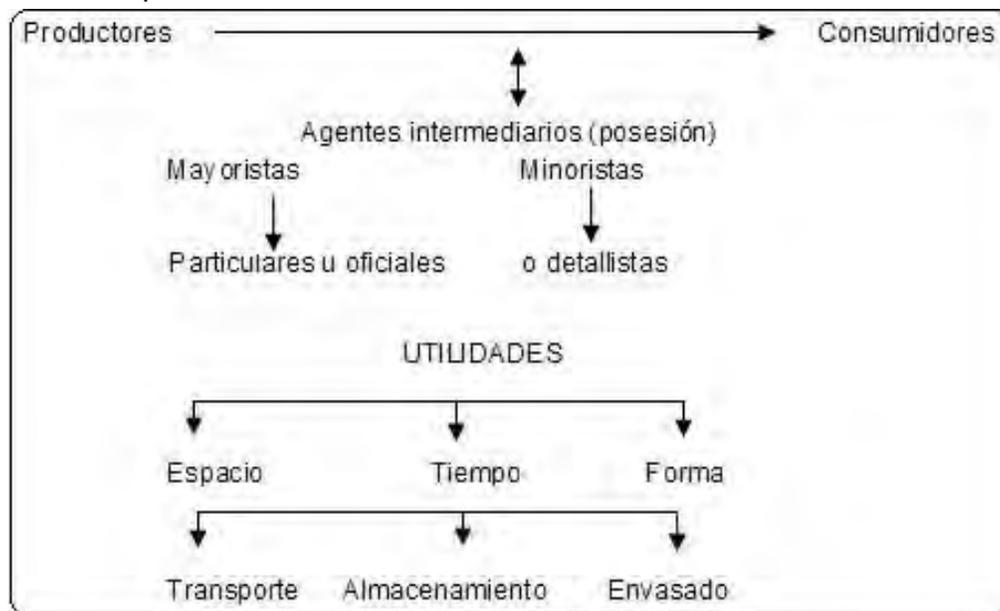
### 4.1. Comercialización

La comercialización de la tuna es sin duda la fase más importante de toda la cadena, pues generalmente, es aquí donde se establece la rentabilidad del producto.

De acuerdo con el concepto de comercialización, Thompson, Kobols y Downey y Futrell y la FAO citado por (García, 1990) se puede establecer lo siguiente: La comercialización de los productos agrícolas comienza con la decisión de los agricultores de producir mercancía para la venta y comprende todas las operaciones económicas y a los agentes que las realizan para adecuar los productos a los gustos y necesidades de los consumidores y moverlos de las explotaciones agrícolas hasta el consumidor final.

Se agregan unidades de espacio (transporte), de tiempo (almacenamiento), de forma (envasado) y posesión (traspaso de los productos de unos a otros individuos, hasta llegar al consumidor) que los hace más aptos para el consumo humano. Las utilidades o ganancias del producto que va desde el productor hasta el consumidor, son obtenidas por los agentes intermediarios (cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Concepto de comercialización



Fuente: Elaboró el autor en base a datos de campo

### **4.1.1. Funciones de la comercialización**

Son las que se dan en el proceso de captación de utilidades entre oferta y demanda, clasificándose: a) funciones de intercambio y b) funciones físicas.

a) *Las de intercambio*. Son aquellas actividades relacionadas con la transferencia de posesión de los bienes o productos.

-La compra. Significa buscar donde está la oferta, el acopio de los productos y las actividades asociadas con la compra.

-La venta. Debe ser interpretada en amplio sentido, ya que en ésta se pueden agrupar todas las distintas actividades que se conocen como mercadotecnia.

b) *Las físicas*. Involucran la manipulación (manejo) traslado y el cambio físico del producto como tal. Están orientadas a resolver los problemas de donde, cuando y como comercializar el producto.

-El transporte. Es un servicio que permite situar los productores en los lugares de residencia de los consumidores, agregándoles utilidades de espacio.

-Envasado. Consiste en introducir los productos en recipientes para protegerlos del deterioro físico, contaminación o adulteración, modificando la presentación del mismo, agregándole utilidades de forma, sin cambiar la naturaleza física de aquel producto. Los tipos de envase se clasifican: a) chicos que se refiere al comercio minorista: bolsa, lata, caja, botella; b) medianos se refiere al comercio al mayorista como los costales y c) grandes se enfocan al comercio internacional (camiones, pipas y cajas de contenedores).

### **4.1.2. Agentes de comercialización**

El agente puede concebirse como toda persona natural o jurídica que directa o indirectamente agrega valor al producto. El agente se clasifica en directo e indirecto:

a) Agente directo. Es toda persona natural o jurídica que llega a ser dueño de la mercancía o que sin llegar a serlo desempeña en forma directa el servicio de compraventa.

b) Agente indirecto. Persona natural o jurídica que sin ser propietario de la mercancía, y sin desempeñar directamente el servicio de compraventa, presta otros servicios fundamentales de apoyo a la comercialización.

A su vez, los tipos de agentes, se clasifican en acopiador y mayorista:

a) Acopiador. Este intermediario compra los productos directamente a los agricultores; generalmente reúnen pequeños volúmenes y los transporta a los centros de consumo o transformación (más cercanos o alejados), según el costo del flete y el volumen transportado. Pueden operar como agentes de algún mayorista:

b) Mayorista. Se trata de un agente que opera al por mayor con grandes partidas de productos y éste se clasifican en mayoristas de origen y mayoristas de destino:

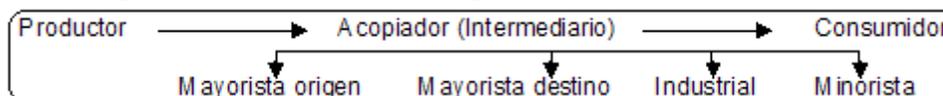
-Mayorista de origen. Es el que tiene instalaciones de comercialización, localizadas en las zonas de producción. Adquiere productos directamente del agricultor, aplica una serie de servicios y los envía a los centros de consumo.

-Mayoristas de destino. Tiene almacenes e instalaciones localizadas en los centros de consumo, a los que abastece con las mercancías que reciben de las zonas productoras, mismas que vende a los detallistas y otros agentes.

-Industrial. Fundamentalmente desempeña el servicio de industrialización agropecuaria, esto es, añade principalmente utilidades de forma.

-Minorista o detallista. Es un agente de comercialización que se relaciona con pequeñas partidas de productos, opera al por menor directamente al consumidor. Igualmente se relaciona con establecimientos especializados en un producto o grupo de productos (comercio minorista o tradicional). El caso del acopiador minorista es complejo, ya que ha evolucionado de dedicarse al comercio tradicional (vender en un solo lugar), hasta vincularse con grandes establecimientos.

Cuadro 4.2. Canal general para productos agropecuarios

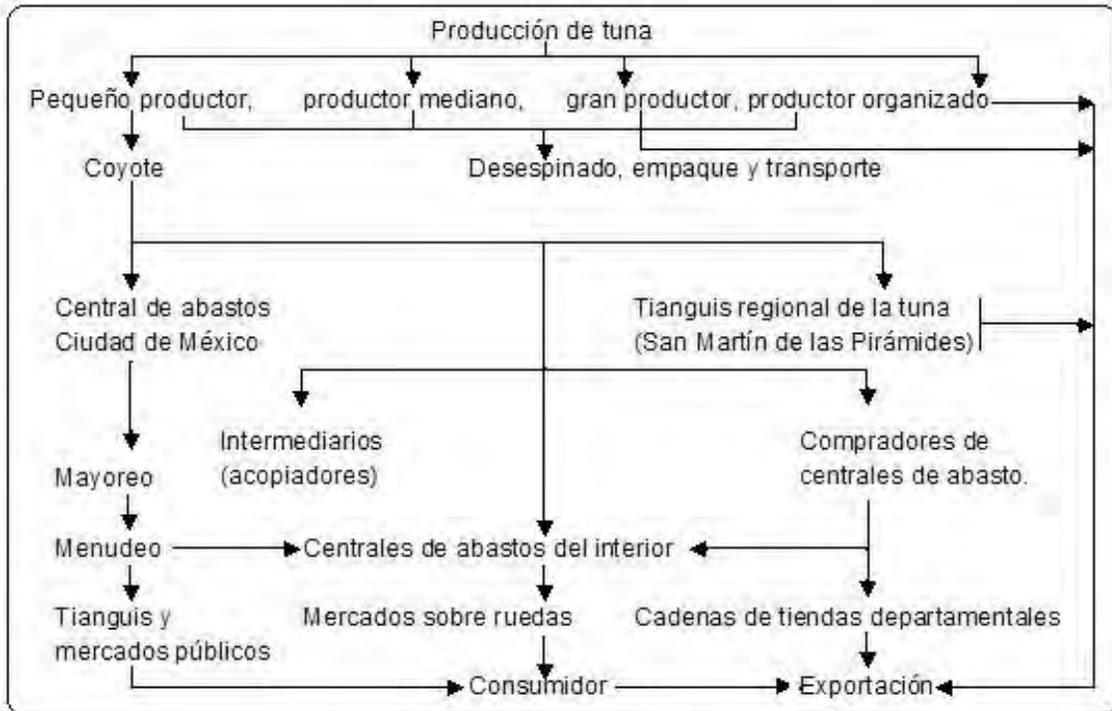


Fuente: Elaboró El autor en base a datos de campo.

#### 4.1.3. Canales de comercialización del DDR de Zumpango

Es el conjunto de agentes por los que pasa el producto que sale de los campos agrícolas hasta llegar al consumidor. También se le conoce como circuito de comercialización. En el cuadro 4.3, se explican los canales de comercialización de la producción de tuna en el Distrito.

Cuadro 4.3. Canales de producción y comercialización de tuna



Fuente: Elaboración propia en base a prácticas de campo

La producción de tuna es realizada por pequeños productores, que muchas veces venden su mercancía a “coyotes” a bajos precios, el productor mediano y gran productor, cuentan con mayor capital e infraestructura para cosechar tuna. Por su parte, el productor organizado, se caracteriza por estar constituido por una organización conformado tanto de pequeños y medianos productores.

La tuna cosechada se va a plantas desahuatadoras, donde el fruto se somete al proceso de desespinado, selección, empaque y posteriormente se transporta a los lugares de venta (foto 21). La producción se vende en cajas de madera de 25 kg y las calidades son de primera, segunda y tercera.



Foto 21. Producción y comercialización de tuna en el Distrito

El principal tianguis de la tuna es el de San Martín de la Pirámides, otro tianguis se ubica en Santiago Acolman; ambos se encuentran a las orillas de la carretera Pirámides-

Tulacingo. El primero es tradicional y más antiguo, además de ser el más grande, ya que la mayoría de los pequeños y medianos productores ofertan aquí su producto. En estos tianguis según datos proporcionados por dichos productores se comercializa alrededor del 70% de la producción de la región.

-Tianguis Regional. En el área de investigación existen dos tianguis regionales importantes, uno ubicado en San Martín de las Pirámides (foto 22) y Santiago Acolman que es el principal canal de comercialización a donde se destina el producto.

Al tianguis regional acuden todo tipo de intermediarios: Los de la Central de Abastos de Iztapalapa y de otros estados, tiendas de autoservicio y medianos comerciantes, quienes son los que generalmente fijan el precio de la tuna, en base a la oferta y demanda del producto.



Foto 22. Tianguis de la tuna ubicado en el municipio de San Martín de las Pirámides

La principal ventaja de los productores al comercializar en el tianguis es que el pago es al contado. Los tianguis y mercados públicos empiezan a trabajar desde que se inicia la cosecha de tuna, lo que puede ocurrir desde fines de mayo y hasta que se termina la temporada tardía a finales de octubre.

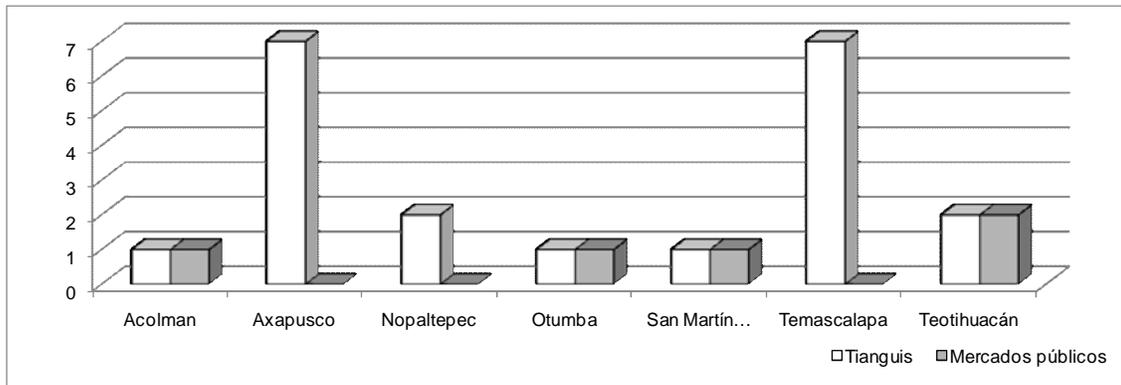
El horario de trabajo es de 9:00 a las 18 hrs. En cuanto al precio, este es más alto en la mañana, sobre todo en la época de lluvias, ya que si llueve, se moja el producto y los compradores pagan un menor precio. Existen otros tianguis y mercados públicos que comercializan el producto, mismos que no poseen las dimensiones de los anteriormente descritos (cuadro 4.4 y gráfica 4.1).

Cuadro 4.4. Unidades de comercio y abasto por municipio al 31 de diciembre de 2005

Municipio	Tianguis	Mercados Públicos
Acolman	1	1
Axapusco	7	0
Nopaltepec	2	0
Otumba	1	1
San Martín de las Pirámides	1	1
Temascalapa	7	0
Teotihuacán	2	2

Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de México (2005)

Gráfica 4.1. Tianguis y mercados públicos del DDR de Zumpango.\*



-Central de Abastos del Distrito Federal. Es uno de los canales de comercialización más importantes, ya que acapara un alto porcentaje de la producción de tuna en la región. Normalmente los bodegueros acuden al tianguis regional y compran tuna a varios productores. El precio es fijado por el comprador y está en función de la oferta y la demanda, además de la calidad del fruto.

Existen algunos productores que tienen sus propias bodegas (foto 23) en donde comercializan su producto directamente, e incluso llegan a comprar la producción de otros productores medianos en dicha central, alquilando piso, pagando por caja (\$60 pesos por caja). Sin embargo, el número de productores que se encuentran en este caso es mínimo.

Una problemática en la comercialización de tuna dentro de la central, es que esta fruta no se vende en los pasillos (foto 24) principales a comparación de del plátano, melón, naranja y sandía, sino en los secundarios (donde hay poca afluencia de personas); esto provoca que los posibles compradores no la vean y su consumo sea bajo.



Foto 23. Descarga de tuna



Foto 24. Venta en pasillos secundarios

Aunque San Martín de las Pirámides, se encuentra situada a tan solo 45 km de distancia de la Ciudad de México, los productores enfrentan sobre este proyecto una serie de riesgos vitales y personales que atentan contra su patrimonio material, ellos sufren accidentes (ponchaduras) y asaltos en carretera o en la Central de Abastos.

El desplazamiento del producto de la unidad de producción a la Central de Abastos de la Ciudad de México, implica una serie de gastos que son desfavorables para el ingreso del productor: gasolina, caseta de cuota e imprevistos, así como aquello que deben cubrirse por cada caja que ingresa, la maniobra y derecho de bodega.

-*Cadenas de tiendas departamentales.* Las tiendas que comercializan tuna son Wall Mart, Comercial Mexicana y Soriana. Estas presentan la particularidad de que no pagan inmediatamente, sino a los 15 o incluso 30 días después de recibir la mercancía.

-*Coyotes.* El resto de los productores que no cuentan con recursos suficientes para transportar y empacar la tuna, venden su cosecha a intermediarios que en algunos casos son productores de la misma región que cuentan con recursos suficientes o en algunos casos bodegueros de la Central de Abastos de Iztapalapa.

El trato se efectúa aproximadamente en los meses de abril a mayo, el comprador se compromete a pagar todos los gastos que incluye la cosecha (cortadores, cajas, etc.); dado que compran toda la producción, el número de cortes va a depender de la cantidad de tuna producida. Cabe destacar que este tipo de contratos a la palabra, conllevan un cierto grado de riesgo tanto para el productor como para el comprador.

Otras centrales de abasto también pueden llegar al tianguis regional, bodegueros de otras centrales como la de Ecatepec, o bien, existen casos en que se reúnen 5 a 6 productores medianos o pequeños, rentan colectivamente el flete y llevan la tuna a ciudades como Cuautla, Guadalajara, etc., en donde obtienen un mejor precio, pero sus costos aumentan por el concepto de flete y transporte.

El gran productor, tiene la infraestructura y los recursos para vender esta fruta. Por su parte, el consumidor (último escalafón en el proceso de comercialización de la tuna) es quien paga el precio final de la fruta, después de pasar las manos de intermediarios.

