

**I. TEXTOS MONOGRÁFICOS:
5. ECONOMÍA**

PLANTAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE MÉXICO

Marta Concepción Cervantes Ramírez



**TEMAS SELECTOS DE
GEOGRAFÍA DE MÉXICO**

La autora es Bióloga, Maestra en Ciencias (Biología) y Doctora en Geografía por la UNAM. Es Profesora de Carrera Titular "B" de Tiempo Completo en el Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, con una antigüedad de 35 años. Asesora del Posgrado en Geografía, corresponsable del Proyecto de Adecuación del Posgrado en Geografía (1996-1999). Sus áreas de especialidad son: Biogeografía y Conservación de Recursos Naturales, cátedras que imparte en dicha facultad desde 1970 en licenciatura y posgrado. Ha dirigido 28 tesis de licenciatura, ocho de maestría y tres de doctorado. Es coautora de dos libros y autora de 15 artículos en revistas especializadas. Ha participado en diversos proyectos interdisciplinarios e interinstitucionales con el Instituto de Geografía. En la actualidad, es Consejero Académico de Área Titular, por la Facultad de Filosofía y Letras ante el Consejo Académico del Área de las Ciencias Sociales y miembro de diversas comisiones dictaminadoras en la UNAM.

PLANTAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE MÉXICO

I.5.3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario General

Dr. Daniel Barrera Pérez
Secretario Administrativo

Dr. Jaime Martuscelli Quintana
*Secretario de Servicios a la
Comunidad Universitaria*

Dra. Elvia Arcelia Quintana Adriano
Abogada General

Dr. José Narro Robles
Coordinador General de Reforma Universitaria

Dr. René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

Dr. José Luis Palacio Prieto
Director

Dra. María Teresa Sánchez Salazar
Secretaria Académica

Dra. Atlántida Coll-Hurtado
Editor Académico

Lic. Mayela Lara Morales
Secretaria Administrativa

PLANTAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE MÉXICO

I.5.3

Marta Concepción Cervantes Ramírez



Diseño de portada: Laboratorio de Fotomecánica,
Instituto de Geografía, UNAM

Responsable de edición: Martha Pavón
Revisor de estilo: Eva Saavedra Silva
Primera edición: septiembre del 2002

PLANTAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE MÉXICO 1.5.3

DR © Instituto de Geografía, UNAM

Derechos exclusivos de edición reservados para todos los países de habla española. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización escrita de los editores.

Instituto de Geografía, UNAM
Ciudad Universitaria
Del. Coyoacán, C. P. 04510
México, D. F.
www.igeograf.unam.mx

ISBN: UNAM (Obra General): 968-36-8090-9
ISBN: UNAM 970-32-0182-02

HECHO EN MÉXICO

Este libro se publicó con apoyo financiero de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) UNAM. Proyecto: Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT). No. IN306500, cuya responsable ante DGAPA es la Dra. María Teresa Gutiérrez de MacGregor. Por este apoyo el Instituto de Geografía expresa su agradecimiento.

ÍNDICE

Presentación	11
Introducción	13
I. Zonas áridas y semiáridas de México	17
El ámbito natural	19
<i>Clima</i>	19
<i>Litología superficial</i>	20
<i>Hidrología</i>	21
<i>Suelos</i>	24
<i>Flora</i>	26
<i>Fauna</i>	28
Ámbito social	31
<i>Población</i>	31
<i>Actividades económicas</i>	34
<i>Agricultura</i>	34
<i>Ganadería</i>	35
<i>Minería</i>	36
<i>Turismo</i>	37
II. Comunidades vegetales y recursos forestales	
de zonas áridas y semiáridas	41
Comunidades vegetales	41
<i>Mezquitales y huizachales</i> (Mezquital, según	
el IFN 2000)	42
Chaparrales (Chaparral según el IFN 2000).	43
<i>Matorrales</i> (Matorral según el IFN 2000)	45

<i>Pastizales (Pastizal, según el IFN2000)</i>	49
Recursos forestales vegetales	50
III. El mezquite (<i>Prosopis spp.</i>)	53
Clasificación científica y descripción de la planta	54
Distribución geográfica y aspectos ecológicos	55
Importancia económica y usos	57
Posibilidades de cultivo	61
Problemática y perspectivas futuras	62
IV. Los agaves (<i>Agave spp.</i>)	63
Caracteres generales del género <i>Agave</i>	64
<i>Clasificación científica y descripción de la planta</i>	64
<i>Descripción</i>	64
<i>Distribución geográfica y aspectos ecológicos</i>	65
<i>Diversidad de usos</i>	66
Magueyes productores de bebidas fermentadas:	
el “pulque”	67
<i>Agaves productores de pulque</i>	69
<i>Proceso de elaboración y comercialización</i>	70
<i>Otros productos del maguey</i>	72
Agaves mezcaleros	73
<i>Agaves productores de mezcal</i>	74
<i>Industrialización</i>	75
<i>Comercialización</i>	77
Magueyes tequileros	78
<i>El Agave tequilana Weber y su área de distribución</i>	78
<i>Importancia económica e industrialización</i>	79
<i>Comercialización</i>	81
Agaves productores de fibras	84
<i>La lechuguilla (Agave lechuguilla Torrey)</i>	85
<i>El henequén (Agave fourcroydes Lem.)</i>	89
Otras plantas productoras de fibras duras	94
<i>Las palmas o izotes</i>	96
<i>Las palmillas</i>	99
V. Los nopales (<i>Opuntia spp.</i>) como recurso	103

Características generales y diversidad de nopales	103
<i>Clasificación científica y descripción de la planta</i>	104
<i>Distribución geográfica y aspectos ecológicos</i>	104
Diversidad de usos	105
Los nopales como verdura	107
<i>Cultivo</i>	107
<i>Producción</i>	108
<i>Comercialización</i>	109
<i>Situación actual y perspectivas</i>	111
Nopal tunero	112
<i>Usos y propiedades</i>	113
<i>Cultivo</i>	113
<i>Producción</i>	114
<i>Comercialización</i>	115
<i>Situación actual y perspectivas</i>	117
Nopales forrajeros	118
<i>Nopales utilizados como forraje</i>	118
<i>Posibilidades de cultivo del nopal forrajero</i>	119
<i>Recolección y comercialización</i>	120
<i>Problemática y perspectivas</i>	122
VI. Plantas productoras de ceras	125
Candelilla (<i>Euphorbia antisyphilitica</i> Zucc.)	125
<i>Clasificación científica y descripción de la planta</i>	129
<i>Distribución geográfica y aspectos ecológicos</i>	130
<i>Importancia y aprovechamiento</i>	131
<i>Problemática y perspectivas futuras</i>	133
La “jojoba” (<i>Simmondsia chinensis</i> Link.) como recurso ...	137
<i>Clasificación científica y descripción de la planta</i>	137
<i>Distribución geográfica y aspectos ecológicos</i>	138
<i>Importancia y aprovechamiento</i>	139
<i>Producción y comercialización</i>	140
<i>Problemática y perspectivas futuras</i>	142
Comentarios	145
Bibliografía	149

PRESENTACIÓN

Con este trabajo, la autora nos introduce al fascinante mundo de las zonas áridas de nuestro país, las cuales ocupan un poco más de la mitad de la superficie del mismo. De una manera clara y sencilla, pero bien documentada, nos describe el ámbito natural con sus rasgos climáticos, litológicos e hidrológicos característicos, el cual sustenta una biota que es modesta, si la comparamos con la de las zonas tropicales, sin embargo, es lo suficientemente rica y diversa, en comparación con otras zonas áridas, destacando la proporción tan elevada de animales y plantas con una distribución restringida a nuestro país, es decir, los endemismos que, en el caso de las plantas, sobrepasan el 50%.

El ámbito social lo aborda destacando la importancia que tienen los estudios sociales y su relación con los recursos naturales; especial hincapié hace en los fenómenos migratorios, así como en la creación de polos de desarrollo económico, principalmente en la faja fronteriza del norte del país, polo de desarrollo que ha sido consecuencia de la instalación de empresas maquiladoras. En forma general aborda las actividades agropecuarias, tanto las intensivas como la agricultura de riego y el ganado estabulado, como la agricultura temporalera, la cual en algunas regiones se ha convertido en una agricultura de subsistencia, así como el libre pastoreo, sobre todo con ganado caprino; hace notar el manejo inadecuado de los pastizales, lo que ha provocado que más del 80% de los agostaderos estén sobrepastoreados en mayor o menor grado.

Respecto a las comunidades vegetales que se desarrollan en las zonas áridas o semiáridas de México, menciona los mezquites y

huizachales, los chaparrales, matorrales y pastizales, describiendo sus rasgos distintivos y las condiciones del ambiente donde se desarrollan. Las plantas de importancia económica para las zonas áridas y semiáridas del país las ejemplifica con los mezquites, los magueyes (plantas del género *Agave*), tanto los productores de pulque, tequila y mezcal, como aquellos utilizados para producir fibras, que junto con las palmas o izotes (*Yucca* spp.) y las palmillas (*Nolina* spp.) destacan por su importancia económica a nivel regional. Otro grupo botánico tan característico de nuestro paisaje y tan ligado a la idiosincrasia de los pobladores de las zonas áridas de México, son los nopales y su variada utilización. Finalmente, trata de dos plantas productoras de cera, la candelilla y la jojoba, proporcionando datos de sumo interés acerca de su producción y comercialización.

De este trabajo, se pone de manifiesto que la explotación de las plantas de las zonas áridas de México varía desde la simple recolección, como es el caso de los nopales tuneros o aquellos usados para forraje, a la recolección con algún trabajo agregado, como es la talla y blanqueado de las fibras de la lechugilla y los izotes: un proceso de semi-industrialización para la obtención de la cera de candelilla, o una industrialización en la obtención de la cera y el "shampoo" de jojoba, o del hule, producto de otra planta del desierto mexicano, el guayule. Así, esta obra nos muestra diversas facetas del potencial económico de las plantas de zonas áridas de nuestro país.

Francisco González Medrano

Instituto de Biología

Universidad Nacional Autónoma de México

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas ocupan más de la mitad del territorio nacional y están cubiertas en su mayor parte por diversos tipos de comunidades arbustivas que, de acuerdo con Rzedowski (1978), reciben el nombre genérico de matorral xerófilo, alternan con pastizales y con algunos manchones aislados de vegetación arbórea. En ellas, las plantas se distribuyen de manera discontinua, debido a la escasez de agua que prevalece en dichas áreas.

La diversidad florística de estas zonas puede ser considerada como moderada, ya que está constituida por más de 6 000 especies vegetales descritas, cifra modesta comparada con la flora de regiones tropicales, que en espacios pequeños presentan gran variedad de especies. Sin embargo, un hecho destacado de la flora xerófila es la gran abundancia de endemismos, es decir, plantas cuya distribución está restringida a estas regiones, mismas que han sido consideradas el centro de origen y evolución de muchas especies, como es el caso de algunos cactus. En las zonas áridas existen ecosistemas muy complejos, debido a las adaptaciones a la vida en ambientes muy rigurosos, como es el caso de algunos matorrales, pero a la vez existen otras comunidades de organización más simple, entre los que cabe destacar a los pastizales halófilos. Desde la perspectiva de la economía ecológica, los ecosistemas de zonas áridas se consideran de baja productividad, ya que las plantas se distribuyen de manera discontinua, generalmente debido a la competencia por el agua. Por esta razón, constituyen ecosistemas muy frágiles ante la perturbación antrópica.

Durante miles de años estos espacios, conocidos como Aridamérica, fueron habitados por grupos indígenas aislados y poco numerosos, que practicaban estrategias de subsistencia de bajo impacto ecológico, ya que vivían de la caza y la recolección, con pocas actividades agrícolas, limitadas a sitios propicios para ello, por lo que se mantuvieron relativamente estables, a diferencia de lo que ocurría en Mesoamérica. Empero, la situación ha cambiado radicalmente en los últimos cien años, pues los matorrales y pastizales xerófilos fueron sometidos a un intenso sobrepastoreo, debido a la introducción del ganado bovino y, en especial, del ganado caprino (Challenger, 1998: 618). De manera simultánea, se inicia o se acelera la sobreexplotación selectiva de algunas especies de plantas propias del matorral xerófilo, tales como la lechuguilla, la candelilla y el guayule, cuya demanda se incrementó durante la Segunda Guerra Mundial y el período de la posguerra, con lo cual se da inicio a una profunda alteración de estos geosistemas, alterando la estructura y diversidad de sus comunidades. El problema se vio agudizado por la expansión de la agricultura intensiva, altamente tecnificada, en combinación con la ganadería extensiva y el desarrollo progresivo de las actividades mineras.

A pesar de ello, la diversidad florística de las comunidades arbustivas de las zonas áridas y semiáridas del país aún ofrece un enorme potencial de recursos naturales considerados como forestales, susceptibles de ser aprovechados de manera racional y sostenible, para contribuir al mejoramiento de los niveles de vida del sector rural, en particular, ya que ofrecen múltiples alternativas de utilización como recursos maderables, alimenticios, forrajeros, industriales, energéticos, ornamentales, artesanales y medicinales. En este trabajo se seleccionaron las siguientes plantas representativas de zonas áridas o semiáridas, con multiplicidad de usos: mezquites, agaves, nopales, candelilla y jojoba.

De cada una de ellas se explican su caracteres botánicos y la clasificación; su hábitat y distribución geográfica; su potencial como recurso y formas de aprovechamiento; las técnicas para su industrialización y comercialización; la problemática actual y las perspectivas futuras relacionadas con el manejo como recurso de dichas plantas.

Deseo manifestar mi sincero agradecimiento al maestro Francisco González Medrano, cuya cuidadosa revisión del manuscrito y atinados consejos, facilitaron la culminación de este trabajo. Asimismo, quiero expresar mi gratitud a mis tesisas: la Lic. en Geografía Angélica Franco, quien con gran desinterés colaboró en la captura de información y elaboración de cuadros, gráficas, esquemas e ilustraciones, y a la Lic. en Geografía Edith Ugalde, quien al inicio del trabajo contribuyó en la búsqueda de información.

Importante fue la participación del Lic. en Geografía Víctor Quiroz, en la elaboración del material cartográfico y de las licenciadas Martha Pavón y Eva Saavedra, en la revisión y corrección final del manuscrito. Gracias.

Mi gratitud a las autoridades del Instituto de Geografía y a nuestra editora, la Dra. Atlántida Coll-Hurtado, quienes me dieron la oportunidad de participar en este proyecto y en todo momento me otorgaron su apoyo.

1. LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE MÉXICO

México es un país cuyo territorio presenta extensas regiones de zonas áridas, muy áridas y semiáridas, que cubren el 54.3% de su superficie total. Aunque existen pequeñas zonas áridas repartidas por todo el país, como producto de las condiciones climáticas locales, la mayor extensión de zonas áridas en México se ubica en el cinturón o faja mundial de aridez, que en el país corresponde a los desiertos Chihuahuense y Sonorense; este último se extiende a la casi totalidad de la península de Baja California y partes bajas del estado de Sonora. Estos desiertos rebasan la frontera mexicana y penetran al sur de Estados Unidos, en los estados de California, Arizona y Texas. De acuerdo con Mosiño (1983:15):

la aridez de un lugar es una variable física que depende de la interacción de variables mesurables, tales como la radiación solar, la temperatura, la precipitación, la dirección y fuerza del viento y la evapotranspiración, por lo que su interpretación resulta sumamente compleja.

El mismo autor señala que la cubierta vegetal resulta el mejor indicador de la aridez, ya que “las relaciones clima-vegetación rigen el comportamiento de las plantas frente a los agentes atmosféricos y la radiación solar” (Mosiño, *op. cit.*).

De los 32 estados que integran el territorio nacional, 25 presentan porciones áridas en mayor o menor proporción (Figura 1). Cubren casi totalmente las superficies territoriales de los estados de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Coahuila y Sonora; de manera parcial se presentan en los estados de Colima, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala, Yucatán y Zacatecas. Su presencia no se limita a la franja de los desiertos (latitud de 30°), sino que también existen dentro de la porción tropical del país, en las cuencas de los ríos Zacatula-Balsas y Mezcala-Tlapaneco (Guerrero); asimismo, en la confluencia de los valles de Tehuacán-Cuicatlán (entre Puebla y Oaxaca), en la costa noroeste de la península de Yucatán y la región árida templada de los valles de San Juan-Perote, en los límites entre los estados de Puebla y Veracruz (Oropeza y Alfaro, 1997).

La formación y extensión de las zonas áridas mexicanas se debe a la existencia de diversos fenómenos meteorológicos que permiten explicar su presencia (Hernández y García, 1997):

- Por su *ubicación* entre los 14° y 32° de latitud norte, la afectan en su porción boreal el cinturón de las altas presiones del hemisferio norte (a los 30° de latitud norte), donde las corrientes de aire son descendentes, y al bajar se calientan, comprimen y pierden su humedad, la cual dificulta la precipitación.
- *Estabilización de la atmósfera* por la presencia de corrientes marinas frías y surgencias, como ocurre en la península de Baja California.
- *Efecto de pantalla meteorológica* (sombra orográfica o efecto de *Föhn*), ocasionado por la existencia de sistemas montañosos que representan barreras e impiden la penetración de los vientos húmedos al interior del país.
- *Efecto de continentalidad*, ya que el territorio mexicano se ensancha hacia la porción norte, lo cual impide la llegada de los vientos húmedos de los océanos y ocasiona la existencia de climas extremos.

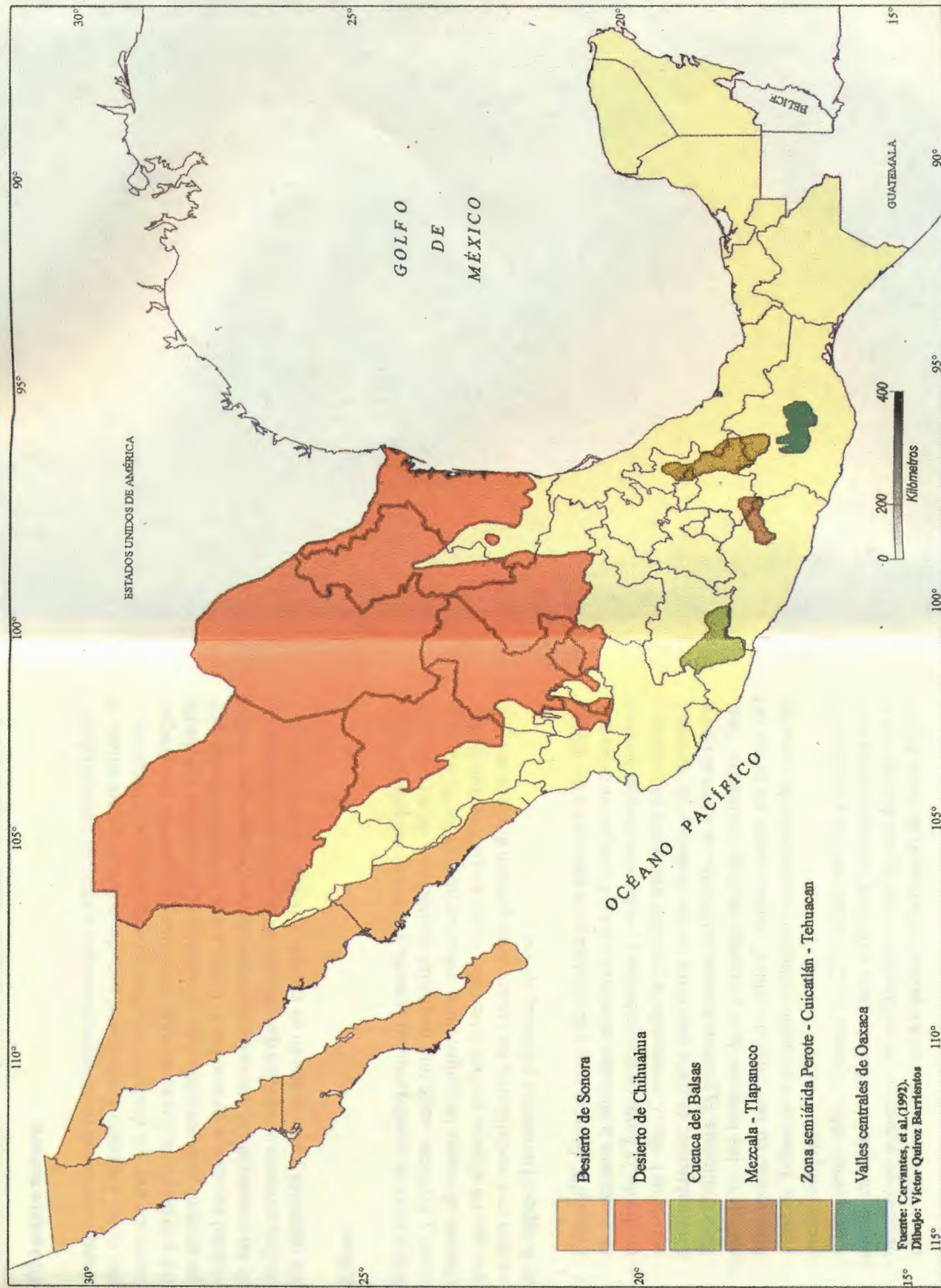


Figura 1. Distribución de las zonas áridas y semiáridas de México.

El ámbito natural

Aunque existen diversas interpretaciones acerca del concepto de aridez como elemento fundamental para delimitar las zonas áridas, se reconoce que los desiertos son básicamente regiones climáticas y, por consiguiente, los elementos del clima y del tiempo constituyen parámetros indispensables para su identificación, aunque la cubierta vegetal constituye un auxiliar valioso para la interpretación integral de las características naturales que existen en los diversos *geosistemas* áridos, sistemas complejos que resultan de la interacción de elementos naturales y antrópicos en un espacio y tiempo determinados.

Clima

Estas áreas se caracterizan, en general, por tener precipitaciones escasas y erráticas, así como marcadas oscilaciones de temperatura. Durante el verano, las temperaturas máximas superan los 40 °C, mientras que en algunas noches invernales bajan a -10 °C o aun menos; existen tres modalidades, las cuales corresponden al clima seco (B) de Köppen (Hernández y García, *op. cit.*):

- *Clima BW*. Es muy seco y se localiza en la parte norte del altiplano mexicano, a altitudes inferiores a los 1 500 m, alcanza un promedio de 257 mm de precipitación y predomina durante los doce meses del año. Comprende la porción mexicana del desierto Chihuahuense; la parte mexicana de los desiertos de Sonora y Baja California; la planicie costera del Pacífico al norte del paralelo 25° y los litorales de la península de Baja California. También existe en las “islas de aridez”, como ocurre en partes del valle de Tehuacán-Cuicatlán, debido a la existencia de pantallas meteorológicas.
- *Clima árido BSo*. Presenta de 270 a 560 mm de precipitación anual, cantidad insuficiente para satisfacer las necesidades de la vegetación y permitir la infiltración de las aguas. Limita con el clima BW en el norte del Altiplano, en la base de la Sierra Madre

Occidental en Sonora y en Baja California; es predominante en la planicie costera del Golfo. En el sur se localiza en la cuenca baja del río Tepalcatepec, en Michoacán; en algunas porciones del valle de Tehuacán-Cuicatlán; en la cuenca alta del río Tehuantepec; y en una faja angosta en la península de Yucatán.

- *Clima BSI*. Es el menos seco de los climas BS; limita con los climas subhúmedos; recibe entre 340 y 792 mm de precipitación y el número de meses secos que abarca varía entre ocho y diez. Predomina en la planicie costera de Tamaulipas, laderas bajas de barlovento de la Sierra Madre Occidental en los estados de Sonora y Sinaloa; partes bajas de la Mesa Central (Guanajuato, Querétaro e Hidalgo); los valles de San Juan (Puebla) y Perote (Veracruz), gran parte de los valles Centrales de Oaxaca; la cuenca del Balsas (Guerrero, Michoacán y Puebla); pequeñas áreas costeras de Jalisco y Colima, así como en una angosta franja al noroeste de la península de Yucatán.

Litología superficial

Las rocas volcánicas afloran en grandes extensiones del noroeste y centro de México; predominan en Baja California Sur y a lo largo de toda la Sierra Madre Occidental; abundan en la porción noroeste, oeste y sur del Altiplano y en algunas zonas del centro de Oaxaca. Las rocas volcánicas más comunes son: *andesitas*, *riolitas* y *tobas volcánicas* (Rzedowski, 1978:29-31).

- Las *rocas sedimentarias*, de origen marino, son características de casi toda la Sierra Madre Oriental así como de la planicie costera nororiental; se presentan en la gran mayoría de las sierras aisladas en el noreste, centro y este del Altiplano; cubren importantes extensiones en las zonas semiáridas de Oaxaca, Puebla y Guerrero; forman manchones aislados en Baja California, Sonora, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán, y en la mayor parte de la península de Yucatán. Predominan las *rocas calizas*, aunque a menudo están acompañadas de *margas*, *lutitas* y *areniscas calcáreas*.

- Las *rocas metamórficas* cubren importantes extensiones hacia el centronorte de Oaxaca, continuándose en el suroeste de Puebla; se presentan en zonas reducidas y aisladas de Guerrero. Existen *gneis*, *pizarras* y *granitos*.
- Los *sedimentos aluviales* cubren grandes extensiones de la planicie costera noroccidental, vertiente occidental de la península de Baja California, Altiplano y parte norte de la planicie costera del Golfo de México.
- Entre otros tipos de rocas, cabe mencionar las *intrusivas*, dominantes en el estado de Baja California y presentes en manchones aislados, tanto en Baja California Sur como a lo largo de la costa pacífica, desde Sonora hasta Oaxaca. Están representadas por granitos o rocas similares (Rzedowski, *op. cit.*).
- *Depósitos continentales* del Mesozoico y del Cenozoico se localizan en diversas serranías del altiplano, aunque sin cubrir grandes extensiones. Se presentan en forma de conglomerados, areniscas, *lutitas*, *arenas* y *arcillas*; en otros casos existen evaporitas o *calizas dulceacuícolas*.

Hidrología

Los ríos de las regiones áridas y semiáridas de México drenan la mayor parte del territorio (más del 60%), aunque aportan apenas poco más del 21% del caudal hidrológico total del país. Se caracterizan por sus regímenes erráticos e intermitentes, es decir, que sus escurrimientos medios anuales registran fuertes variaciones de un año a otro y sus caudales se reducen durante varios meses del año, hasta llegar a ser prácticamente nulos durante largos períodos (Benassini, 1974:178-200). A fin de poder administrar mejor los recursos hídricos con que cuenta el país, la Comisión Nacional del Agua (CNA), en su Programa Nacional Hidráulico 1995-2000, divide al país en trece regiones hidráulicas organizadas en tres grupos: vertiente pacífica, vertiente del Golfo y cuencas cerradas. Es importante señalar que sólo en dos de estas trece regiones no existe problema de aridez; en el resto, dicho problema está presente en mayor o menor extensión (Franco, 1999:178).