#### **4.1.4. Márgenes de comercialización**

Éstas son muy fluctuantes, ya que la mayoría de las veces son rangos de diferencias considerables, por estar en relación directa con el excesivo intermediarismo, mecanismo a través del cual se va elevando el precio del fruto hasta llegar al consumidor con un gran margen de diferencia en el mismo, deduciéndose de ello, que la mayor parte de las utilidades se obtienen no en la producción, sino en la comercialización de la tuna.

La estacionalidad de la producción, es decir, la obtención de la producción tunera durante un periodo de tiempo bien delimitado (junio, julio y agosto), la localización

geográfica de los principales centros de producción de tuna blanca que compiten con la producción de San Martín de las Pirámides como Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y el resto de los DDR del Estado de México.

Todos ellos, periféricos a la ciudad de México y con la misma disponibilidad de arribo al principal centro de abasto del área metropolitana, han aumentado la oferta en forma alarmante durante agosto, (mes de mayor producción) y, en consecuencia, es inevitable el desplome de precios (una disminución hasta del 80% con respecto al precio de inicio de la cosecha) donde algunas ocasiones apenas se logra cubrir los gastos de producción.

Algunas limitaciones para la disponibilidad de recursos en comercialización de la tuna son de carácter endógenas y exógenas. Entre las primeras se encuentran los recursos humanos, financieros y tecnológicos; en las segundas, la infraestructura nacional, regional y local, y las de carácter administrativo (SARH, 1993).

#### 4.1.5. Asociaciones comercializadoras

Al igual que en la producción de nopal tunero (capítulo 3), en varias ocasiones los productores de la región se han organizado para la comercialización de la tuna. Existen en el área en estudio, alrededor de 134 organizaciones constituidas desde 1997 según cifras del Gobierno del Estado de México; aunque, éste ha reconocido que no les ha dado un seguimiento constante.

Cuadro 4.6. Algunas asociaciones de productores-comercializadores de Tuna. 2004

Nombre de la Asociación	No. socios
Organización Productiva de Nopal y Tuna Atlatongo	7
Grupo Emiliano Zapata Tlaxatempa	7
Organización Productiva de Nopal y Tuna La Colonia Agrícola del Progreso	13
Organización Productiva de Nopal y Tuna Temeyo	10
Grupo Santiago Tepetitlán	35
Grupo Actipac	19
Grupo Ejido Santa María Coatlán	8
Grupo Mazapa	12
Productores de Nopal y Tuna Aguirre	6
Grupo Tlaxinga	6
Grupo Purificación	32
Grupo Ejido Tlaxinga	6
Asociación de Tuneros Agros del Padre Tembleque	11
Grupo de Productores de Tuna y Xoconostle El Llano	20
Cactus Teotitlán	40
Grupo Alameda	30
Grupo Productores de Tuna Tenango	22

La Mascota	14
Asociación de Productores de Nopal Verdura Lerma	18
Asociación de Productores de Tuna, Xoconostle y Maguey Coyotepec	7
Asociación de Productores de Tuna, Nopal y Xoconostle "Progreso"	17
Grupo de Productores de Tuna y Xoconostle La Mocha	8
Productores Asociados de Tuna de S. Tolman Chiconquiaco	20
Grupo de Productores de Tuna y Xoconostle La Calera	11
Xoconostle "Nuevo Ingreso"	
Grupo de Tuna, Nopal, Xoconostle y Productos Agropecuarios Zoapayuca	19
Grupo de Productores Rurales de Tuna y Xoconostle Tlalmimilolpa	13
Grupo de Productores de Nopal y Tuna Milton	10
Grupo de Productores de Santa María Las Palomas	42
San Isidro de Tlaltica	37
Grupo Totolapa	38
Asociación Local de Productores Rurales Oxtotipac	95
Grupo Tepatzingo Productores de Nopal Tunero Verdura y Xoconostle	40
Grupo Tomatlán	7
Unión de Productores de Tuna y Xoconostle San Martín	10
Grupo San Felipe Zacatepec	61
Grupo de Productores de Tuna y Xoconostle Atla	20
Grupo San Antonio Ometusco	15
Consejo Mexicano de la Tuna	

Fuente: Gobierno del Estado de México (2004), Dirección de Cultivos Intensivos

#### 4.1.6. Normas de calidad

El aspecto de un producto involucra las características de tamaño, color y forma. Con base en ello, Moreno y Campos (1997) sugirieron que el aspecto es probablemente el atributo de calidad que mayor influencia tiene en la determinación del valor comercial de un producto, ya que la gente “compra con los ojos”.

El concepto actual de la calidad de la tuna (foto 25), los criterios dominantes son tamaño de fruto y apariencia externa. La tuna debe ir envuelta en papel individual (puede ser papel de china), totalmente libre de espinas, estar bien desarrollada, entera, sana, fresca, limpia, de consistencia firme y cáscara lisa.



Foto 25. Exposición de tuna que cumple la NOM

La existencia de normas de calidad para frutas es importante porque permite que las operaciones comerciales sean más justas, de manera que a mayor calidad corresponda un mejor precio. Aunque en la realidad, y en el caso de la tuna, esto se encuentra sesgado por la ley de la oferta y la demanda.

Para ello está la NOM-FF-30 Norma Oficial Mexicana para la Tuna en estado fresco en la cual se especifican las características que deben reunir los frutos con relación a sanidad, apariencia y tamaño. También abarca todas las especies de cactáceas del género *Opuntia*. De aquí que haya ambigüedades en cuanto a la clasificación de la tuna.

La tuna en el Distrito puede tener los siguientes grados de calidad: Extra, Primera y Segunda, así como la tuna que no cumple con los requisitos de la norma anterior. En cuanto al código de tamaño, las tunas de la región se encuentran básicamente entre la letra A y la E. Esto da idea que en la región, la producción de tuna presenta una gran heterogeneidad.

La norma de referencia para la Tuna, se complementa en las Normas Oficiales Mexicanas: a) NOM-FF6. Para productos alimenticios no industrializados para uso humano. Fruta fresca: terminología; b) NOM-FF-9. Usada en productos alimenticios no industrializados para uso humano. Fruta fresca: determinación del tamaño con base en el diámetro ecuatorial y c) NOM-FF-15. En productos alimenticios no industrializados para uso humano. Fruta fresca: determinación de sólidos solubles totales.

Estas normas deben de cumplir las siguientes especificaciones, las cuales se verifican sensorialmente: a) Estar enteras; b) De consistencia fina y firme; c) Estar sanas, excluyéndose todo producto afectado por pudrición o que este deteriorado de tal manera que no sea apto para su consumo; d) Estar limpias, exentas de materia extraña visible (tierra, manchas o residuos de materia orgánica; e) Estar exentas de humedad exterior anormal; f) Estar exentas de daños causados por plagas o enfermedades; g) Estar exentas de cualquier olor y/sabor extraño y h) Presentar un desarrollo y grado de madurez suficiente que permita el transporte, manejo y la llegada a su destino en condiciones satisfactorias.

En este punto, es necesario considerar los problemas de calidad observados en las tunas en los mercados de Estados Unidos, señalados por Cantwell (1992): Apariencia general no atractiva, daños mecánicos, deshidratación, presencia de aguates, decoloraciones superficiales, pudriciones, variaciones no deseables de formas y tamaños; la misma autora resalta que los problemas de la calidad de la tuna se concentran en los daños que se presentan en la cáscara y al cortar, vaciar, tirar y/o bien desespinan la tuna.

#### 4.1.7. Precio

El precio de venta tanto en el mercado externo como en el mercado interno es muy variable ya que intervienen en su fijación las fuerzas de la oferta y la demanda. Los agentes involucrados en la fijación de los precios en el mercado externo son el receptor (Bróker) y el mayorista; ellos constituyen el punto de enlace entre los productos agrícolas mexicanos y los diferentes niveles de consumo en los Estados Unidos, ya sea con los mercados terminales, mayoristas y supermercados (Flores, 1994).

Una forma común de operar de estos agentes, consiste en indicar a las receptoras ubicadas en las aduanas la cantidad de producto que requiere acopiar y el precio que están dispuestos a cubrir según la rapidez con que se requiera el pedido. Para la tuna no se conoce muy bien el efecto de este mecanismo, ya que se considera como un fruto exótico de exportación, y no tiene la importancia de las hortalizas.

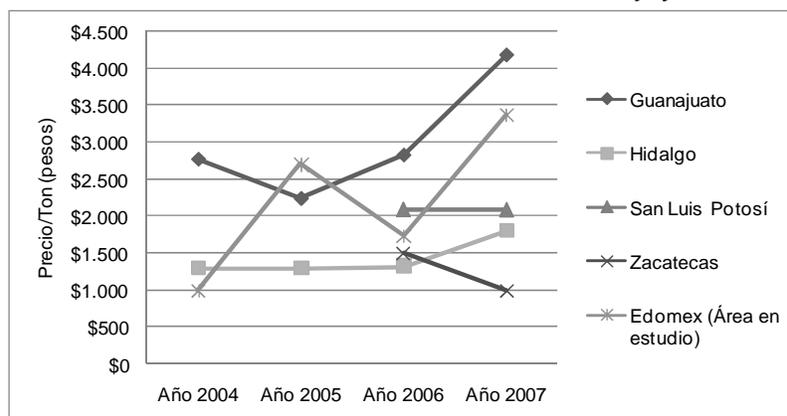
En el mercado nacional, lo que más influye en la fijación del precio es la oferta y demanda del producto en las centrales de abasto. La mayor parte de la producción de tuna de la región llega a la Central de Abasto del D.F. Sin embargo, un volumen importante es comercializado en otras centrales de abasto del país, destacándose la de Guadalajara, Cuautla, Monterrey, etc.

Cuadro 4.7. Precio/Ton a nivel nacional de tuna variedad Alfajayucan 2004-2007

Año	Guanajuato	Hidalgo	San Luis Potosí	Zacatecas	Edomex (Área en estudio)
2004	\$2 767	\$1 303			\$1 000
2005	\$2 238	\$1 302			\$2 700
2006	\$2 824	\$1 328	\$2 094	\$1 502	\$1 736
2007	\$4 172	\$1 805	\$2 092	\$1 000	\$3 369
Promedio	\$3 000	\$1 435	\$2 093	\$1 251	\$2 201
%	36	17	13	8	26

Fuente: Elaboración propia en base al SIAP (2008)

Gráfico 4.2. Precio/Ton a nivel nacional de tuna variedad Alfajayucan 2004-2007



En cuanto al promedio (2004-2007) del Precio/Ton nacional de tuna, el estado que tuvo el mayor precio por tonelada, fue Guanajuato, con un promedio de \$3 000 Precio/Ton (36%), seguido por el Estado de México (área en estudio), con \$2 201 Precio/Ton (26%); en Hidalgo es de \$1 435 Precio/Ton (17%). Cabe aclarar que los datos para los años 2004 y 2005 en los estados de San Luis Potosí y Zacatecas no estuvieron disponibles; solamente se obtuvieron datos de los años 2006 y 2007. En San Luis Potosí, el precio/Ton de tuna se ubicó en \$2 093 (13%) y Zacatecas de \$ 1 251 Precio/Ton (8%).

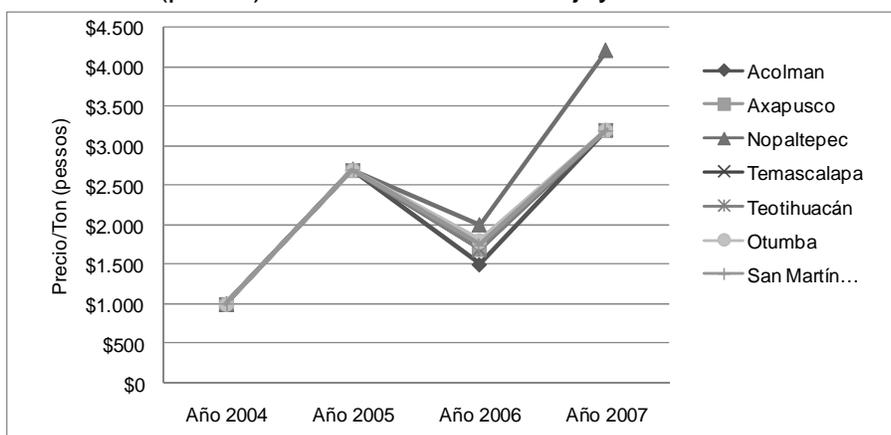
Cuadro 4.8. Precio/Ton de tuna variedad Alfajayucan. 2004-2007.

Año	Acolman	Axapusco	Nopaltepec	Temascalapa	Teotihuacán	Otumba	San Martín...
2004	\$1 000	\$1 000	\$1 000	\$1 000	\$1 000	\$1 000	\$1 000
2005	\$2 700	\$2 700	\$2 700	\$2 700	\$2 700	\$2 700	\$2 700
2006	\$1 500	\$1 700	\$2 000	\$1 700	\$1 700	\$1 800	\$1 750
2007	\$3 200	\$3 200	\$4 200	\$3 200	\$3 200	\$3 200	\$3 200
Promedio	\$2 100	\$2 150	\$2 475	\$2 150	\$2 150	\$2 175	\$2 163
%	14	14	16	14	14	14	14

Fuente: Elaborado en base al SIAP (2008).

El año donde el precio estuvo más bajo fue el 2004 con \$1 000 pesos/Ton; el 2005 fue el mejor año ya que el precio/Ton casi se triplica. Para el 2006, los precios bajaron, Acolman fue el más bajo con \$1 500/Ton, mientras que Nopaltepec fue de \$2 000/Ton, siendo el más alto. En el 2007, los precios subieron considerablemente en todos los municipios. Nopaltepec tuvo el mayor incremento con \$ 4 200/Ton (16% total del Distrito).

Gráfica 4.3. Precio/Ton (pesos) de tuna variedad Alfajayucan. Periodo 2004-2006.



El precio de la tuna denota fuertes movimientos estacionales en cualquier central de abastos o mercado del país. El periodo de comercialización, generalmente comprende de mayo a octubre para la producción del Distrito; en algunos casos la comercialización se extiende hasta noviembre.

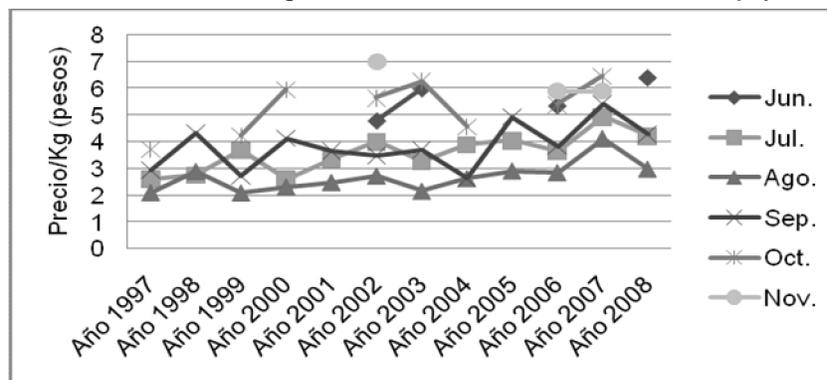
A partir de los datos de precios proporcionados por el Servicio Nacional de Información e Integración de Mercado (SNIIM) de la Secretaría de Economía (SE), se realizó un cálculo de precios reales mensuales (cuadro 4.9 y gráficas 4.4 y 4.5) de la tuna en la Central de Abasto del Distrito Federal (1997-2008).

Cuadro 4.9. Precios promedio de kg de tuna en la Central de Abastos del D.F. 1997-2008

Año	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Promedio
1997		\$2.61	\$2.10	\$2.94	\$3.72		\$2.9
1998		\$2.75	\$2.89	\$4.34			\$3.37
1999		\$3.69	\$2.08	\$2.74	\$4.23		\$3.23
2000		\$2.6	\$2.31	\$4.14	\$5.95		\$3.79
2001		\$3.36	\$2.48	\$3.67			\$3.18
2002	\$4.80	\$4.01	\$2.72	\$3.50	\$5.64	\$7.00	\$4.61
2003	\$6.00	\$3.26	\$2.15	\$3.70	\$6.27		\$4.28
2004		\$3.91	\$2.62	\$2.65	\$4.55		\$3.43
2005		\$4.05	\$2.91	\$4.94			\$3.97
2006	\$5.36	\$3.64	\$2.85	\$3.85	\$5.39	\$5.91	\$4.50
2007		\$4.95	\$4.13	\$5.43	\$6.46	\$5.91	\$5.38
2008	\$6.41	\$4.22	\$2.98	\$4.28			\$4.35

Fuente: Secretaría de Economía. Varios Años. Servicio Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), Precios Mensuales de tuna en varias centrales, <http://www.economia-sniim.gob.mx>

Gráfica 4.4. Evolución del Precio/Kg mensual de tuna variedad Alfajayucan 1997-2008

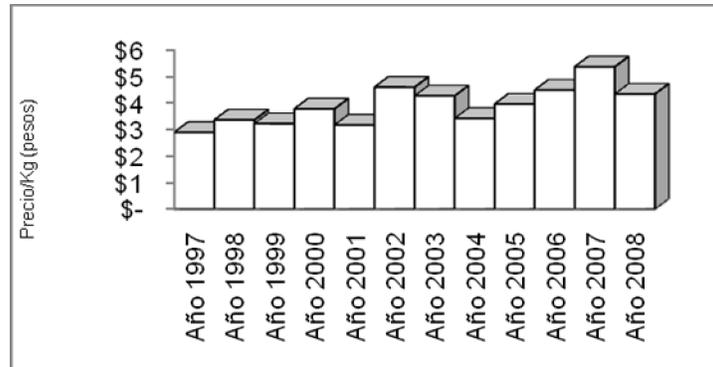


En el periodo 1997-2008 la evolución en el precio mensual por Kg de la tuna, (julio-noviembre) se comportó de la siguiente manera: En el mes de junio, el precio más alto fue de \$6.41 pesos/Kg (año 2008) y el más bajo de \$4.8 pesos/kg (2002). Para julio el precio más bajo fue de 2.60 kg (2000) y el más alto fue de \$4.95 (2007). En agosto el precio más bajo fue de \$2.08 Kg (1999) y el más alto \$4.13 Kg (2007). En septiembre, el precio más bajo fue de \$2.65 Kg (2004) y el más alto fue de \$5.43 Kg (2007). En octubre, el precio más bajo fue de \$3.72 Kg (1997) y el precio más alto se registró diez años después con \$6.46 Kg. En noviembre ya cuando la venta de este producto es ya tardía,

el precio más bajo fue \$5.91/Kg registrándose en los años 2006 y 2007. El precio más alto de todo el periodo ocurrió en noviembre del 2002 (\$7.00/Kg).

Respecto a la Gráfica 4.5, el precio promedio más alto correspondió al año 2007, con un precio de \$5.3/Kg pesos, seguida en 2004 con \$4.6/Kg. El precio más bajo se dio en 1997 con \$3.00/Kg.

Gráfica 4.5. Precio/ Kg anual de tuna en la Central de Abastos D.F. 1997-2008



#### 4.1.8. Participación estatal en la comercialización

En cuanto a la participación estatal en la fase de comercialización, se tiene que ésta se ha dado a través de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), que pertenece a la Secretaría de Agricultura (SAGARPA) y más recientemente con la formación del Consejo Nacional de Nopal y Tuna (COMETUNA) quien ha organizado a los productores para el acopio y la comercialización. Este organismo, cuenta con un comité de comercialización, el cual ha trabajado con algunos productores.

La COMETUNA (2001) ha fomentado que los productores de la región participantes en este programa constituyan la Sociedad de Solidaridad Social llamada "Productores del Sol de Teotihuacán" integrada aproximadamente por 70 productores.

Para la comercialización la COMETUNA ha recurrido a bodegueros de la Central de Abastos del Distrito Federal; así como a la tienda MEGA Comercial Mexicana. Según las experiencias contadas, estas han sido muy variadas; la principal desventaja de trabajar con Mega Comercial Mexicana, esta tienda compra a crédito de 7 a 30 días.

Situación que representa un problema debido a que los productores requieren dinero constantemente para pagar el corte y el desahuatado. Una ventaja de trabajar con Comercial Mexicana es que ellos aportan la reja de plástico en donde se coloca la tuna, lo cual representa un ahorro para el productor.

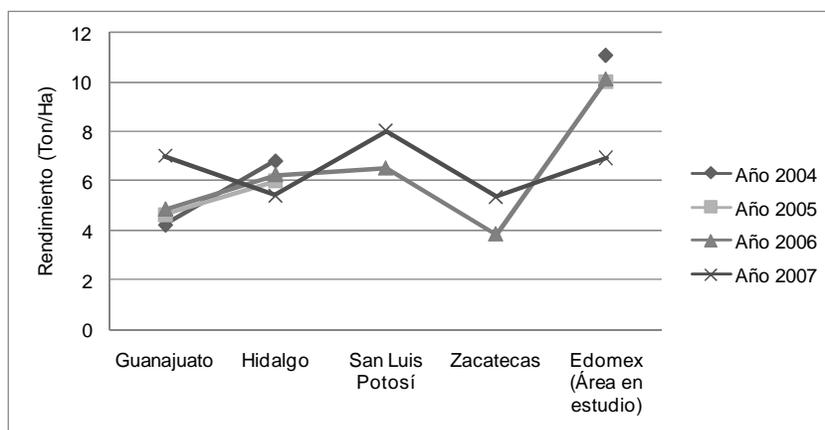
Cuadro 4.10. Rendimiento nacional Ton/Ha de tuna variedad Alfajayucan. 2004-2007

Año	Guanajuato	Hidalgo	San Luis Potosí	Zacatecas	Edomex (Área en estudio)
2004	4.21	6.79			11.06
2005	4.63	5.99			10.00
2006	4.84	6.24	6.50	3.83	10.11
2007	6.99	5.40	8.00	5.35	6.92
Promedio	5.17	6.11	7.25	4.59	9.52
%	19.34	22.85	13.57	8.59	35.64

Fuente: Elaboración propia en base al SIAP (2008)

A nivel nacional, los rendimientos más altos en la producción de tuna (2004-2007), correspondió al Distrito con un promedio de 9.52Ton/Ha (35.64% del total nacional); Hidalgo tuvo un promedio de 6.11Ton/Ha (22.85%); Guanajuato con 5.17 Ton/Ha (19.34%). En lo concerniente a los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, solamente hay datos para los años 2006 y 2007; el primero tuvo un promedio de 7.25 Ton/Ha (13.57%). y el segundo con 4.59 Ton/Ha (8.59%).

Gráfica 4.7. Rendimiento nacional Ton/Ha de tuna. 2004-2006

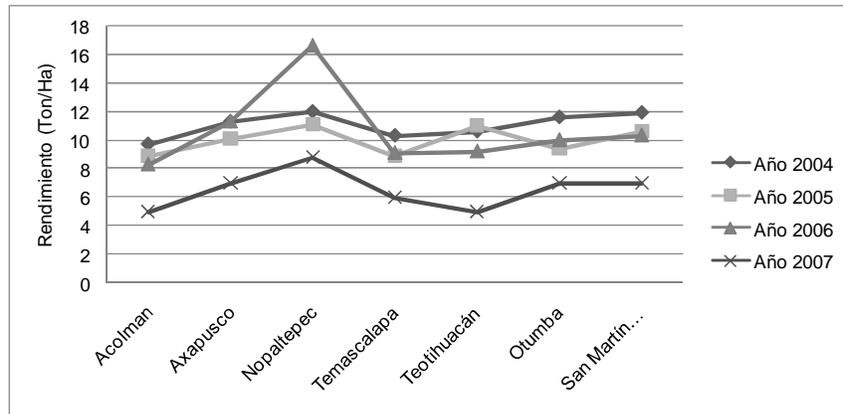


Cuadro 4.11. Promedio de rendimientos Ton /Ha de tuna en el Distrito. 2004-2007

Año	Acolman	Axapusco	Nopaltepec	Temascalapa	Teotihuacán	Otumba	San Martín...
2004	9.70	11.30	12.00	10.30	10.60	11.60	11.93
2005	8.90	10.10	11.10	8.90	11.00	9.40	10.60
2006	8.30	11.30	16.60	9.10	9.20	10.00	10.33
2007	5.00	7.00	8.80	6.00	5.00	7.00	7.00
Promedio	7.98	9.93	12.13	8.58	8.95	9.50	9.97
%	11.90	14.81	18.09	12.80	13.36	14.18	14.87

Fuente: Elaboración propia en base al SIAP (2008)

Gráfica 4.8. Rendimientos Ton/Ha de tuna en el Distrito. 2004-2007



En el cuadro 4.11 y gráfica 4.8 se destaca que el municipio de Nopaltepec es el que tuvo el mayor promedio de rendimiento con 12.13Ton/Ha (18.09% del total del Distrito), seguido por San Martín de las Pirámides con 9.97 Ton/Ha (14.87%); y Acolman tuvo el menor rendimiento con 7.98 Ton/Ha (14.81%).

Los productores comentan, que solamente han trabajado con Mega Comercial, porque Wal-Mart es muy estricta en calidad, ya que esta tienda les pide que lleven el producto a cada sucursal. En contraste, los encardados de Mega se encargan de distribuir la mercancía en todas sus tiendas.

Algo que es importante mencionar respecto a los productores, es la forma de empacar la tuna, la cual ha sido causa de problemas en la comercialización. Es común que mezclen las calidades de tuna aún cuando se le pide únicamente tuna de primera o segunda, situación que los compradores al darse cuenta de esta falla en el empacado, regresen el producto y no le paguen al productor.

#### 4.1.9. Problemática de la comercialización

Al igual que muchos otros cultivos agrícolas, es precisamente el proceso de comercialización el cuello de botella que obstruye el dinamismo de la actividad productiva.

-Los patrones vigentes de mercadeo no contribuyen a capitalizar a los productores tuneros del municipio; ya que el canal de mercantilización de la tuna se destaca por la intervención de los agentes de mercadeo:

-El acopiador rural es el agente que establece un contacto directo con el productor (acapara el 80% de la producción de toda la región). Se puede identificar dos tipos de acopiadores: a) los de origen y b) los foráneos:

a) Los de origen son un reducido grupo de productores del mismo municipio, cuya capacidad económica no solo les permite trasladar su producción al mercado, sino, además, acaparar la producción de la gran mayoría de productores que carece de medios de transporte y de los recursos necesarios para continuar el proceso de comercialización de la tuna. b) Los foráneos son aquellos acaparadores ajenos a la comunidad que llegan al municipio. Algunos de ellos han instalado bodegas permanentes en la cabecera municipal, en donde concentran la tuna que adquieren de los productores a precios muy bajos inmediatamente después de la cosecha.

Lo anterior se sustenta en la escasa capacidad de negociación que posee el producto, debido en gran parte a la falta de organización para la comercialización, la inadecuada capacitación para la venta de sus productos y la inexistencia de infraestructura comercial, así como su limitada liquidez.

Los problemas de comercialización más sentidos por los intermediarios:

-Los productores no realizan un serio control de calidad con la fruta de primera y segunda calidad; lo mismo ocurre con la segunda y tercera; de esta manera se ven reducidas las ganancias de intermediarios detallistas.

De ahí desvían ciertas características principales que influyen en una mala presentación del fruto: tamaño (chico); color (a veces no es uniforme por la falta de madurez, o bien, porque no se coloca rápido el mercado y aparecen manchas cafés); existencia de espinas (cuando no se realiza adecuadamente el despeinado); golpes en el fruto (por el mal manejo en la cosecha y postcosecha); existencia de enfermedades o afectaciones climatológicas (agrietamiento, malformaciones) y presentación del fruto (empaque, limpieza, vigor, brillo).

-El exceso de oferta desde finales de julio y principios de octubre hace que baje drásticamente el precio de la fruta, y muchas veces se prefiere dejar el fruto en la huerta, como materia orgánica.

-El mercado de la tuna en época de producción es muy fluctuante: los precios no se estandarizan y las ventas son muy irregulares, por lo tanto se corren riesgos, pues muchas veces el comprador exige precios por abajo del costo de producción.

-La competencia con otros estados de la República que también producen tuna hace más difícil la venta del producto; ya que la fase de comercialización de tuna en el Distrito, se caracteriza por un alto grado de intermediarismo en los canales de venta y distribución, lo que provoca que la mayor parte de los beneficios no se obtengan en la producción, sino en la comercialización. El principal problema de la comercialización en la región de estudio, así como en el mercado nacional es la concentración en un periodo (junio-octubre).

-El mercado de exportación está sujeta en muchas ocasiones a la poca seriedad y honradez de los intermediarios y compradores (COMETUNA, 2001), los cuales a veces no liquidan los envíos de tuna blanca de la región de San Martín de las Pirámides coincide con la cosecha de tuna en otros estados, motivo por el cual el mercado se satura y por lo tanto los precios de tuna bajan a tal grado que en ocasiones ni siquiera logran cubrir los costos de producción.

Otro problema es la presentación de la fruta, lo que se comercializa sin un proceso de beneficio sistematizado que implica limpiarla de espinas con máquina desahuatadora adecuada a las características del fruto, selección y empaque de acuerdo a la necesidades del mercado, mejorando su presentación, de tal manera que se pueda comercializar a sus mejores precios retribuyendo una mayor utilidad al productor.

-No existe un mercado asegurado; faltan más espacios de acopio y almacenamiento para la conservación de la tuna; los productores carecen de infraestructura de transporte para mover su producto; hay grandes fracasos en la organización de productores; amplia oscilación de precios; desarticulación de la cadena productiva, en el que los procesos de producción y comercialización se dan por separado; presencia de “coyotes” o intermediarios; no hay sistema de información de mercado donde se obtengan y difundan todos los datos sobre producción y los precios en forma expedita, suficiente y oportuna.

#### **4.1.10. Intermediarismo**

El mercado de la tuna se caracteriza por un elevado nivel de intermediarismo que dificulta la comercialización y determinan los bajos precios que recibe el productor y eleva los precios del consumidor de acuerdo al tamaño de la cadena de intermediación. (Higuera, 1996) y los intermediarios ejercen un estricto control del mercado, dados los amplios recursos económicos y relaciones comerciales que poseen (foto 26).



Foto 26. Intermediarios de la tuna

La falta de organización, los escasos recursos económicos, el desconocimiento de mercado y la falta de capacitación de los productores, entre otros, ocasionan que permanezca la intermediación. Los márgenes de comercialización de la tuna son muy fluctuantes, debido a que todo producto agrícola, está en función directa de la estacionalidad de la producción, de la oferta-demanda y del papel que desempeña el intermediarismo.

Estos aspectos son aprovechados para elevar el precio, ocasionando que las utilidades más altas se obtengan en el proceso de comercialización del producto; y como resultado de esto, el menor beneficiado es el productor.

#### **4.1.11. Mercados potenciales**

Demanda nacional. La tuna es un fruto que tiene gran importancia en México, este se observa a través del incremento que se ha manifestado su demanda en los últimos años en las principales ciudades del país. Una ventaja que presenta el Distrito, es que está ubicado cerca de uno de los mercados más importantes del país: Ciudad de México.

Geográficamente el mercado de la tuna se circunscribe a la zona del altiplano, dejando fuera en forma significativa a los estados costeros. Esto no quiere decir que la población localizada en estas regiones no consuma tuna, pero su propensión a consumir la fruta es limitada, en parte por patrones culturales diferentes y por la falta de distribución eficiente del producto en estas regiones.

En cuanto a características del consumidor, existe una relación inversa entre el ingreso y la demanda, por lo que se cree que la clase media y baja en términos de ingreso, son los principales consumidores de tuna, y a medida que se incremente el ingreso, las familias tienden a consumir menos tuna, reemplazándola por frutas más convencionales.

Este hecho se refleja en que gran proporción de la tuna se comercializa en comercios de acceso popular (tianguis, mercados municipales y al borde de carretera), siendo baja la proporción que se destina los supermercados.

*Oferta internacional.* Antes de analizar la oferta mundial, se debe tener presente que el nopal tunero constituye una aportación de México al mundo, ya que todas las variedades de importancia económica tiene su origen en México.

En la actualidad, en la mayoría de los países productores (mencionados en el capítulo 2) obtienen tuna como producto secundario, dado que el nopal se utiliza principalmente como forraje, para la conservación de suelos, o es mínima su superficie cuando se trata de plantaciones comerciales, por lo que solo incurren en los mercados domésticos. A nivel internacional, se explota comercialmente tuna en México, Italia, Chile, Sudáfrica, Israel y EUA.

En este sentido (Flores et al, 1995) se tiene conocimiento que Italia abastece en su totalidad al mercado Europeo y gran parte de la demanda de Estados Unidos y Canadá, siendo el principal país exportador de tuna en la actualidad, y por lo mismo el competidor más importante de la tuna mexicana, ya que el mercado italiano ha tenido una amplia cobertura y niveles de producción y productividad que le han permitido establecer efectivos mecanismos de comercialización.

El consumo de tuna se concentra en México, Estados Unidos (principalmente por la población de origen mexicano e italiano), en Europa destacan Italia que es un productor importante, Alemania y Holanda. Esto es de suma importancia por el gran potencial que implican estas poblaciones (Lira, 1995).

En cuanto a superficie cultivada, y producción de gran diversidad de variedades, México ocupa el primer lugar, sin embargo, existen diferencias muy marcadas con otras naciones en cuanto a nivel tecnológico, lo que se traduce en bajos rendimientos. Aún así, el país presenta una ventaja comparativa basada en su superficie 5 veces mayor que Italia, 40 veces mayor que Chile y 200 veces mayor que Estados Unidos (cuadro 4.12).