De acuerdo con dicha regionalización, las cuencas que irrigan las zonas áridas y semiáridas de la *vertiente pacífica* son las siguientes:

- Las corrientes de la región *Península de Baja California*, que se caracterizan por su reducida potencialidad de escurrimiento y régimen errático y efímero. Las aportaciones medias anuales de estos ríos registran fuertes variaciones de un año a otro, llegando a permanecer secos durante periodos de varios años. La península se halla prácticamente desvinculada del continente, a excepción del delta del río Colorado, que se incorpora a la región hidráulica noroeste. Entre los principales ríos pueden mencionarse el río Tijuana, en Baja California, y el Santo Domingo, en Baja California Sur.
- La región *Alto noroeste* se extiende entre los parteaguas de la Sierra Madre Occidental y el litoral del Océano Pacífico, la limita al norte la frontera con Estados Unidos y al sur, el parteaguas entre los ríos Ameca y Santiago. A esta región pertenecen los ríos Colorado, Yaqui y Mayo, con regímenes erráticos e intermitentes caracterizados por caudales de estiaje muy pequeños o nulos, y grandes avenidas de verano e invierno, producidas por ciclones tropicales y frentes polares. Hoy en día el río Colorado es considerado como una región independiente, debido a que su administración es de carácter internacional.
- A la región *Noroeste bajo* corresponde la cuenca del río Fuerte, que irriga parte de la Sierra Tarahumara y la zona semiárida de Sinaloa, donde se desarrollan importantes actividades agrícolas y ganaderas.
- La región *Lerma-Santiago* se ubica en el Altiplano meridional y comprende gran parte del sistema Lerma-Chapala-Santiago; las cuencas cerradas de los lagos de Cuitzeo, Pátzcuaro, Zirahuén y otros; la subcuenca del río Tula, que pertenece a la cuenca del río Pánuco; la cuenca del valle de México; los valles de Oriental, Libres y El Seco; y la parte alta de la cuenca del río Tecolutla. Debido a los regímenes erráticos e intermitentes de sus ríos, el caudal de esta región está regulado por medio de numerosas presas destina-

das a la protección contra inundaciones, riego agrícola, abastecimiento a centros de población y generación de energía eléctrica.

- La gran cuenca del Balsas corresponde a la región *Pacífico centro*. Se ubica en la depresión del mismo nombre, entre el Sistema Volcánico Transversal, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre del Sur. El río Balsas tiene una reducida potencialidad de escurrimiento, con régimen errático e intermitente, caracterizado por la presencia de intensas avenidas en los meses de verano y pequeños gastos de estiaje. Drena porciones semiáridas de Puebla, Guerrero y Michoacán.

En la vertiente del *Golfo de México*, las zonas áridas se encuentran incluidas en dos regiones hidráulicas:

- La región *Frontera norte* corresponde a la gran cuenca del río Bravo y sus afluentes mexicanos, de régimen errático e intermitente; presenta grandes avenidas de origen ciclónico durante el verano, utilizadas para alimentar a las presas de almacenamiento que permiten optimizar al máximo el caudal hidrológico de la cuenca. Su importancia radica en ser límite fronterizo con Estados Unidos y fuente para el abastecimiento de una gran porción de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y la parte norte del estado de Tamaulipas.
- Dentro de la región hidráulica *Golfo norte* destacan las cuencas de los ríos San Fernando y Soto La Marina, cuyos gastos están influenciados por los ciclones tropicales y los nortes invernales, lo cual ha permitido el desarrollo de las actividades agrícolas y ganaderas de la región.
- El noroeste de la *Península de Yucatán*, como toda ella, carece de corrientes superficiales permanentes y las precipitaciones son más escasas que en el resto de la península, lo cual provoca condiciones de aridez.

La región *Cuencas cerradas* abarca gran parte del altiplano septentrional y parte del meridional, correspondiente a las cuencas ce-

rradas de Chihuahua, el Bolsón de Mapimí, El Salado y las cuencas cerradas de los ríos Nazas y Aguanaval, entre otras. Las corrientes de los ríos de esta región son de régimen errático, torrencial e intermitente, se caracterizan por las grandes variaciones en los volúmenes anuales que aportan; la concentración de los escurrimientos en unos cuantos meses del año, períodos secos de varios años de duración y gastos de estiaje nulos. Estos ríos están sobreexplotados y representan la única fuente de abastecimiento de agua de una vasta zona árida. Sólo pueden aprovecharse por medio de presas que permiten captar, conservar y aprovechar el agua por períodos de varios años.

Suelos

Los suelos que existen en zonas áridas reciben el nombre genérico de *xerosoles* o *aridisoles*, es decir, suelos de zonas áridas. Sin embargo, la gran variedad de sustratos geológicos, característicos del relieve y condiciones climáticas locales, ha propiciado la existencia de muy diversos tipos de ellos.

En la zona costera de Sonora y Baja California, así como en las lagunas costeras y terrenos bajos sujetos a inundaciones periódicas por las aguas marinas, predominan los suelos sódico-salinos, que en la época de estiaje forman costras de cloruro de sodio (sal común), que han originado la formación de las grandes salineras, como las que se encuentran en Guerrero Negro en Baja California Sur. En el norte de Sonora las dunas de sílice ocupan gran extensión, mientras que en la costa del Golfo de California son frecuentes las dunas móviles (Flores y Valdés, 1988:11-17). La porción central del desierto del Vizcaíno presenta dunas de arena dispuestas en líneas paralelas, caso único en los desiertos norteamericanos y semejantes a las que existen en el norte de Australia. Las dunas son materiales no consolidados que corresponden a los suelos llamados *regosoles*.

Característica destacada de los suelos de Chihuahua es la presencia de capas de acumulación de carbonato de calcio (*caliche*), cuya profundidad y espesor varía de unos cuantos milímetros hasta los

40 cm, pero en los grandes valles las concreciones pueden alcanzar profundidades de 230 m con un espesor de 90 m; este horizonte *petrocálcico* corresponde a los llamados suelos *calcimórficos*. En los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, el horizonte *petrocálcico* se encuentra cementado con sílice y recibe el nombre de *duripán*. En ciertas porciones de los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Durango, Coahuila, Chihuahua y Tamaulipas existen suelos llamados *phaeozem*, de color oscuro, con *duripán*, que tienen alto nivel de fertilidad; cuando son más profundos y existe traslocación de partículas se forman los *vertisoles*, suelos pesados, arcillosos, de alta productividad y de manejo difícil (Flores, 1974:50-64). En el desierto de Chihuahua son también comunes los suelos con alto contenido en sales solubles, debido a la existencia de bolsones y cuencas cerradas que propician su acumulación. Las sales son arrastradas por el agua a las partes bajas y, al no ser drenadas hacia el mar, se estancan y acumulan, fenómeno agravado por los altos niveles de evaporación, debido a las elevadas temperaturas diurnas.

Los procesos abrasivos de los chubascos característicos de las zonas áridas y semiáridas ocasionan el arrastre de materiales aluviales que, al combinarse con los coluviales, dan origen a suelos llamados *fluvisoles*, constituidos por partículas estratificadas de diferentes formas y tamaños. Abundan en la zona carbonífera de Coahuila y en la región Lagunera, aunque también se encuentran en la cuenca del río Atoyac, en la del Balsas y en algunas porciones de las zonas semiáridas de Oaxaca, Puebla, Veracruz y el Bajío; en las partes altas de los lomeríos predominan los *regosoles* y en las bajas los *litosoles*, producto de la acumulación de materiales aluviales y coluviales. En los fondos de los valles, donde las condiciones microclimáticas y del relieve son más benignas, se forman suelos arcillosos profundos, de color oscuro, con alto contenido de materia orgánica, que corresponden a los llamados *vertisoles*; son suelos pesados, pero altamente productivos, si el manejo es adecuado.

Los suelos de la porción noroeste de la península de Yucatán son suelos *calcimórficos*, cuyo color varía de café muy oscuro a gris oscuro, son muy someros, rocosos y de baja a moderada productividad.

Flora

Aunque no existen pruebas suficientes acerca de la época en que aparece la flora de las zonas áridas, Rzedowski (cit. por Challenger, 1998:636) considera que los altos niveles de diversidad y endemismo en la aridaflora mexicana indican un origen muy remoto, fines del Cretácico, hace 70 millones de años, y un largo periodo de evolución en las comunidades del matorral xerófilo.

A pesar de los miles de kilómetros que las separan, las zonas áridas y semiáridas de Sudamérica, en especial Argentina y Bolivia, comparten muchos géneros de plantas con México, tal es el caso de la gobernadora (*Larrea*), el tabaco (*Nicotiana*), heno (*Tillandsia*) y los mezquites (*Prosopis*), por citar algunas. Otras plantas compartidas por Norteamérica y Sudamérica son el hojaseño (*Flourensia*), el guayule (*Parthenium*) y el pasto navajita (*Bouteloua*).

En estas regiones de apariencia inhóspita, subsiste una gran cantidad y variedad de especies vegetales que han pasado por diversos, complejos y fascinantes procesos de adaptación que les han permitido sobrevivir en un ambiente hostil. Cada zona árida posee una flora característica. Por ejemplo, los grandes desiertos de Norteamérica se caracterizan por la presencia de las palmas o izotes (*Yucca spp.*) y la gobernadora (*Larrea tridentata* (D.C.) Cov.); los cirios (*Idria columnaris* Kellogg) caracterizan al desierto de El Vizcaíno; el sahuaro [*Carnegie gigantea* (Engelm.) Britt. et Rose] destaca en el desierto Sonorense; la lechuguilla (*Agave lecheguilla* Torr), en el desierto Chihuahuense; a su vez, los tetechos [*Neobuxbaumia tetetzo* (Web) Back.] abundan en la zona árida del sur de México.

La flora xerófila mexicana es rica en endemismos, a nivel genérico y específico, tiene caracteres propios que permiten diferenciarla de la flora xerófila norteamericana; en cambio, existen afinidades florísticas con la región preandina de Argentina. Existen similitudes entre las floras de las distintas zonas áridas y semiáridas de México, que permiten suponer un origen común para todas ellas, aunque por otra parte, cada región posee elementos florísticos particulares que la diferencian de las otras regiones (Rzedowski, 1978:242).

Desde el punto de vista florístico, las familias *poáceas* y *asteráceas* (del grupo de las *compuestas*) están muy bien representadas, llegan a constituir el 25% de la flora de zonas áridas, siendo codominantes con otras especies. Las diversas especies de *fabáceas* (*leguminosas*) y *poáceas* (*gramíneas*) también son cuantitativamente importantes; las leguminosas predominan en los sitios más cálidos, en tanto que las gramíneas abundan en zonas más frescas. Las *cactáceas* evolucionaron de manera sorprendente en los ambientes áridos y semiáridos, llegando a existir de 800 a 1 000 especies en todo el país; otro tanto ha ocurrido con la familia de las *agaváceas*, a la que pertenecen los magueyes y las palmas o izotes, que están plenamente adaptadas a los ambientes áridos, pero también existen en otros hábitats más benignos.

Las plantas de zonas áridas presentan una gran diversidad de mecanismos adaptativos que les han permitido sobrevivir en ambientes con graves restricciones ecológicas, debidos a la escasez de agua. Estos organismos, por lo general, conservan siempre una reserva de agua que se almacena en hojas o tallos suculentos (magueyes y *cactáceas*), o bien, bajo la superficie del suelo, en tubérculos (magueyes). Para resistir las elevadas temperaturas, muchas plantas reducen sus hojas a escamas, para disminuir al máximo la transpiración (candelilla) o se modifican y forman espinas (nopales y biznagas).

El follaje de las especies de zonas áridas, por lo general, es de color claro, lo cual les permite absorber menos calor. Durante las sequías prolongadas muchas *cactáceas* se tornan de color grisáceo, adelgazan y se arrugan; por su parte, las anuales tienen ciclos de vida muy cortos, que les permiten en unos cuantos días reverdecer, florecer y fructificar. Un caso muy especial es el de la planta llamada comúnmente “gobernadora”; este arbusto deja morir algunos de sus tallos durante los períodos prolongados de sequía, evitando pérdidas de agua hasta en un 50% (Maldonado, 1983:93). Estas plantas producen semillas con cubierta dura, que les permite conservar su capacidad germinativa durante largos años.

La baja productividad y la compleja ecología de los geosistemas de zonas áridas les confiere gran fragilidad ante el impacto humano en gran escala. Durante miles de años fueron habitados por seres huma-

nos dedicados a la caza y a la recolección, y en muy pequeña escala, a la agricultura. Estas estrategias de subsistencia ocasionaron bajo impacto ecológico, lo que se tradujo en la conservación de los diversos paisajes naturales de estas zonas, a diferencia de lo que ocurría en el resto de Mesoamérica. Sin embargo, la situación ha cambiado radicalmente en los últimos 100 años. La cubierta vegetal de zonas áridas ha sido alterada en casi toda su extensión por el sobrepastoreo del ganado introducido, tanto bovino como caprino, transformando por completo los pastizales semidesérticos. La explotación irracional de algunos recursos forestales que forman parte de los matorrales xerófilos, tales como los mezquites, candelilla, magueyes y diversas cactáceas, ha diezclado a las poblaciones de estas plantas y la fauna subsecuente, alterando la estructura y la diversidad de sus comunidades.

Fauna

La gran variedad de comunidades vegetales de las zonas áridas de México favorece el desarrollo de una rica y diversificada fauna, representada principalmente por insectos, arácnidos, reptiles, aves y mamíferos, los cuales, al igual que las plantas, han logrado adaptarse a las severas condiciones prevalecientes en dichas zonas, pasando por largas etapas de vida latente.

La fauna de zonas áridas de México corresponde a la región natural extratropical seca de West (1964, cit. por Álvarez y De la Lachica, 1974:260), la cual está dividida por la Sierra Madre Occidental en dos porciones: hacia el oeste comprende toda la península de Baja California, Sonora y norte de Sinaloa; hacia el este cubre el altiplano de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, noreste de Tamaulipas, norte de Durango, Aguascalientes, Zacatecas y noroeste de San Luis Potosí.

Invertebrados

Los invertebrados son abundantes en los sitios con mayor grado de humedad. Por ejemplo, el gran caracol del desierto, que vive sobre

pastos, es activo sólo durante unos pocos días después de las lluvias; en los suelos más finos abundan nidos de tarántulas y de escorpiones (alacranes), que se esconden entre las rocas. Existen diversas especies de hormigas. Los saltamontes o chapulines son particularmente abundantes después de las lluvias y sirven de alimento a muchos animales de los desiertos (Flores y Valdés, *op. cit.*:31).

Vertebrados

- *Anfibios*. La fauna de anfibios es pobre y se encuentra restringida a los depósitos temporales o permanentes de agua. Existen ajolotes (*Ambystoma sp.*) y algunas especies de ranas (*Rana spp.*).
- *Reptiles*. Entre ellos están las tortugas del desierto (*Gopherus flavomarginatus*) y las de agua dulce (*Kinosternon sp.*). Las lagartijas son numerosas; algunas son insectívoras, buscan su alimento bajo las plantas; otras cazan al acecho sobre el suelo desnudo o viven y comen en los arbustos; la mayoría son de hábitos diurnos, aunque hay algunas nocturnas. De las lagartijas pueden mencionarse: la chucahuala (*Sauromalus sp.*), la cachora (*Dipsosaurus sp.*), los camaleones (*Phrynosoma spp.*), así como los escorpiones o monstruos de gila (*Heloderma spp.*). Las serpientes son abundantes en número y variedad, destacan por su tamaño algunas culebras (serpientes no venenosas) como los cincuates (*Pituophis melanoleucus*), de Sonora y Baja California; las boas (*Boa constrictor*), en Sonora y Tamaulipas; la culebra (*Diadophis punctatus*), en todo el altiplano, incluyendo a Sonora y la península de Baja California y la culebra anillada (*Chilomeniscus cinctus*) del desierto de El Vizcaíno, en Baja California. Entre las serpientes venenosas o víboras destacan diversos tipos de víboras de cascabel, como la *Crotalus cerastes*, que se encuentra en Sonora, Baja California, Coahuila y Durango; la *C. willardi*, que habitan desde Chihuahua y Zacatecas, hasta el noroeste; la *C. Mitchelli*, en Baja California y Sonora; y la *C. lepidus*, desde Aguascalientes hacia el norte (Álvarez y González, 1987:74-79); cantiles (*Agkistrodon bilineatus*), en la costa del Pacífico, desde Sonora hasta Oaxaca;

coralillos, que pueden ser *Micruroides euryxanthus*, en Chihuahua, Sonora y Sinaloa, o *Micrurus elegans*, de la cuenca del Balsas, Guerrero, Puebla, Michoacán y Morelos.

- *Aves*. Las aves construyen sus nidos en la vegetación del desierto, en el lado opuesto al viento. Los nopales son utilizados por la chora (*Campylorhynchus brumeicapillus*); el aguililla (*Buteo swainsoni*), que anida en junio sobre yucas y mezquites y emigra en la época seca; entre los pájaros se encuentran especies de *Carpodacus* y *Pipilus* en el desierto Chihuahuense; existen palomas huilotas (*Zenaidura sp.*) y palomas de alas pintas (*Zenaida sp.*); ansares (*Chen sp.*), gansos (*Branta*), patos (*Anas*), pato chaparro (*Aythya*) y pelícanos (*Pelecanus*).
- *Mamíferos*. Los mamíferos pequeños son muy vulnerables al calor, por lo que se protegen de él ocultándose bajo tierra, como es el caso del perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*); por el contrario, los mamíferos mayores no pueden hacerlo y son contados los que pueden soportar más de un día sin beber (Maldonado, 1983:94). Abundan especies de diferentes hábitos alimenticios; en el desierto Sonorense se han reportado once especies de carnívoros, cinco de omnívoros, dos de insectívoros, nueve de herbívoros y ocho de granívoros. Algunos de ellos están tan adaptados a la vida en el desierto, que no pueden subsistir en otro ambiente, como el caso de la rata canguro (*Dipodomys sp.*) y el de los ratones de bolsa (*Perognatus spp.*), muy abundantes en las nopaleras y mezquicales; la rata del desierto (*Neotoma albigula* Hartley) construye sus madrigueras en los nopales y obtiene agua de los tallos carnosos de estas plantas. Las ardillas (*Spermophilus spp.*) recorren grandes distancias en busca de insectos y semillas, de los cuales se alimentan. También abundan los conejos (*Sylvilagus spp.*) y las liebres (*Lepus spp.*) en los desiertos Chihuahuense y Sonorense. Las poblaciones de estos animales decrecen por la depredación de coyotes y aves de rapiña.

Existe gran variedad de carnívoros, entre los que se distinguen el puma (*Felis concolor* Merrian), el gato montés (*Felis rufus* Mearns) y

el lince (*Lynx sp.*), cuyas poblaciones han disminuido debido a la cacería irracional a la que han estado sometidos. Los coyotes (*Canis latrans Allen*) han mantenido su número, gracias a que consumen animales domésticos, pero son muy perseguidos por el hombre (Flores y Valdés, *op. cit.*:36). En menor proporción existen: zorras del desierto (*Vulpes sp.*), zorra gris (*Urocyon sp.*), mapache (*Procyon lotor*), zorrillo rayado (*Mephitis sp.*) y zorrillo dorso blanco (*Onychomys sp.*)

Los murciélagos en las zonas áridas están representados por varios géneros: *Anous*, en Tamaulipas y costa del Pacífico; *Choeronycteris*, de amplia distribución y *Glossophaga*, en toda la región, a excepción de Baja California.

Los mamíferos de pezuña están representados por el venado bura (*Odocoiles hemionus Merriam*), en la meseta del norte y Baja California; el venado cola blanca (*O. virginianus Goldman*), que no existe en Baja California; el borrego cimarrón (*Ovis canadensis Elliot*), típico de las montañas desérticas del noroeste del país; y el berrendo (*Antilocapra americana Merriam*) que, aunque escaso, puede encontrarse en los desiertos de Altar (Sonora) y Vizcaíno (Baja California), y en Chihuahua (Álvarez y González, 1987).

Ámbito social

Población

En cualquier estudio relacionado con los recursos naturales, es importante considerar los aspectos sociales, ya que las sociedades humanas constituyen elementos dinámicos capaces de organizar el espacio geográfico y determinar las formas de utilizar los recursos naturales de su entorno, para satisfacer sus necesidades (Juárez y Rodríguez, 1997:81).

El patrón actual de distribución de la población en México se caracteriza por la elevada concentración de las personas en unas pocas localidades y la existencia de un gran número de localidades muy dispersas, con pocos habitantes. Este modelo de distribución está ligado de manera directa a la presencia de recursos naturales, las

formas de apropiación de dichos recursos y su utilización en las diversas actividades económicas de los habitantes de cada localidad (Ortiz y Cea, 1997:57).

La población total de las zonas áridas y semiáridas de México en 1990 fue de 23 983 555 habitantes, cifra que representa el 29.5% del total del país. La población urbana de zonas áridas, es decir, la que se asienta en localidades con más de 15 000 habitantes, de acuerdo con el censo de 1990 (Unikel, cit. por Ortiz y Cea, 1997:60), registró 16 846 595 personas (64.1%), distribuidas en 141 localidades, que representan el 0.3% del total existente. La población no urbana alcanzó 9 444 593 (35.9%), distribuida en 55 052 localidades, equivalentes al 99.7% de la zona en estudio. La tasa de crecimiento global en 1990 fue de 2.2, es decir, por debajo del promedio nacional, que es del 2.6%.

La densidad de población por lo general es baja, de 1 a 20 hab/km², aunque existen valores inferiores a este rango, en el noroeste de Sonora y Coahuila. Valores altos se presentan en los distritos de riego, donde se calcula entre 51 y 100 hab/km². El máximo valor lo registra el municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León, cuyo índice va de 1 000 a 6 000 hab/km².

La evolución histórica de la población en zonas áridas es un reflejo de las disparidades en el crecimiento económico del país. En ellas se ha presentado el fenómeno llamado “revolución demográfica”, debido a su acelerado crecimiento en las últimas décadas (Gutiérrez y Valdés, 1997:67). En 1900 la población urbana era de 596 420 habitantes y creció muy lentamente en las primeras décadas del siglo xx, llegando a 1.3 millones de habitantes en 1940. A partir de ese año se suscitó un crecimiento acelerado, hasta alcanzar una cifra cercana a los 17 millones de personas en 1990.

Las entidades de zonas áridas que concentran mayor porcentaje de población con respecto al total estatal son: Nuevo León (11%), Chihuahua (8.5%), Guanajuato (8%), Sinaloa (7.8%), México (7.5%), Coahuila (7.5%), Sonora (6.8%), Baja California (6.35%) y San Luis Potosí (5.3%); por el contrario, las entidades que cuentan con los menores porcentajes de población asentada en zonas áridas son:

Tlaxcala (0.1%), Guerrero (0.3%), Colima (0.4%), Yucatán 0.4%) y Oaxaca (0.7%).

El ritmo de crecimiento demográfico ha registrado incrementos y decrementos en relación con la fecundidad y la reducción de las tasas de mortalidad, pero, en especial, debido al aumento de inmigrantes en la zona fronteriza. La tasa de crecimiento global en 1990 fue de 2.2 %, o sea, por debajo del nivel nacional (2.6%). Las ciudades que registran los mayores porcentajes de inmigrantes son Mexicali, Tijuana, Ciudad Juárez, Nuevo Laredo y Reynosa en la franja fronteriza; muy cercana a ella y con un gran desarrollo industrial, la ciudad de Monterrey; por último, la ciudad de Querétaro, en el sur del Altiplano.

El sorprendente aumento poblacional que se ha presentado en las zonas áridas del norte del país en los últimos cincuenta años se ha apoyado en un acelerado desarrollo industrial, relacionado en gran parte con los intereses de compañías transnacionales, que han establecido numerosas plantas maquiladoras a lo largo de la frontera. Este hecho ha propiciado el gran predominio de la población urbana, lo cual se ha visto robustecido por los migrantes provenientes de las comunidades rurales de todo el país, pero en particular de las zonas áridas y semiáridas, los cuales llegan a las ciudades en busca de mejores condiciones de vida o con la intención de poder trabajar en el vecino país del norte (*Ibid.*).

Los avances y la difusión de los procesos tecnológicos han favorecido la presencia y permanencia humana en estas regiones. Un factor esencial para estos asentamientos lo constituye la disponibilidad de agua, por lo que las poblaciones se establecen más o menos cerca de los pozos o presas que los pueden abastecer del vital líquido. Otros factores que han favorecido estos flujos migratorios han sido los programas de irrigación en los grandes distritos de riego del norte del país; el aumento y mejoramiento de las vías de comunicación; asimismo, se debe considerar el empobrecimiento de las áreas rurales del país, debidas en gran parte a sequías prolongadas que han ocasionado graves daños a la economía de los campesinos, ya que han perjudicado a la agricultura, a la ganadería y a la población en general, obligándolos a abandonar sus tierras.

Actividades económicas

La concentración de los bienes en unas cuantas manos ha propiciado la dependencia económica y marcadas desigualdades entre los habitantes, tanto en México como en el mundo. La población económicamente activa tiene su mayor representación en las actividades primarias, entre el 10 y el 80%; la industria y las actividades terciarias presentan valores que oscilan entre el 5 y el 4 %. En actividades agrícolas, en las zonas áridas se cultivan 15 167 930 ha, lo que representa 47.8% del total nacional; de esta extensión, 4 660 987 ha son de riego y 10 506 943 de temporal; existen además alrededor de cuatro millones de ha incultas productivas y más de dos millones susceptibles de abrirse al cultivo (INEGI, 1991; CONAPO, 1988 y Juárez y Rodríguez, 1997:84).

Debido a las características propias de las zonas áridas y semi-áridas, las sequías prolongadas que afectan a los sistemas de producción son frecuentes, rompiendo los ciclos agrícolas y pecuarios con la subsecuente reducción de ingresos para los productores. Estos fenómenos pueden prolongarse durante varios años, lo que provoca pobreza y desertificación.

Agricultura

Las zonas áridas presentan fuertes contrastes en cuanto a sistemas de producción, los cuales van de una agricultura comercial altamente tecnificada hasta actividades de subsistencia.

La agricultura comercial se localiza en pequeñas regiones bien definidas, en ellas existen condiciones favorables, como riego y buen temporal, y niveles tecnológicos altos. Por lo regular, los productores son propietarios particulares que cuentan con financiamiento; los terrenos son planos y los suelos profundos. Los principales cultivos son: algodón, trigo, ajonjolí, soya, uva y hortalizas de exportación.

La agricultura de subsistencia está representada por campesinos temporaleros que ocupan suelos someros, con altos niveles de pedregosidad, ubicados en laderas o áreas con precipitación pluvial

muy irregular. Están expuestos a constantes siniestros, los principales factores que ocasionan pérdidas de las cosechas, son las heladas y las sequías. Además, los productores no cuentan con tecnología ni son sujetos de crédito. Los principales cultivos son el maíz y el frijol, cuyos rendimientos promedio van de 200 a 500 kg/ha, respectivamente. Los altos índices de erosividad de suelo y la aplicación de prácticas agrícolas inadecuadas han provocado como resultado la degradación del suelo y una agricultura con muy bajo potencial productivo. De acuerdo con estas condiciones se estima que ocho de cada diez agricultores cultivan para el autoconsumo.