Cuadro 4.12. Características de producción de tuna en los principales países productores

Concepto	Italia	Chile	EUA	México
Superficie (Ha)	8 022	999	250	50,000
Rendimiento (Ton/Ha)	10-20	6-10	10-20	2-12
Variedades	Gialla, Rossa, Blanca	Chilena (Til-Til)	Italiana (Roja)	Gran variedad
Exportación	Europa, EUA	Europa, EUA	N0	EUA, Canadá y Alemania
Cosecha: época y forma	Sep-Dic Cuchillo	Nov-Mar	Nov-Mar Cuchillo	Abr-Oct Cuchillo y manual

Fuente: Flores, 1995

La región en estudio se encuentra ante un panorama mundial en que sólo se han exportado mínimas cantidades de tuna, sobre todo a Estados Unidos, ya que la

producción es para consumo local y regional. La Unión Americana es un mercado insatisfecho, y en el que actualmente solo Italia representa un serio competidor, lo que abre la posibilidad de diversificar los mercados, sobre todo cuando la tuna en el mercado nacional se encuentra en una situación de mercado sobresaturado.

La demanda en Estados Unidos, el sur y el centro es abastecido por México y el noreste (con gran población de origen del mediterráneo europeo) es abastecido por Italia. Igualmente, Europa es abastecida casi en su totalidad por Italia, aunque en el verano austral (invierno en el hemisferio norte) entran al mercado europeo Chile y Sudáfrica, por lo que casi no encuentran competencia por fruta del mediterráneo. También Europa Oriental y los países árabes representan mercados potenciales.

Una problemática en la comercialización para México son las vías de comunicación, el transporte y las técnicas de conservación. A diferencia de Italia, que tiene sistemas de transporte más eficientes a menores costos (Flores, 2002).

En el país, el 95% de la superficie de tuna está ocupada por variedades de color blanco, mientras que en otros países se produce tuna de diferentes colores. Las oportunidades que se presentan para la tuna mexicana, está en aprovechar la experiencia de los italianos en la comercialización, tanto en el manejo como en las vías de acceso a los diferentes mercados.

Cuadro 4.13. Países con diversas características para la comercialización de tuna.

País	Superficie (Ha)	Rendimiento (Ton/Ha)	Producción (Ton)	Exportación (Ton)	Importación (Ton)
México	72 500	6.75	489 500	7 500	0
Italia	2 500	20.00	50 000	15 000	100
Sudáfrica	1500	10.00	15 000	250	0
Chile	1000	7.00	7 000	40	0
Israel	300	25.00	7 500	60	0
Colombia	200	10.00	2 000	100	0
Estados Unidos	200	20.00	4 000	100	8 000
Totales	78 200	7.35	575 000	23 050	8 100

Fuente: Flores, 2002

En el cuadro anterior se destaca que para el caso de México, la superficie de producción de tuna 72 500 Ha está por encima de países como Italia, Chile, Israel, Colombia y Estados Unidos.

En cuanto a los rendimientos México tiene los más bajos con una media de 6.75 Ton/Ha, debido a que un gran número de productores, por falta de recursos, no atienden adecuadamente sus huertas. Los países del hemisferio norte como Estados Unidos, Italia

e Israel, presentan rendimientos altos, resultado de prácticas adecuadas de abono, fertilización, riego, podas, combate de plagas, enfermedades y forzamiento en su fructificación. Los países que pertenecen al hemisferio sur tales como Chile, Colombia y Sudáfrica sus rendimientos son variables (alta producción de tuna en plantaciones bien atendidas y con apoyo de riego y baja en las plantaciones de temporal).

México tiene un volumen de producción superior al resto de los países (489 500 Ton), pero en el rubro de la exportación, el país se queda por debajo ante el resto de los países con menor superficie. Ejemplo, está el caso de Italia (con superficie de 2 500 Ha y rendimiento de 20 Ton/Ha). Irónicamente, estas naciones a pesar de tener una menor superficie, menor producción y menor riqueza en la variedad de tunas, exportan un mayor volumen y un mayor número de países.

#### **4.1.12. Experiencia de comercialización en la Región**

Según experiencias contadas por productores, en el año de 1995, hubo un proyecto piloto sobre la exportación de tuna de San Martín de la Pirámides a Estados Unidos, que trató de realizar una unión de productores.

Dicha unión tenía una mala organización, la asistencia técnica con la que contaba era deficiente, ya que, para empezar, no se hizo un contrato de compraventa por escrito donde se definieran aspectos y bases de acuerdo entre las partes. Al momento de realizar las transacciones de venta a Estados Unidos, el contrato sólo se hizo de palabra y eso le restó estabilidad, y sobre todo seguridad.

En segundo lugar, la decisión de exportar fue tomada principalmente por los productores, pues no se tenía bien planeado a detalle uno de los pasos a seguir, y por lo tanto, la producción no estaba preparada por falta de materias primas relacionadas con el empaque, debido a que hubo problemas con el proveedor de cajas, papel, el transporte no estaba listo, la producción no se preparaba a tiempo y mucha fruta no tenía la presentación que se requería para un mercado de exportación.

Todos estos detalles causaron desconfianza entre los compradores y los mismos productores; por estas razones el grupo que exportaba se desintegró.

El mayor éxito en vender tuna a la Central de Abastos de México, Tianguis de San Martín de las Pirámides, Guadalajara, Monterrey, Comercial Mexicana y Wall Mart. Esporádicamente se ha vendido tuna a Veracruz y Tabasco. Algunos productores que poseen poca superficie en producción, también venden su fruta a orillas de carreteras, cerca de las zonas productoras.

En la actualidad la mayoría de la producción viene a la Central de Abastos de la Ciudad de México; sin embargo existen acopiadores de origen y de destino quienes acaparan la producción a bajos costos de adquisición.

Por lo que es necesario que los productores definan cuales son las limitantes más significativas para alcanzar sus objetivos y metas, tanto para la producción nacional como para la exportación; en esta medida se pueden idear los mecanismos para gestionar el apoyo de las instituciones gubernamentales para la obtención de recursos para mejorar el proceso productivo y aprovechar mejor el mercado nacional y las oportunidades en el extranjero.

#### **4.1.13. Regulaciones arancelarias para la tuna en el TLCAN**

Con la desgravación arancelaria bajo el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), las exportaciones de tuna fresca a Estados Unidos y Canadá actualmente están exentas del pago de arancel, a partir de que entró en vigor el Tratado.

La tasa arancelaria aplicada por los Estados Unidos al producto mexicano fue disminuyendo, pasando de un arancel del 2.72% en 1994 a una tasa del 0% en 1998 (cuadro 4.14). Canadá desde antes de la entrada en vigor del Tratado ya no cobraba arancel al producto mexicano.

Cuadro 4.14. Porcentaje de Aranceles en Estados y Canadá con el TLCAN

Año	Estados Unidos	Canadá
1994	2.72%	0%
1995	2.04%	0%
1996	1.36%	0%
1997	0.68%	0%
1998	0.00%	0%
1999	0.00%	0%
2000	0.00%	0%
2001	0.00%	0%

Fuente: SIAP (2001)

En cuanto al Tratado de Libre Comercio entre la Unión Europea y México (TLCUEM), nuestro país obtuvo facilidades para el ingreso de sus productos agropecuarios al mercado europeo.

Con la entrada en vigor de este acuerdo, la Unión Europea otorgó acceso inmediato y libre de arancel a varias frutas mexicanas: guayabas, mangos, papayas, tamarindos y algunas frutas de especialidad en las que México tiene fuerte potencial, tales como la tuna

#### 4.1.14. Nombres de la tuna en diferentes países

En el cuadro 4.15, están los nombres que recibe la tuna en diferentes países.

País	Nombre de la fruta
Estados Unidos	Prickly pear, Cactus pear, Cactus fruit (Economic Research Service USDA)
Italia: -Sicilia -Cerdeña	Fico d' India Figo morisca
Francia	Fig della barbarie
España	Higo Chumbo
Chile	Tuna
África del Sur	Cactus pear y Turspung
Israel	Tzabar
Alemania	Katusgeigen

Fuente: Flores et al, 1997.

Del cuadro anterior, muchos de los nombres que recibe la tuna en diversos países son despectivos, por ejemplo, traducidos al español: en Estados Unidos, se llama “pera espinosa”; en Italia, “higo de india” o “higo de los moros”; en Francia, “higo de los barbaros”, y en casi todos los demás “pera de cactus” o “fruto de cactus”. De cualquier manera, en el extranjero no se debe de usar el término “tuna”, sobre todo en países de habla inglesa, para evitar confusión con la voz “tunny”, que significa atún.

#### 4.1.15. Patrones de consumo

La tuna se consume fundamentalmente en estado fresco y maduro. Aunque es considerada como un producto étnico, esto no restringe su mercado solamente a las familias de origen mediterráneo o mexicano.

Es una fruta (Flores *et al.*, 1995) que obtiene una gran aceptación en los mercados de Europa Occidental y Oriental, especialmente en Alemania, Bélgica, Holanda y Francia. El consumidor prefiere la fruta desespinada y sólo la pela en el momento de su consumo.

Esta es una faceta que opera en contra del consumo de la tuna, puesto que el consumidor es reacio al proceso de pelado y al problema que significa deshacerse del gran volumen de desperdicio que se genera. En este sentido, las posibilidades de enviar al mercado la tuna ya pelada y congelada sería una gran ventaja para posicionarse en los mercados europeos.

El patrón de consumo de la población de origen mexicano en los estados del sur y centro de E.U.A. es muy similar al comportamiento del consumidor mexicano, acostumbrado a pelar la tuna. Esto significa que existe un gran potencial para expandir el mercado de esta fruta en el país del norte, si se contara con nuevas presentaciones,

como es el caso de tuna pelada y congelada, lo que sería muy atractivo para el consumidor anglosajón.

#### **4.1.16. Problemática de la cadena productiva de la tuna en la Región**

En el Distrito existe un enorme potencial para el desarrollo de plantaciones de nopal tunero por sus condiciones agroclimáticas (capítulo 2). Desgraciadamente las plantaciones de tuna se encuentran actualmente en un gran estado de deterioro, que se refleja finalmente en precios bajos pagados al productor y consecuentemente en una baja rentabilidad de la actividad.

Esto genera un círculo vicioso en el que el productor no obtiene la calidad y productividad suficientes para mejorar sus ingresos, por lo que no logra niveles de capitalización que le permitan invertir en la solución de los problemas que debe enfrentar, reproduciéndose la condición del productor y de la cadena en su conjunto en el tiempo, en perjuicio de los agricultores, lo que limita el despliegue del potencial que posé la cadena para generar desarrollo económico.

Las ineficiencias de la cadena productiva se sintetizan en un factor visible para el productor: los precios. En el precio se ven reflejados todos los problemas no resueltos por los productores, agentes, dependencias y políticas, que tienen incidencia en el sector; y aunque el efecto inmediato de un precio deprimido es la baja de la rentabilidad, sus causas son complejas y las alternativas de solución no siempre están al alcance de los productores en lo individual, por lo que normalmente requieren de la conjunción del esfuerzo de los distintos participantes de la cadena productiva, así como de las dependencias gubernamentales.

## **4.2. Industrialización y transformación**

### **4.2.1. Investigación**

En las visitas realizadas al área en estudio, se constató mediante pláticas con productores, técnicos y trabajadores del nopal tunero, que la tuna se produce con diferentes tecnologías, destacando las más importantes:

-Temporal con semilla “cladodios” fertilización, incorporación de abono (res), mecanizado (barbecho y rastra); control de plagas y enfermedades con pesticidas, maleza es manual y/o química. Esta técnica es muy cara para la mayoría de los agricultores por lo que utilizan métodos tradicionales.

-Temporal con semilla vegetativa “cladodio”, aplicación de fertilizante y la incorporación de abono, control de plagas y enfermedades con pesticidas, malezas es manual y/o químico, la cosecha es manual con métodos tradicionales.

#### **4.2.2. Desarrollo tecnológico**

El desarrollo de tecnología del nopal según Pimienta (1991) puede ser utilizado para aprovechar los excedentes de la producción y también aquellos frutos que no reúnan las normas de calidad requeridas en los mercados nacionales e internacionales.

La generación de agroindustrias rurales, orientadas al aprovechamiento del nopal tunero, traería múltiples beneficios (Ejemplos: Creación de fuentes de empleo, mejoramiento económico del productor y recolector de tuna, ingreso de divisas entre otros).

Cuando se logra una cosecha abundante del nopal y tuna, la cual supera el consumo, se derivan cuantiosos desperdicios de estos recursos. Si se industrializa una cierta cantidad de ellos, se prolongaría su vida de anaquel o almacenamiento y la variedad de productos que se podrían elaborar no sólo diversificaría su mercado, si no que se abriría la oportunidad mayores beneficios económicos para las comunidades productoras.

#### **4.2.3. Industrialización**

En México no existe una industria procesadora de tuna. Los factores que han inhibido su desarrollo radican en buena medida en los problemas tecnológicos para la elaboración de néctares y jugos (en especial la eliminación de la semilla) y en el escaso desarrollo del mercado para estos productos procesados.

En cuanto a la industrialización de la tuna se han realizado diversos estudios, según Corrales, (1992) ha encontrado que se pueden obtener una gran cantidad de productos alimenticios, dentro de los que destacan: mermelada, tuna de almíbar, tuna cristalizada, ate, néctar y jugo concentrado; además, de productos industriales o biotecnológicos, como son alcohol, proteínas unicelular, aceite y pasta forrajera entre otros.

La tuna es un producto que se consume diariamente, y la pulpa constituye entre 60 y 75% del fruto. La fructosa es uno de los endulzantes más aceptados en el mundo, dado que actualmente se está usando como sustituto de la sacarina, ésta es una de las razones por la cual la comercialización de este producto se ha extendido a nivel mundial; en México se elaboran productos tradicionales (queso de tuna, la melcocha y colonche).

#### 4.2.4. Transformación

El aprovechamiento potencial del nopal y de la tuna a nivel industrial abarca diversos productos: a) Productos de la industria extractiva y de la biotecnología de la tuna se pueden obtener mucílagos, pectinas, celulosa, colorantes, aceite comestible de la semilla y azúcares (glucosa y fructosa) que se pueden emplear para fabricar proteína unicelular, alcohol, aguardiente y jarabes fructosados (aditivos, edulcorantes o espesantes) y b) En la industria alimentaria se pueden elaborar: leche fermentada de sabores (yoghurt), gelatinas, leches pasteurizadas de sabores, confitería, bebidas en polvo, embutidos, panadería y productos farmacéuticos, entre otros.

#### 4.2.5. Demanda de productos derivados de la tuna

Existen múltiples productos factibles de elaborar a partir de la tuna, en México la oferta se da en lo siguiente:

-*Queso de tuna*. Lo elaboran pequeñas empresas familiares. Es un gel semisólido de color café claro u oscuro y de consistencia firme. Se vende en trozos de diversos tamaños puede conservarse a temperatura ambiente por periodos de hasta dos años, sin sufrir mayores alteraciones.

Este producto suele comercializarse a granel, sólo o adornado con cacahuates, nueces, piñones y pasas; para lo cual los comerciantes calientan el queso comprado a los productores con el fin de ablandarlo para añadirle dichos ingredientes, sin envoltura o envuelto en papel de estaño y celofán y se ofrece en establecimientos junto con dulces regionales, en mercados locales, tiendas y gasolineras regionales.

En el extranjero se han identificado productos similares al queso denominados *Confeetura di fichi d'india* en Sicilia y en Cerdeña y también *arrope de tuna* en Argentina. La demanda de los productos procesados de tuna es fundamentalmente local y regional que se manifiesta en los mercados tradicionales y en ferias regionales en donde hay exposición de alimentos derivados del nopal tunero.



Fotos 27 y 28. La 34ª feria de la tuna en San Martín de las Pirámides (2007)

-Jugo de tuna. Es un producto reciente que se elabora utilizando tuna como materia prima; tiene un potencial productivo muy alto. Si se desarrolla el mercado de este producto, la rentabilidad obtenida será de las más altas. Se eliminan problemas por la presencia, cáscara, ahuates y semillas, además de problemas fitosanitarios.

Los problemas que se presentan en la elaboración de jugos de tuna son la fermentación (aromas y sabores indeseables) y sedimentos. Su potencial de mercado incluye a Texas, ahí existe mercado para jugo de tuna blanco y rojo.

El Rita tuna es un cóctel semejante a la margarita, sólo que de jugo de tuna con tequila. Para el jugo de tuna (foto 29) existe potencial de demanda por tratarse de un sabor nuevo, su desarrollo depende de que se puedan resolver los problemas de presentación y calidad.



Foto 29. Exposición de jugo artesanal de tuna

-*Licores*. Son bebidas preparadas de tuna con alcohol, azúcar y agua. En México existe una gran tradición en la preparación de licores de diversas frutas, los licores de tuna no son comunes, sólo se preparan de manera limitada en las zonas productoras.