La incapacidad para cultivar, debido a la degradación de los suelos, ha favorecido el avance del proceso de desertificación en estas zonas, lo que a su vez ha incrementado el desempleo rural y la pobreza. Se calcula que cerca de 400 000 personas abandonan el campo cada año, como resultado directo de la imposibilidad de subsistir a expensas de la tierra. Además, la sobreexplotación de los mantos acuíferos ha producido la intrusión de aguas salinas. Este problema ha alcanzado dimensiones graves en la comarca lagunera, donde se han invertido corrientes subterráneas, ya que acarrearán arsénico a la zona agrícola y ocasionan intoxicaciones masivas.

Ganadería

Al igual que la agricultura, la ganadería en zonas áridas está limitada por las condiciones naturales adversas, por la raquítica vegetación de gramíneas y otras plantas forrajeras, y por la mala calidad genética del ganado; predomina el ganado caprino. Sin embargo, en la proximidad de los distritos de riego, se producen granos y forrajes que permiten la existencia de unidades pecuarias bien equipadas con ganado de alto registro y tecnología avanzada.

En la *ganadería intensiva* predominan el ganado bovino y el caprino; posee un alto potencial productivo, pero su desarrollo se ha visto frenado por la limitada infraestructura existente, la falta de capacitación y asesoría técnica y la desorganización productiva y comercial. El manejo inadecuado de los pastizales ha provocado

que el 85% de los agostaderos esté sobrepastoreado en mayor o menor nivel.

Minería

Las zonas áridas y semiáridas del país se caracterizan por su diversificada explotación mineral. En ellas se practican todos los tipos de extracción de acuerdo con el tipo de yacimiento que exista. A través de su historia, México ha destacado en la producción de minerales no ferrosos y preciosos, que coexisten en la corteza terrestre, siendo importante su contribución a los volúmenes mundiales de plata, zinc, plomo y cobre (Sánchez, 1997:128). Han destacado, entre otros, los estados de Guanajuato y Querétaro; Sierra de Taxco en Guerrero; oeste de San Luis Potosí; centro y norte de Durango y Zacatecas; valles centrales de Oaxaca; porciones centro y sur de Chihuahua; y Sierra de Pachuca, en Hidalgo.

Existen, además, extracciones considerables de los llamados minerales industriales, tales como el yeso, la fluorita y la celestita, de los que México es uno de los primeros productores a nivel mundial. Grandes depósitos de yeso existen en Chihuahua, Coahuila, San Luis Potosí, Puebla e Hidalgo.

Por lo que toca al sector energético, en el que se incluyen los minerales fósiles, destaca la planicie costera tamaulipeca, que aporta volúmenes importantes de petróleo a nivel nacional. En cuanto al carbón, México posee algunos de los yacimientos más ricos de América Latina, cabe distinguir los de la cuenca carbonífera de Coahuila.

En el ámbito de los minerales estratégicos, México sobresale por la producción de materias primas básicas destinadas a la industria militar, con las que abastece las demandas de los países desarrollados. Pueden mencionarse el titanio, el antimonio, el bismuto y el cadmio, entre otros (Sánchez, 1997). Lugar destacado en este renglón lo ocupan los grandes depósitos de antimonio en la cuenca del río Mezcala y los de manganeso en la Sierra de Múzquiz, Coahuila y en la región de Molango, Hidalgo.

Se pueden establecer tres modelos de distribución de los municipios mineros en zonas áridas: *a) los depósitos mineros del altiplano*

central con altitudes que superan los 1 500 m (incluye los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Zacatecas, San Luis Potosí y Durango); *b) enclaves mineros áridos* en planicies costeras, como los de Sonora, Sinaloa y Baja California Sur; *c) municipios mineros serranos*, localizados en la vertiente interior de la Sierra Madre Occidental y las sierras transversales, como ocurre en las sierras de Zacatecas, San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro.

En las zonas áridas habita la mayor parte de la fuerza de trabajo minera nacional que se emplea en esta actividad extractiva y que labora en todo tipo de empresas, desde las familiares hasta las de la gran minería. Así, en los municipios de la zona carbonífera de Coahuila se ocupa a más de 11 000 mineros; en el sur de Chihuahua se registran 5 000 trabajadores y, en Sonora, existen alrededor de 4 000 mineros. Estos estados concentran alrededor del 255 de la PEA minera a nivel nacional. La fuerza de trabajo calificada del sector minero proviene, tradicionalmente, de las mismas zonas áridas o semiáridas de México.

Turismo

Las zonas áridas y semiáridas cuentan con una amplia cantidad y diversidad de escenarios culturales que resultan ser atractivos para el desarrollo de diversas actividades turísticas, ya que permiten que los visitantes aprecien el entorno natural o cultural desde el punto de vista estético, o bien, tengan contacto directo con él. El turismo requiere de un ingrediente lo suficientemente atractivo como para motivar el desplazamiento de las personas. Un atractivo es considerado un recurso del cual se vale el ser humano para aprovecharlo en el desarrollo de una actividad económica, es decir, el turismo; en tal caso, se convierte en un recurso turístico. La accesibilidad es un elemento primordial de los recursos naturales turísticos.

De acuerdo con CETENAL (1976), los recursos turísticos pueden ser de dos tipos: naturales, producto de la naturaleza, pero acondicionados por el hombre para la actividad turística; y culturales, manifestación directa de la presencia y acción humanas en el momento histórico actual, o en el pasado reciente o lejano.

Entre los recursos turísticos naturales de las zonas áridas se mencionan:

Geoformas, como montañas y cañones: cañón del Cobre en Chihuahua, Sierra de Múzquiz, Vega de Mezquitlán, en Hidalgo, y muchas otras. Grutas, resultado de las acumulaciones y/o concreciones del material cárstico bajo la acción de la infiltración del agua: existen formaciones en Nuevo León, Coahuila, Oaxaca, Yucatán y otros estados.

- *Conos volcánicos*, como la peña de Bernal en Querétaro.
- *Grutas*, que atraen a espeleólogos y que están ampliamente distribuidas en zonas cársticas de Nuevo León, Coahuila, Oaxaca y Yucatán.
- *Manantiales* con aguas minerales que tienen diversas propiedades medicinales; son importantes los manantiales del Bajío (en Guanajuato y Querétaro), los de Tehuacán, Puebla, los de Nuevo León, San Luis Potosí, Hidalgo y Morelos.
- *Zonas fosilíferas*, como la de la región Tehuacán-Cuicatlán.
- *Dunas*, que ofrecen paisajes únicos por su belleza a la vista del turista, por ejemplo, las dunas de Samalayuca en Chihuahua o las del desierto del Vizcaíno, en Baja California.
- *Vegetación*, ya que la gran belleza de los paisajes desérticos atrae a todo tipo de turismo. Tal es el caso de la zona de tetecheras en Tehuacán, Puebla, del valle de los Cirios en Baja California o de los paisajes con los imponentes sahuaros de Sonora.
- *Fauna* muy variada, que principalmente atrae turismo con fines cinegéticos, principalmente en los estados fronterizos.

Algunos *recursos culturales* de las zonas áridas son:

- *Fiestas tradicionales*, como los carnavales, las festividades propias de los santos patronos, las de los fieles difuntos y muchas más.
- *Artesanías*, ya que es bien conocida y apreciada la creatividad de los artesanos mexicanos y las zonas áridas no son la excepción.

- *Monumentos arqueológicos*, destacan los de Chichén-Itzá en Yucatán, y Montealbán en Oaxaca.
- *Monumentos históricos*, representados por templos y edificios construidos en las diferentes etapas históricas del país y que son representativos de las diversas tendencias arquitectónicas.

II. COMUNIDADES VEGETALES Y RECURSOS FORESTALES DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

Comunidades vegetales

La cubierta vegetal de las zonas áridas y semiáridas está constituida básicamente por *matorrales* de muy diversa índole, alternando en ocasiones con *pastizales*, ambos de gran importancia para las actividades ganaderas de estas regiones. Desempeña funciones muy importantes a corto y a largo plazo, ya que protege al terreno de la erosión, favorece la infiltración del agua en el suelo, protege las cuencas hidrológicas y contribuye a regular y modificar los microclimas. Representa la base de las pirámides y cadenas alimenticias de los ecosistemas de estas zonas, ya que es el alimento esencial de la fauna silvestre, sobre todo de las aves, roedores y especies menores.

La vegetación de zonas áridas presenta grandes variaciones. Una característica común es la frecuente coexistencia en una misma comunidad de diversas formas de vida (herbáceas, arbustivas y subarbustivas, arbóreas y subarbóreas), lo que dificulta la delimitación de las asociaciones vegetales, su descripción y, en consecuencia, la comprensión de las relaciones ecológicas que controlan su distribución (Miranda y Hernández, 1964:9). Entre las comunidades, predominan las formas de vida arbustiva, con plantas bajas, leñosas y muy ramificadas desde la base; su composición florística varía de acuer-

do con las características microclimáticas, topográficas, sustrato geológico y condiciones edáficas de las diversas localidades (Cuadro 1).

Los tipos de vegetación forestal, con predominio de árboles o arbustos (Cuadro 1), que se presentan en dichas zonas, según la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, 1997:104) y su equivalente en el Inventario Forestal Nacional 2000 (IFN, 2000), son:

- *Matorrales*, con predominio de arbustos, que alternan con algunos árboles:

Mezquites y huizachales (Mezquites, según IFN, 2000).
Chaparrales (Chaparral, según IFN, 2000).

- *Matorrales*, formados por comunidades arbustivas

Subtropical (matorral desértico micrófilo según IFN, 2000).
Submontano (matorral submontano según IFN, 2000).
Espinoso (matorral espinoso tamaulipeco).
Xerófilo (matorral xerófilo, nombre genérico; IFN, 2000).

Entre las comunidades con predominio de formas de vida herbácea, predominan los *pastizales*, comunidades formadas por agrupaciones de gramíneas (Rzedowski, 1978:217-227). Entre ellos se mencionan:

Pastizales (pastizal natural; IFN, 2000).
Zacatales (pastizal natural; IFN, 2000).
Pastizal halófilo (pastizal natural; IFN, 2000).
Pastizal gipsófilo (pastizal natural; IFN, 2000).

***Mezquites y huizachales* (Mezquital, según el IFN, 2000)**

Estas comunidades corresponden al llamado *bosque espinoso* por Rzedowski y Mc Vaugh (1966). Cubren 4 092 178 ha, lo que equiva-

le al 7% de la cubierta forestal de las zonas áridas (Cuadro 1). Ocupan una franja continua en la planicie costera noroeste, desde Sonora hasta la parte sur de Sinaloa; continúa en forma de manchones aislados hasta la depresión del Balsas y el Istmo de Tehuantepec. Cubren amplias zonas en la planicie costera noreste, incluyendo parte de San Luis Potosí. Se extienden como una ancha faja en la región del Bajío, cubriendo gran parte del estado de Guanajuato y zonas adyacentes de Michoacán y Querétaro. Forman manchones aislados en los estados de Coahuila, Chihuahua, Nuevo León y Zacatecas. Existe un estrato arbóreo formado por árboles de mezquite (*Prosopis spp.*) y huizaches (*Acacia spp.*), que pueden alcanzar de 4 a 15 m de altura, de acuerdo con la profundidad del suelo y la disponibilidad de agua; pierden su follaje durante la época seca del año; se presenta un estrato arbustivo bien desarrollado, rico en especies espinosas; las plantas herbáceas aparecen en la época lluviosa. Es conveniente mencionar que existen formas transicionales entre las comunidades arborescentes y las arbustivas, de mezquites y huizaches.

Chaparrales (Chaparral, según el INF, 2000)

Son agrupaciones densas de encinos arbustivos (*Quercus spp.*), acompañados de otros arbustos y árboles esparcidos, que cubren 2 846 434 ha, es decir, el 5% de la cubierta forestal de zonas áridas. Se localizan en zonas de contacto entre climas áridos y templados. El más representativo es el chaparral que se presenta en los declives del Pacífico del noroeste de Baja California, donde el clima es del tipo mediterráneo, con lluvias durante el invierno (Miranda y Hernández, 1963:49-50); en este chaparral existen plantas características tales como estafiate (*Artemisia sp.*), salvia (*Salvia reflexa Sessé Benth*) e inciense (*Encelia californica Gray*), entre otras. Variantes de esta comunidad (Rzedowski y McVaugh, 1966:61), se localizan en San Luis Potosí, con predominio de encinos chaparros (*Quercus tinkhamii Mull*); en la vertiente de sotavento de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León y Coahuila abundan diversas especies de encinos llamados comúnmente “chaparros” (*Q. saltillensis Trel* y *Q. pringlei*

Cuadro 1. Cubierta arbustiva en zonas áridas del territorio nacional (ha)

Entidad	Arbustos y árboles		Matorral con predominio de arbustos				Total
	Mezquites y Huizachales	Chaparrales	Subtropical	Submontano	Espinoso	Xerófilo	
Aguascalientes	279	0	38 586	0	0	42 060	80 925
Baja California	219	1 584 504	18 225	0	0	3 394 682	4 961 630
Baja California Sur	75 387	17 656	0	0	0	4 224 222	4 317 265
Coahuila	178 731	745 336	3 590	586 976	1 696 104	8 426 105	11 636 842
Chiapas	0	1 160	0	0	0	4 042	5 502
Chihuahua	126 787	59 984	44 176	5 007	0	8 450 512	8 686 466
Distrito Federal	0	0	0	0	0	318	318
Durango	559 878	130 188	34 753	13 077	0	1 933 675	2 671 571
Guerrero	62 294	1 708	237 297	54 747	0	1 41 413	497 459
Hidalgo	926	1 554	83 929	0	0	290 977	377 422
Jalisco	2 575	0	499 151	0	0	14 026	515 752
México	0	0	0	0	16 747	16 747	16 747
Michoacán	427	0	233 890	0	0	2 422	236 739
Nuevo León	587 849	142 517	0	849 165	1 333 019	1 629 800	4 542 350
Oaxaca	0	13 946	0	0	1 333 019	1 629 800	4 542 350
Puebla	4 547	61 612	0	0	0	236 615	302 774
Quintana Roo	0	425	144 018	59 119	0	175 337	378 899
San Luis Potosí	116 257	103 884	0	414 324	0	2 794 129	3 428 594
Sinaloa	5 862	0	0	58	0	207 064	212 984
Sonora	1 888 044	7 265	1 312 254	7 754	0	6 357 313	9 572 630
Tamaulipas	467 568	223	0	934 828	1 369 139	238 426	3 010 184
Tlaxcala	0	0	0	0	0	5 049	5 049
Veracruz	0	359	0	0	0	17 862	18 221
Yucatán	0	0	0	1 364	0	1 364	1 364
Zacatecas	14 512	10 113	279 779	0	0	2 662 710	2 967 114
Total	4 092 178	2 846 434	2 929 648	2 925 055	4 399 626	41 279 457	58 472 398
Nacional							G

Seemann, entre otros), coexistiendo con magueyes, yucas y pinos (Rzedowski, *op. cit.*); otros manchones de chaparral con diversas especies de encinos existen en Tamaulipas; Tehuacán, Puebla; valle del Mezquital, Hidalgo y algunas serranías que rodean el valle de Oaxaca.

***Matorrales* (Matorral, según el INF, 2000)**

Los matorrales son comunidades en las cuales predominan los arbustos. Presentan numerosas variaciones tanto en fisonomía como en composición florística. Son característicos de los paisajes áridos.

Matorral subtropical (matorral desértico micrófilo, según el INF, 2000)

Los *matorrales subtropicales* son comunidades vegetales que, de acuerdo con Rzedowski y Mc Vaugh (1966:29), corresponden a fases sucesionales más o menos estables del bosque tropical caducifolio. Cubren 2 929 648 ha (5% de la cubierta de estas regiones). En Jalisco y Aguascalientes alcanza muchas veces altitudes de 2 000 m. Por lo general, se trata de una comunidad arbustiva abierta, con espacios cubiertos por gramíneas. Los elementos más característicos de este matorral son: cazahuates (*Ipomoea spp.*), copal amargo (*Bursera bipinnata Engl.*), huizaches (*Acacia spp.*), nopales (*Opuntia spp.*) y uña de gato (*Mimosa monancistra Benth*), entre otras.

En la zona de Matamoros, Puebla, Miranda (1942) indica que a la destrucción del bosque tropical caducifolio de copales (*Bursera spp.*), le sigue el establecimiento de matorrales espinosos, con predominio de huizaches (*Acacia spp.*) y cazahuates (*Ipomoea spp.*); algo semejante ocurre en San Luis Potosí (Rzedowski, 1978:203).

Matorral submontano (matorral submontano, según el INF, 2000)

Este tipo de vegetación está constituido por arbustos inermes (sin espinas) que coexisten con árboles pequeños, de 1 a 3 m de alto (Villarreal y Valdés, 1993:13); se presenta en climas menos áridos,

con 450 a 900 mm de precipitación anual; se desarrolla sobre suelos someros de laderas de cerros y cañones, sobre material sedimentario. Se extiende hasta las 2 925 055 ha, que equivalen más o menos al 5% de superficie forestada. Las hojas o folíolos son de mayor tamaño que en el caso de los matorrales xerófilos (Rzedowski, *op. cit.*:256). Como plantas dominantes se mencionan encinos (*Quercus spp.*), barreta [*Helietta parvifolia* (Gray) Benth], huizaches (*Acacia spp.*), guayapará (*Diospyros*), nopales (*Opuntia*), guajilla (*Pithecellobium*) y cenizo (*Leucophyllum*), entre otras. Se distribuye a lo largo de la Sierra Madre Oriental, desde Nuevo León hasta Hidalgo, extendiéndose un poco hacia la planicie costera nororiental y también hacia el Altiplano; reaparece con ciertas modificaciones en Puebla y Oaxaca.

Matorral espinoso (matorral espinoso tamulipeco, según el INF, 2000)

Cubre una superficie de 4 399 626 ha, es decir, el 7% de la cubierta vegetal arbustiva de estas regiones. Alcanza su mayor desarrollo en las zonas áridas, casi desérticas, de las planicies del norte del país, donde cubre grandes extensiones de suelos someros a profundos. Está constituido por agrupaciones de arbustos, generalmente bajos (de 1 a 2 m), con gran variedad de especies, la mayor parte de ellas provistas de espinas. El matorral micrófilo espinoso de mezquite (*Prosopis spp.*) es característico de algunas zonas de suelo aluvial profundo en el Altiplano; es de los más tolerantes a condiciones de deficiencia de drenaje y resiste ciertos niveles de salinidad en el suelo. Además de diversas especies de mezquites, pueden existir plantas como los huizaches (*Acacia spp.*), retama (*Cercidium floridum* Benth) y otros más. El matorral de ocotillo (*Fouquieria splendens* Engelm.) se presenta en la parte occidental de la Altiplanicie, desde Chihuahua hasta Zacatecas; el matorral de huizache (*Acacia spp.*) es distintivo de las llanuras del sur de Chihuahua. En el este de Coahuila, norte y este de Nuevo León y zonas adyacentes de Tamaulipas se presenta una modalidad de matorral espinoso abierto, que alcanza más o menos 2 m de altura, existen plantas como el mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.), el huizache (*Acacia spp.*), el granjeno

(*Celtis pallida* Torr.), el chaparro amargoso (*Castela tortuosa* Liebm.), el cenizo (*Leucophyllum frutescens* Benth.) y otras más. Ha sido descrito por González (s/f:3) y por Villarreal y Valdés (1993:12).

Matorral xerófilo (matorral xerófilo, según el INF 2000)

En este término se incluye una gran variedad de comunidades vegetales de carácter arbustivo, que tienen en común su adaptación a diversos grados de aridez. Los matorrales xerófilos cubren la mayor parte del territorio de la península de Baja California, así como grandes extensiones de la planicie costera y montañas bajas de Sonora. Asimismo, es característico de muy amplias áreas del Altiplano, desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Guanajuato, Hidalgo y el Estado de México, prolongándose hacia el sur como una franja estrecha a través de Puebla, hasta Oaxaca. Constituye la vegetación predominante en algunas porciones de la planicie costera del Golfo de México, desde el este de Coahuila, hasta el centro de Tamaulipas, penetrando hasta diversos sitios de la Sierra Madre Oriental. Se desarrollan en cualquier tipo de relieve y de sustrato geológico, sobre suelos pálidos y grisáceos, aunque también se localizan sobre suelos castaños y de color rojizo, con pH de 6 a 8.5, bajo contenido de materia orgánica y alto contenido de nutrimentos minerales, sobre todo calcio (Rzedowski, 1978:242).

Los elementos florísticos de estas comunidades se caracterizan por su gran variedad de formas biológicas, resultantes de diversos mecanismos adaptativos a la aridez, que se traducen en marcadas variaciones en la fisonomía y estructura de estos matorrales, así como su gran riqueza en endemismos. Por tales razones, existen muy diversos tipos de ellos, entre los que pueden mencionarse:

Matorral micrófilo (matorral desértico micrófilo, según el INF, 2000). Comunidad característica de las zonas áridas de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. La especie predominante es la gobernadora [*Larrea tridentata* (D.C.) Cov.], de hojas muy pequeñas (folíolos), sin ser suculenta ni tener espinas puede vivir en condicio-

nes extremas de aridez (Rzedowski, *op. cit.*: 242). Otro tipo de matorral micrófilo es el de hojásén (*Flourensia cernua* D.C.), que se desarrolla en el valle del Mezquital, Hidalgo, sobre depósitos de calizas, por lo que se considera un matorral calcófilo (Miranda y Hernández, 1963:47).

Matorral rosetófilo (Matorral desértico rosetófilo, según el INF, 2000). Consiste en agrupaciones de plantas, cuyas hojas están dispuestas en roseta. Pueden ser de dos tipos principales: los magueyales, con predominio de plantas del género *Agave*, y los izotales, con predominio de los géneros *Yucca*, *Samuela*, *Beaucarnea* o *Nolina*. Los magueyales se presentan sobre suelos francamente rocosos (a veces arenosos) de las zonas áridas y semiáridas de todo México, abundando en el centro y norte del país hasta Coahuila, Nuevo León y Durango, donde la lechuguilla (*Agave lecheguilla* Torr.) cubre grandes extensiones de cerros pedregosos y se utiliza para la extracción de fibra; los magueyes de hojas angostas predominan en las regiones de Tehuacán e Ixmiquilpan. A su vez, los izotales se presentan en suelos profundos o someros de zonas áridas subcálidas o subtempladas en el centro y norte del país (San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Coahuila y Nuevo León), con numerosas especies de *Yucca*. En Tehuacán, Pue. y Perote, Ver., predominan *Yucca periculosa* Baker y *Beaucarnea gracilis* Lemmmaire.

Matorral crasicaule (incluye matorral crasicaule, *M. sarcocaulle* y *M. sarcocrasicaule*, según el INF, 2000). El nombre hace referencia a comunidades arbustivas de clima árido y semiárido con dominancia fisonómica de plantas conspicuas, de tallo carnoso, que se conocen comúnmente como “cactáceas” y que presentan formas y aspectos muy diversos. Destacan las comunidades de sahuaros (*Carnegiea* sp.), del norte de Sonora; los cardonales (*Pachycereus* sp.), característicos de Baja California; las nopaleras de la parte central de Zacatecas, y zonas aledañas de Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí, donde existe una gran variedad de nopales (*Opuntia* spp.) y garambullos (*Myrtillocactus* sp.); en

Tehuacán, Puebla, destacan las tetecheras con *Neobuxbaumia* spp. y los viejitos (*Cephalocereus* spp.).

Pastizales (Pastizal, según el INF, 2000)

Los *pastizales* son comunidades con predominio de gramíneas que forman una franja longitudinal, localizada a lo largo de la base interior de la Sierra Madre Occidental y que representa una vegetación de transición entre los matorrales de las zonas áridas y los bosques templados de las montañas. Es una continuación de la gran pradera del oeste norteamericano, que se extiende desde el noroeste de Chihuahua hasta el noreste de Jalisco y zonas vecinas de Guanajuato; también existe en el extremo noroeste de Sonora. Se desarrolla sobre suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, sobre sustratos de naturaleza ígnea: en general, se trata de suelos fértiles, con mediano contenido de materia orgánica, lo que los hace aptos para las actividades ganaderas. Existen cuatro tipos principales de pastizales:

Pastizales propiamente dichos, que forman una cubierta continua sobre el terreno, que recibe el nombre de césped, en el cual puede predominar zacate navajita (*Bouteloua gracilis* h. B. K.), *Muhlenbergia porteri* Scribn y *Sporobolus atrovirens* Kunth.

Zacatonales. Formados por pastos que crecen en manojos (amacollados) y forman una cubierta discontinua. Son comunes: *Sporobolus airoides* Torr. (zacate alcalino) y *Bouteloua pilosa* (L) Beauv. (zacate navajita velluda), entre otros (Hernández X., 1964).

Pastizal halófilo. Crece sobre suelos salinos, con zacatón alcalino (*Sporobolus airoides* Torr), zacate salado (*Distichlis stricta* Torr.) y jihuete (*Eragrostis obtusiflora* Vasey). Se desarrolla en bolsones, fondos de antiguos lagos y planicies costeras (Miranda y Hernández, 1963:48).

Pastizales gipsófilos. Se desarrollan en suelos yesosos y cubren considerables extensiones en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. Están formados por navajita china (*Bouteloua brevifolia* Vasey) y otras especies de navajita.

Recursos forestales vegetales

Al margen del nivel cultural alcanzado por los diversos pobladores de las regiones áridas y semiáridas de México, en lo que se refiere a las actividades agrícolas, todos ellos recolectaban una gran diversidad de plantas para satisfacer otras necesidades, además de las alimenticias. Como ejemplo, Cabrera (en Aguirre, 1983:109) relata que el grupo de indígenas guachichiles, del altiplano potosino-zacatecano, empleaba el ixtle de *ishote* (*Yucca*); consumía el peyote y diversas bebidas embriagantes elaboradas a partir de vainas de mezquite, de jugo de magueyes y de tunas. Dentro de la recolección de productos para la venta, destacan la lechuguilla, candelilla, fruta, las pencas tiernas y el forraje de nopales; frutos de garambullo y biznaga; botones florales de izote y biznaga; magueyes para forraje, pulque y mezcal; sotol para bebidas y artesanías; vaina, madera y leña de mezquite; biznagas dulceras; cactáceas y plantas ornamentales, entre otras. Todas las plantas mencionadas representan recursos vegetales espontáneos, ya que son un producto de la naturaleza, en los que no interviene el ser humano.

En general, los recursos vegetales pueden ser de dos tipos: forestales constituidos por árboles y arbustos; y no forestales, representados por plantas *herbáceas*, principalmente gramíneas, llamadas comúnmente pastos. La importancia de los recursos forestales vegetales en México y en los países que los poseen radica en que ejercen tres funciones fundamentales, a saber:

- Ser productores de materias primas maderables y no maderables.
- Ser protectores de otros recursos.
- Cubrir aspectos escénicos y recreativos.

Los recursos forestales se subdividen en maderables (que proporcionan madera) y no maderables (productores de otros materiales, como ceras, fibras, etc.). Estos últimos desempeñan un papel muy importante como fuentes de trabajo y de satisfactores para las comunidades rurales, aunque aún no se les ha ponderado adecuadamente en el aspecto docente o en el ejercicio profesional forestal. Esta situación ha propiciado que su información se encuentre fragmentada, dispersa y sin una verdadera coherencia.

Entre las especies forestales maderables que se utilizan en zonas áridas se encuentran: el mezquite (*Prosopis spp.*), el huizache (*Acacia sp.*), el ébano (*Pithecellobium ebano Berl*) y el mimbre (*Chilopsis linearis Sweet*). En este trabajo se seleccionó el mezquite como ejemplo de recurso maderable, a la vez que los nopales (*Opuntia spp.*), magueyes (*Agave spp.*), las palmas o izotes (*Yucca spp.*), la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) y la jojoba (*Simmondsia chinensis*), serán utilizados para ejemplificar los recursos forestales no maderables (Cervantes *et al.*, 1990).

III. EL MEZQUITE (*PROSOPIS SPP*)

Desde épocas remotas, el mezquite (*Prosopis spp.*) ha constituido un recurso valioso para los habitantes de zonas áridas, quienes encontraron en él múltiples beneficios, ya que todas las partes de la planta son susceptibles de ser utilizadas. Ha sido considerado como un denominador cultural común para los pueblos nómadas de cazadores-recolectores que habitaron el norte de México y el sur de Estados Unidos (CONAZA, 1994).

Recolectores como los seri conocieron su fenología y su cosecha marcaba la denominación de su calendario mensual; lo mismo ocurría con grupos de agricultores, como los pima; los chichimecas de la época prehispánica tuvieron en el mezquite una planta básica para su alimentación; y en la sierra de "El Pinacate", en Sonora, se han encontrado molinos de piedra (metates) para hacer harina de mezquite, que datan del año 1200 a.C. Estos tipos de molinos aún son usados por los pápagos y los seris.

Su utilización ha continuado a través de largo tiempo, representando para los indígenas, colonizadores y pioneros, uno de los recursos vegetales más útiles, ya que de él han obtenido: leña, carbón, goma, materiales de construcción, alimento, forraje, néctar para la apicultura, sombra, herramientas de trabajo, medicina y juguetes.

Además, destaca el papel ecológico del mezquite, ya que es un excelente fijador del suelo y por lo tanto, controlador de la erosión; es fijador de nitrógeno, lo cual mejora la fertilidad del suelo; proporciona alimento y refugio a la fauna silvestre; y actúa como indicador de profundidad del manto freático (freatofita).

La expansión urbana y el incremento de las actividades ganaderas en los años cuarenta afectaron de manera considerable a las comunidades de mezquite, muchas de las cuales fueron sustituidas por pastizales que no siempre tuvieron el éxito esperado. Sin embargo, aún en la actualidad, el mezquite continúa siendo un recurso de importancia para los habitantes de zonas áridas, quienes llevan a cabo su aprovechamiento como una actividad complementaria a la agricultura, ganadería y explotación de otros recursos espontáneos.

Clasificación científica y descripción de la planta

Reino	Plantas (<i>Plantae</i>)
Filum	Espermatofitas (<i>Spermatophyta</i>)
Clase	Dicotiledóneas (<i>Dicotyledoneae</i>)
Superfamilia	Leguminosas (<i>Leguminosae</i>)
Familia:	Mimosáceas (<i>Mimosaceae</i>)
Género:	<i>Prosopis</i>
Especie:	spp. (diversas)
Nombre	<i>Prosopis</i> spp.

El mezquite es un árbol o arbusto espinoso, perenne, que llega a medir hasta 10 m de altura, de acuerdo con la profundidad del suelo.

Raíz. Su raíz principal puede alcanzar hasta 50 m de profundidad, para llegar al manto freático de agua subterránea; sus raíces laterales se extienden en un radio hasta de 15 m.

Tronco y ramas. Tronco leñoso, de corteza oscura o negruzca; ramas flexuosas, formando una copa esférica o deprimida. Las ramas tiernas son espinosas y con frecuencia carecen de hojas.

Hojas. Son compuestas (con el limbo subdividido), bipinnadas, con 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares de 5 a 10 mm de largo, más o menos persistentes, pero caducas en invierno. Los renuevos nacen desde marzo hasta mayo y permanecen hasta diciembre.

Flores. Son muy pequeñas, de color amarillo verdoso, agrupadas en inflorescencias en racimos en forma de espiga; producen un aroma y néctar agradable que atrae a los polinizadores. Son hermafroditas, de simetría radiada (actinomorfas), con cinco sépalos, cinco pétalos y diez estambres; ovario súpero, unilocular, unicarpelar y de placentación parietal; el estigma es cóncavo. Florece durante un corto período que se inicia en febrero-marzo y termina en abril-mayo.

Fruto. Los frutos son vainas o legumbres alargadas, rectas o arqueadas, de 10 a 30 cm de longitud, de color paja a rojizo violáceo. El mesocarpio contiene una pulpa gruesa y esponjosa de sabor dulce; contiene de 12 a 20 semillas. La fructificación se extiende de mayo a agosto y se cosecha entre agosto y octubre.

Semilla. Es de forma oblonga o aplastada, dura; su color varía de café claro a oscuro. La diseminación de las semillas es zoófila y endozoica, es decir, su dispersión se hace por medio del tracto digestivo de animales.

Distribución geográfica y aspectos ecológicos

El origen fitogeográfico del mezquite (*Prosopis spp.*) se ubica en África, donde persiste como una sola especie: *Prosopis africana*, con características poco especializadas (Dávila, 1983:136).

A nivel mundial existen 44 especies del género *Prosopis*, 42 de las cuales se encuentran en el continente americano, distribuidas en dos grandes centros: el norteamericano (mexicano-tejano) y el sudamericano (argentino-paraguayo-chileno). El complejo norteamericano, de acuerdo con Rzedowski (1988), cuenta con nueve especies, una con dos variedades, todas ellas presentes en el país. Su distribución comprende casi todo el territorio mexicano, con excepción de las zonas montañosas y las partes bajas del sureste del país; es particularmente abundante en las zonas áridas y semiáridas, aunque su

amplio rango ecológico le permite ser localizado en zonas con temperaturas medias que van de 20 a 29° C, con precipitaciones que oscilan entre 350 y 1 200 mm anuales. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 2 200 m de altitud; crece preferentemente en llanuras y bajíos, sobre suelos profundos aptos para la agricultura, lo cual ha originado su desplazamiento de muchos sitios.

Entre las adaptaciones del mezquite a los ambientes áridos se encuentra la amplitud y profundidad de su sistema radicular, así como la reducción de su sistema foliar. La forma de vida arbórea indica disponibilidad de agua subterránea a poca profundidad, por lo que los campesinos lo utilizan como indicador de posibles fuentes de agua; la forma arbustiva se relaciona con manto freático profundo. Las nueve especies de mezquite (una con dos variedades) y su distribución geográfica en México se puede observar en las Figuras 2 y 3:

Prosopis articulata S. Wats, que crece en pequeñas áreas de Sonora y Baja California Sur.

P. glandulosa var. *Glandulosa* Torr., dominante en el norte de México, en los estados de Coahuila, Chihuahua, Sonora, Nuevo León y norte de Tamaulipas.

P. glandulosa var. *Torreyana* L. Benson, la especie más agresiva que crece en Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas.

P. juliflora (Swartz) D.C., que se desarrolla a lo largo de la planicie costera del Pacífico, desde Sinaloa hasta Centroamérica; es la especie menos xerófila, ya que tolera precipitaciones hasta de 1 500 mm anuales.

P. laevigata (Humb. y Bonpl.) M. C. Johnst, localizado en el centro y sur de México, en los estados de Aguascalientes,

Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz y Zacatecas.

P. palmeri Wats, endémica de Baja California.

P. pubescens Gray, del norte de Chihuahua y Baja California.

P. reptans var. *cinerascens* Gray, halófito subarborescente que crece en el norte de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila y se extiende hasta el sur de Texas.

P. tamaulipana Burkhart, que se desarrolla en los límites de los estados de San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, restringida a la parte seca de la Huasteca.

P. velutina Wooton, localizada en una zona reducida del estado de Sonora.

Los estados de la República que destacan por la producción forestal de mezquite son: Sonora, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Zacatecas, Durango, Coahuila y Nuevo León. De menor importancia son los estados de: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Jalisco, Oaxaca, Querétaro y Sinaloa (Dávila, 1983:136).

Importancia económica y usos

El mezquite fue un recurso de primordial importancia para los primeros habitantes de las zonas áridas y semiáridas, debido a los diferentes usos que cada grupo le daba. Estos pueblos nómadas, que vivían de la recolección y la caza, conocieron la utilidad del mezquite como alimento, combustible, sombra, planta medicinal y para la elaboración de diversos utensilios y juguetes. Ya en el siglo XIX se le encontraron otros usos como: forraje, carbón, apicultura, extracción de gomas y material para la construcción de viviendas. Todos ellos han continuado a lo largo del siglo XX, lo cual ha hecho del *mezquite*

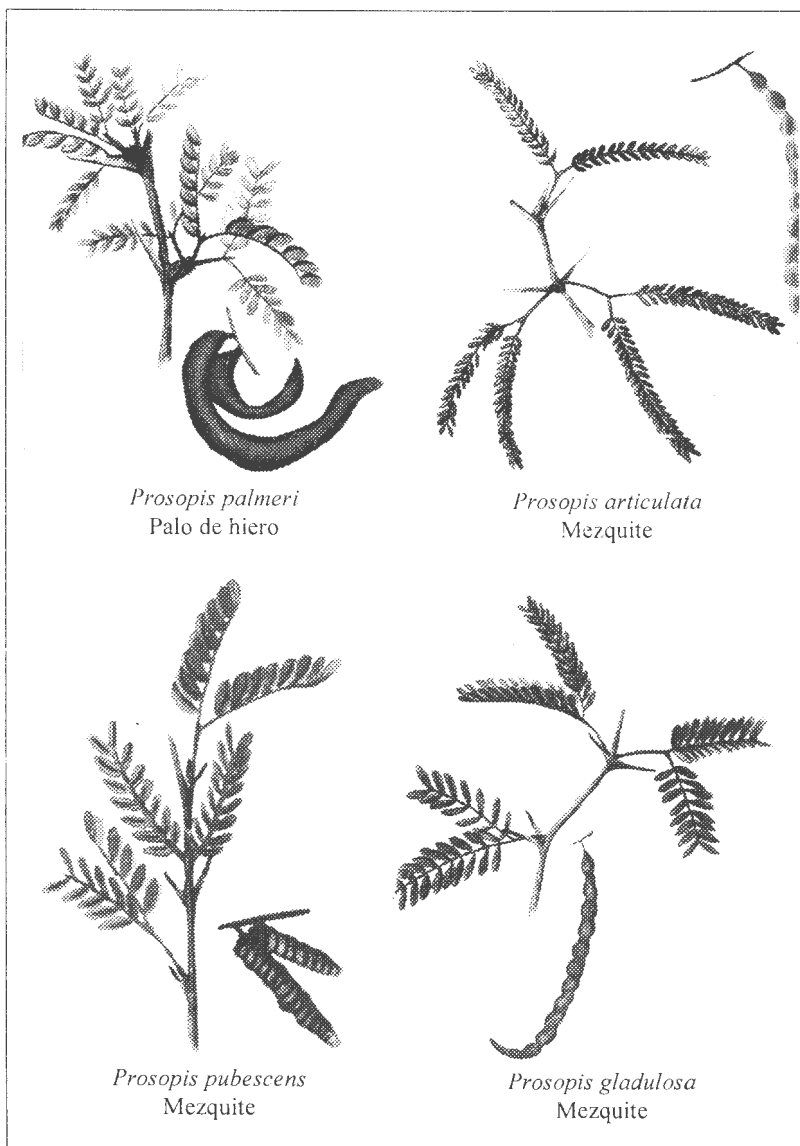


Figura 3. Mezquite (Fuente: Roberts, 1989).

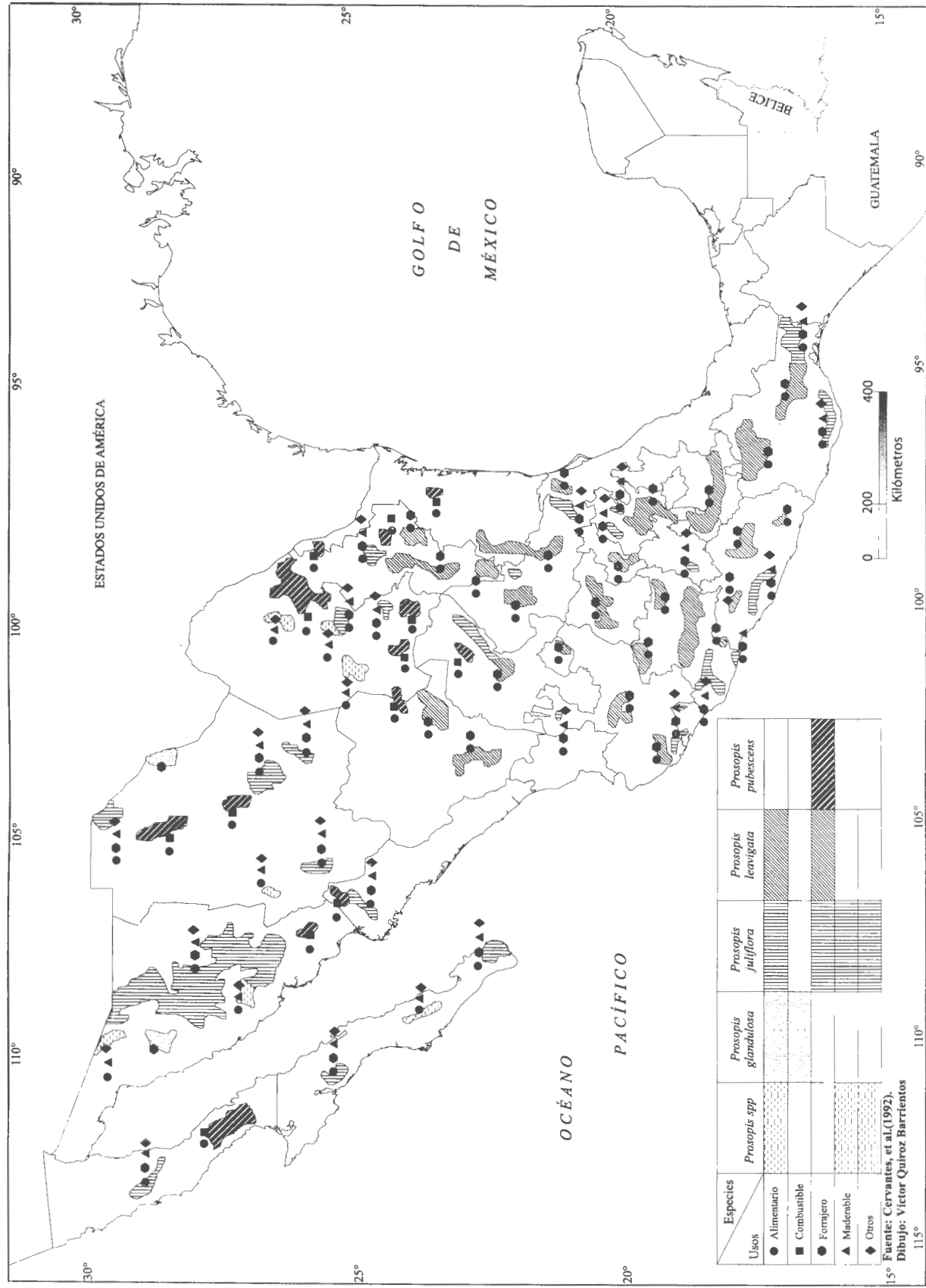


Figura 2. Distribución geográfica y usos del mezquite.

un recurso de gran importancia para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas del país (Cuadro 2).

Todas las partes de la planta son utilizables y, entre los usos más comunes, se encuentran los siguientes:

Maderable. Su madera es dura, resistente, con un hermoso brillo al pulirla, aunque algo quebradiza y poco flexible, lo que limita su uso comercial. Se utiliza en la elaboración de muebles artesanales, destacando los trabajos de marquetería elaborados en Zacatecas, Morelos, Guerrero, Guanajuato y Puebla. Su dureza lo hace ideal para esta actividad y le permite ser empleada en la elaboración de otros artefactos resistentes, como durmientes, parket, duela, hormas para zapatos, mangos de herramientas y utensilios de cocina, además de utilizarse para la construcción en las zonas rurales (Signoret, cit. en Gómez *et al.*, 1970). Se procesa en forma de brazuelos, tablas y tablonés, postes para cerca, trozas en rollo, etcétera.

Combustible. El mezquite es considerado como el recurso leñoso por excelencia en las comunidades rurales de zonas áridas y semiáridas, donde se utilizan las ramas como combustible casi único, para la preparación de alimentos, calentamiento de agua y hornos o para la calefacción de los hogares. Los campesinos colectan los volúmenes necesarios para satisfacer sus necesidades a corto plazo, aunque en ocasiones colectan excedentes para su comercialización. No existen datos que permitan conocer los volúmenes de explotación, ya que se trata de la llamada “operación hormiga”, en la cual participan gran cantidad de recolectores, de manera totalmente anárquica, sin tomar en cuenta la conservación del recurso y ocasionando serios problemas de deforestación. Para la obtención de la leña, los campesinos necesitan desplazarse entre 1 y 7 km (en ocasiones hasta 30 km); sin embargo, consideran que esta forma de energía es la más barata para ellos, a pesar del gran esfuerzo humano que requiere. Otro producto combustible derivado del mezquite de gran importancia económica es el carbón, que se obtiene por calentamiento de madera en ausencia de aire. Esta labor

es realizada por numerosos habitantes de zonas rurales, que encuentran en ella algún ingreso complementario.

Forraje. El principal producto no maderable del mezquite es el fruto llamado vaina, utilizada como alimento para diversos tipos de ganado. En forma de harina tiene gran demanda para la ganadería estabulada o semiestabulada con razas lecheras o de engorda, como *Hereford*, *Angus*, *Aberdeen* y criollos; también se suministra a otros tipos de ganado, como al porcino y al caprino y, con menor intensidad, al caballar, asnal y mular. Su aprovechamiento es por medio de la recolección manual, que se lleva a cabo en los meses de julio a septiembre. Es una actividad familiar que contribuye a atenuar la precaria situación de estos campesinos, ocasionada por las pérdidas agrícolas resultantes de las sequías prolongadas, que suelen acabar con los cultivos temporaleros y los forrajes de los agostaderos. Se estima que una familia puede recolectar de 200 a 250 kg diarios de vaina (CONAZA, 1994:18).

Aunque el principal valor del mezquite como forraje radica en el fruto, es frecuente que el ganado no estabulado practique el ramoneo, que consiste en el consumo de hojas y brotes tiernos del mezquite; además, los mezquites proporcionan sombra, que es muy importante en estas regiones, debido a las elevadas temperaturas que se registran durante el día.

Gomas. Son exudados liberados cuando el árbol es herido en su corteza o en sus ramas y que tiene semejanza con la goma arábica. Existen dos tipos de gomas: una blanca o de color ambarino que se usa en medicina popular; la otra goma es de color negro, rígida, quebradiza y astringente al gusto, con elevado contenido de taninos y que se usa como colorante. Las características de las gomas del mezquite indican su potencial para ser utilizadas como sustituto de las gomas importadas.

Otros usos. La madera de mezquite contiene del 5 al 9% de taninos, que también pueden ser utilizados en un programa de aprovechamiento integral del recurso; lo mismo ocurre con la obtención de alcohol etílico. Como alimento humano se consumen las vainas o

Cuadro 2. Usos y beneficios del mezquite

Parte aprovechable	Alimentación humana	Medicina	Forrajero	Forestal
Corteza		Antidiesentérico y gastritis Infusión de trozos de corteza con ramas más jóvenes.		Curtiduría. Corteza del mezquite.
Flor	Miel generada por las abejas que chupan el néctar de la flor.		Consumo de vaina y harinas	
Fruto y vaina	Fruta fresca, fruta en almíbar, pinole de mezquite, queso de mezquite, piloncillo, atole y vino.			
Goma	Goma, golosina de niños.	Laringitis. La goma disuelta para la infusión.		Pólvora. De escasa potencia (goma). Tintes. Para teñir lana (goma).
Hojas		Antiséptico. Lavado de ojos con infusión a partir de las hojas. Antidiesentérico y gastritis. Emoliente.	Ramoneo de follaje verde o seco. Ganado bovino, caprino, ovino, caballar, asnal, mular y porcino.	Fertilizante orgánico. El follaje forma un grueso mantillo
Ramas y troncos		Desinflamatorio. Pomada de ceniza de leña con manteca.		Aperos de labranza. Arado, jugos, mangos de palas, y picos. Carretas. En especial para las ruedas. Construcción de viviendas, vigas, puertas y ventanas. Muebles. Leña y carbón. Cocción de alimentos, fuente de calor combustible para ladrilleras, panaderías y restaurantes. Postes para cercas. Otros: parque, elaboración de artesanías, recreación humana y refugio de vida silvestre.

Fuente: Elaboró Franco a partir de Argüelles (1991:24-27).

bien en forma de harinas o como bebidas fermentadas. Además, las inflorescencias sostienen en buena medida la producción apícola en las regiones áridas.

Posibilidades de cultivo

En algunos países como la India, el mezquite se ha convertido en un cultivo de uso múltiple para las zonas áridas y semiáridas. No obstante, en México es notoria la ausencia de plantaciones comerciales de la planta, aunque ya se han realizado diversos estudios acerca de la propagación inducida del mezquite y su manejo agronómico. A nivel incipiente, la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), han establecido centros experimentales en Nuevo León, Coahuila, Guanajuato y San Luis Potosí, en donde se realizan estudios ecológicos y se establecen viveros para la producción de plántulas de mezquite (Villanueva *et al.*, 2000).

En algunos sitios del país aún se pueden encontrar comunidades densas de mezquites arbóreos, ya sea como mezquital puro o asociado con otras especies. En estos casos sería conveniente llevar a cabo un verdadero proceso de planeación que asegure el uso racional y sostenible del recurso, lo que aseguraría mayores rendimientos económicos a largo plazo.

Con base en las experiencias de otros países, el mezquite empieza su producción a partir del cuarto año y se estabiliza a los diez años, si las condiciones ambientales y el sistema de cultivo son favorables. Los rendimientos de producción de vaina son de 15 a 20 kg por árbol, o de 4 000 a 5 000 kg/ha. A los tres años, un árbol de mezquite puede producir de 7 a 8 m³ de madera. En la India se han reportado de 100 a 400 kg de miel por hectárea, por año.

De acuerdo con las investigaciones llevadas a cabo por Villanueva (*Ibid.*) en los campos forestales de Llanos de la Angostura y Pozo del Carmen, en San Luis Potosí, la recolección de leña de mezquite alcanza los 142 m³ por semana, producto que se destina sobre todo a cubrir los usos domésticos de los campesinos. En Lla-

IV. LOS AGAVES (*AGAVE SPP.*)

Los *agaves*, mejor conocidos por su nombre vernáculo como *magueyes*, han sido y son característicos de los paisajes áridos y semiáridos de México, donde sobresalen por su tamaño y por la gran variedad de formas que han adoptado, como resultado de un largo proceso evolutivo. De ellos escribió el jesuita José de Acosta en su *Historia Natural y Moral de la Nueva España*:

El árbol de las maravillas es el maguey, del que los nuevos o chapetones (como en Indias los llaman), suelen escribir milagros, de que da agua y vino, y aceite y vinagre, y miel y arrope e hilo y aguja y otras cien cosas (Ramírez, 2000).

En muchas regiones se cultivan y se utilizan para controlar la erosión y los deslaves del suelo, para lo cual se siembran en los bordos o terrazas que delimitan las parcelas.

Los *agaves* o *magueyes* pertenecen a la familia botánica de las Agaváceas, cuyo centro de origen se encuentra en México y cuyo uso como recurso se remonta a la época prehispánica (10 000 a 8 000 años a.C.), como lo atestiguan los restos de hojas mascadas y fibras encontradas en Coahuila y el valle de Tehuacán (García, 1998:13). La domesticación de algunas especies, como el maguey pulquero, se debe haber iniciado hace unos 3 000 años, ya que los pueblos indígenas encontraron en dicha planta una fuente abastecedora de materias primas para la elaboración de infinidad de produc-

tos, de los cuales sólo algunos han prevalecido o se han transformado a lo largo de la historia.

La palabra “maguey” fue traída a México por los españoles y parece ser de origen antillano, derivada de las palabras *meguey* o *magheih*. Los mexicas lo conocieron con el nombre genérico de *metl*; los otomíes como *uada*; los zapotecos como *doba*, los mixtecos como *yabi* y los purépechas como *tacamba*. En 1753, Linneo lo designa con el nombre genérico de *agave* (palabra derivada del griego, que significa admirable).

La exportación de agaves a Europa durante el siglo XIX, como novedades ornamentales, fue particularmente numerosa, por lo cual, muchos de los nombres específicos fueron publicados en listas o breves descripciones de plantas de jardín, hecho poco usual en la sistemática botánica.

Caracteres generales del género *Agave*

Clasificación científica y descripción de la planta

Reino	Plantas (<i>Plantae</i>)
Filum	Espermatofitas (<i>Spermatophyta</i>)
Clase	Monocotiledóneas (<i>Monocotyledoneae</i>)
Orden	Liliales (<i>Liliales</i>)
Familia	Agaváceas (<i>Agavaceae</i>)
Género	<i>Agave</i>
Especie	spp.(diversas especies)
Nombre	<i>Agave</i> spp.

Descripción

Plantas perennes. Cuentan con rizoma (tallo subterráneo); por lo general, carecen de tallos aéreos (acaules).

Hojas. Almacenan agua y presentan diversos grados de succulencia; son grandes, fibrosas, terminadas en espina y dispuestas en roseta;

en ocasiones, los márgenes de las hojas pueden presentar pequeñas espinas ganchudas o rectas.

Inflorescencia (quiate). Se presenta en forma de espiga o panoja con escapo (pedúnculo), largo y semileñoso; las flores son de color amarillo verdoso, con perianto en forma de embudo; seis estambres con anteras amarillas; ovario ínfero, tricarpelar, trilocular, con placentación axilar multiovulada.

Fruto. Es una cápsula leñosa, dehiscente, que deja salir numerosas semillas. Los agaves o magueyes son monocárpicos, es decir, sólo tienen una floración en su vida, después de la cual la planta muere. Aunque la producción de semillas es alta, están sujetas a fuerte depredación, por lo que su capacidad germinativa se reduce. En cambio, es muy importante la reproducción vegetativa por medio de brotes o hijuelos (Gentry, 1972, cit. por Granados, 1998:31).

Distribución geográfica y aspectos ecológicos

México es el centro de origen de la familia de las Agaváceas, a la cual pertenece el maguey y que incluye 288 especies, 166 de las cuales son magueyes, agrupados en el género *Agave*. En el país se han encontrado 125 especies de agaves, lo que representa el 75% del total mundial. Este dato, simple en apariencia, justifica la importancia de este recurso, que se distribuye desde Dakota del Norte en Estados Unidos, hasta Bolivia y Paraguay. A través de México y Centroamérica se extiende hacia el sur hasta Venezuela y las Guyanas y de allí hasta Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Paraguay. Se localiza, asimismo, en todas las islas caribeñas, desde Cuba y Bahamas, hasta Curazao y Aruba. Como se mencionó, el mayor número de especies se concentra en México, seguido por los territorios contiguos del sur de los Estados Unidos, Guatemala y Cuba.