- Mermelada de tuna. En varios países (Chile, Argentina, Italia, Israel y Sudáfrica) se fabrica mermelada de nopal, la cual es de distribución local y restringida. En Estados Unidos también se produce mermelada de nopal y de tuna.

-*Salsas*. Son elaboradas a base de jugo y pulpa de tuna, aunque también de la cáscara sin epidermis, sobre todo el xoconostle (tuna ácida) adicionándole chile, cebolla, vinagre y especias, todo molido o picado, en ocasiones se adicionan conservadores.



Foto 30. Mermeladas y salsas de tuna.



Foto 31. Paletas y licores de tuna

En general existe una estrecha integración entre los productores primarios y las plantas procesadoras artesanales o industria familiar artesanal. Esta industria produce gran variedad de alimentos, tanto guisos, como dulces (paletas cubiertas de chocolate).

### 4.3. Problemática

#### 4.3.1. Acondicionamiento

Años atrás, los autores Bautista, (1982) y Vélez, (1994), mencionaron que el principal problema del acondicionamiento se ha centrado en el proceso de desahuatado, el cual se ha realizado en forma manual con escoba, esto ha ocasionado considerables daños a la tuna y ha constituido un factor que ha afectado el grado de duración del fruto.

La tecnificación de la producción de tuna ha traído como consecuencia un gran incremento en la producción, lo cual ha ocasionado una sobresaturación del mercado trayendo como consecuencia la necesidad de crear una agroindustria que aproveche la sobreproducción y evitar de tal forma el desperdicio de la cosecha.

Otros problemas que enfrentan los productores de tuna se localiza en la fase de empackado, sobre todo si es desespinado (hay productores que retiran las espinas con escobas), encerado, (existen productores que lo utilizan, siendo que otros productores lo han encontrado contraproducente) y problemas con el empaque (en reja para el mercado nacional y en caja de cartón para la exportación).

#### 4.3.2. Procesamiento e industrialización

No existe un proceso tecnificado que garantice higiene y calidad. Se trata de procesos artesanales con muchos problemas de sanidad que impiden las exportaciones (en jugos, los principales problemas son de fermentación indeseable, clarificación y estabilidad del producto).

Se presenta una lista de rechazos de algunos productos derivados de cactáceas mexicanos por parte de la FDA (Food and Drug Administration) que es la Agencia Gubernamental del Gobierno de E.E.U.U encargada de verificar que los productos relacionados con la salud humana (alimentos, medicinas, cosméticos, aparatos de ejercicio, etc.), independientemente de su procedencia, sean aptos para consumirse.

Cuadro 4.16. Productos derivados de cactáceas rechazados por la FDA. 2007-2009

Región	Producto	Causa de rechazo
Puebla	Cactus fresco en cajas de plástico	Pesticida
Nuevo León	Nopal Cactus fresco en caja de plástico Tabletas de nopal cactus	Pesticida No menciona el producto No menciona el producto
Jalisco	Hojas de cactus	Pesticida
Estado de México	Cactus adobado en fajitas	Falta etiqueta
Baja California	Hoja de cactus Fibra nopalizada	Pesticida No etiquetado en ingles y salmonella
Nayarit	Hoja de cactus	Pesticida
Chihuahua	Nopales frescos en caja	Pesticida
Baja California	Hoja de cactus	Pesticida
Distrito Federal	Nopal	Pesticida

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la FDA

[http://www.fda.gov/ora/oasis/ora\\_oasis\\_viol.html](http://www.fda.gov/ora/oasis/ora_oasis_viol.html)

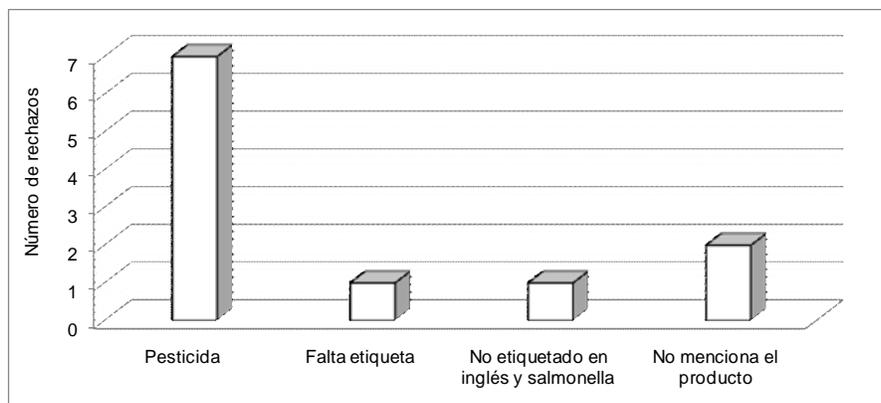
Sistematizando la información anterior, se obtiene el cuadro 4.17, donde se señala las causas de los rechazos. Los pesticidas destacan como el principal problema, seguido por la omisión de información del producto. Llama la atención el caso de la fibra nopalizada, ésta fue doblemente rechazada porque el empaque no tenía etiqueta en inglés y su contenido estaba contaminado con salmonella.

Cuadro 4.17. Causa de rechazo de productos derivados de cactáceas por la FDA

Causa	Número de rechazos
Pesticida	7
Falta etiqueta	1
No etiquetado en inglés y salmonella	1
No menciona el producto	2

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4.9. Número de rechazos de productos derivados de cactáceas por la FDA



En la región en estudio, se constató que los productores necesitan respuestas y soluciones a sus problemas técnicos, económicos y de mercado; ante lo cual no han tenido capacidad de respuesta, debido principalmente a los siguientes aspectos:

Se necesitan más técnicos especializados en el cultivo, o, mejor dicho, que conozcan el manejo agronómico del mismo, lo que ha generado recomendaciones equivocadas, con lo que se agranda aun más la desconfianza de los productores; ya que en las prácticas de campo, solamente pude constatar siete técnicos de CESAVEM.

Y la falta de los recursos económicos, ha provocado el abandono de las huertas, manejo deficiente, lo que ha repercutido en la calidad de la producción.

## Capítulo 5.

### Estrategias, perspectivas y recomendaciones

#### 5.1. Estrategias

Para evaluar los retos y oportunidades en cada etapa de la cadena agroalimentaria de la tuna Alfajayucan, se tomaron en cuenta las experiencias de los productores, intermediarios y consumidores en visitas llevadas a cabo en el área en estudio.

Para organizar la información obtenida, se utilizó la Matriz DAFO (DEBILIDADES, AMENAZAS, FORTALEZAS y OPORTUNIDADES) o FODA (FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES y AMENAZAS) técnica que permite analizar de manera sucinta la situación del sistema-producto de la tuna, a escala nacional e internacional y con ello, enumerar sus ventajas y desventajas (cuadro 5.1).

Cuadro 5.1. Matriz DAFO o FODA

<i>Situación</i>	<i>Nacional</i>	<i>Internacional</i>
<i>Desventajas</i>	Debilidades	Amenazas
<i>Ventajas</i>	Fortalezas	Oportunidades

Fuente: Flores (2002)

##### 5.1.1. Debilidades

La situación del DDR de Zumpango en cuanto a las debilidades desde las fases de producción hasta la comercialización de la tuna variedad Alfajayucan es la siguiente:

*-Rápida maduración del fruto, pérdida de agua y sabor.* La tuna es un fruto percedero, si no se consume pronto este pierde sus propiedades nutricionales, cambia su aspecto, sabor y se pudre.

*-Débil organización para la producción y la comercialización.* La mayoría de las organizaciones de productores existentes, surgieron únicamente por el interés de recibir créditos u otro tipo de apoyo financiero del Estado. Esto ocasionó que estos grupos no estuvieran sustentados en una verdadera unión entre productores (son agrupaciones débiles con problemas internos y cada integrante posee intereses particulares), por lo que las metas planteadas no se cumplen cabalmente.

Es importante mencionar que según experiencias contadas por el productor Sr. Lázaro Álvarez González, el panorama productivo, para la mayoría de los productores de

la región en estudio es económicamente difícil; ya que el agricultor prácticamente vive al día y los ingresos de la cosecha los tiene que distribuir a través del año. Esta situación no les permite invertir en su parcela, capitalizar el campo y adquirir una mejor tecnología con el fin de mejorar la calidad de la producción.

Para tratar de solucionar algunos de los problemas anteriores, se han hecho esfuerzos por crear organizaciones sólidas y confiables de productores que desarrollen proyectos productivos. Desafortunadamente muchos intentos de organización han fracasado, restándole oportunidades al desarrollo de la región.

Los entrevistados concluyeron que los productores se encuentran descapitalizados, necesitan asesoría técnica, sobre todo en aspectos comerciales, pues desconocen ciertas expectativas de venta y técnicas de mercadeo para ofrecer la producción en mejores condiciones.

También mencionaron como ejemplo: El productor vende una caja de tuna en \$70 pesos al intermediario y éste la revende al público en aproximadamente \$100 pesos, obteniendo una ganancia de \$30 pesos por caja revendida.

Se hicieron intentos por formar la Unión de Productores de Tuna (1995). Su plan de desarrollo se encaminó a la producción, industrialización y venta de tuna. La unión se conformó por 800 productores aproximadamente, no sólo de la región de San Martín de las Pirámides, sino de toda la zona productora del Estado de México.

En esta organización, muchos productores recibieron financiamiento invirtiéndolo en actividades ajenas a la producción de tuna. Al pasar el tiempo dejaron de asistir a las reuniones de grupo; ocasionando que esta organización se debilitara, aunque todavía existe.

La Asociación Municipal de Productores de Nopal, Tuna Verdura y Xoconostle de San Martín de las Pirámides, está conformada por productores que no entraron en la Unión de Productores de Tuna. Su finalidad es organizarse para producir y exportar; no se afiliaron a las empresas de solidaridad y trabajan de manera independiente.

*-Altos costos de producción.* Todas las labores de cultivo que se realizan para el mantenimiento de los huertos se hacen en forma manual. En este sentido, la actividad que más aumenta los costos de producción es la cosecha, según los productores, ésta representa una inversión de aproximadamente 30%.

También se encuentra el encarecimiento de la mano de obra durante la temporada de

cosecha, ya que al aumentar la demanda los trabajadores exigen un salario más alto.

*-Heterogeneidad en la calidad de la tuna.* La heterogeneidad se debe básicamente a las diferencias que existen en cuanto al manejo del huerto. Hay productores que realizan la mayoría de las actividades agrícolas necesarias para un buen manejo de la huerta, lo que redundaría en una mejor calidad; sin embargo, la mayoría de los pequeños productores, realizan las labores mínimas de cultivo, por lo que su producto es de menor calidad.

*-Poca experiencia en la exportación.* Reducidos son los productores que exportan tuna de la región. En el año 2002, México exportó de un total de producción 489 500 Ton de tuna, solamente 7 500 Ton; en comparación con Italia cuya producción fue de 50 000 Ton, en el mismo año, exportó un aproximado de 15 000 Ton.

*-Márgenes de comercialización muy altos.* La comercialización de la tuna se caracteriza por la presencia, en su mayoría, de intermediarios que realizan las actividades de acopio y transporte. Aunado al conocimiento que ellos tienen del mercado, la mayor parte de los beneficios queda en manos de estos últimos; situación que prevalecerá mientras gran parte de los productores del Distrito, no traten de comercializar directamente su producto.

*-Falta de infraestructura en acondicionamiento y conservación.* Actualmente, el acondicionamiento que recibe la tuna es mínimo, se limita básicamente al desespinado.

*-Necesidad de un empaque que mejore la presentación del producto.* Para el mercado nacional, la tuna se empaqueta en cajas de madera cubiertas con papel de china y tapas de cartón. Esto da una mala apariencia al producto, además, debido al exceso de peso de las cajas (25-30 kg) la tuna que se encuentra en el fondo se aplasta y se daña.

*-Predominancia de una sola variedad de tuna.* El mayor volumen de producción lo representa la tuna blanca, mientras que la tuna roja se cultiva en escaso volumen, al parecer porque requiere de mayor cuidado, por lo que su cultivo no está muy extendido. Esto limita al productor la posibilidad de ofrecer al mercado un producto más atractivo en variedad de color y sabor.

*-La tuna es susceptible a daños por frío en la etapa de formación y floración.* Esto implica buscar, mediante investigación, las temperaturas y periodos de frigo-conservación idóneas para cada variedad. Además, de que no se pueden almacenar las tunas a menos de 8°C por periodos prolongados (Andrade y Bernabé, 1995).

### 5.1.2. Fortalezas

En el rubro de las fortalezas de la cadena agroalimentaria de la tuna:

-*Condiciones geográficas como el clima.* Debido a su amplia adaptación, el nopal tunero puede soportar temperaturas extremas, de 10 y 50°C, mínima y máxima, respectivamente. En cuanto a la cantidad de precipitación, la cactácea es poco exigente, ya que ésta presenta amplios márgenes de tolerancia debido a su fisiología y a la facultad de almacenar agua en sus tejidos

-*Alto volumen de producción.* El Estado de México (área en estudio) ha ocupado el primer lugar a nivel nacional en volumen de producción de tuna (foto 32), lo que le confiere como zona con potencial alto. Lo anterior, es resultado de un pequeño número de productores que cuentan con extensas superficies de cultivo, obteniendo así, grandes volúmenes de producción y ganancias.



Foto 32. Exposición de tuna blanca en el Distrito

-*Fuerte identidad cultural con la población de las zonas productoras.* La población de las regiones que se dedican al cultivo y producción de tuna, siente un gran aprecio por este fruto, especialmente, los viejos productores la ven como parte de su identidad, incluso tienen la inquietud de gestionar la denominación de origen (fotos: 33 y 34).



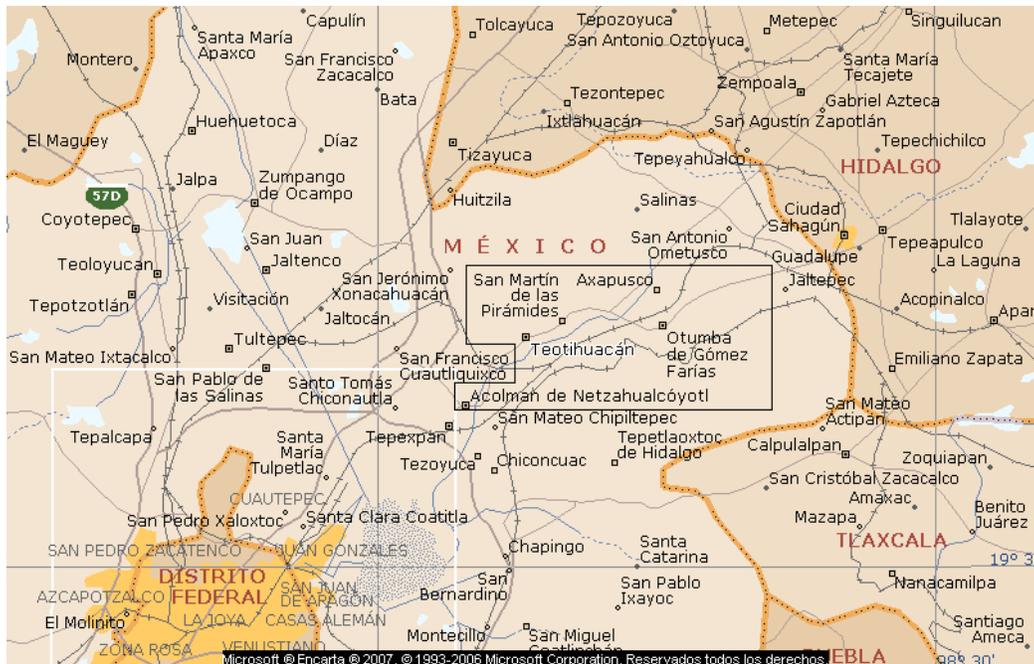
Foto 33. Identidad de la población local



Foto 34. Artesanía

-*Cercanía al mayor centro de consumo.* La ubicación de la región del Valle de la Tuna es muy importante, ya que se encuentra aproximadamente a una hora del Distrito Federal, considerado el mayor mercado consumidor del país (figura 5.1).

Figura 5.1. Cercanía de la Región del Valle de la Tuna con el D.F



-*Existencia de buena calidad de tuna.* Existen productores que llevan a cabo un buen manejo de sus huertos, lo que les permite obtener tuna de muy buena calidad (tuna dulce, con semillas pequeñas y relativamente escasas) y que cumple con lo establecido por la Norma Oficial Mexicana.

-*Buenas vías de comunicación.* Además de estar cerca de la Ciudad de México, la zona en estudio, cuenta con excelentes vías de comunicación (carreteras y autopistas), que la comunican no sólo con el centro del país, sino a otros mercados regionales.

-*Posibilidad de industrializar la tuna de menor calidad.* A nivel industrial se han identificado cuatro posibles productos que ofrecen alternativas de aceptación como mermeladas, ate, jugo concentrado y tuna cristalizada.

La difusión de estos productos es muy escasa, limitándose su venta únicamente en la región, pequeñas dulcerías en la época de mayor producción y en las ferias de tuna que se realiza en San Martín de las Pirámides (agosto de cada año), en donde se presentan muestras gastronómicas de comida, dulces y licores, productos derivados de la tuna.

### 5.1.3. Amenazas

Las amenazas se refieren a los factores externos que dañan la tuna:

-*Competencia por el mercado con otras regiones.* Además del área de estudio,

confluyen al mercado nacional, productos de otras regiones productoras del país, por lo que extienden su área de influencia y ocupar nichos de mercado importantes.

*-Competencia con otras frutas tanto por la preferencia del consumidor como por el espacio en anaquel.* La tuna confluye al mercado durante el verano, época que se caracteriza por la presencia de un gran número de frutas frescas que compiten por el espacio en anaquel tanto de tianguis, mercados y supermercados (foto 35).



Foto 35. Venta de tuna en anaquel de Mega Comercial Mexicana

El consumidor prefiere frutas que le representen menores riesgos de manejar y consumir. El producto es poco aceptado por la presencia de espinas y semillas; además de que frutas por ejemplo: la manzana, mango y plátano en su espacio de anaquel tiene presentaciones más llamativas, que influyen en el gusto del consumidor.

*-Asociación de la tuna con un estrato social bajo.* La tuna se ha comercializado tradicionalmente en los tianguis, mercados públicos, así como a pie de carretera. Su venta en tiendas de autoservicio es limitada por los aspectos ya mencionados. Esto ha resultado que la población adinerada la asocie como alimento de las clases populares.

#### **5.1.4. Oportunidades**

En contraposición a las amenazas, hay oportunidades que pueden ser aprovechadas:

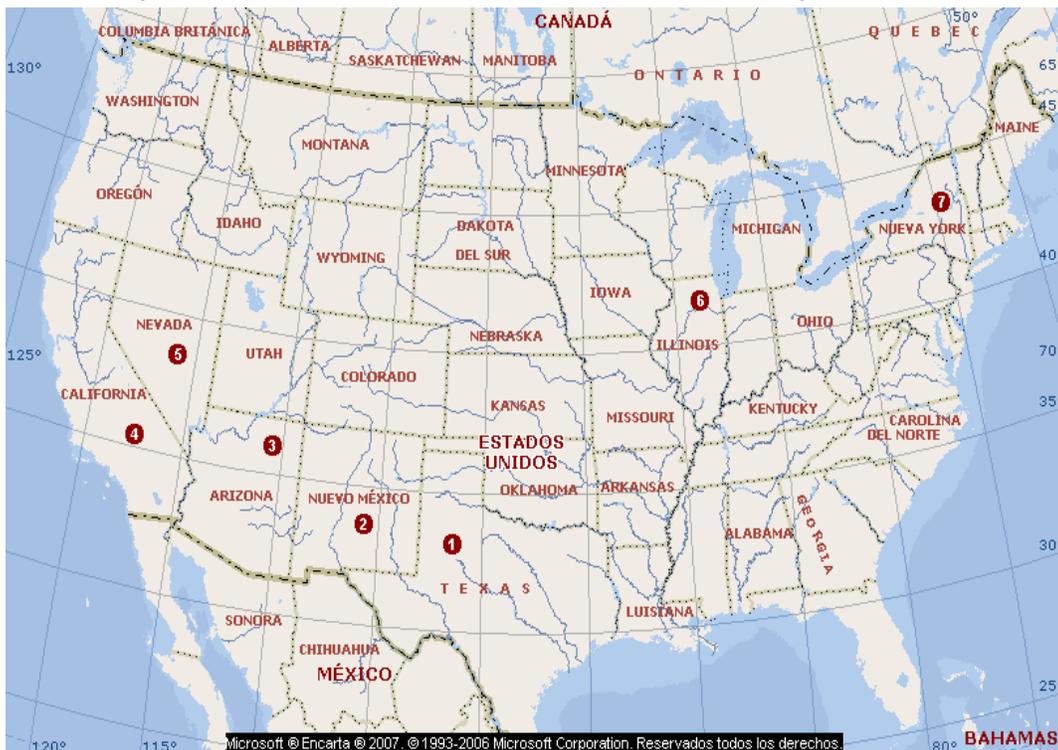
*-Cercanía a Estados Unidos.* México se encuentra en una situación geográfica muy ventajosa en comparación con el resto de los países productores de tuna; se cuenta con una gran infraestructura en vías de comunicación que le permiten acceder fácilmente, lo que representa menores tiempos y costos de transportación (figura 5.2).

Figura 5.2. Mapa de cercanía comercial con los Estados Unidos



-Demanda potencial de población de origen mexicano en Estados Unidos. El creciente aumento de población de origen mexicano en la unión Americana (principalmente en los Estados: 1) Texas, 2) Nuevo México, 3) Arizona, 4) California, 5) Nevada, 6) Illinois y 7) Nueva York entre otros), representa un mercado potencial en aumento, ya que la mayoría de ellos tienen cierta tradición por consumir tuna, además del nacionalismo que tienen por ser mexicano, los induce a consumir productos de México (figura 5.3).

Figura 5.3. Principales centros urbanos de Estados Unidos con población mexicana



-*Oportunidad de incursionar en el mercado japonés.* Se tienen referencias en cuanto al interés del mercado japonés por consumir tuna de diferentes variedades y colores, sobre todo como un producto exótico, lo que representa una demanda potencial que puede ser aprovechada.

-*Posibilidad de aumentar los rendimientos.* A través de actividades culturales basadas en el manejo y cuidado del huerto, se puede aumentar el rendimiento y calidad del fruto. Aunque esto pueda representar mayores costos de producción, los resultados obtenidos en rendimiento y calidad indican que es rentable llevarlo a cabo.

-*Interés de tiendas de autoservicio por comercializar tuna de manera directa con los productores.* Tiendas como MEGA Comercial Mexicana, en entrevistas con empleados encargados de la sección de frutas y verduras, comentaron que esta cadena de autoservicio, tiene interés en comercializar directamente con productores, eliminar los intermediarios y de esta forma obtener mejor calidad y precio, siempre y cuando los productores tengan la capacidad de abastecerlos en calidad, volumen y oportunidad. En ocasiones estas tiendas pagan muy barato a los productores, e incluso en sus primeras entregas, estos supermercados no les pagan hasta que se venda el producto.

#### **5.1.5. Programa para el desarrollo de la tuna**

Para que México se convierta en líder del mercado internacional de la tuna (varios autores afirman que), son necesarias fortalecer las siguientes condiciones:

-Implementar programas a largo plazo, considerando las experiencia de países que son líderes mundiales en un producto (Colombia, con el café; Brasil, en cítricos; Nueva Zelandia, con el kiwi; Holanda en ornamentales, etc.), renombre que lograron después de varios años.

-Contemplar y fortalecer todas las fases de la cadena agroalimentaria de la tuna: cosecha, desespinado, producción, empaque, comercialización, mercadotecnia, industrialización y organización. Si alguna de las fases no fuera atendida se constituiría en un eslabón débil de la cadena que podría hacer fracasar dicho programa.

-Fomentar la participación decidida, continua y comprometida de productores, comercializadores, investigadores y funcionarios de gobierno. Para que los productores del Distrito se conviertan en líderes del mercado nacional e internacional, se requiere: 1) crear mayor demanda, 2) producir fruta de calidad, y 3) producir con costos competitivos.

-Diversificar las variedades de tuna (colores y sabores) y con ello, fomentar que

instituciones públicas y privadas promuevan más la investigación, para dar a conocer a las nominaciones de origen de las variedades existentes (foto 36).



Foto 36. Cartel que difunde el consumo alimentario de variedades de tuna

### 5.1.6. Estrategias en el mejoramiento de la tuna

Para hacer más eficiente este mejoramiento, se debe implementar lo siguiente:

#### 1) Producción

-*Transferencia tecnológica.* Es necesario ampliar y fortalecer los servicios de asistencia técnica que permitan establecer el puente entre las universidades y los institutos de investigación y los productores.

Éstas tareas no las pueden desempeñar los productores ni los investigadores; el vínculo más importante son los técnicos e ingenieros agrónomos de dependencias Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México (CESAVEM); SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) entre otros.

-*Aplicación de paquetes tecnológicos.* Existen paquetes tecnológicos desarrollados por las universidades e institutos de investigación que no han sido adoptados por la gran mayoría de los productores. Como ejemplo están los instructivos desarrollados por la Universidad Autónoma Chapingo sobre el manejo de cultivos como la tuna.

Para la introducción de nuevas prácticas de cultivo en mayor cantidad y en el tiempo adecuado (abonado, fertilización, poda, combate de plagas, cosecha, entre otros), es fundamental intensificar las actividades de promoción en la región.

-*Rehabilitación de plantaciones.* Dadas las condiciones actuales de producción y mercado, la estrategia más aconsejable es la rehabilitación de plantaciones existentes en vez de establecer plantaciones nuevas.

-*Financiamiento.* Se requiere establecer líneas de crédito para rehabilitar y establecer

plantaciones. La aplicación de estos recursos debe hacerse en función de la rentabilidad esperada de proyectos que fomenten, a la par, la introducción de nuevas tecnologías.

-*Organización de productores.* Se requiere promover y consolidar organizaciones eficientes y eficaces, que sean honestas y que promuevan el desarrollo tecnológico, los mercados y la exportación. Las organizaciones deben consolidarse a través de estructuras de operación adecuadas, contando con el personal profesional que se requiera para el cumplimiento cabal de sus funciones.

El Tecnológico de Monterrey (foto 37) ha desarrollado programas de espíritu emprendedor con la creación de incubadoras de empresas que se dedican al ramo de los agros negocios.



Foto 37. Publicidad en la creación de incubadoras de agro negocios.

-*Información.* Es necesario mejorar de información estadística, económica, social y técnica que proporciona la SAGARPA y el INEGI respecto a las variedades de tuna que se produce en México y en el mundo, para ponerla a disposición del público interesado; un caso exitoso fue la creación de la red de comunicación del aguacate.

En cuanto a la tuna, ocasionalmente se realizan eventos académicos sobre temas relevantes del nopal y tuna (el último fue en 2003), y cuyas memorias ya han sido publicadas (foto 38).



Foto 38. Reporte académico respecto a la producción y comercialización de tuna.

## 2) Industrialización

-Para un proceso eficiente en la industrialización del fruto, por medio de convenios de cooperación mutua entre el Gobierno Federal, Estatal-Municipal y los productores

locales, mejorar la *infraestructura y aprovechar la ya existente* para la obtención de productos procesados, sustentando los procesos en la demanda identificada con base en estudios de mercado y en su caso, establecimiento de convenios con industrias ya establecidas que utilizan como materia prima la tuna.

*-Mejorar el proceso de desespinado y empaque de la tuna.* Se propone promover la eliminación parcial o total de los aguates, preferentemente desde poco antes de la cosecha mediante la investigación biotecnológica, de lograrse, se tendría enormes ventajas en el manejo del producto en postcosechas y en su calidad fina.

*-Ampliar los procesos de industrialización de la tuna.* Como alternativas para el procesamiento industrial de la tuna, se propone desarrollar las nuevas tecnologías conocidas, como precortado y procesamiento mínimo.

La extracción de jugo de tuna es una gran opción que presenta ventajas para el consumidor, ya que éste evita el riesgo de los aguates y la incomodidad que representan la cáscara y las semillas al consumirse. Al mismo tiempo, se puede crear jugos concentrados y congelados.

*-Desarrollar técnicas de conservación* para ampliar la temporada de oferta. Se propone aplicar y mejorar las técnicas de frigo conservación y del almacenamiento refrigerado en atmósferas controladas o modificadas, con lo cual se tienen mayores ventajas y posibilidades de éxito en la comercialización, al ofrecer la tuna en los meses en que no hay oferta, y con ello, se obtiene un producto de mejor calidad.

*-Mejorar la presentación del producto procesado.* Una opción es la utilización de charolas de empaque en cajas adecuadas, con envolturas individuales para cada fruta y con instrucciones impresas sobre como remover la cascara y consumirla. Adicionalmente cada fruta lleve adherido el logotipo que debe desarrollar cada empresa.

En la presentación del empaque, algunos productores de tuna dejan mucho que desear al utilizar frascos reciclados por algunos artesanos, sin etiquetas adecuadas, etc. Por su parte, los productos elaborados en otros países, como Italia, Argentina y Estados Unidos tienen mejor presentación.

### 3) Comercialización

Estrategia para mejorar la comercialización de la tuna en el mercado nacional e internacional:

*-Prestigiar la tuna como producto de primera calidad.* Es posible mediante la estandarización y normalización de productos, ofreciéndola en empaques (foto 39) que sean atractivos al consumidor y que le permitan competir con otras frutas del mercado.



Foto 39. Presentación de jugo de nopal tunero en envase Tetra Pack

*-Hacer eficiente el proceso de comercialización de un producto perecedero* como la tuna. Tiene como objetivo final beneficiar a los productores, por un lado y a los consumidores, por el otro.

Para los productores esto significa obtener mejores precios para sus productos, ampliar sus mercados tener mayor seguridad en los procesos de venta. Para el consumidor implica disponer de un producto de mejor calidad, en cualquier lugar y que los precios sean accesibles y competitivos.

*-Desarrollo de empresas comercializadoras.* El concepto de estas empresas ya se conoce en México y se está desarrollando en algunas regiones del país. Se trata de que productores y demás agentes del proceso de comercialización participen directamente en la comercialización de la tuna y su mercadotecnia. De esta manera se confiere eficacia al proceso, reduciendo a los intermediarios, asegurando calidad del producto.

*-Desarrollo del mercado interno para la tuna.* Antes que la exportación al extranjero, se debe aumentar el fomento del consumo de la tuna en el mercado nacional. Como ejemplo, ya se realiza la venta de tuna en ferias regionales del centro-norte del país, (Zacatecas). En México, el consumo de tuna per cápita es bajo (3.62 kg/año); aún existen numerosos grupos de población en determinadas regiones y en ciertos grupos de ingresos que no la consumen.

*-Ampliar la infraestructura de frío especializado.* Esencial para mantener la calidad del producto y sobre todo para ampliar la época de oferta de la tuna; por lo que se requiere ofrecer tuna los 12 meses del año, como se hace en otras frutas (Ej. plátano).

*- Mejorar la infraestructura de los lugares en donde se realizan la venta.* Para ello, se debe de acondicionar con pavimento, drenaje, luz, agua, baños y, lo más importante contar con techo que proporcione sombra, para que el producto no se caliente con el Sol

(como ejemplo están los mercados ubicados en las orillas de las carreteras).

-*Ampliar las exportaciones de tuna.* México puede ampliar significativamente sus exportaciones a los países que integran el TLCAN. En primera instancia, ampliar la oferta de consumidores de origen mexicano que residen en esos países y, en una segunda, a los segmentos de consumidores de otros orígenes.

En el mercado europeo abrir ventanas que no están siendo cubiertas, como las correspondientes a la tuna de primavera. Existen mercados emergentes, como los de países de la Cuenca del Pacífico, de altos ingresos, que están aceptando productos nuevos y frutas exóticas, en los que se debe implementar una política agresiva de promoción. En México hay casos de hoteles y restaurantes que la ofrecen en su buffet.

-Difundir *ampliamente sus propiedades alimenticias y curativas* para que la gente primero lo conozca y posteriormente lo consuma (Ej. fruta natural y jugos). Se puede difundir en las ciudades del interior del país, los centros turísticos en las costas y en los grupos de ingreso medio-alto de las áreas urbanas.

#### 4) Penetración y posicionamiento

-*Ciudades del norte del país.* Para el segmento de consumidores de ingresos medios y altos de las ciudades del norte del país se propone una estrategia que garantice la producción de tuna de calidad y bien presentada en centros comerciales y mercados; apoyándose mediante publicidad en radio y televisión en la cual se fomente su consumo; haciendo hincapié en que es una fruta sabrosa, barata y saludable. Es importante que las empresas de productores y las comercializadoras participen en ferias, exposiciones y tiendas de autoservicio, realizando demostraciones sobre las diferentes formas de consumirla como fruta fresca, bebidas y postres, entre otras.

-*Restaurantes de nivel alto en centros turísticos.* Para posicionarse en el segmento de turistas extranjeros y nacionales en los centros turísticos nacionales. Se deberán hacer demostraciones y degustaciones, como fruta fresca, bebidas (jugos, tequila-tuna, vodka-tuna y "mixed" de frutas tropicales) y postres, insistiendo sobre las ventajas que sobre la salud conlleva el consumo de tuna.

-*Sectores de población de ingresos medios altos y altos en metrópolis.* En la categoría de consumidores de ingresos de nivel medio y alto en las metrópolis se propone una estrategia que garantice la existencia de tuna de excelente calidad y empacada en envases de exportación, en los centros comerciales que surten a estos núcleos de población (súper e hipermercados).