Se puede decir que los agaves o magueyes se hallan asociados con todo tipo de paisaje. Aunque muestran preferencia por los matorrales xerófilos del Altiplano, tanto en el desierto Sonorense, como

en el Chihuahuense y en las zonas semiáridas del sur de México, también se les encuentra en los bosques templados de los diversos sistemas montañosos del país: Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Sistema Volcánico Transversal y sierras de Oaxaca y Chiapas. Los estados más ricos en diversidad de especies son: Oaxaca, Chihuahua, Sonora, Coahuila, Durango y Jalisco (Figura 4).

La amplitud de su rango ecológico le permite desarrollarse desde el nivel del mar, en las dunas costeras, hasta los bosques mesófilos localizados a 3 300 msnm. Su nivel óptimo está entre 800 y 2 500 msnm. Se les observa con frecuencia en sitios soleados, pedregosos; lo mismo crecen en sitios planos que en barrancas, siempre que tengan buen drenaje. Están pobremente representados en las selvas altas o medianas perennifolias y subperennifolias del sur y sureste del país, en donde se les encuentra como epífitas, para contrarrestar el exceso de humedad.

Diversidad de usos

El profundo conocimiento de la naturaleza que tenían los indígenas desde la época prehispánica, les permitió utilizar los magueyes en múltiples formas, ya que de sus pencas obtenían hilos para la elaboración de costales, tapetes, morrales, ceñidores, redes de pesca y cordeles; las espinas se usaban como agujas o clavos; las pencas completas eran utilizadas como tejas para techar sus casas; los quiotes servían como vigas o como cercas para delimitar terrenos; con las raíces elaboraban cepillos, escobas y canastas; del jugo de la planta extraían la miel, además de obtener el pulque, la bebida ritual por excelencia para ellos (Ramírez, 2000). La gran mayoría de estos usos subsisten hasta la actualidad, aunque en pequeña escala; otros han sufrido transformaciones, acordes con las demandas actuales del mercado.

Los usos de los magueyes como recurso natural de zonas áridas y semiáridas pueden organizarse en tres grupos, a saber:

1. Magueyes productores de bebidas fermentadas.
2. Magueyes productores de bebidas destiladas.
3. Magueyes productores de fibras.

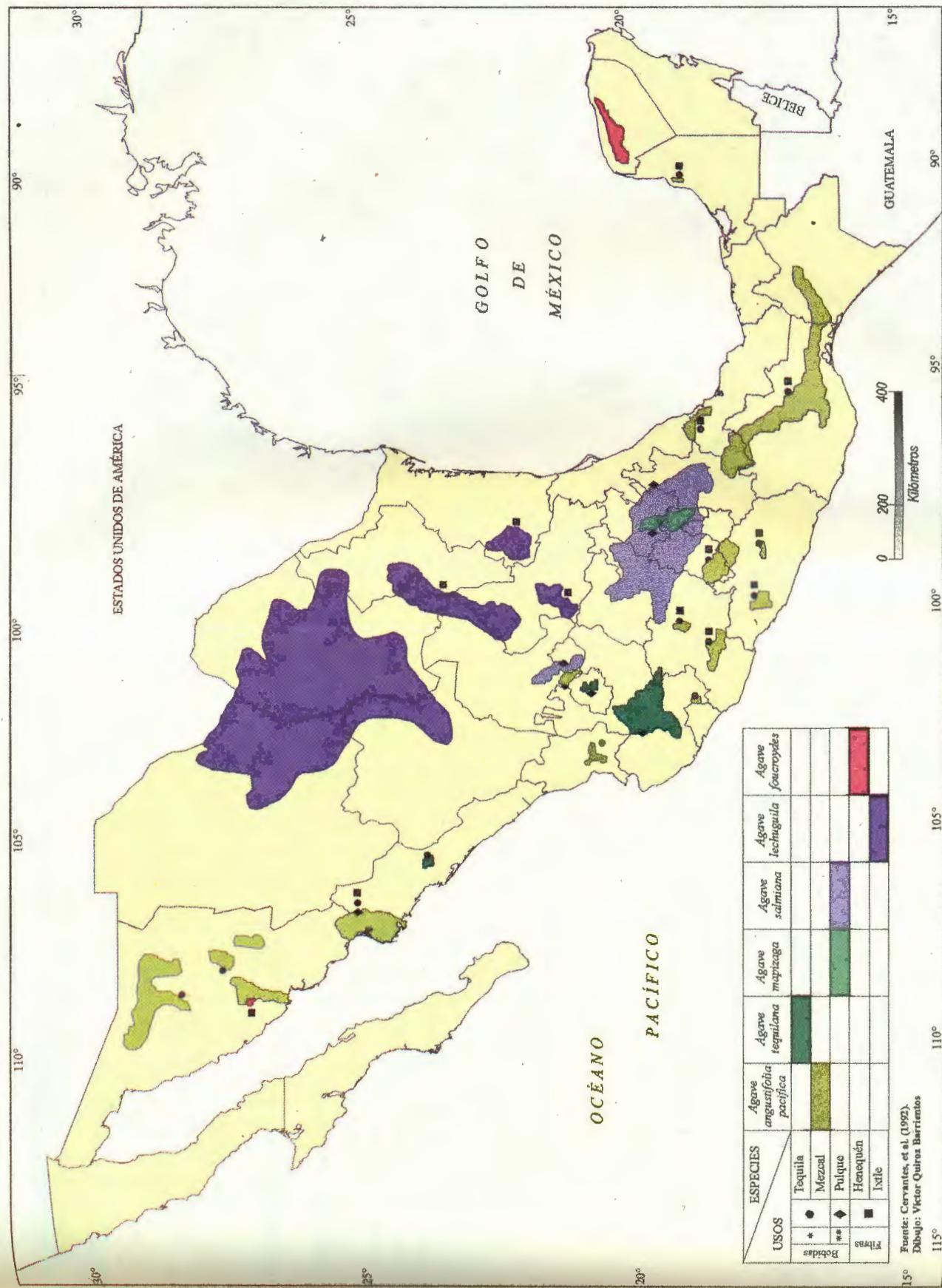


Figura 4. Distribución y usos de los magueyes (*Agave spp.*).

Hoy en día puede decirse que los usos del maguey, económicamente redituables, pueden reducirse a tres, que en orden de importancia son (Figura 5):

- Como productores de bebidas destiladas: tequila y mezcal, principalmente.
- Como productores de bebidas fermentadas: magueyes pulqueros.
- Como productores de fibras: henequén y lechuguilla.

Magueyes productores de bebidas fermentadas: el “pulque”

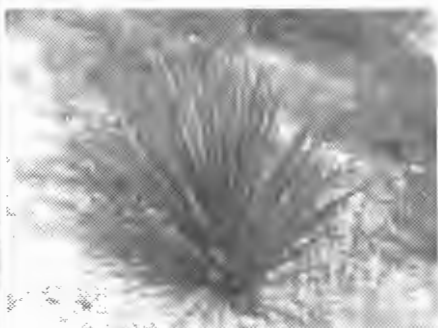
Cuando los españoles arribaron a territorio mexicano, encontraron que algunos indígenas tomaban una bebida embriagante a la que llamaban *poliuhqui*, que en la actualidad se conoce como *pulque*, la cual era utilizada con fines medicinales y religiosos. En cuanto al aspecto histórico existe la descripción de Mariano Veytia en su libro *Historia Antigua de México*, en la que narra:

Reinaba Tecpalcatzin en Tula, cuando Papantzin llevó a su señor varios regalos, entre los que había un jarro de pulque. Xochitl su hija portaba el precioso líquido, que resultó muy sabroso al gobernante. Pero más se lo pareció la jovencita. Pidió a Papantzin que volviera a enviar a su hija con más pulque y la raptó y encerró. De este amor ilícito nació un niño al que le pusieron por nombre Meconetzin (niño del maguey), por la miel que le llevó Xochitl y que fue el origen de sus amores (*México Desconocido*, 1999).

Esta bebida era producto de la fermentación de la savia extraída de algunos magueyes que formaban parte del paisaje natural de extensas zonas del país. Los sacerdotes bebían el pulque en ciertas fiestas y en algunos casos se les ofrecía como estímulo a las víctimas que iban a ser sacrificadas. Existía un control estricto, que evitaba problemas de embriaguez y que se perdió durante la época colonial.



Maguey pulquero (*Agave salmiana* Otto)



Maguey mezcalero
(*A. angustifolia* Haw)



Maguey tequilero
(*A. tequilana* Weber)



Lechugilla
(*A. lecheguilla* Torrey)



Henequén
(*A. Fourcroydes* Lem.)

Figura 5. Magueyes.

Agaves productores de pulque

El pulque se extrae de diferentes especies de maguey, siendo las principales el maguey manso o de pulque (*Agave salmiana*) y el maguey “manos largas” (*A. mapisaga*), aunque también se explotan otras especies como el maguey americano (*A. americana*), el *tepeztate* (*A. marmorata*), el *hoeimeitl* (*A. inaequidens*) y el *ixquitecatl* (*A. hookerii*). Estas plantas se encuentran ampliamente distribuidas en toda la zona de influencia del valle de México, en los estados de México, Tlaxcala, Hidalgo y Puebla, en donde se han obtenido algunas variedades de cultivo de estos magueyes; en menor proporción existen en otros estados como Oaxaca, Veracruz y Zacatecas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Producción de aguamiel en 1998

Cultivo	Estado	Producción (ton)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor de la producción (pesos)
Maguey Aguamiel (M.LTS. aguamiel)	Hidalgo	125 589	635.21	79 780 947
	México	42 824	983.58	42 120 682
	Veracruz	5 400	500.00	2 700 000
	Zacatecas	5 400	600.00	17 400
	<i>Total</i>	<i>173 851</i>	<i>716.82</i>	<i>124 619 029</i>

Fuente: SAGAR (1999).

Los magueyes pulqueros prosperan en suelos derivados de calizas de zonas áridas y semiáridas, con texturas arenosas o francas; viven en suelos someros, pobres, bien drenados, con cierto nivel de pedregosidad, en terrenos ondulados o con poca pendiente. Progresan en sitios con temperaturas medias anuales que oscilan entre 13.6 y 17.8° C, con precipitaciones medias anuales de 335 a 924 milímetros y en altitudes que van de los 1 230 a 2 460 msnm (Granados, 1998:172).

Proceso de elaboración y comercialización

Los agaves pulqueros requieren de aproximadamente diez años para alcanzar la madurez y poder ser aprovechados. Su etapa productiva se inicia con el llamado proceso de “capado”, que consiste en el corte del conjunto de las pencas más tiernas del maguey, las del centro de la planta, dejando reposar la planta de cuatro a seis meses. A continuación se desgastan los tejidos de la base del cogollo con un instrumento en forma de cuchara llamado “raspador”, para formar una cavidad o “cajete”, en donde se acumula la savia dulce de las hojas, que recibe el nombre de “aguamiel”.

El encargado de extraer el aguamiel es el llamado “tlachiquero”, quien utiliza un calabazo o jícara para succionarlo; la operación la realiza dos veces al día, después de la cual raspa la cavidad para eliminar los tejidos muertos y permitir el drene de nueva savia. Una planta produce de tres a seis litros de aguamiel por extracción y, de acuerdo con su robustez, podrá producir de 500 a 1 000 litros durante su vida productiva, que dura de tres a ocho meses (García, 1998:10).

El aguamiel es un líquido incoloro, transparente, con sabor dulce y agradable, cuyos principales componentes químicos, además del agua son: sacarosa, glucosa, materias albuminoides y sales minerales (Cuadro 4) Sus componentes químicos constituyen un excelente medio para la proliferación de microorganismos (Granados, *op. cit.*).

Cuadro 4. Composición química del aguamiel

Características y componentes	Contenido en muestra mgr/100 ml
Densidad	1.049
Acidez	0.068
Glucosa	0.012
Sacarosa	9.450
Gomas	0.600
Albuminoides	0.806
Extractos	12.180
Cenizas	0.450

Fuente: Granados, 1998:187.

El aguamiel extraído se lleva al “tinacal”, instalación en donde el “mayordomo” o encargado lo vacía en tinas de madera o “toros” (recipientes de piel de vacuno sin curtir), donde se fermentará de ocho a treinta días, aunque el proceso puede acelerarse, adicionando residuos de un pulque previo (semilla). El pulque es un producto blanco, viscoso, mucilaginoso, alcohólico, con sabor ácido y aroma peculiar. En su fermentación intervienen algunas bacterias como *Zimomonas mobilis* y levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, las cuales transforman la glucosa en alcohol y dióxido de carbono, liberando además ácido láctico. Otras bacterias (*Leuconostoc*) producen polisacáridos del tipo de las dextranas, que confieren al pulque su viscosidad característica. Se le considera una bebida de moderación, blanca y viscosa que contiene del 3 al 6% de alcohol (Cuadro 5).

Cuadro 5. Constituyentes nutritivos del pulque

Componentes y factores nutritivos	Contenido en 100 ml
Humedad	98.30g
Proteínas	0.37 g
Cenizas	0.24 g
Calcio	11.00 mg
Fósforo	6.00 mg
Hierro	0.70 mg
Tiamina (Vitamina B1)	0.02 mg
Riboflavina (Vitamina B2)	0.03 mg
Niacina (Ácido nicotínico)	0.35 mg
Ácido ascórbico (Vitamina C)	5.10 mg
Ácido fólico (hematopoyético)	0.01 mg
Carbohidratos totales	0.08 mg

Fuente: Granados, 1998:189.

La elaboración del pulque presenta variaciones de acuerdo con el grupo étnico involucrado. Los estudios especializados permiten afirmar que el pulque es una de las bebidas más completas y balanceadas, que contiene los niveles vitamínicos y energéticos necesarios

para el ser humano. Entre sus componentes pueden mencionarse los azúcares, aminoácidos esenciales y vitaminas del complejo “B” y vitamina “C”, por lo que llega a ser de importancia en la dieta de algunos grupos étnicos de las regiones semiáridas y templadas de México.

Otros productos del maguey

Los magueyes pulqueros pueden ser considerados como recurso de uso múltiple, ya que además del aguamiel y del pulque, estas plantas proporcionan una gran variedad de productos, entre los que vale la pena mencionar:

- Flor del maguey: Se obtiene de la inflorescencia o “quiotte”. Se utiliza para el consumo humano, capeada con huevo y bañada con algún tipo de salsa.
- *Mixiote*. Es la epidermis del haz de la penca cercana a la punta del maguey manso. Se utiliza como envoltura que confiere un sabor especial a diversos guisos de cualquier tipo de carne o verduras.
- Pénca. La base de las pencas maduras se utiliza como alimento para el ganado; también se utilizan las pencas frescas para hornear la barbacoa o, cuando están secas, como combustible de buena calidad.
- Fibra de maguey o *ixcapu*. Se utiliza para la fabricación de cuerdas y diversos objetos artesanales.
- Gusanos de maguey. Son larvas de insectos que son recolectados y usados como alimento por los habitantes de zonas magueyeras, desde épocas prehispánicas. Se consideran los más importantes por su gran calidad gastronómica y demanda, no sólo a nivel nacional, sino internacional, son los gusanos blancos (*Acentroneme hesperiaris*) y los gusanos rojos (*Cosus redtenbach*), que se industrializan y se comercializan a precios elevados. Son ofrecidos en restaurantes internacionales como delicadeza gastronómica.

El caso de los magueyes representa un ejemplo más del aprovechamiento integral y uso múltiple de los recursos naturales por parte de las comunidades indígenas del país.

Agaves mezcaleros

El proceso de destilación, legado de los árabes e introducido a México por los españoles y europeos en el siglo XVI, se difundió en el siglo XVII y a partir del XVIII fue de uso común, por lo que comenzaron a fabricarse y beberse en nuestro país alcoholes destilados. A este grupo corresponden el mezcal, el aguardiente y el tequila.

El mezcal, como otras tantas bebidas alcohólicas, nació no sólo en relación con el ceremonial y la fiesta, sino que también se utilizó como “remedio” en la medicina popular. Era utilizado para “asperjar, sobar y limpiar”; es un excelente desinfectante y con él se bendicen las milpas, las construcciones y las cruces (*México Desconocido*, 1999).

El mezcal se produce en casi todos los lugares de México donde hay agaves. Son famosos los mezcales de Oaxaca y los norteños, pero en casi todo el país existen agaves y con ellos se elabora esta bebida. Los magueyes de los valles Centrales de Oaxaca son importantes, porque de ellos se han obtenido durante mucho tiempo diversos productos tales como alimentos, bebidas, forrajes, fibras y medicamentos, lo que indica que han desempeñado un papel preponderante en el desarrollo cultural de esa región (*México Desconocido*, 1999). Estos valles se localizan dentro de la zona montañosa del sur del país, que rodea a la ciudad de Oaxaca. Están ubicados en la intersección entre el paralelo 16° 55' de latitud norte y el meridiano 96° 17' de longitud oeste. La zona tiene forma de Y, determinada por los dos ríos que la drenan y sus componentes principales son: el valle de Tlacolula al este, el de Etla al norte, y el de Zaachila al sur. Abarca los distritos de Etla, Oaxaca, Tlacolula, Zaachila, Zimatlán, Ocotlán, Ejutla y Miahuatlán, cubriendo una superficie aproximada de 3 375 km², 700 de los cuales corresponden a terrenos aluviales cultivables.

Agaves productores de mezcal

El mezcal se obtiene por medio de la destilación de la pulpa de algunos magueyes, siendo el más importante el *Agave angustifolia* o espadín, cuyo cultivo es amplio y sistematizado en la región de los Valles Centrales. Este maguey se desarrolla de manera silvestre en la Mixteca y en la cuenca del río Balsas, donde es recolectado y aprovechado también para la obtención de mezcal. Como puede observarse en el Cuadro 6, en 1998, en los valles de Oaxaca se alcanzó una producción de 263 000 ton de agave mezcalero, mientras que en el estado de Tamaulipas, el cultivo produjo escasas 30 ton (SAGAR, 1999).

Cuadro 6. Producción de mezcal en 1998

Cultivo 1998	Estado	Producción (ton)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor de la producción (pesos)
Agave mezcalero	Oaxaca	263 000	1 200	315 600 000
	Tamaulipas	30	800.00	24 000
	<i>Total</i>	<i>263 030</i>	<i>1 199.95</i>	<i>315 624 000</i>

Fuente: SAGAR (1999).

Para su cultivo se tiene preferencia por terrenos pedregosos, sin importar la pendiente, aunque de manera secundaria se eligen zonas planas, menos pedregosas. Es frecuente encontrarlo asociado con otros cultivos, como maíz, frijol e higuierilla. El espadín requiere de seis a ocho años para alcanzar la etapa productiva.

Otros magueyes productores de mezcal son: el “cirial” (*A. Karwinskii*) o el “papalometl” (*A. popatorum*), cultivados en el distrito de Tlacolula; el agave ancho (*A. cupreata*), que se utiliza en Guerrero y el *A. pacifica*, endémico de Sonora, con el que se elabora el llamado mezcal bacanora, entre otros.

En el altiplano Potosino-Zacatecano, que comprende los estados de San Luis Potosí, Durango y Zacatecas, así como algunas porcio-

nes del sur de Coahuila y sureste de Tamaulipas, existe otra zona mezcalera de importancia. En ella se explotan dos variedades de maguey: el *Agave salmiana* var. *crassispina* y el *A. salmiana* var. *culta*. Su presencia tiene antecedentes históricos, ya que hacia 1571, con el exterminio casi total de los chichimecas a manos de los españoles, el gobierno colonial llevó al área grupos de tlaxcaltecas para trabajar como esclavos en los diversos centros mineros de la región. Estos indígenas introdujeron los agaves como elemento intrínseco a su cultura, ya que fueron utilizados como productores de pulque, fibras y posteriormente mezcal. Estas plantas se adaptaron con rapidez al nuevo hábitat, ampliando su área de distribución.

En la región de Bacanora, en el estado de Sonora, se fabrica uno de los mezcales más finos que se conocen, el “*mezcal bacanora*”, obtenido a partir del *Agave pacífica*, especie característica del desierto Sonorense, que toma el nombre de la localidad de origen. Aunque es consumido en grandes proporciones por las clases sociales de bajos ingresos, también lo es por las clases acomodadas que viven en el estado. Se afirma que su *sabor y bouquet* son superiores a los de los tequilas más finos de México.

Industrialización

Como materia prima se utilizan los tallos centrales de plantas maduras (de seis a ocho años), que reciben el nombre de “piñas” a los cuales se les despoja de sus hojas y raíces. Las piñas son transportadas a pequeñas fábricas artesanales elaboradoras de mezcal llamadas “palenques, en donde se cortan en trozos, los cuales son sometidos a cocción de tres a cinco días, en hornos excavados en la tierra, revestidos de piedra, cubiertos con bagazo y tierra y calentados con leña.

En la siguiente etapa, los trozos cocidos se desmenuzan y pasan a la molienda, que puede ser manual o por medio de un molino de piedra movido por una bestia. El agave molido se coloca en tinajas de fermentación, proceso que puede acelerarse utilizando la cáscara de un árbol llamado “timbre” (*Acacia angustissima*; García, 1998:20). Concluida la fermentación, se lleva a cabo la destilación

en los llamados “alambiques”, dispositivos tradicionales que constan de los siguientes elementos:

- Alambique. Olla de barro negro calentada con leña.
- Turbante. Tapadera de barro.
- Serpentin. Tubo de carrizo sumergido en agua, que sirve como enfriador y condensador.
- Cántaro. Recipiente de barro negro que recibe el mezcal destilado.

Por medio de este proceso se calcula que en la época de frío se pueden obtener hasta cien litros de mezcal por barrica (tambo de madera que es llenado con el equivalente a tres piñas grandes).

En la década de los años treinta se introdujo el alambique de cobre, sustituyendo al barro en el proceso productivo del mezcal y con ello se iniciaron algunas transformaciones en la industria mezcalera, ya que se obtuvo un considerable aumento en la producción. Con la olla de barro se obtienen 200 litros mensuales de mezcal, en tanto que, con el alambique de cobre, la producción puede incrementarse hasta los 3 000 litros. Sin embargo, aún subsisten los “palenques rústicos”. La industrialización ocurre principalmente en el municipio de Santiago Matatlán, distrito de Tlacolula.

Se producen tres diferentes mezcales: *a)* del primer tercio de la olla enterrada o “alambique”, se obtiene el llamado mezcal de “cabeza o punta”, catalogado como el de mejor calidad y de sabor más fuerte, ya que contiene 48° de alcohol; *b)* del segundo tercio se obtiene el mezcal conocido como corazón o *shishi*, con 30° de alcohol, y *c)* el mezcal restante es conocido como “cola” y se le calculan de 15 a 20° de alcohol.

El mezcal puede mezclarse con otras sustancias como, por ejemplo, el mezcal de pechuga que contiene trozos de pechuga de pollo o de pavo; al “mezcal de gusanito” al que se le agregan gusanos de maguey, que le confieren un sabor especial. En el distrito de Ejutla se utiliza el crial (*A. Karwinskii Zucc.*) que produce un mezcal con sabor más dulce, aunque su siembra ha sido desplazada casi en su totalidad por cultivos maiceros.

Comercialización

En la década de los años ochenta, a medida que la industria del mezcal inició su progreso con la instalación de los alambiques de cobre, se integró parte de la mano de obra disponible en la comunidad, que antes emigraba a otros sitios en busca de trabajo. Al mismo tiempo surgieron otros oficios adecuados al proceso, ya que se requirieron choferes, leñadores, alambiqueros, carpinteros y herreros.

Destacan los resultados observados en el municipio de Santiago de Matatlán, distrito de Tlacolula, principal centro de molienda, donde el 80% del maguey procesado proviene de la región de Tehuantepec, sitio en el cual el cultivo del agave ha provocado la destrucción de extensas zonas de matorrales xerófilos y selvas bajas caducifolias.

Los 150 “talleres de molienda” con alambique de cobre existentes en el municipio, se transformaron en fábricas productoras de 2 000 litros mensuales de mezcal, que aportaban un impuesto de 80 centavos por litro, para cubrir la cuota correspondiente a la Sección Alcoholes del Código Fiscal (Granados, 1998:166).

El mezcal tipificó la unión de los productores del mismo en la llamada “Unión de Productores de Mezcal del Valle de Tlacolula (1950), que posteriormente se registró como “Productores de Mezcal S.A.”, grupo que se desintegró por problemas internos y la tendencia a la monopolización en el manejo del producto; en la actualidad existe la “Asociación de Magueyeros de Oaxaca”, que reúne 25 socios del distrito de Tlacolula, la cual logró exportar entre 1994 y 1999, más de 700 000 litros de mezcal de agave 100% (que contiene azúcares que proceden exclusivamente del agave), envasado de origen. Se destinó a Francia, España, Singapur y Taiwán (CONABIO, 2000).

La producción anual en el estado de Oaxaca es de aproximadamente cinco millones de litros, lo que beneficia a cerca de 5 000 familias que cultivan el maguey, en una superficie de 55 a 7 mil ha.

En la segunda mitad de los años noventa, la producción de mezcales tuvo un aumento significativo de acuerdo con INEGI (2000), ya que en 1994 representó un ingreso aproximado de 615 millones de pesos, mientras que en 1999 ascendió a más de 3 557 millones de pesos, lo que quintuplicó el ingreso (Cuadro 7).

Cuadro 7. Producto de la elaboración de mezcales (en miles de pesos)

Año	Valor (en miles de pesos)
1994	614 915
1995	755 718
1996	1 476 233
1997	1 809 110
1998	2 716 218
1999	3 557 496
2000	1 506 053

Fuente: Elaboró Franco a partir de INEGI (2000b). Para el año 2000, las estadísticas comprenden los meses de enero, febrero, marzo y abril.

Magueyes tequileros

No obstante estar acostumbrados a tomar vino, bebida fermentada, los españoles intentaron destilar el pulque y después de varios intentos infructuosos, lograron obtener un aguardiente al que dieron el nombre genérico de mezcal.

Entre los siglos XVIII y XIX, el mezcal producido en una pequeña localidad llamada Tequila, ubicada en el noreste del estado de Jalisco, empezó a adquirir fama por su extraordinaria calidad. Las condiciones climáticas de esta zona eran ideales para el cultivo de una variedad de maguey conocida como agave azul, debido al color verde azulado de sus pencas, cuyo nombre científico es *Agave tequilana* Weber y que es considerado el “*rey de los agaves*” (Ramírez, *op. cit.*).

El Agave tequilana Weber y su área de distribución

Al valle de Tequila corresponden los municipios de Tequila y Amatitlán. Forma parte de la Sierra de los Huicholes, que pertenece a la Sierra Madre Occidental; también se produce en el Arenal y los Altos de Jalisco, así como en zonas colindantes de los estados de Michoacán y Nayarit. En los valles de Tequila y Atotonilco, además del agave azul, son explotadas otras especies para la producción de

tequila; entre ellas pueden mencionarse la de *Agave longisepala* Tod., *A. pseudotequilana* Trel. y *A. subtilis* Trel., entre otras.

Los agaves tequileros se desarrollan en climas tipo Aw, el más seco dentro del grupo de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano. Crece sobre suelos poco profundos, derivados de rocas básicas, resistentes al intemperismo; con bajo contenido de arcillas y altas concentraciones de hierro; son resistentes a la erosión. Los agaves toleran grandes variaciones en el relieve, ya que pueden crecer en pendientes que van de 0 al 70%; esto es importante para establecer las diversas técnicas de manejo que requiere su cultivo.

Un agave tarda aproximadamente ocho años en llegar a su estado óptimo de maduración. En ese momento sus hojas son cortadas por los llamados “jimadores” (cosechadores), quienes después separan el centro de la planta, al que llaman piña.

Las piñas son transportadas a las destilerías e introducidas en hornos para ser sometidas a cocción y transformar los almidones en azúcares, después de lo cual son prensadas para extraer su jugo, el que se vierte en grandes recipientes para su fermentación y transformación del azúcar en alcohol. El proceso dura 40 horas.

El líquido fermentado se somete a dos procesos de destilación; en el primero se obtiene el llamado “ordinario” y, en el segundo, el producto final recibe el nombre de “la tequila”, que una vez filtrado y reducido el porcentaje de alcohol puede ser embotellado o bien puede añejarse por espacio hasta de cuatro años, para lograr su máxima calidad.

Importancia económica e industrialización

El cultivo del maguey tequilero es rentable, debido a que se desarrolla en suelos empobrecidos que no pueden dedicarse a cultivos convencionales. Además, la recolección de las piñas puede hacerse a cualquier edad del maguey y en cualquier época del año.

Según datos estadísticos del V Censo Agrícola Ganadero y Ejidal efectuado en 1970 (Granados, 1998:111), se reportaban más de 62 millones de plantas distribuidas en 22 750 ha, de las cuales, más de

20 000 correspondían a Jalisco. Según la Conabio (Ramírez, 2000), en la actualidad se cultivan aproximadamente 30 000 ha.

En el sistema de producción *agavero* del tequila existen tres tipos de productores: a) el *agricultor-jornalero*; b) el *ejidatario*, dueño de las tierras, y c) el *productor industrial*. Además, dentro del proceso de trabajo existe cierto grado de especialización, se consideran cuatro categorías: i) *tahoneros*, que se encargan del molido de las piñas; ii) *podadores o barbeadores*, que efectúan las podas o barbeos; iii) *jimadores*, encargados de levantar la cosecha, y iv) *cargadores*, que acomodan las piñas en los camiones para aprovechar el espacio al máximo.

En la región tequilera, la “Unión de Mezcaleros” de Jalisco funge como intermediaria en la comercialización del producto, ya que se encarga de recibir y seleccionar las cargas de piñas que el agricultor (ejidatario) entrega a un precio establecido por la industria. Después de la *jima* o cosecha, las piñas son transportadas en camiones a las industrias, donde se hace un muestreo de calidad de la carga para determinar el contenido de azúcares y establecer el precio. De acuerdo con los datos proporcionados por SAGAR (1999), la cosecha de maguey tequilero en Jalisco rebasó las 400 000 ton y se logró un precio de \$718.86/ton. Por su parte, en la segunda mitad de los años noventa se introdujo el cultivo de *Agave tequilana* en Tamaulipas y para 1999 se obtuvo una cosecha cercana a las 700 ton, alcanzando un precio de \$ 780/ton (Cuadro 8).

Cuadro 8. Producción de agave tequilero en 1998

Cultivo	Estado	Producción (ton)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor de la producción (pesos)
Agave tequilero	Jalisco	403 205	718.86	289 847 946
	Tamaulipas	672	780.00	525 160
	<i>Total</i>	<i>403 877</i>	<i>718.96</i>	<i>290 372 106</i>

Fuente: SAGAR (1999).

El cocido o *tatemado* se realiza en los hornos de las empresas tequileras, siendo las más importantes Tequila Cuervo y Tequila Sauza. Las piñas cocidas son sometidas a un proceso de maceración, previo a la fermentación, que dura 48 horas y se lleva a cabo en grandes tinas; posteriormente, pasan a la destilación en alambiques de cobre; el líquido obtenido se almacena en barricas de encino, para su mejoramiento, que se efectúa en dos etapas necesarias para alcanzar la óptima calidad del tequila, el cual queda listo para ser envasado, a menos que se desee someterlo a un proceso posterior de añejamiento.

Comercialización

La producción de tequila se ha incrementado de manera notable en las últimas décadas. Así, en 1985 apenas rebasaba los 31 millones de litros; en 1987 ascendió a 37 millones de litros y para 1993, de acuerdo con las estadísticas del Banco de Comercio Exterior, la producción alcanzó un total equivalente a 70 millones de litros, de los cuales 40 millones fueron exportados a Estados Unidos, principal comprador de este producto (63.6%); el resto de la exportación se distribuyó entre diversos países, como España, Rusia, Países Bajos y Francia, entre otros (Figura 6). Sin embargo, 91% del tequila exportado se vende a granel, en contenedores de gran volumen, para ser envasado en el extranjero, lo cual impide que el beneficio del envasado se quede en el país. Sólo el 9% de la exportación es envasado de origen.

La industria tequilera ocupa a más de 25 000 personas y en la actualidad se cultivan 30 000 ha del llamado “rey de los agaves”.

El aumento acelerado en la demanda de tequila en la década de los años noventa se ha traducido en una producción récord de 190 600 000 litros en 1999. Esto tuvo consecuencias negativas, que se manifestaron en la escasez y encarecimiento del agave; la tonelada, que costaba \$850, se cotiza en la actualidad entre \$4 500 y \$6 000.

De acuerdo con la información proporcionada por el Consejo Regulador del Tequila (CRT, mayo, 2000), durante los dos primeros meses del año, México exportó 15.87 millones de litros de tequila

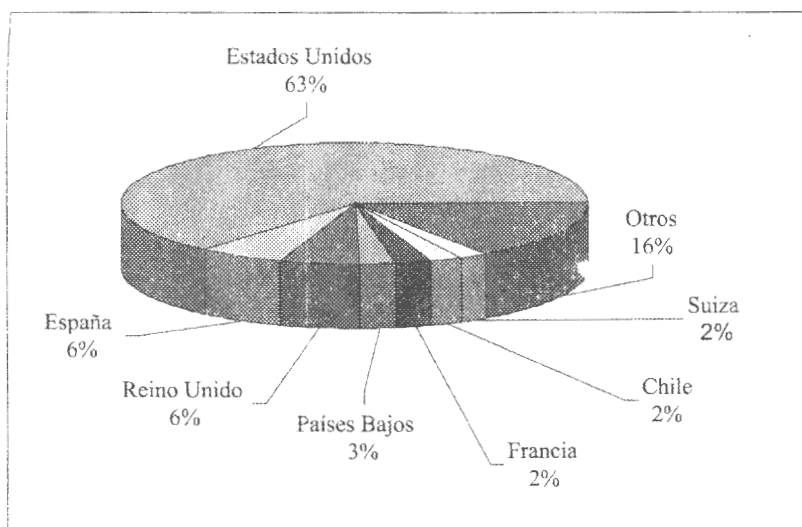


Figura 6. Exportaciones de tequila, 1998.

(3.6 millones más que en el mismo período de 1999), de los cuales el 80% tuvo como destino Estados Unidos.

Los dirigentes de los industriales niegan que haya escasez de agave y creen que se les oculta para encarecerlo. Por su parte, los agricultores aseguran que existe escasez de materia prima y culpan a los fabricantes por la falta de planeación para el manejo de las plantaciones. En los últimos cinco años se redujo la plantación tequilera en casi 10 000 ha, no obstante la creciente demanda nacional e internacional del tequila (Cobián, 2000).

El incremento de las exportaciones de tequila a un número cada vez mayor de países puede ejemplificarse con los datos proporcionados por el Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT, 2000), los cuales muestran cómo las exportaciones de tequila en 1997 alcanzaron un volumen de 42 281 480 litros, con un valor de 102 249 532 dólares; en 1999, el volumen aumentó a 66 143 315 litros, con un valor de 212 371 196 dólares. Estas cifras indican que a un aumento del 50% del volumen de exportación, correspondió un incremento mayor al 100% de divisas (Cuadro 9, Figura 7).

Cuadro 9. Exportaciones de tequila

Años	Millones de litros
1984	31 200
1985	31 200
1986	34 500
1987	36 000
1993	70 000

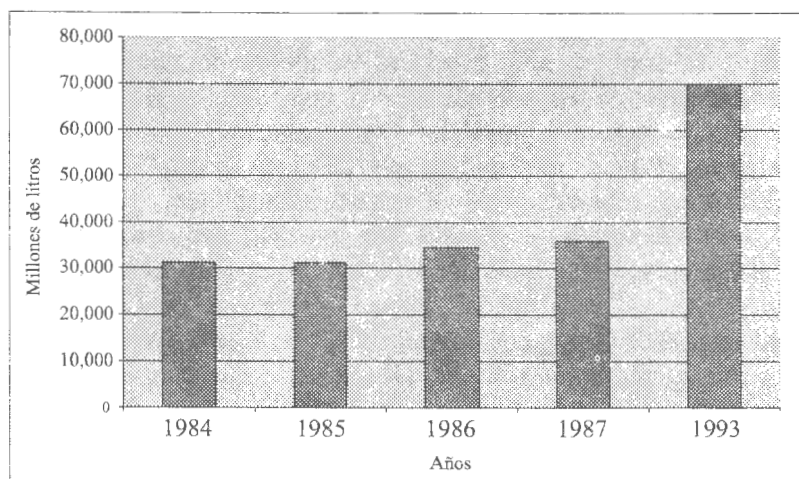


Figura 7. Exportación de tequila 1984-1993.

Ante este aumento explosivo, los productores importan como materias primas diversas especies de magueyes mezcaleros del estado de Oaxaca, debido no tanto a la escasez, como al bajo precio del producto. Sin embargo, el presidente de la Cámara de la Industria del Tequila, funcionario de la transnacional *Allied Domecq*, con sede en Londres, propietaria de Tequila Sauza, uno de los emplazamientos tequileros más prósperos, informó que la utilización del maguey oaxaqueño se debió en gran medida al aumento de precio de la materia prima en Jalisco y no a su escasez.

A su vez, el presidente y director general de la “Don Julio”, fabricante del tequila del mismo nombre, de fama y distribución espectaculares, señala que la escasez de materia prima se debe “al crecimiento desmesurado de la demanda de tequila elaborado 100% con agave y nadie pudo prever que lo que ocurriría en los últimos cinco años, cuando se duplicó la producción” (Cobián, *op. cit.*). Al mismo tiempo que se produjo la gran demanda de tequila, se presentaron plagas que afectaron al maguey y se entregaron inventarios falsos, inflados, en relación con la disponibilidad del recurso.

Se considera que la escasez de materia prima se agravará en los próximos años, ya que se están consumiendo abundantes plantas jóvenes (cuatro a cinco años), en lugar de individuos adultos (10 a 12 años), lo cual acentuará el déficit.

Se ha pensado en la posibilidad de reducir la norma oficial de mezclas que exige un mínimo de 51% de miel de agave, por 49% de otros azúcares, como ocurrió en los años setenta, cuando se presentó una crisis similar, pero el gobierno del estado no autorizó esta modificación. Por el momento, como medida preventiva, se busca acelerar la reproducción de la planta por medio de la ingeniería genética, que va desde la producción de semilla mejorada, hasta la clonación.

Agaves productores de fibras

Las fibras extraídas de las hojas de los magueyes y otras plantas de la familia de las agaváceas o muy afines a ellas, reciben el nombre coloquial de “ixtle” y debido a su resistencia son conocidas como “fibras duras”, se utilizan en la elaboración de cuerdas, costales, cepillos, morrales y muchos otros objetos.

Numerosas especies de agaves son utilizados en la industria fibrera como es el caso de la lechuguilla (*Agave lecheguilla*), característica del desierto Chihuahuense; el henequén (*A. fourcroydes*), de la península de Yucatán; el sisal de Chiapas y Yucatán (*A. sisalana*); el espadín de Oaxaca (*A. angustifolia*) y el zapupe tamaulipeco (*A. angustifolia* var. *deweyana*), por citar algunos. Otras agaváceas, llamadas comúnmente “palmas” (*Yucca spp.*), así como algunas noliná-

ceas o “palmillas” (*Nolina spp.*), botánicamente muy cercanas a las agaváceas, que también son utilizadas en la obtención de fibras duras.

La lechuguilla (Agave lechuguilla Torrey)

La lechuguilla, cuyo nombre científico es *Agave lechuguilla* (Torr.), pertenece a la familia de las Agaváceas; es un maguey nativo del desierto Chihuahuense y una de las plantas que durante muchas generaciones ha constituido la fuente principal de ingresos de aproximadamente 52 000 familias campesinas, en localidades donde la actividad recolectora está siempre ligada o complementada con la agricultura temporalera o la ganadería (Berlanga *et al.*, 1992:3). Sin embargo, en localidades sometidas a un régimen de lluvias errático y alcatorio, la recolección de lechuguilla es la única actividad factible que se puede desarrollar, por lo que la lechuguilla representa una de las poquísimas fuentes de subsistencia en numerosas comunidades de los estados de Nuevo León, Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Zacatecas e Hidalgo (Ramírez, 2000:2)

Descripción. La lechuguilla (*Agave lechuguilla*) posee hojas arrosadas llamadas pencas, de color verde azulado, que miden de 20 a 50 cm de largo por 3 a 8 cm de ancho, de forma lanceolada y terminadas en un aguijón agudo y rígido; los bordes presentan espinas en forma de gancho, de 3 a 7 mm de longitud. En el centro de las hojas o cogollo se desarrolla el eje floral o quiote, que llega a medir hasta 3 m. La lechuguilla es una planta perenne de larga vida; florece una sola vez, de los seis a los 15 años; produce numerosas semillas, aunque también tiene gran capacidad para la formación de hijuelos (Romahn, 1992:253), lo que favorece su propagación.

Hábitat. La lechuguilla tiene preferencia por las sierras y lomeríos de origen calizo, aunque también existe en areniscas y planicies, sobre suelos aluviales someros o profundos, de textura arenosa o areno-arcillosa, bien drenados. Son sitios con precipitaciones de 150 a 400 mm anuales, con temperaturas medias que varían de 19° a 25° y en altitudes

comprendidas entre los 500 y 2 500 msnm. La planta puede resistir severas sequías. Crece en forma silvestre en las comunidades vegetales correspondientes a: matorral desértico micrófilo y matorral rosetófilo, muchas veces asociada con la gobernadora.

Distribución. Se extiende desde los 90° 03' W, sureste de Ciudad Victoria, Tamaulipas, hasta los 106° 45' W, suroeste de Chihuahua; y del paralelo 21° 59' N, suroeste de Cárdenas, San Luis Potosí, al 31° 40' N, Ciudad Juárez, Chihuahua, de tal manera que su área de distribución se extiende desde el norte de San Luis Potosí a través de la Altiplanicie Central mexicana, en los estados de Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Durango, Zacatecas, hasta el oeste de Texas, sur de Nuevo México y sureste de Arizona, así como en porciones limitadas de los estados de Hidalgo, Oaxaca y México (Cruz y Medina, 1988:8).

Las mayores densidades de lechuguilla corresponden a los municipios de Parras, General Cepeda, Saltillo, Cuatro Ciénegas, San Pedro de las Colonias, Arteaga, Castaños, Ramos Arizpe y Ocampo, en Coahuila; Aramberri, Dr. Arroyo, Mier y Noriega, General Zaragoza, Iturbide, Mina, Rayones, García, Santa Catarina, Cedros, Coapas, Gruñidora y Galeana, en Nuevo León; Guadalcázar, Guadalupe, Matehuala, Vanegas, Cedral, Villa de la Paz, Villa de Guadalupe, Estación Catorce, Cerritos, Ciudad del Maíz, Charcas, Venado, Villa Hidalgo y Guadalcázar, en San Luis Potosí; Bustamante, Miquihuana, Palmillas, Tula, Jamuave y Ciudad Victoria, en Tamaulipas; Concepción del Oro, Mazapil, Melchor Ocampo, San Salvador y Villa de Coss, en Zacatecas (*Ibid.*).

Aprovechamiento. Existen tres métodos para la obtención de la fibra de lechuguilla: a) obtención del ixtle por medio del tallado de las hojas externas, sin cortar la planta; b) recolección de cogollos y tallado manual de los mismos, c) obtención de la fibra de los cogollos con talladoras mecánicas eléctricas.

La lechuguilla contiene una cantidad de fibra que va del 8 al 12% de su peso; los talladores manuales pueden obtener de 4 a 5 kg por jornada, de acuerdo con la abundancia y calidad de la planta. El ta-

llado del cogollo es lo más recomendable, ya que contiene la fibra de mejor calidad y es el método más adecuado para favorecer la conservación del recurso, aunque existe el consenso de que no hay peligro de extinción de esta planta, ya que el corte del cogollo, en vez de matar a la planta, alarga su período de vida, ya que retarda el tiempo de floración, fructificación y muerte de la misma.

Usos. El "ixtle" de lechuguilla se utiliza en la elaboración de cepillos, escobetas, costales, cubiertas para pacas de algodón, jarciería, cordelería, bajo-alfombras, aseo de edificios, etc. Hoy en día se ha tratado de integrar y dar utilidad a los residuos del proceso de industrialización, que son las raíces o "amole" y desperdicios del tallado o "guishe", que por su alto contenido en sapogeninas adquieren propiedades detergentes que les permiten ser aprovechados para el lavado de ropa, loza o usarlo como "shampoo" para el cabello; también puede ser utilizado para la fabricación de laminados, aglomerados, cartón, papel filtro; se utilizan también los desperdicios como abrasivos en la fabricación de vidrio y en la elaboración de filtros de automóviles o productos esteroides. Con todo este abanico de posibilidades, se puede lograr la optimización en el aprovechamiento del recurso.

Los estados que aprovechan la lechuguilla a nivel industrial son: Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas. El organismo encargado de la comercialización de la fibra de lechuguilla es la empresa Forestal Comercializadora de Lechuguilla (FCL), la cual reporta que, en la década de los años ochenta, la producción de fibra fue de 52 750 ton (*Ibid.*: 19), de las cuales el 32.8% correspondió al estado de Coahuila, seguido por Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (Cuadro 10).

De acuerdo con las estadísticas proporcionadas por SEMARNAP (1995), el total de lechuguilla producida por los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas fue de 762 ton en 1993, en una superficie aproximada de 490 000 ha y bajó a 635 ton en 1994, lo cual indica una tendencia negativa en cuanto a la obtención del producto (Cuadro 11). Esta situación puede relacionarse con un problema grave de

Cuadro 10. Producción de fibra de lechuguilla (ton)

Estado	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Coahuila	1 233	985	1 375	1 788	2 123	1 581	2 105	2 093
Nuevo León	1 106	592	984	1 415	857	1 988	831	1 243
San Luis Potosí	1 135	692	1 107	1 268	1 330	826	1 198	1 587
Tamaulipas	938	574	761	899	777	592	7 509	1 167
Zacatecas	307	118	181	264	401	338	473	398
<i>Total</i>	<i>4 719</i>	<i>2 962</i>	<i>4 407</i>	<i>5 634</i>	<i>5 488</i>	<i>5 264</i>	<i>12 118</i>	<i>6 488</i>

Fuente: Cruz y Medina (1988:19). DIF. *Coahuila y Productividad Rural*, Coahuila, México.

sobreproducción del ixtle, que ocasionó que la Forestal tenga grandes cantidades almacenadas, lo que representa una fuerte inversión inmovilizada; esto se agrava por la fuerte competencia que representa la producción masiva de fibras sintéticas (Romahn, 1992). Sin embargo, las perspectivas de comercialización de la lechuguilla son promisorias gracias a la existencia de un mercado internacional ya establecido, con tendencias a una mayor demanda. Los productos se exportan a diversos países sudamericanos como Argentina, Brasil, Chile y Uruguay (Berlanga *et al.*, 1992:5-7). En Europa, 19 países compran regularmente fibra de lechuguilla procesada; sobresalen: Alemania, Bélgica, España, Finlandia, Francia, Holanda, Inglaterra, Italia, Rusia y Suecia. En África y Oceanía adquieren cantidades considerables Sudáfrica, Marruecos y Australia. La India y Japón son los mejores clientes del continente asiático.

Cuadro 11. Productos forestales no maderables en México

Producto	Uso	Estado productor	Producción (ton)		Valor de la producción	
			1993	1994	1993	1994
Lechuguilla	Cuerdas, abrasivos, colchones	Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas	762	635	1 066 800	1 278 974

Fuente: Elaborado por Franco a partir de SEMARNAP (1995:3).

El henequén (Agave fourcroydes Lem.)

Los antiguos mayas fueron los primeros en utilizar las fibras del henequén (*Agave fourcroydes*), magüey originario de la península de Yucatán, para la elaboración de hamacas o redes; preparación de trampas para la cacería o bien para atar vigas, con las cuales construían sus viviendas. Sin embargo, no fue sino hasta el siglo XIX cuando su explotación adquirió gran importancia y se instalaron las primeras máquinas desfibradoras, para producir cordelería para los barcos a gran escala (Ramírez, 2000:1).

El auge de la industria henequenera tuvo lugar durante el porfiriato, cuando las plantaciones de este magüey, cuyo nombre maya es *Sak-ki*, cubrían extensas zonas de las haciendas yucatecas, utilizando la mano de obra de miles de indígenas. En esta forma, el henequén se convirtió en una de las principales fuentes de ingreso del estado de Yucatán. En la actualidad sólo existe como planta cultivada y esta actividad la realizan algunos países de Centroamérica e islas antillanas. México y Cuba son los principales productores de esta fibra. A México, en particular a Yucatán, corresponde alrededor del 90% de la producción mundial de henequén.

Descripción, hábitat y distribución. A diferencia de lo que ocurre con la mayoría de los agaves que son acaules, el henequén es un magüey cuya roseta se desarrolla en el extremo de un tallo aéreo que mide de 1 a 1.7 m de longitud. Sus hojas son rectas y rígidas, en forma de espada de 1.2 a 1.8 m de largo por 8 a 12 cm de ancho, con

espinas terminal robusta y cónica. Desde el punto de vista botánico, el *A. fourcroydes* es una especie estéril semejante a otra especie de maguey, el "sisal" (*Agave sisalana* Perrine.)

Se desarrolla en suelos someros, muy pedregosos, con afloramientos rocosos, bien drenados y que mantienen un alto índice de humedad; pueden ser litosoles, rendzinas o suelos de gley. El relieve corresponde a planicies con ligeras ondulaciones. Tiene preferencia por los climas Bs (semiseco, con lluvias de verano) o Aw (clima cálido, subhúmedo con lluvias de verano). La vegetación natural corresponde a selvas bajas caducifolias alteradas por el cultivo de este agave.

Originalmente *A. fourcroydes* crecía silvestre en las llanuras áridas de la península de Yucatán; hoy en día sólo existe en plantaciones (Figura 8). En la región no existen corrientes hidrológicas superficiales, en cambio, abundan los ríos subterráneos, a pocos metros de profundidad, comunicados con la superficie por medio de los llamados "cenotes" (Granados, 1998: 136).

Cultivo El proceso de aprovechamiento henequenero reúne las siguientes características: es un cultivo perenne de ciclo largo o de temporal, sin labranza, ya que se emplean técnicas tradicionales, con instrumentos manuales, rudimentarios y de fabricación rústica o artesanal; se utiliza un mínimo de infraestructura, ya que se trata de un monocultivo muy bien adaptado a las condiciones ambientales de la región. El henequén se cultiva ampliamente en las zonas sembradas de la península de Yucatán y en menor escala en otras partes del país; sin embargo, destacan en el sur de Tamaulipas, las plantaciones de una variedad llamada "henequén verde", que aunque de menor calidad que el yucateco, ofrece algunas perspectivas a futuro.

Para el desfibrado de la hoja se utiliza un proceso agroindustrial intermedio, cuyo producto constituye la materia prima del proceso industrial cordelero. De la desfibración de la hoja se obtiene la fibra del henequén, que puede tener hasta ocho niveles de calidad, de acuerdo con la longitud de la misma, las manchas y el contenido de polvo.

El proceso de obtención de las fibras duras del henequén comprende varias etapas:

- **Etapla agrícola.** El cultivo del henequén se inicia con la fase agrícola o plantación: la planta requiere de seis a siete años de crecimiento para alcanzar la madurez; el período productivo se mantiene de 11 a 13 años, decayendo los siguientes cinco o seis años.
- **Desfibración de la hoja.** El proceso laboral desfibrador es de carácter agroindustrial intermedio. Se pueden obtener ocho calidades de fibra, de acuerdo con su longitud, presencia de manchas o contenido de polvo. El proceso consiste en descortezar la hoja por medio de máquinas raspadoras, para obtener la fibra. Como subproductos se obtienen jugos, esteroides, alcoholes y pulpa forrajera. En promedio se obtienen de 25 a 30 kg de fibra por millar de hojas.
- **Empaque y distribución.** La fibra obtenida se seca y acumula en pacas para su envío a las cordelerías, donde es transformada en hilo agrícola o comercial para la fabricación de costales, tapetes, jarcias, sogas marinas y otros productos (Cuadro 12)

Cuadro 12. Usos de las fibras de henequén

Usos cordeleros	Usos no cordeleros
Sogas	Sacos y telas
Redes	Artesanías
Hilos torcidos	Papel
Empaques	Refuerzos para plásticos
Hilos agrícolas	Rellenos para muebles
	Alfombras y bajoalfombras

Fuente: Granados, 1998:143.

Aspectos socioeconómicos. La producción de fibra henequenera mexicana se concentra en su mayor parte en el estado de Yucatán, donde se cultiva. En México sólo se utiliza el 20 o el 30% de la producción, ya que el resto se exporta a Estados Unidos como fibra

cruda o como hilos comerciales (aceitados o sin aceitar); tiene gran demanda como cordelería fina, costales, sacos, bolsas, hamacas, etc. La industria henequenera mexicana tuvo sus inicios en 1857 con la primera fábrica instalada, la llamada "La Industrial"; después surgieron otras como la cordelería "San Juan" y la "Mayapán" (Granados, 1998:142).

La industria henequenera tuvo su gran auge durante el Porfiriato, ya que las plantaciones henequeneras cubrían extensiones enormes de las haciendas, empleando la mano de obra de miles de indígenas tanto nativos como de otras comunidades. De esta manera el henequén se convirtió en una de las principales fuentes de ingreso del estado de Yucatán. Sin embargo, a fines de la década de los años treinta, la prosperidad económica que vivía la región comenzó a decaer, debido a que la demanda estadounidense disminuyó de manera drástica al iniciarse el cultivo de la planta en diversos países tropicales como Bahamas, Cuba, Jamaica y Hawaii.

A partir de 1937 se realizaron en México varios intentos oficiales para reorganizar el sistema productivo del henequén. Los ejidatarios henequeneros fundaron empresas para controlar la producción y mejorar la comercialización, pero los resultados no fueron muy alentadores. En 1949 se creó la asociación "Productores de Artefactos de Henequén", que dio origen a la agrupación llamada "Cordeleros de México", que agrupaba a todos los que dominaban la industria cordelera de Yucatán. Esta empresa se encargaba de fijar los precios mínimos de venta y reventa, y de establecer las normas de calidad, aunque siempre quedaba supeditada a la demanda por parte del mercado extranjero, que es el que en realidad establece las condiciones de compra-venta.