*-Realizar demostraciones y degustaciones gratis con edecanes que promocionen el producto como fruta fresca, jugos y postres.* También se requerirá distribuir folletos explicativos sobre la tuna, su origen, variedades y diferentes formas de consumirla. Y elaborar videos (por circuito cerrado en las terminales aéreas, mercados, supermercados y en la propia televisión nacional) explicativos sobre la tuna mexicana, que muestren las plantaciones, la forma de cosecharla, de desespinarla, de empacarla, y de distribuirla.

*-Líneas nacionales de transporte de pasajeros.* Las cocinas que surten los alimentos a las compañías de aviación nacionales incluyan la tuna dentro de sus postres como fruta fresca, haciendo una publicidad donde se señale su origen mexicano y los beneficios que conlleva para la salud el consumo de esta fruta.

### 5) Consumo

*-Consumidores de origen mexicano, en países socios del TLCAN.* Se propone una estrategia basada en la publicidad por radio, considerando que los trabajadores de origen mexicano en el campo, la construcción y aún en las fábricas, son afectos a escuchar la estaciones de radio locales que transmiten en español.

Se sugiere que artistas del tipo Molotov, Luis Miguel entre otros, que graben un mensaje que diga, por ejemplo: "paisano, apoya a tu gente, consume tuna mexicana" y se difunda. Otras personalidades de la música, como las bandas gruperas (Tigres del Norte), que hacen sus giras en el norte del país y algunas ciudades del sur de Estados Unidos, puedan colaborar.

*-Consumidores de otros orígenes en países socios del TLCAN.* En este sector de consumidores es también la publicidad, la cual deberá estar basada en los beneficios que para la salud conlleva el consumo de tuna y realizarse por medio de la televisión, revistas especializadas en alimentos sanos, considerando también exposiciones gastronómicas y en ferias.

*-Consumidores de frutas exóticas en países asiáticos.* En este mercado, más que en cualquier otro, el diseño y la implementación de la publicidad deberán estar a cargo de empresas de mercadotecnia locales, resaltando que se trata de una fruta exótica y que es benéfica para la salud.

*-Consumidores de frutas exóticas en países europeos.* En este caso se deberán aprovechar los mercados que han abierto los italianos, mediante una campaña de publicidad agresiva, llamando la atención en: el color de la tuna, tamaño y contenido de azúcar, entre otras características. Y ofrecerla a menor precio durante el año.

## 6) Promover la investigación

-Definir métodos que permitan ampliar el periodo de producción de tuna en las regiones donde actualmente se produce, así como identificar microclimas aptos para la producción de tuna fuera de la temporada normal.

-Implementar un programa de mejoramiento genético de la tuna que busque la obtención de variedades con menor cantidad de semilla, de maduración temprana o tardía, sin espinas, promover el registro y protección del germoplasma en general.

-Definir las condiciones óptimas de manejo post-cosecha y almacenamiento de la tuna y desarrollar nuevos productos derivados de la fruta (nieves de sabor tuna, etc.).

-Favorecer el intercambio tecnológico entre productores nacionales al interior del país, pidiendo asesoría a dependencias de la SAGARPA: INIFAP (foto 40), Centro científico y tecnológico en materia agrícola y pecuaria; el cual lleva a cabo, formulación de paquetes tecnológicos acordes a cada región (en este caso el área en estudio), que incluya el mejoramiento en de la tuna en todos los aspectos.

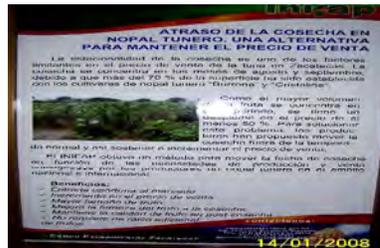


Foto 40. Publicidad del INIFAP enfocada a productores de nopal tunero

### 5.1.7. Expectativas

De manera general, se proponen tres expectativas de venta en la región:

-Mejorar el Tianguis de San Martín de las Pirámides. Se requiere darle mayor organización e importancia para obtener mejor provecho.

-Exportar a Estados Unidos. Se debe incursionar más en ello, buscando asesoría profesional en este tipo de proyectos, para superar los problemas que se presenten y que esta vía resulte provechosa.

-Mejorar la industrialización. Esta alternativa sería una buena opción para poder manejar el producto durante todo el año y en su defecto, obtener buenos precios para el

productor (ejemplo: Mermelada de Tuna Marca Comercial Mexicana).

*-Elaborar alternativa de contratos.* Los contratos comerciales o maquilas para procesar el producto, en que se pueden hacer contratos comerciales con cadenas de tiendas, supermercados y /o, en su defecto, conseguir maquila para el procesamiento del producto de acuerdo con las características de su demanda.

La opción maquila presenta bastante dificultad para el productor, porque no se cuenta con experiencia de asociación de acuerdo con las condiciones actuales de la política agrícola, por otro lado, se corre el riesgo de ser perjudicado por la compañía comercial o maquiladora al no definirse claramente en el margen de la ley las responsabilidades a que se hacen acreedoras ambas partes. (Manual del Exportador, Banca Confía, 1989).

Cualquier proyecto de desarrollo agrícola que se apoye en la explotación del nopal tunero tendrá un mayor éxito si se toma en cuenta el aprovechamiento integral de la planta, es decir, que las explotaciones comerciales, además de proveer frutos para el consumo fresco, también proporcionan materia prima para el aprovechamiento agroindustrial de esta planta.

*Aprovechar los residuos generados.* En cuanto a los residuos de la tuna (como es su cáscara) los productores la dan de manera directa al ganado, éstos pueden transformarse en abono natural para otros cultivos y jardinería y con ello, el mismo productor puede generar más ingresos.

## 5.2. Perspectivas

En México es necesario incrementar la oferta en la producción de tuna, para cubrir la cada vez más creciente demanda. Sobre el mercado internacional no se puede establecer con precisión la demanda por la poca información disponible sobre exportaciones y solicitudes de compra por parte de países (Estados Unidos, Canadá, Japón, Francia y Alemania, entre otros). Algunos productores han empezado a concurrir a los mercados internacionales con cierto éxito, logrando dominar algunos aspectos fundamentales de la mercadotecnia y de los sistemas de control de calidad.

No obstante, el desconocimiento acerca de las reglas de comercio internacional, se ha convertido en un gran obstáculo para la exportación de sus productos; de ahí, es necesario obtener y usar la información disponible respecto a aspectos:

a) Especificaciones del producto: cultivar, tamaño, clasificación, color, sabor, temperatura y humedad de conservación y duración; b) Control sanitario: restricciones,

contenido mínimo de residuos, tratamientos de conservación y acondicionamiento; c) Determinación de las características del empaque y transporte: tamaño, número de piezas, peso, volumen, certificados, etiquetas, mermas, condiciones de recepción, forma y fecha de entrega; d) Obtención de los costos y márgenes de utilidad: insumos, maquinaria, cosecha, empaque, refrigeración, transporte, aduanas, aranceles, cuotas, impuestos y seguros y e) Forma de pago: contratos, bancos, intermediarismo, cartas de crédito, obligaciones, asesorías, capacitación y publicidad.

La perspectiva de los productores del Distrito y del resto de la nación para exportar su tuna a los Estados Unidos no deja de ser atractiva, a pesar de la competencia internacional que se está dando con Chile, Italia e Israel. No obstante, es necesario considerar que en la unión Americana existen millones de connacionales, que no sólo reconocen los artículos mexicanos, sino que cuentan con capacidad adquisitiva.

Es necesario resaltar el hecho de que para ingresar a los mercados internacionales, se deben tener condiciones tecnológicas, organizativas y económicas con la finalidad de atender los requerimientos de calidad de los consumidores, cumplir con el volumen de producción y regularidad en el abasto. Al momento de pensar en exportar se necesita tener contactos de compradores y vendedores, importadores y exportadores, corredores, supermercados, empresas de transporte y contar con apoyo de la SAGARPA-ASERCA.

El ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria) es un Órgano Administrativo Desconcentrado de la SAGARPA, el cual sirve de instrumento para el impulso a la comercialización de la producción agropecuaria en beneficio de los productores del campo, de frente a la apertura externa y la liberalización de los mercados. ([http://www.aserca.gob.mx/artman/publish/article\\_26.asp](http://www.aserca.gob.mx/artman/publish/article_26.asp))

### 5.3. Recomendaciones

Existe un amplio número de problemas a lo largo de la cadena producción-transformación-comercialización de la tuna, se han identificado como causas principales una serie de problemas estructurales que están inhibiendo el adecuado desenvolvimiento de cadena productivo y el despliegue del potencial que posee:

-Políticas con programas que no atacan la problemática de fondo en que está inmerso el cultivo de nopal tunero (falta de crédito y financiamiento, poca asistencia técnica y escasa difusión y divulgación del acervo tecnológico y de investigación.

-Incipiente organización entre productores, nula diversificación en el cultivo de variedades y usos de la tuna (poca o nula agro industrialización), estacionalidad de la producción, falta de mercados y un elevado intermediarismo en la comercialización.

-El manejo inadecuado e ineficiente en los huertos, lo cual provoca la disminución de la producción (rendimiento); afectando la calidad de la tuna; lo cual repercute de manera negativa en los ingresos de los productores.

Para contrarrestar lo anterior, se requiere el cumplimiento de los siguientes compromisos por parte de los diferentes niveles de gobierno y organizaciones de productores y con asociaciones en el ámbito de su campo de desarrollo:

-Del Gobierno Federal (La instancia responsable de definir la política agropecuaria), establecer un programa de políticas para el desarrollo y fomento para el cultivo de la tuna, de cobertura nacional, de acuerdo a lo planteado en las estrategias ya mencionadas.

-De los Gobiernos de los Estados. Promover la producción de las variedades de tuna con mayor demanda en el mercado a través de viveros de producción certificados.

-En coordinación con instituciones de investigaciones, universidades y productores, desarrollar un programa de investigación a largo plazo por región productora, donde se incluyan un banco de germoplasma. En Zacatecas ya existe un programa de germoplasma y fenotipos (foto 41). Por su parte, el INIFAP del Estado de México está desarrollando un campo experimental ubicado en el Valle de México para incrementar la eficiencia en el sistema de producción del nopal tunero.



Foto 41. Cartel publicitario sobre el banco de germoplasma de nopal tunero

Y por último, integrar un padrón de productores de tuna de cada Estado y Distrito para apoyarlos en la elaboración, especialización de diversos productos; y realizar una intensa labor de cooperación entre instancias locales, estatales y federales en la ejecución, seguimiento y evaluación del programa.

## Conclusiones

El nopal tunero es uno de los recursos naturales que actualmente ha adquirido gran importancia desde el punto de vista agroecológico y socioeconómico, debido al uso integral que se puede hacer de él, por el potencial que ofrece en diversos ámbitos: industria alimenticia (humana y animal), conservación de suelos, medicina, cosmetología y manejo biotecnológico entre otras aplicaciones.

México ocupa el primer lugar como productor a nivel mundial (la zona en estudio, representa el primer lugar a escala nacional) y a pesar de que se cuenta con amplios conocimientos empíricos y técnicos, para el adecuado aprovechamiento de esta fruta, no se ha logrado ampliar su presencia en la totalidad nacional y es muy ligera a nivel internacional.

El nopal tunero se ha denominado científicamente, el fruto *Opuntia* spp y es conocido como “tuna” en español, “prickly pear” en inglés, “figue de barbarie” en francés o “ficco d’india” en italiano; todas éstas denominaciones son despectivas, lo que ofusca su aceptación y consumo mundial, ocasionando prejuicios que han contribuido a crear una visión distorsionada por consumidores con ingresos medios y altos, al considerar a la tuna como un producto de tercera, para gente pobre, sin tomar en cuenta las ventajas nutricionales que posee.

El análisis de los factores físico-geográficos del distrito de Zumpango, fue vital para conocer la dinámica que cada uno de ellos desempeña en la actividad primaria, concluyendo que en su conjunto son óptimos para las actuales plantaciones, por lo que pueden considerárseles como de un enorme potencial para ampliar la actividad tunera.

El territorio de Zumpango se caracteriza por el predominio de clima semiárido templado, desde la perspectiva de la economía ecológica, los ecosistemas se consideran de baja productividad; el aprovechamiento está restringido a reducidas actividades, además de que son las áreas más vulnerables y constituyen ecosistemas frágiles ante la perturbación humana.

Por ello, el cultivo de la tuna se ha confinado a zonas marginales semisecas con suelos pobres y en áreas de escasa precipitación, principalmente concentradas en el verano, realizándose totalmente esta actividad en zonas de temporal, ya que las áreas bajo riego son destinadas a cultivos más lucrativos. El actual estudio de las plantaciones de tuna blanca “Alfajayucan” propia de la zona, demostró que el buen manejo del cultivo ha contribuido al desarrollo sostenible.

Las áreas semiplanas, laderas y accidentadas de las elevaciones que conforman la región, no constituyen un factor limitante en la actividad económica ya que los requerimientos ecológicos del cultivo y las labores agrícolas realizadas han tenido resultados positivos, reflejándose en altas producciones.

El conocimiento de los factores físico-geográficos, los requerimientos ecológicos y las características del mercado de la tuna, permitió destacar las fortalezas y debilidades de este fitorecurso, generándose algunas sugerencias que contribuirán al desarrollo sostenible de esta actividad.

Durante el periodo analizado se observó que la producción se ha mantenido sin grandes fluctuaciones, ésta no excluye un deterioro excepcional, ya que en cada ciclo-agrícola está permanente la falta de rentabilidad del cultivo y los insuficientes apoyos que reciben los productores por parte de las instituciones de gobierno.

Las labores agrícolas y el procesamiento de la tuna se realizan en su mayoría en forma artesanal, provocando daños en la fruta, afectando su presentación, calidad y pobre exhibición en los productos procesados. Algunos agricultores ya cuentan con equipo para diversas actividades que mejoran estos aspectos.

La industrialización de la tuna no predomina en el Distrito de Zumpango, debido a que la mayoría del procesamiento se realiza en micro empresas de tipo familiar, cuyos mercados para sus derivados son locales y regionales.

En la etapa de poscosecha no hay un manejo adecuado del fruto, lo que determina su calidad y reduce su vida en anaquel. No se cumplen las normas de calidad, lo que impacta en forma significativa en las exportaciones a países que integran el Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN), a pesar de la cercanía geográfica que tiene México a esos mercados y de los millones de consumidores potenciales hispano latinos que viven en Estados Unidos.

El mayor problema que han enfrentado los productores de tuna de la región, es en torno a la comercialización, ya que no existe una infraestructura adecuada, debido a que dichos canales son los tradicionales en donde los intermediarios, son los beneficiados económicamente.

Este producto no se ha fomentado ampliamente a nivel nacional, el consumo per cápita en el centro-norte del país es aproximadamente de 3 kg por habitante al año, además se debe ampliar el mercado en las zonas costeras, en las fronteras y en las principales ciudades del sureste del país.

Los productores del Distrito ven en el mercado norteamericano, posibilidades de ampliar sus exportaciones, debido a que la población de origen mexicano que trabaja y/o radica en la Unión Americana, son consumidores potenciales de tuna, lo anterior sólo será posible si los agentes de la cadena de la tuna cumplen las normas de calidad.

La producción que presentan otros países es baja en comparación con México; en cambio, los canales de comercialización son tan amplios que rebasan fronteras e incluso continentes, situación que afecta fuertemente a productores y exportadores mexicanos, por lo que es conveniente diversificar los mercados y la presentación del producto para hacerlo mas atractivo a los consumidores extranjeros.

Existen diversas opciones pendientes de realizar por los expertos, entre las cuales se encuentra la presentación de la fruta pelada y congelada para su consumo, lo que sería una ventaja para posesionarse en mercados europeos y asiáticos, donde seguramente obtendría una mayor aceptación por considerarlo exótico y se obtendrían mayores divisas.

En general, existe buena comunicación con los técnicos e instituciones gubernamentales, así que si los productores mexicanos de tuna trabajan de manera conjunta con las instituciones públicas y privadas del país, y logran crear nuevas modalidades de organización y desarrollar una cultura de calidad en la producción y manejo de las plantaciones, se logrará una mejor y más eficiente comercialización que beneficiará a todo el sector.

En otras palabras, para lograr mayor competitividad a futuro en el panorama local, se deben llevar a cabo más estudios detallados para mejorar las condiciones tecnológicas, organizativas y económicas de la producción, que permitan mejorar y establecer un sistema de comercialización más eficiente y adecuado.

# Bibliografía

## a) Libros y tesis

Andrade, R. J. y E. Bernabé C. (1995), *Frijo conservación de seis variedades de tuna Opuntia spp (Amarilla Montaza, Burróna, Copena, Cristalina, Picochulo y Torreña)*, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, Tesis, 77 p.