No obstante los esfuerzos realizados, la producción henequenera ha seguido en marcado declive, al grado que desde los años ochenta México tiene que importar sisal de Brasil. En esta etapa, la producción de henequén se redujo en casi un 50%, al pasar de 56 510 toneladas en 1984 a 35 000 en 1994, lo que representó un ingreso de cerca de 615 millones de pesos; sin embargo, la producción no llegó a satisfacer la demanda nacional para la fabricación de cordeles y

costales. A partir de 1995, se observó un incremento creciente en la producción de henequén, que aunado al aumento de los precios se manifiesta en un claro beneficio económico, ya que los ingresos de 1999 fueron casi seis veces mayores que los de 1994, alcanzando la cifra de más de 3500 millones de pesos, como puede verse en el Cuadro 13 (INEGI, 2000).

A mediados de los años noventa, se inicia el cultivo del henequén

Cuadro 13. Producción de henequén, 1994-2000

Año	Valor de la producción en miles de pesos
1994	104 881
1995	138 600
1996	195 390
1997	438 183
1998	257 810
1999	295 403
2000	91 834

Fuente: INEGI, 2000.

verde en Tamaulipas, con resultados alentadores (Cuadro 14), aunque de mucho menos calidad que la fibra yucateca.

Como resultado de un proyecto de investigación realizado en el

Cuadro 14. Producción de henequén en 1998

Cultivo	Estado	Producción (ton)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor de la producción (pesos)
Henequén verde	Tamaulipas	184 342	443.98	81 844 161
	<i>Total</i>	<i>184 342</i>	<i>443.98</i>	<i>81 844 161</i>
Henequén	Yucatán	23 749	4 601.40	109 278 649
	<i>Total</i>	<i>23 749</i>	<i>4 601.40</i>	<i>109 278 649</i>

Fuente: SAGAR (1999).

Centro de la Investigación Científica de Yucatán, con el apoyo de la CONABIO, se afirma que el henequén es una de las fibras duras, largas, naturales, de mayor calidad en el mundo; representa un cultivo de alta productividad en áreas ecológicas con suelos pobres y escasez de agua; además, tiene un alto potencial como fuente de sapogeninas, impotantes para la producción de esteroides, detergentes y celulosa. Por lo tanto, su cultivo aún ofrece buenas perspectivas (Ramírez, 2000).

En consecuencia, el incremento del cultivo henequenero y el impulso a las pequeñas plantas industriales que subsisten hoy en día, beneficiarían a más de 37 000 campesinos yucatecos que aún dependen de esta actividad.

Otras plantas productoras de fibras duras

Las principales especies productoras de fibras duras o “ixtle”, además de la lechuguilla, son dos agaváceas conocidas comúnmente como palmas: la “palma china” (*Yucca filifera*) y la “palma samandoca” (*Yucca carnerosana*); asimismo, debe considerarse la llamada “palmilla” (*Nolina spp.*), que pertenece a la familia botánica de las nolináceas, pero que posee gran afinidad con la familia de los magueyes (Figura 8).

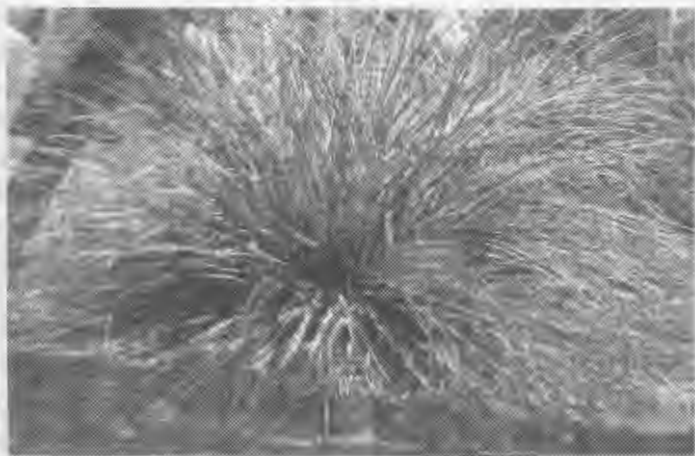
Las fibras de las palmas se conocen en México desde la época prehispánica, habiendo contribuido de manera importante al desarrollo de las artes textiles de los diversos grupos indígenas. Su uso a escala comercial se inicia en las últimas décadas del siglo xix y en los primeros años del siglo xx se exportó la producción casi en su totalidad, por lo que tuvo que ser reglamentada con el fin de poder asegurar el abasto de la industria nacional. Durante la Segunda Guerra Mundial hubo gran demanda de ixtle; sin embargo, con el desarrollo de la industria de los plásticos, el mercado de exportación de estas fibras fue casi eliminado en su totalidad. No obstante esas vicisitudes, en las últimas décadas se ha presentado una tendencia positiva que tiende a revalorar la importancia de este recurso (Romahn, 1992).



Yucca Thompsoniana



Izote (*Yucca filifera*)



Palmilla (*Nolina* sp.)

Figura 8. Plantas productoras de fibras duras.

Las palmas o izotes

a) La palma china (Yucca filifera)

Entre las plantas representativas de las zonas áridas del país destacan las del género *Yucca*, que reciben diversos nombres locales, tales como “palmas”, “yucas” o “izotes”, las cuales protegen al suelo de la erosión, contribuyen a la retención del agua y a la acumulación de materia orgánica. Proporcionan alimento, sombra y refugio contra las inclemencias del tiempo, tanto al hombre como al ganado y a la fauna silvestre. La “palma china” (*Yucca filifera Chabaud*) es una planta arborescente que alcanza más de 10 m de altura, con hojas arrosetadas hasta de 55 cm de largo; la inflorescencia sobresale del follaje; los frutos colgantes reciben el nombre de dátiles. Tanto las flores como los frutos son comestibles.

Se encuentra ampliamente distribuida en las zonas áridas del centro y norte de México, siendo especialmente abundante en los estados de Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. Desempeñó un papel importante en las culturas indígenas de Norteamérica, ya que las fibras procedentes de sus hojas fueron utilizadas en la confección de cuerdas, sandalias, ropa, redes y bolsas. En Arizona se han identificado restos de estas fibras con antigüedad de más de dos mil años.

Sobre este recurso se han realizado estudios acerca de su elevado contenido de celulosa, el cual podría ser utilizado en la elaboración de papel. Sin embargo, esta actividad implicaría la destrucción total de los individuos, con graves impactos ecológicos, ya que la repoblación de la especie es muy lenta y los individuos alcanzan su madurez a los 40 años.

Por tal razón, los estudios para su explotación se han dirigido al fruto, cuya obtención no sólo conserva el recurso, sino que contribuye a su proliferación. Las investigaciones efectuadas sobre el fruto indican que contiene alta proporción de azúcares, que pueden ser utilizados como materia prima en la elaboración de dulces del tipo de los ates, cristalizados y mermeladas. El análisis bromatológico indica que los frutos contienen 3% de proteína, 0.5% de grasa y 86% de azúcares.

La semilla es considerada como producto derivado y el elemento más importante del dátil, ya que contiene del 7 al 10% de aceite, que refinado puede ser semejante al de cártamo; de 7 a 10% de sarsasapogenina (materia prima básica para obtener esteroides avanzados), con los cuales se pueden preparar productos farmacéuticos como anabólicos, anticonceptivos, diuréticos, cardiovasculares e hipotensores, entre otros (Rojas, 1983). Muy cercana a la *Y. filifera* y también conocida como “palma china”, está la *Y. decipiens*, que abunda en Zacatecas y Durango, muy utilizada en la construcción (Figura 8). En Baja California y Sonora se localiza la *Y. valida* (palma), cuyo fruto o dátil es ampliamente consumido. En la zona árida de Tehuacán-Cuicatlán existe la *Y. periculosa* (palma o izote), con flores comestibles y cuyas fibras tienen diversos usos.

Existen pocas estadísticas acerca de la producción de los izotes debido a que la recolección y comercialización del producto se lleva a cabo de manera anárquica (Cuadro 15).

b) Palma samandoca (*Yucca carnerosana*)

Entre las palmas productoras de fibras duras destaca la llamada “palma samandoca” o “palma loca” (*Yucca carnerosana*), planta robusta de 2 a 4.5 m de altura y el “zoyate” (*Yucca thompsoniana* Trel.), que abundan en algunos municipios de Chihuahua, Zacatecas, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas (Figuras 8 y 9). Muestran preferencia por los abanicos aluviales de las sierras calizas, aunque también abundan en crestas y cañones (Marroquín *et al.*, 1981:125).

Ocupa el segundo lugar en importancia económica entre las plantas de zonas áridas de México, sólo superada por la lechuguilla. El método de explotación más común para la obtención del ixtle de esta palma, consiste en arrancar las hojas tiernas del centro o “cogollos” por medio de una cogollera; el material recolectado forma fardos que son transportados a lomo de bestia o en carretas hasta las rancherías cercanas, donde son sometidos a un proceso de cocción en pailas, para su reblandecimiento y tallado posterior. Los procesos

Cuadro 15. Producción de izote en 1998

Cultivo	Estado	Producción (ton)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor de la producción (pesos)
Yuca de ornato (Palma o Izote)	San Luis Potosí	248	10 630.00	2 636 240
	<i>Total</i>	<i>248</i>	<i>10 630.00</i>	<i>2 636 240</i>
Yuca de Ornato (Planta) (Palma o Izote)	Baja California	7 420	340.00	2 522 800
	<i>Total</i>	<i>7 420</i>	<i>340.00</i>	<i>2 522 800</i>
Yuca Taco (Palma o Izote)	Baja California Sur	30	750.00	22 500
	<i>Total</i>	<i>30</i>	<i>750.00</i>	<i>22 500</i>

Fuente: SAGAR (1999).

industriales son semejantes a los de la lechuguilla, para la obtención de hilados y tejidos.

La disminución de la demanda interna de las fibras naturales, debida a la sustitución por fibras sintéticas, durante la década de los años ochenta, ha podido ser parcialmente compensada en los años noventa, gracias a la exportación de fibras de ixtle de palma que sirven para fabricar productos de gran demanda internacional, como cepillos industriales, tapetes y cordeles, puesto que México es el único país exportador de estas fibras.

La explotación de los ixtles brinda ocupación temporal a miles de personas de las zona ixtleras de Nuevo León, Coahuila, Tamaulipas, San Luis Potosí y Zacatecas. Esta actividad no requiere de instalaciones especiales ni de infraestructura, ya que el campesino únicamente recolecta el recurso y lo transporta a la planta procesadora. Aun cuando el precio de venta de la fibra de samandoca es 30% menor al de la lechuguilla, el campesino la prefiere, ya que la extracción de la fibra se hace previa cocción, lo cual facilita el proceso, mientras que el de la lechuguilla se hace en crudo y puede ocasionar lesiones en la piel, debido a que el jugo es irritante.

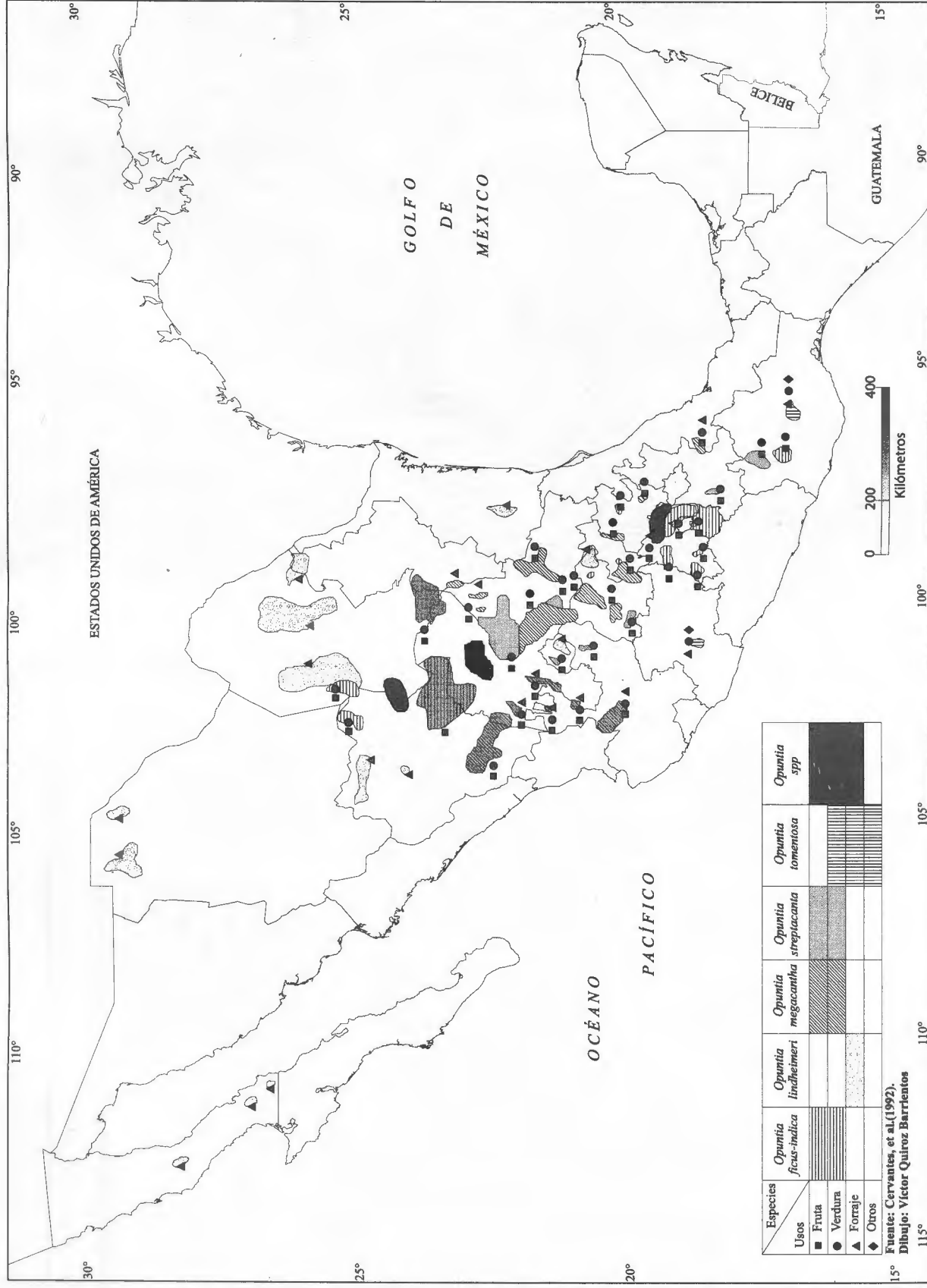


Figura 9. Mapa de distribución de *Yucca* spp. y *Nolina* sp.

Sin embargo, las existencias de palma samandoca y zoyate son mucho más reducidas que las de lechuguilla y su regeneración es más difícil, por lo que se requieren estudios para lograr su regulación o repoblación artificial, sin llegar a afectar a las personas que viven de esta actividad. En la actualidad se piensa que las perspectivas de esta fibra son un tanto inciertas, ya que por una parte existe sobreexplotación del recurso, que permanece almacenado en grandes cantidades sin oportunidad de ser comercializado, debido a la competencia de las fibras sintéticas, por lo que contribuye a agravar el problema socioeconómico de las zonas áridas.

Las palmillas

La palmilla (*Nolina spp.*) es una planta xerófila de amplia distribución en las zonas áridas y semiáridas de México. Se han reportado poblaciones numerosas en los estados de Sonora, Chihuahua, Baja California, Coahuila, Tamaulipas, Nayarit, San Luis Potosí, Zacatecas, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Nuevo León y México (Figuras 8 y 9). Se asocia con pastizales de planicies y lomeríos, aunque también alterna con diversos tipos de matorrales, en donde son comunes las palmas (*Yucca spp.*), magueyes (*Agave spp.*) y sotoles (*Dasylirion spp.*), o aun con encinos arbustivos (*Quercus spp.*). Posee un amplio rango edáfico, ya que puede desarrollarse en todo tipo de aridisoles (yermosoles, litosoles o castañozem; Pando, 1983).

Durante mucho tiempo fue clasificada como perteneciente a la familia de las agaváceas, pero en la taxonomía moderna se considera que pertenece a una nueva familia botánica, *Nolinaceae* (nolináceas). Se trata de una planta arbustiva perenne, con tronco leñoso, con frecuencia ensanchado en la base, que puede alcanzar de 2 a 4 m de altura, con numerosas hojas arrosetadas, estrechamente lineares, rígidas, colgantes, de bordes finamente aserrados. Las flores se agrupan en inflorescencias racimosas; el fruto es una cápsula que contiene las semillas. La planta se regenera en forma vegetativa, por medio de brotes.

Aprovechamiento. La organización para la obtención de la palmilla en el campo, se lleva a cabo por medio de campamentos palmilleros instalados en las áreas de corta en diversos predios ejidales, en períodos que van de dos a tres meses. Con el producto recolectado se forman grandes manojos o “tercios”, que son transportados a “lomo de bestia” hasta patios de almacenamiento, en donde se les clasifica según la coloración en dos grupos: primera (de color verde intenso) y segunda (de color parduzco); posteriormente se despunta, se separa por tamaño (40, 45 o 50 cm) y finalmente se desfibra.

Usos. La palmilla se utiliza en México desde hace más de 30 años en la obtención de fibras para la fabricación de escobetillas, escobas y escobillones de barredoras mecánicas, aunque también se le considera como recurso potencial para la obtención de celulosa y sapogeninas.

Producción y comercialización. El 90% de la producción de fibra de palmilla se exporta a Estados Unidos; 2% a Panamá y sólo el 8% tiene demanda nacional, sobre todo en los estados de Baja California y Sonora. Sin embargo, de acuerdo con datos proporcionados por SEMARNAP (1995), en este último estado la producción de palmilla registró una fuerte caída, al descender de 3 090 ton en 1993 a 703 ton en 1994 (Cuadro 16). Los precios de venta a los consumidores son muy variables, debido a la inestabilidad del mercado exterior y a que la comercialización se realiza básicamente con los Estados Unidos, que es quien establece los precios. En los últimos años se están abriendo nuevas perspectivas de mercados con Japón, Francia y otros países europeos, lo que se traducirá en incrementos en la producción y precios más justos.

Cuadro 16. Producción de palmilla (*Nolina*)

Producto	Uso	Estado productor	Producción (ton)		Valor de la producción (\$)	
			1993	1994	1993	1994
Palmilla	Fibra o Ixtle	Sonora	3 090	703	1 854 000	210 900

Fuente: Elaboró Franco a partir de SEMARNAP (1995).

Situación actual y perspectivas. La situación actual de los palmilleros no es alentadora, debido a la inestabilidad del mercado y de los precios, la baja disponibilidad de mano de obra para el trabajo en el campo y la heterogénea incorporación de las áreas de corta. Los salarios son reducidos y las condiciones de vida en los campamentos palmilleros son precarias. El problema se agrava, ya que la mayor parte de la producción se encauza a palmilleros particulares, que son los que obtienen la mayor parte de las ganancias (Romahn, 1992:286). No obstante, la palmilla, al igual que ocurre con otros recursos forestales no maderables, tiene posibilidades en cuanto a su aprovechamiento e industrialización, con capacidad de generar empleos y beneficios económicos, aparte del amplio estrato de la población marginada de zonas áridas, o bien, para constituir una actividad económica complementaria, que les permita obtener mejores condiciones de vida.

V. LOS NOPALES (*OPUNTIA SPP.*) COMO RECURSO

El aprovechamiento y cultivo de los nopales se remonta a las antiguas culturas mesoamericanas y su importancia en la vida social, económica y religiosa alcanzó tales niveles, que determinó las rutas migratorias de las tribus nómadas de Aridoamérica y de los asentamientos humanos en el centro del país. Desempeñó un papel esencial en la fundación de Tenochtitlan y formó parte de su escudo, que aún se conserva como símbolo nacional: “el águila sobre un nopal, devorando una serpiente”.

Características generales y diversidad de nopales

Los nopales (*Opuntia spp.*) pertenecen a la familia botánica de las cactáceas, plantas de tallos carnosos nativas del continente americano y en particular de América tropical. La familia de las cactáceas cuenta hasta el momento con 125 géneros y 2 000 especies descritas, muchas de las cuales son endémicas, muy abundantes, diversificadas y ampliamente distribuidas en las zonas áridas y semiáridas del país.

En México existen más de 100 especies de nopales, la mayor parte de ellos localizados en zonas áridas, por lo cual algunos botánicos lo consideran como “centro de origen” de estas plantas.

Clasificación científica y descripción de la planta

Reino	Plantas
Filum	Espermatofitas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	<i>Opuntiales</i>
Familia	<i>Cactaceae</i>
Tribu	<i>Opuntiae</i>
Subfamilia	<i>Opuntiodea</i>
Género	<i>Opuntia spp.</i>

Son plantas perennes, suculentas (carnosas), por lo general arbustivas o rastreras, generalmente espinosas. Su tronco está bien definido o ramificado desde la base, con ramas erguidas, extendidas o postradas. Lo forman artículos o pencas llamados “cladodios”, que pueden ser globosos, cilíndricos o aplanados, muy carnosos o leñosos, de color verde, que pueden efectuar funciones fotosintéticas. En ellos se observan manchas circulares grisáceas llamadas “areolas”, sobre las cuales se implantan las hojas transformadas en espinas o “ahuates” y las flores de colores vivos y brillantes, que son polinizadas por diversos tipos de insectos y que dan origen a frutos conocidos como “tunas”, que son bayas ovoides cilíndricas de diversos colores (Cruz, 1994a).

Los nopales poseen características morfológicas y fisiológicas particulares que les permiten almacenar y conservar el agua en sus tejidos, con lo cual sobreviven a la escasez de agua y a las marcadas variaciones de temperatura características de las zonas áridas y semiáridas.

Distribución geográfica y aspectos ecológicos

Los nopales silvestres tienen su centro de distribución en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Aguascalientes, sin embargo, se han extendido de manera amplia hacia el norte y sur del país, en donde se les cultiva de manera extensiva e intensiva; toleran amplias varia-

ciones de temperatura y precipitación pluvial. Tienen gran afinidad por los suelos derivados de calizas, aunque también se desarrollan sobre los de origen ígneo. Es de gran importancia que sean suelos francos, ya sea: franco-arenoso, franco-areno-arcillosos o arenas francas; su pH debe oscilar entre 6.5 y 8.5 (Figura 10).

Se adaptan a un amplio rango de humedad, ya que prosperan con precipitaciones medias anuales desde 150 hasta 800 mm. Por lo general, se desarrollan entre los 800 y 1 800 m de altitud, aunque pueden prosperar fuera de este rango. De manera convencional Marroquín *et al.* (1981:133), consideran tres grandes zonas nopaleras en la porción centro norte del país (Figura 11).

- Zona nopalera potosino-zacatecana, que comprende porciones de Aguascalientes, Jalisco, Durango y Guanajuato.
- Zona nopalera del noreste, que incluye el norte de Tamaulipas y noreste de Nuevo León.
- Zona nopalera difusa, extendida desde las partes calizas de San Luis Potosí, Zacatecas y Nuevo León, hasta Coahuila y partes áridas de Chihuahua y Durango.

Como variedades cultivadas son abundantes las nopaleras de los estados de San Luis Potosí, Oaxaca, Jalisco, Puebla, Michoacán, Aguascalientes, Baja California, Hidalgo, Distrito Federal y Zacatecas (*Ibid*:9).

Diversidad de usos

Como ocurre con la mayor parte de los recursos de zonas áridas, los nopales tienen un variado potencial de aprovechamiento, ya que desde la época colonial, el jugo de las pencas era utilizado como lubricante de las ruedas de los carros, para impedir que se quemaran por el uso intensivo. Durante los siglos *xvi* y *xvii*, cuando los franciscanos establecieron las misiones en Baja California y zonas adyacentes, comenzaron a cultivar el nopal, aunque esta actividad ya se desarrollaba tiempo atrás en el centro del país. Los frailes encontraron que estas



Opuntia leptocaulis
Nopal forrajero



Opuntia sp.
Nopal tunero



Opuntia sp.
Nopal verdura

Figura 11. Diversos tipos de nopales.

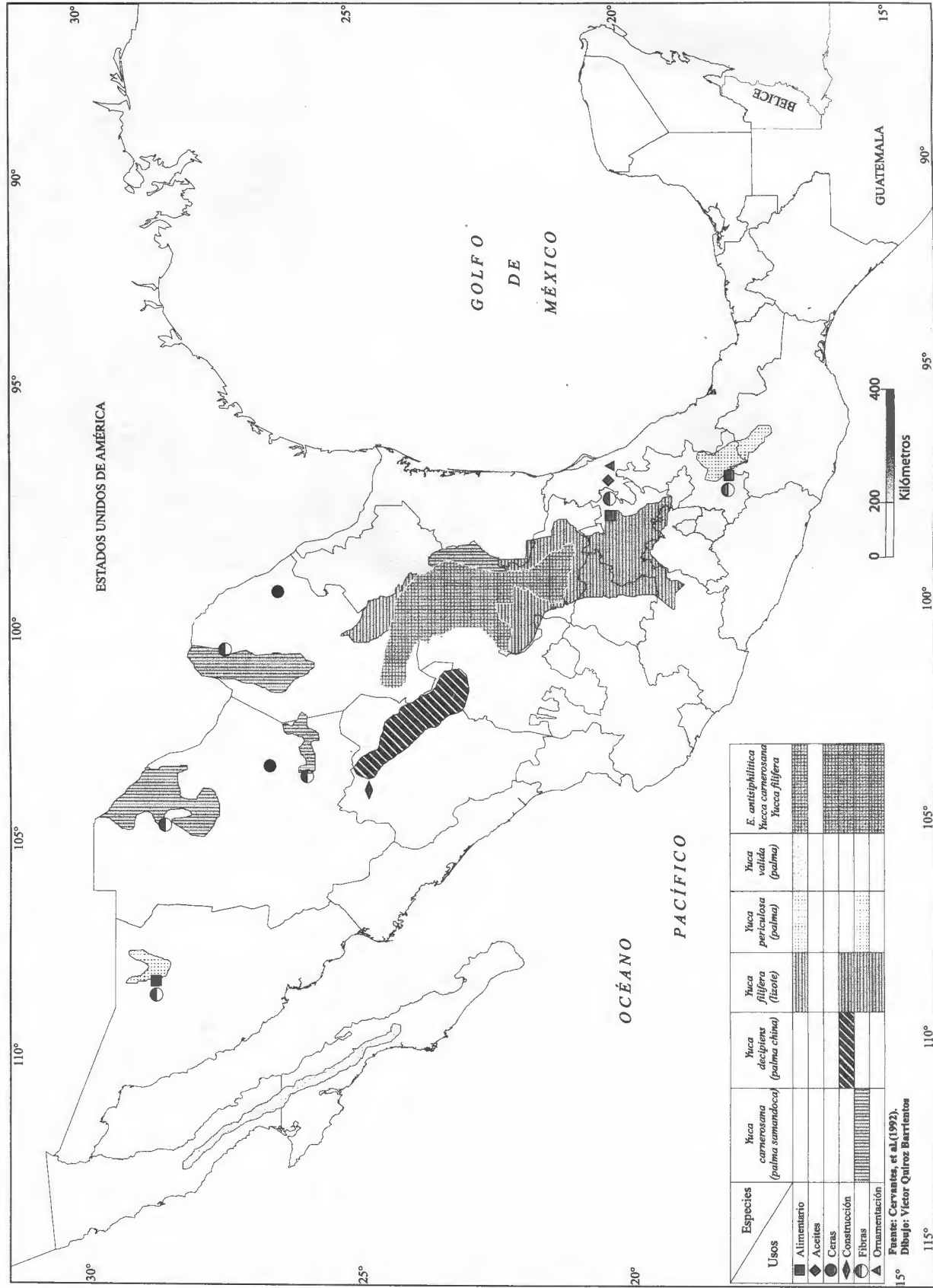


Figura 10. Distribución y usos de los nopales (*Opuntia spp.*).

plantas eran para ellos de gran utilidad, ya que además de consumir las pencas tiernas y los frutos como alimento, producían un material mucilaginoso que servía como pegamento a los adobes empleados en la construcción de las misiones.