Barbera, G. y P. Inglese (1993), *La Cultura del Ficoindia*. Frutticoltura Moderna, Ed. agricola, Edizioni Agricole, Bologna, Italia.

Bautista, C. R. (1982), *Los agrosistemas nopales del Valle de México*, Departamento de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Chapingo, Tesis profesional, México.

Becerra, R. S. (1975), *Eficiencia Fotografía sintética del nopal Opuntia spp en relación con la orientación de sus cladodios*, Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Borrego, E. F. y Burgos V.N. (1986), *El Nopal*, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.

Bravo, H. H. (1978), *Las cactáceas de México*, Vol. 1°, 2ed, Universidad Nacional Autónoma de México.

Bravo, H. H. (1979), *Algunos aspectos sobre la industrialización de los nopales*, Cact. Suc. Méx., XXIV: 27-31, México.

Castañeda, R. F. (1977), *El cultivo del nopal. Informe técnico*, CONAFRUT, México.

Corrales, G. J. y Flores V.C.A (2003), *Nopalitos y Tunas*, UACH, CUESTAAM-Programa Nopal, Chapingo, México, 65 p.

Domínguez, T. J. J. (1992), *Efecto de la incidencia de daños por frío sobre la fisiología y calidad de frutos de tuna (Opuntia amyoclaea)*, Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Montecillo, México.

Enciclopedia de los Municipios del Estado de México (2001), Centro Nacional de Desarrollo Municipal SECOB. ISBN 970 628 589 X, Tomo 5: Coahuila, Estado de México y Tlaxcala.

Esparza-Fausto, G., Valdez-Cepeda, R. D., y Méndez-Gallegos, S. J. (2004), *El Nopal: Tópicos de Actualidad*, (Coed), Universidad Autónoma Chapingo/Colegio de Postgraduados, México. 271 p.

Figuroa, H. F. (1984), *Estudio de las nopaleras cultivadas y silvestres sujetas a recolección para el mercado en el Altiplano Potosino-Zacatecano*. Tesis Profesional, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P. México, 171 p.

Flanery, K. V. (1968), "Archaeological systems theory and early Mesoamerica", in Bett. Y J. Maggers (ed), *Antropological archaeology in the Americas*, Anthropol. Soc. of Washington, Washington, DC, USA.

Flores, V. C. A., Ramírez M. P. P., De Luna E. y Ponce J. (1997), *Diagnóstico y Programa de Desarrollo del Sistema Producto Tuna*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Universidad Autónoma Chapingo, 84 p.

Flores, V. C. A. y Claudio A. C. (1992), *La producción de nopal verdura y tuna*. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 91 p.

Flores, V. C. A. y Gallegos V. C. (1993), *Situación y perspectiva de la producción de tuna en la región-norte de México*. CIESTAMM-UACH. Chapingo, Estado de México.

Flores, V. C. A. y Gallegos V. C. (1994), *Sistema-producto tuna*. Subsecretaría de Agricultura, SARH, CIESTAAM-UACH, Chapingo, México.

Flores, V. C. A., Luna E. J. M. y Ramírez M. P. (1995), *El mercado mundial de la Tuna*, UACH, CIESTAAM-UACH, Chapingo, México.

Gallegos, V. C. (1985), "Contribución al conocimiento de los sistemas de producción de cosechas de secano del área de estudio del CREZAS-CP", Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, 207p.

Gallegos, V. C. (2000), *La tuna, criterios y técnicas para su producción comercial*. Universidad Autónoma de Chapingo, Colegio de Postgraduados, Fundación Produce Zacatecas. Texcoco, Estado de México, México.

Granados, S. D y Castañeda, P. A. D. (1991), *El nopal: Historia, fisiología, genética e importancia frutícola*, Ed. Trillas, México, 227 p.

Hernández, R. L. y Barrientos, P. F. (1978), *Distribución del sistema radical del nopal (Opuntia amyclaea tenore)*, Tesis de M. en C., Sección de fruticultura, Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.

Higuera, R. G. L. (1996), *“El proceso de producción y comercialización de la tuna en dos comunidades del Estado de Puebla”* Tesis de Maestría. Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática, Colegio de Postgraduados. Puebla, Puebla, México, 106 p.

Lira, R. R. (1995), *Estudio de la factibilidad para el establecimiento de una planta empacadora y desespinaadora de tuna (Opuntia spp.) en el municipio de Acatzingo, Puebla*. Ingeniería Agroindustrial. Tesis Profesional. Chapingo, México, pp.14-51.

Mac Neish, S. R., Paterson, F. A. y Flannery, K. V. (1970), *The prehistory of the Tehucan Valley*. University of Texas Press, Vol. 1.

Malassis, L. (1969), *“La structure et l’ evolution du complexe agri-industriel d’après la comptabilité nationale française, Economía social”*, Paris, France.

Marroquín, S. J. G., Borja C. y de la Cruz J. A. (1964), *Estudio ecológico de las zonas áridas del norte de México*, INIF, SAG, México.

Méndez, G. (1995), *“Influencia de algunas prácticas de manejo del nopal sobre la producción de tuna en Pinos, Zacatecas”*, en Pimienta, B., E. y Neri, C. L. Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Memoria del VI Congreso Nacional IV Internacional, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México.

Mondragón, J. C. (1992), *El cultivo del nopal tunero en la región central de México. Avances y perspectivas de la investigación en fruticultura para el centro del país*. CENGUA, INIFAP-SARH, pp. 9-18.

Moreno, F. F. y Campos J. R. (1997), *Comportamiento fisiológico de diferentes variedades de tuna*. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 90 p.

Nobel, S. P. (1994), *“Remarkable Agaves and Cacti,”* Oxford University Press. en Pimienta, B. E. (1991). Aportaciones técnicas y experiencias de la producción de tuna en Zacatecas, México.

Ordoux, E. y A. L. Domínguez (1996), *“Le figuier de Barbarie: une source industrielle de Bétlaines?”* *Fruitis*. 51(1), Paris, France.

Osborne, D. R y Voogt P. (1978), *Análisis de los nutrientes de los alimentos*, Ed. Acribia, Zaragoza, España.

Pimienta, B. E. (1986), *Establecimiento y manejo de plantaciones de nopal tunero en Zacatecas*, CANOC-SARH-INIFAP, Publicación Especial 5: 1-34.

Pimienta, B. E. (1990), *El nopal tunero*, Universidad de Guadalajara, Jal., México, 235 p.

Piña, L. I. (1979), *Principales países productores de grana y algunos aspectos biológicos sobre la producción de este producto*, Ed. Tecnología Lanfi, México.

Vázquez, A. A. y Gallegos, V. C. (2001), *La tuna. Criterios y técnicas para su producción comercial*, Fundación Produce, UACH y CP, México, 2001.

Velázquez, C. R. (1962), *Aspectos ecológicos, distribución y abundancia de O. streptantha y O. leucotricha*, Fruticultura mexicana 15, México.

Vélez, H. E. (1994), *Estudio de factibilidad para el establecimiento de una planta industrializadora de una blanca (Opuntia Amyclaea, Tenore), en el municipio de San Juan Teotihuacán*, Estado de México. Ingeniería Agroindustrial, Tesis Profesional, Chapingo, México.

## b) Revistas, periódicos, textos y ponencias

Barrientos, P. F. (1966), *El nopal y su utilización en México*, Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, México.

Barrientos, P. F. (1983), *Nopal y agaves como recurso de zonas áridas y semiáridas de México (en recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México)*, Centro de genética, Chapingo, México.

Cantwell, M. I. (1992), "Algunas consideraciones sobre la calidad y el manejo postcosecha de las tunas." En Memoria de Resúmenes del 5°. Congreso Nacional y 3°. Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Chapingo, Méx, 111p.

Cantwell, M. I. (1995), "Post-harvest management of fruits and vegetable terms", en G. Barbera, P. Inglese y E. Pimienta B., Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear, Plant Production and Protection, Paper 132, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 120-136.

Cañet, F. (2001), Conferencia: *La calidad higiénico-sanitario y manejo postcosecha de frutas y vegetales frescos*, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” INIFAT, C. Habana, Cuba, 24 de septiembre de 2002 en Cartago, Costa Rica.

Corrales, G. y Flores V. C. A. (2000), “*Tendencias actuales y futuras en el procesamiento del nopal y la tuna*”, en Nopalitos y tunas. Producción, Comercialización, Poscosecha e Industrialización, CIESTAAM-Programa Nopal, Universidad Autónoma Chapingo, México pp. 167-209.

Corrales, G. J. (1992), *Perspectivas de industrialización de nopalito y tuna*. En: conocimiento y aprovechamiento del nopal, 5° Congreso Nacional y 3er. Congreso Internacional. CONACYT-CIESTAM-UACH, Chapingo, México.

Corrales, G. J. (1992a), *Descripción y análisis de la cosecha y manejo en fresco de nopalito y tuna*. En conocimiento y aprovechamiento del nopal, 5° Congreso Nacional y 3er. Congreso Internacional. CONACYT-CIESTAAM, Chapingo, México.

Cruz, H. P. (1982), *Guía para cultivar nopal tunero en el Estado de Puebla*, Folleto técnico núm. 4., Campo Agrícola Experimental Tecamachalco. CIAMEC, INIA, SARH, Tecamachalco, Puebla, México.

Fanzione, G. (1991), *Il Ficolandia. Manuale Practico*, Ed. REDA, edizioni per l’agricoltura, Roma, 86 p.

Flores, V. C. A. (1994), *Sistema Producto Tuna*. SARH, CIESTAAM-UACH, Chapingo, México.

Flores V. C. A. (2002), *Producción y comercialización de la tuna*. Reporte de Investigación 67. Centro de investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial, CIESTAAM-UACH, Chapingo, México, 86 p.

Fray Bernardino de Sahagún S/A Nopalli; en Suplemento Imágen Vol. 2 no. 5 mayo de 1991.

García, M. R. (1990), *Notas sobre mercados y comercialización de productos agrícolas.*, Montecillo, Estado de México, Colegio de Postgraduados, Centro de Economía, CEICADES, CRECIDATH, Parte 2, 437 p.

Hernández, G. L. (1993), *Plagas y enfermedades del nopal en México*. Reporte de Investigación II, CIESTAAM, UACH, Chapingo, Estado de México. México.

Hernández, M., Chávez, A. y Burges, H. (1987), *Valor nutritivo de los alimentos mexicanos: Tabla de uso práctico*, Instituto Nacional de Nutrición, México, p. 34.

Inglese, P. (1995), "Orchard planting and management", en Barbera, G., Inglese, P. y Pimienta, E. Eds. *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*, FAO Plant Production and Protection Paper 132., FAO, Rome, pp. 78-91.

Pimienta, B. E. (1988), "El nopal tunero: descripción botánica, uso e importancia económica". *Germen 7*: 8-52, Universidad de Guadalajara, Guadalajara Jal., México.

Pimienta, E. (1991), *An overview of prickly pear cultivation in the central part of Mexico*, Proc. 2nd Annual Texas Prickly Pear Council, pp. 1-17.

Reyna, T. (2006), Conferencia: *El huerto familiar en México*. En: V Curso-Taller: "Producción y postproducción de frutas y hortalizas frescas en Mesoamérica y el Caribe Tropical ante la Globalización", Tema específico: Biodiversidad, Agricultura y Seguridad Alimentaria, Instituto de Geografía, UNAM, México, del 6 al 17 de noviembre de 2006.

Rojas, M. P. (1961), *Aprovechamiento de las zonas áridas*. Cultive nopal tierno, Agronomía, 79 ITESM, Nuevo León, México.

Salgado, M. C. (1984), *El cultivo del nopal, una alternativa económica en suelos áridos y semiáridos*. Folleto S/N, CODAGEM, México.

Samaya, W. N. H., Khatchadourian, A. W., Safi, M. y Al-Muhammad, H. M. (1983), "*Chemical characterization of prickly pear pulp, Opuntia and manufacture of prickly pear jam*", Ed. Techol Magazine, p 18.

Vázquez, A. (1981), *El nopal*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales-Comisión Nacional de Zonas Áridas. México.

Zukerman, J. (1987), *Maravillas desconocidas de una planta humilde, el nopal*, en periódico El Nacional, 2da. Sección, México, D.F., 3 de junio.

### c) Documentos con criterio oficial

CENSTEMEX, Centro del nopal y tuna del Estado de México (1981), *Estudios para la utilización del nopal y la tuna, como recurso natural para impulsar las zonas erosionadas del estado de México. Perspectivas de la utilización del nopal y la tuna. México, 78 p.*

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2001).

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2008).

CAEM, Comisión del Agua del Estado de México (2002), Atlas de Inundaciones No 9, Temporada de Lluvias.

CAEM, Comisión del Agua del Estado de México (2005), Dirección General del Programa Hidráulico, Dirección General de Infraestructura Hidráulica.

CEPANAF, Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (2004), Carpeta Técnica.

COMETUNA, Consejo Mexicano del Nopal y la Tuna (2001), *Programa nacional para el aprovechamiento del nopal y tuna*, Actopan, Hidalgo, 13p. (Documento inédito).

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1997), en Casas A. G. "Climas del estado de México", Extraído del proyecto H103 Sistema de información geográfica sobre la herpetofauna del Estado de México. Escala 1:500000, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

CONAFOR, Comisión Nacional Forestal (2005), Gerencia Regional IV (Balsas).

GEM, Gobierno del Estado de México (1993), Atlas General del Estado de México, Departamento de Diagnóstico, Sistema de Información Geográfica.

GEM, Gobierno del Estado de México (1996), Carta de Recursos Minerales.

GEM-IIIIGECM, Gobierno del Estado de México, Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (1995), Nomenclátor de Localidades del Estado.

GEM, Gobierno del Estado de México (2004), Dirección de Cultivos Intensivos.

IMSS, Instituto Mexicano del Seguro Social (2005), Delegación en el Estado México Oriente. Departamento de Presupuesto, Contabilidad y Erogaciones; Oficina de Presupuesto y Estadística.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1987), Carta estatal de climas, Estado de México.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2001), VII Censo Ejidal, Resultados Definitivos Aguascalientes, Ags.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2005a), Dirección General de Contabilidad Nacional y Estadísticas Económicas, Dirección General Adjunto de Estadísticas Económicas, Dirección de Estadísticas del Sector Primario.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2005b), Dirección General de Geografía.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2005c), Censos Económicos.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2005d), XII Censo de Población y Vivienda.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2005e), Carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250 000 Serie III.

JLSV-ZUMPANGO, Junta Local de Sanidad Vegetal de Zumpango, Estado de México, (2007).

Luz y Fuerza del Centro, (2005).

Manual del Exportador, Banca Confía, (1989).

SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2005), Unidad de Plantación y Evaluación; Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Gobierno del Estado. Junta de Caminos.

SDR-PUEBLA, Sistema de Desarrollo Rural del Estado de Puebla (2005-2011), Las Cien Preguntas y Respuestas de la Cadena Agroalimentaria Nopal-Tuna, p 3.

SARH, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (marzo de 1993), *Estrategia Nacional de Mediano Plazo (1993-1999) de Desarrollo y Promoción de Exportaciones de Tuna*. Datos básicos para su elaboración, ciudad de México, D.F, 35 p.

SEDECO-EDOMEX, Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de México (2005), Dirección General de Comercio, Subdirección de Apoyo al Comercio.

SE-SNIIM, Secretaría de Economía, Servicio Nacional de Información e Integración de Mercados, varios años, precios mensuales de tuna en varias centrales.

SPP, Secretaría de Programación y Presupuesto (1981), Síntesis Geográfica del Estado de México.

SEGEM, Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de México (2001), Proyecto de Conservación Ecológica de la ZMVM.

#### d) Referencias electrónicas (Internet)

(FDA, 2007-2009). Food and Drug Administration  
World Wide Web: [http://www.fda.gov/ora/oasis/ora\\_oasis\\_viol.html](http://www.fda.gov/ora/oasis/ora_oasis_viol.html)

(IICA, 2001). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. El enfoque de cadenas de valor en el desarrollo agrario y agroindustrial en el Perú.  
World Wide Web: [http://www.portalagrario.gob.pe/pec\\_cadena](http://www.portalagrario.gob.pe/pec_cadena)

(ASERCA, 2009). Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria  
World Wide Web: [http://www.aserca.gob.mx/artman/publish/article\\_26.asp](http://www.aserca.gob.mx/artman/publish/article_26.asp)

(SIAP, 1990-1999). Sistema de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera  
World Wide Web: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/default.htm>

(SNIIM, 1997-2008). Servicio Nacional de Información e Integración de Mercados.  
World Wide Web: <http://www.economia-sniim.gob.mx>

(SCT). Secretaría de Comunicaciones y Transportes.  
World Wide Web: <http://www.sct.gob.mx>

(SMN). Servicio Meteorológico Nacional. Temperatura °C mínima promedio, Estado de México, 2004-2009.  
World Wide Web: <http://www.smn.cna.gob.mx>