Sin embargo, con base en su importancia económica, destacan tres tipos de uso: *a)* nopales como verdura, *b)* nopales tuneros y *c)* nopales forrajeros.

Los nopales como verdura

El nopal verdura ha sido por tradición, uno de los alimentos de mayor consumo del pueblo mexicano, hecho que se manifiesta en el incremento de su demanda en los últimos años, en particular en las zonas urbanas del país. Este fenómeno se refleja en la ampliación de la superficie cultivada en el país, que pasó de 5 134 ha en 1991 a 66 666 633 ha en 1992 (Cruz, 1994b:5). Cabe mencionar, además, el interés hacia las propiedades medicinales del nopal, que serán tratadas con posterioridad, pero que, asimismo, han influido en este aumento.

Los nopales-verdura, conocidos comúnmente con el nombre de “nopalitos”, aunque no constituyen un alimento completo, forman parte del menú cotidiano de muchas familias de escasos recursos, sobre todo las que habitan en zonas áridas y semiáridas. Contienen una elevada proporción de agua (entre 90 y 92.5%), pero pocas proteínas (0.17%); variadas proporciones de grasas y carbohidratos; pequeñas porciones de vitaminas B y C; diversos minerales tales como calcio, potasio, magnesio, sílice, sodio y vestigios de fierro y aluminio (*Ibid.*:14).

Cultivo

Aunque el nopal silvestre es abundante en México, su cultivo se ha difundido en los últimos años. Las huertas requieren de un manejo adecuado para garantizar la salud y calidad de las pencas. Para obtener una producción mayor a corto plazo se emplea la reproducción asexual o vegetativa, por medio de pencas enteras o fracciones de

ellas. Se recomienda plantar en agosto, durante la sequía intraestival, ya que en esa época la planta emite brotes tiernos de gran demanda en el mercado. La plantación en la época de lluvias propicia la incidencia de plagas, por lo cual conviene evitarlas. En las zonas centro y norte del país, donde llueve menos, se recomienda plantar después de la última helada, en los meses de marzo o abril.

Entre las labores culturales se deben aplicar abonos orgánicos y fertilizantes, podas periódicas, control de malezas y riego de apoyo, en caso necesario. La producción es mayor durante la época de lluvias (mayo a septiembre), por lo que baja de precio. En términos generales, la cosecha se efectúa cuando los brotes miden de 10 a 15 cm de largo y pesan entre 100 y 120 gr cada uno. El nopal verdura puede cosecharse durante todo el año, aunque disminuye la producción durante el invierno; la época ideal se extiende desde marzo hasta los primeros días de septiembre.

Producción

Un gran número de especies de nopal son aptas para el consumo como verdura fresca, lo cual es importante, ya que México es el país que cuenta con la mayor diversidad de nopales, silvestres y cultivados, a nivel mundial. Entre las especies utilizadas pueden mencionarse el nopal de castilla (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. y *O. Megacantha* Salm Dyck); el nopal tapón *O. Robusta* Wendl); el nopal cardón (*O. Streptacantha* Lem.) y el nopal criollo (*Opuntia* spp.). Esto explica que en el mercado se pueda encontrar gran diversidad de nopalitos (Figura 11).

Aunque se produce en 17 estados, correspondientes a la mayoría de zonas áridas o semiáridas, los principales productores son: Aguascalientes, Baja California, Distrito Federal, Jalisco, Oaxaca, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí y Zacatecas (Cuadro 17).

En los últimos años se ha manifestado un incremento considerable en lo que concierne a la producción del nopal-verdura, como lo demuestran las estadísticas de SAGAR (Cuadro 18).

Cuadro 17. Superficie en explotación del nopal verdura

Estados	Superficie plantada (ha)
Distrito Federal	4 014
San Luis Potosí	961
Michoacán	270
Baja California	113
Puebla	104
Oaxaca	100
Jalisco	60
Aguascalientes	6
Zacatecas	8
<i>Total</i>	<i>5 636</i>

Fuente: Delegaciones de la SARH, enero de 1992.

El área de producción más importante es el Distrito Federal, en particular la delegación de Milpa Alta, que ocupa el 68% de la superficie nopalera y genera el 86% de la producción nacional, en 1998 produjo un total de 270 422 ton; le siguen en importancia Morelos con 8 990 ton (2.8%); el Estado de México con 8 355 ton (2.7%); Baja California con 6 473 ton (2%) y Sonora con 3 605 ton (1.1%). Estos cinco estados aportan el 95.3% de la producción nacional, mientras que el resto de estados productores (17), en conjunto sólo aportan el 4.7%.

Comercialización

El método más utilizado para comercializar el nopal-verdura se lleva a cabo al pie de huerta, el cual consiste en entregar el producto debidamente empacado a los comisionistas en plaza, para que lo vendan a los detallistas y éstos, con posterioridad, al consumidor.

Los márgenes de comercialización varían de acuerdo con la estacionalidad de la producción y los niveles de intermediarismo, lo que ocasiona que los mayores beneficios sean para los comerciantes y no para los productores de nopal.

Cuadro 18. Producción de nopal verdura en 1998

Cultivo	Estado	Producción (ton; \$/ton)	Precio medio rural	Valor de la producción (\$)
Nopalitos	Aguascalientes	1 237	1 751.00	2 165 987
	Baja California	6 473	1 503.30	9 730 857
	Baja California Sur	121	2 314.05	280 000
	Colima	199	978.88	194 700
	Distrito Federal	270 422	2 047.46	553 678 228
	Guanajuato	2 436	2 167.78	5 280 712
	Hidalgo	251	2 260.00	567 260
	Jalisco	2 657	1 113.64	2 959 402
	México	8 355	1 015.31	8 482 906
	Michoacán	3 641	1 782.53	6 490 206
	Morelos	8 990	2 005.01	18 025 040
	Nayarit	52	2 500.00	130 000
	Quintana Roo	131	2 000.00	262 000
	San Luis Potosí	1 098	940.00	1 032 120
	Sonora	3 605	1 021.64	3 683 000
	Veracruz	252	2 500.00	630 000
	Zacatecas	1 774	1 262.24	2 239 208
	<i>Total</i>	<i>311 694</i>	<i>1 975.75</i>	<i>615 831 626</i>

Fuente: SAGAR (1999).

Las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla, San Luis Potosí, Cuernavaca, Morelia, Torreón y Guanajuato representan los principales mercados del nopal-verdura en el país.

El aprovechamiento de las nopaleras silvestres corresponde casi en su totalidad a ejidatarios y comuneros, en tanto que los productores del nopal-verdura cultivado pertenecen al sector social y, en menor escala, se trata de pequeños propietarios. No se conocen cifras exactas; sin embargo, Cruz (1994) menciona que en los inicios de los años noventa existían en la región de Milpa Alta alrededor de 7 500 perso-

nas dedicadas a esta actividad, cifra que se ha incrementado en los últimos años, debido al aumento en la demanda del producto.

Los productores de nopal-verdura cuentan con diversos tipos de organizaciones grupales, tales como la “Unión de Productores de Maguey y Nopal” y la “Unión Agrícola de Productores de Nopal en Milpa Alta”. En 1991 se estableció el “Comité Mixto del Sistema Producto del Nopal y Tuna”, donde participan equitativamente productores y sus organizaciones, dependencias públicas e instituciones de financiamiento e investigación.

La mayor parte de la producción de nopal es para consumo interno, si bien, en la década de los años noventa se inició su comercialización internacional, aunque en pequeña escala, ya que existen limitaciones para su exportación debido a que se tiene que enviar el nopal con espinas, pues cuando está limpio se oxida con rapidez. Los principales exportadores de nopal-verdura son el Estado de México y Jalisco; en el estado de San Luis Potosí se procesa el producto silvestre y se envasa para su exportación. Esta actividad ofrece un futuro promisorio, sobre todo si se envasa el producto o se le industrializa para la fabricación de cosméticos o productos medicinales.

Situación actual y perspectivas

En las últimas décadas el cultivo del nopal se ha incrementado tanto en superficie como en volúmenes de producción, como resultado de la iniciativa de los productores, quienes han recibido el apoyo de diversas instituciones gubernamentales, tanto a nivel federal, como estatal o municipal. Sin embargo, aún se requiere de mayores apoyos para desarrollar aspectos relativos a la industrialización del producto y su comercialización, en particular a la exportación (Cruz, 1994b).

Entre las políticas que deben aplicarse para lograr el óptimo aprovechamiento de este recurso, pueden señalarse:

- Llevar a cabo labores permanentes de información y capacitación para los productores, con el fin de modernizar y tecnificar más la actividad.

- Obtener los créditos necesarios para mantener una producción constante y homogénea.
- Tecnificar la producción para contrarrestar los efectos de los inviernos rigurosos, lo que permitirá elevar los márgenes de ganancia actual y propiciará la venta del producto en mercados extranjeros.
- Desarrollar la infraestructura necesaria para alargar la vida útil del producto; las técnicas para su envasado y la elaboración de otros productos derivados del nopal, dentro de una red de abasto bien organizada.

Nopal tunero

El fruto de los nopales aplanados o platiopuntias es conocido comúnmente como “tuna”; se trata de una baya carnosa cilíndrica y jugosa; contiene abundantes semillas y está rodeada por una cubierta correosa o cáscara que corresponde al llamado pericarpio.

El consumo e importancia del nopal tunero como alimento se ha incrementado en las últimas décadas, hecho que se ha manifestado en un aumento considerable en la superficie de cultivo destinada a este producto, que en 1991 alcanzó las 45 000 ha. Dicho cultivo es característico de zonas áridas y semiáridas, en las que las condiciones ambientales impiden el desarrollo de otros cultivos, por lo cual el nopal constituye una de las alternativas económicas más adecuadas.

La explotación del nopal tunero a nivel comercial se localiza en dos zonas bien definidas: la primera comprende las porciones áridas y semiáridas del centro-norte de México, en los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí y Zacatecas; la segunda corresponde a la parte centro-sur, que incluye los estados de Hidalgo, México, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Tlaxcala (Figura 10); la recolección más importante de poblaciones silvestres se encuentra en Zacatecas y San Luis Potosí.

Usos y propiedades

Numerosas tribus nómadas prehispánicas acudían a sitios donde abundaban los nopales, durante la época de fructificación, y algunas de ellas se asentaban en esos sitios y fundaban sus pueblos, como fue el caso de los mexicas, mencionado con anterioridad.

Las tunas eran consumidas por los indígenas como fruta fresca o secada al sol, o bien, cocidas y machacada, con lo que podía obtenerse una miel ligera (miel de tuna) o espesa (queso de tuna), que eran utilizadas como alimento en época de escasez (Cruz, 1994b:10).

Existen evidencias de que también eran utilizadas en la medicina tradicional, como material cementante en las construcciones o para purificar el agua. Sus pencas son utilizadas como forraje para el ganado en época de sequía o durante el invierno y las pencas tiernas se emplean como alimento. También los nopales tuneros pueden ser utilizados para el cultivo de la cochinilla de la grana, de la cual se obtienen subproductos tales como colorantes, "carmin", laca y ácido carmínico.

Cultivo

Aunque el aprovechamiento de las tunas silvestres es muy común, el cultivo del nopal tunero es cada vez más frecuente y puede hacerse a partir de semillas o por medio de reproducción vegetativa, empleando fracciones pequeñas de pencas o cladodios, con lo cual se reduce extraordinariamente el tiempo de crecimiento. La plantación debe hacerse en terrenos planos o con poca pendiente, en los dos o tres meses anteriores a la temporada de lluvias; con el uso de maquinaria agrícola se puede aumentar la densidad de plantación hasta 800 o 1 000 pencas por hectárea.

Las labores culturales implican deshierbes, aflojamiento del terreno, aplicación de abonos orgánicos o fertilizantes, diversos tipos de podas y control de plagas. La cosecha del fruto debe hacerse en el momento apropiado de madurez, cuando la tuna muestra los primeros cambios de color.

Producción

La productividad del nopal tunero se considera alta, a pesar de las limitantes ecológicas que lo rodean, los rendimientos varían de acuerdo con la disponibilidad de agua de lluvia o de riego, manejo y edad de la planta; En los años noventa el rendimiento promedio nacional fue de 6.3 ton/ha, destacando los estados de Puebla, México y Jalisco (Cuadro 19), como principales productores, con rendimientos de 21, 10 y 9 ton/ha, respectivamente, muy superiores a la media nacional (*Ibid.*:40).

El nopal inicia su producción a partir del tercero o cuarto año y alcanza su máximo rendimiento entre el séptimo y el primer año. Es de gran importancia la elección de la variedad de tuna que se va a cultivar, ya que el mercado nacional muestra marcada preferencia en relación con el color del fruto. En el norte del país se prefieren los frutos de color amarillo-café y rojo-púrpura; en cambio, en el centro del país tienen más aceptación las tunas de color verde claro.

Para uso industrial se requieren frutos que contengan elevado contenido de azúcares y buen sabor, como son la tuna “amarilla” y la tuna “blanca de Alfajayucan”. Si la producción requiere embarque, se eligen variedades de cáscara gruesa y maciza, que resistan el transporte, tales como la “amarilla”, la “Alfajayucan”, la “mansa”, la “blanca regional”, la “cascarona” y la “naranjona”, entre otras. Para el consumo en fresco se utilizan la “cardona”, la “silvestre”, la “jarilla”, la “blanca burrona”, la “blanca calabaza”, la “chapeada” y otras más.

Las principales entidades productoras, por orden de importancia son: el Estado de México (32%), Puebla (24%), Zacatecas (17%) y Jalisco (10%). Posteriormente destacan Hidalgo, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Oaxaca y Aguascalientes que, en conjunto, representan el 17% de la producción nacional (Cuadro 19). Hoy en día México cuenta con una superficie cultivada con nopal tunero cercana a las 50 000 ha y se calcula que el área de aprovechamiento del nopal tunero silvestre rebasa los tres millones de hectáreas.

Cuadro 19. Superficie, volúmenes y rendimiento del nopal tunero

Estado	Superficie (ha)	(%)	Producción ton	(%)	Rendimiento promedio ton/ha
Zacatecas	13 130	29.4	45 2298	17.0	3.44
México	8 622	19.32	86 200	32.4	9.99
Guanajuato	6 454	14.5	8 127	3.0	1.25
Puebla	3 062	8.0	64 339	24.2	21.1
San Luis Potosí	3 565	8.0	10 869	4.1	3.05
Hidalgo	3 000	6.72	15 000	5.6	5.00
Jalisco	2 720	6.1	25 192	9.5	9.26
Querétaro	1 908	4.3	4 422	1.66	2.31
Aguascalientes	1 536	3.44	2 363	0.9	1.54
Oaxaca	620	1.4	4 030	1.51	6.50
<i>Totales</i>	<i>44 617</i>	<i>100.00</i>	<i>265 850</i>	<i>100.00</i>	<i>6.28</i>

Fuente: Delegaciones de la SARH, abril de 1992.

Comercialización

El incremento de los movimientos migratorios internos y externos ha propiciado de manera definitiva la expansión del mercado tunero a nivel nacional y la apertura de mercados extranjeros como Estados Unidos y Japón. Esta situación se ha reflejado en un aumento considerable de las superficies de cultivo. Sin embargo, la demanda de la tuna sólo puede satisfacerse durante la época de producción, que va de junio a octubre. Esta demanda se ha incrementado en mercados externos, ya que el producto tiene demanda para ser procesado como miel, queso, jalea, mermelada, vino, champú, jabón y crema.

Los márgenes de comercialización fluctúan de acuerdo con la estacionalidad de la producción y el intermediarismo. Se han detectado tres canales de comercialización (*Ibid.*:52):

1. Productor – acopiador - mayorista urbano – detallista – consumidor.

2. Productor – acopiador – detallista – consumidor.
3. Productor – consumidor.

Aproximadamente el 60% de la producción se canaliza a través del primer cana y sólo el 15% de la producción total es comercializado directamente del productor al consumidor, en puestos establecidos en las orillas de las carreteras de las zonas tuneras.

En cuanto a los precios, existen marcadas fluctuaciones (Cuadro 20). De acuerdo con CONAZA (cit. por de la Cruz, 1994b:53), en 1993 el kilogramo se cotizaba en \$0.40 mayoreo y \$2.60 menudeo (en nuevos pesos). En 1998 el valor de la producción oscilaba entre \$0.94 y \$2.15/kg al mayoreo y entre \$5.00 y \$12.00/kg al menudeo. Los principales destinos son: Estados Unidos (96%), Canadá (3.5%), Japón (0.4%) y Brasil (0.1%).

Cuadro 20. Producción de tuna en 1998

Cultivo	Estado	Producción (ton)	Precio medio rural (\$/ton;\$)	Valor de la producción
Tuna	Aguascalientes	2 861	938.77	2 685 832
	Guanajuato	1 025	2 329.58	2 387 824
	Hidalgo	12 363	853.36	10 550 090
	Jalisco	1 530	1 056.86	1 616 996
	México	96 357	1 389.54	134 759 119
	Michoacán	124	1 304.84	161 800
	Oaxaca	25	2 150.00	53 750
	Puebla	16 976	1 935.12	32 850 672
	Querétaro	1 326	1 500.00	1 989 000
	San Luis Potosí	4 016	1 972.39	7 921 118
	Tamaulipas	1 704	1 300.00	2 215 200
	Veracruz	504	1 500.00	756 000
	Zacatecas	33 379	1 612.67	53 829 269
	<i>Total</i>	<i>172 190</i>	<i>1 462.20</i>	<i>251 776 669</i>

Fuente: SAGAR (1999).

Las exportaciones mexicanas de tuna se iniciaron en la última década, con un futuro promisorio. La tuna mexicana se comercializa en cajas de cartón de 5 kg, a precios que varían entre cuatro y nueve dólares por libra. Se sabe que el mercado europeo de la tuna es cubierto por Italia en su totalidad, que es un gran productor de este fruto, con amplia cultura exportadora y niveles de producción y productividad que le han permitido establecer mecanismos de comercialización muy efectivos, que cubren, además, una gran parte de la demanda de Estados Unidos y Canadá (Cruz, 1994b:54).

La producción y aprovechamiento de la tuna se lleva a cabo en su mayor parte por productores ejidales y comunales, aunque también existen elementos del sector social, así como pequeños propietarios. Los productores se agrupan en Uniones de Ejidos o Asociaciones Rurales de Interés Colectivo. En 1991 se integró el Comité Mixto "Sistema Productor del Nopal y Tuna", donde participan equitativamente productores y sus organizaciones, dependencias públicas, instituciones de investigación y financiamiento, así como inversionistas del sector privado. Se estima que el padrón está conformado por 10 000 productores.

Situación actual y perspectivas

La producción tunera se puede catalogar como una actividad económica trascendental para los habitantes de zonas áridas y semiáridas, comienza a tener repercusiones económicas en los años ochenta, cuando la superficie de cultivo se incrementó de manera considerable, gracias al apoyo del sector agropecuario y al entusiasmo de algunos agricultores. El apoyo institucional ha sido enriquecido a través de la asesoría técnica para el manejo agronómico del cultivo y de la labor de diversas universidades y centros de investigación. Al surgir la demanda extranjera del producto, se han otorgado algunos apoyos oficiales para facilitar las exportaciones.

Sin embargo, aún subsiste una problemática compleja relacionada con el cultivo y explotación del nopal tunero, ya que resulta necesario elevar los rendimientos promedio, diversificar las variedades

de cultivo y mejorar las condiciones de sanidad de las plantaciones. Asimismo, se requieren mayores apoyos para la comercialización e industrialización del producto en sus diversas modalidades.

Nopales forrajeros

Para los pobladores de las zonas áridas y semiáridas del país, los nopales constituyen un recurso natural espontáneo de gran valor, ya que pueden ser utilizados directamente como alimento (nopalitos y tunas), o bien, en la elaboración de diversos productos, ya sea alimenticios, medicinales o de cosmetología. También pueden servir como forraje para el ganado, aspecto importante sobre todo en épocas de escasez de pastos debido a sequías prolongadas. Cuando el nopal forrajero abunda, significa que existen problemas en el manejo de los pastizales de esas zonas, pero, por lo general, se utiliza en forma complementaria en épocas invernales y de sequía (Cruz y Zapién, 1974).

Nopales utilizados como forraje

El uso generalizado del nopal silvestre como forraje en la época de sequía, ha dado lugar a la realización de numerosos estudios, para conocer las características y propiedades de las diversas especies y variedades de nopal utilizadas con tales fines. En 1963, Villarreal *et al.* (cit. por Marroquín *et al.*, 1981:11), efectuaron estudios comparativos acerca del contenido nutritivo de diversas especies de nopales silvestres colectados en San Luis Potosí, Guanajuato y Coahuila, las cuales eran: *Opuntia ficus indica*, *O. robusta*, *O. streptacantha*, *O. amyclaea* y *O. spp.* Antes de efectuar los análisis, mantuvieron estas plantas bajo cultivo durante dos años. Por otra parte, Hoffman y Darrow (cit. por Marroquín *et al.*, *op. cit.*) reportaron análisis bromatológicos de *O. engelmannii* y *O. Lindheimeri* (Cuadro 21).

En estudios realizados en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) de Jalapa, Veracruz, Gómez (1985) reporta los resultados obtenidos acerca del potencial nutriti-

vo de diversos nopales, susceptibles de ser utilizados como forraje (Cuadro 21).

Los principales nopales destinados a dicho uso son variedades de dos especies del género *Opuntia*: *O. ficus indica* y *O. robusta*, aunque CONAZA ha intensificado la experimentación con fines de propagación del “nopal tasajillo” (*O. leptocaulis*), muy abundante en todo el desierto Chihuahuense (Cruz, información directa, 1995). La propagación de la planta se logra por el método de las “fracciones mínimas”, que consiste en utilizar pequeñas partes de la misma con una sola areola, con lo cual puede lograrse la obtención de un mayor número de individuos en menor tiempo (Barrientos, 1983:137). En experimentos realizados con ganado ovino se observó que la *O. ficus indica* tuvo mayor aceptación; por el contrario, las ovejas que consumieron *O. robusta* sufrieron diarreas.

En la zona noreste de México se dispone de un área explotable muy extensa, cuya fisiografía actual corresponde a una planicie amplia de suave declive, que va desde el nivel del mar en la costa de Tamaulipas, hasta las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, en Nuevo León y Coahuila. En ella se desarrollan *O. chrysacantha* y *O. Lindheimeri*, sobre suelos profundos, a diferencia de *O. stenopetala* o “nopal serrano”, que muestra preferencia por los suelos someros de las laderas calizas.

Posibilidades de cultivo del nopal forrajero

La porción noreste del país, de condiciones semiáridas, es propicia para el desarrollo del nopal forrajero, ya que cuenta con una mayor precipitación que en la porción central y existen variedades de nopal bien adaptadas a estas condiciones. Las poblaciones de nopal llegan a ser tan abundantes, que en muchos casos constituyen malezas indeseables que compiten con los cultivos de gramíneas de la zona.

Por otra parte, en las zonas áridas de Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, donde el clima es más riguroso, existe la posibilidad de introducir plantaciones de nopal forrajero, sobre todo en sitios donde la cubierta vegetal es muy pobre, y sustituir los matorrales de gobernadora, planta muy abun-

dante, pero que ofrece pocas perspectivas económicas. No obstante, el establecimiento de estas plantaciones no es nada fácil, debido a las condiciones climáticas adversas, por lo se requiere de un incremento considerable de las labores culturales.

Los principales nopales utilizados como forraje son variedades de dos especies del género *Opuntia*: *O. ficus indica* y *O. robusta*, aunque CONAZA ha intensificado la experimentación con fines de propagación del “nopal tasajillo”, muy abundante en esa región (Cruz, información directa, 1995). La propagación de la planta se logra por el método de las “fracciones mínimas”, que consiste en utilizar pequeñas partes de la planta con una sola areola, con lo cual puede lograrse la obtención de un mayor número de individuos en menor tiempo (Barrientos, 1983:137). En experimentos realizados con ganado ovino se observó que la *O. ficus indica* tuvo mayor aceptación; por el contrario, las ovejas que consumieron *O. robusta*, sufrieron diarreas.

Como resultado de los experimentos llevados a cabo se ha podido establecer que los nopales forrajeros soportan plantaciones de elevada densidad (80 000/ha), lo cual se consigue con surcos de 0.5 m y plantas a 0.25 m de profundidad; se puede llevar a cabo, en forma de setos que dejen espacio suficiente para el tránsito de vehículos durante el corte. Al mismo tiempo, actúan como setos vivos para controlar la erosión. Se recomienda la aplicación del estiércol producido por el ganado que es alimentado con el nopal. El corte deberá efectuarse en forma semestral, de acuerdo con las condiciones ambientales de la localidad.

Los estudios mencionados muestran la importancia que puede llegar a tener el uso de los nopales como forraje, ya que por una parte, son plantas espontáneas, nativas y muy abundantes en zonas áridas y semiáridas; susceptibles de ser cultivadas y con una gran variedad de especies, adaptadas a hábitats muy diversos.

Recolección y comercialización

Como se mencionó, los nopales representan un recurso espontáneos disponible para ser recolectado por los habitantes de esas zonas, En lo que se refiere al ganado lechero estabulado, la recolección se efectúa, por lo

Cuadro 21. Datos sobre el valor nutritivo y el aprovechamiento de diferentes especies de nopal como forraje

Genotipo	Materia seca	Materia orgánica	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra	Ceniza	ELN*
<i>Nopalera spp.</i>	10.69	73.79	8.92	1.50	17.21	26.21	50.70
<i>Opuntia chrysacantha</i>	15.52	73.45	3.54	1.10	4.32	26.55	64.43
<i>O. tenuipina</i>	12.45	70.20	4.42	1.04	5.14	29.80	59.52
<i>O. megacantha</i>	10.12	74.51	7.71	1.38	3.75	25.49	68.87
<i>O. rastreera**</i>	14.41	59.89	2.78	0.76	6.18	40.11	43.23
<i>O. azurea</i>	12.55	68.88	4.54	1.35	3.98	30.12	58.84
<i>O. cantabrigensis</i>	11.89	68.46	4.79	1.09	3.70	31.54	58.87
<i>O. engelmannii</i>	15.07	68.41	3.32	1.19	3.58	31.59	60.32
<i>O. lucens</i>	17.45	69.59	3.67	0.57	2.58	30.43	62.75
<i>O. lindehimeri*</i>	11.57	74.50	4.15	1.03	3.02	25.50	66.25
<i>O. robusta**</i>	10.38	81.41	4.43	1.73	17.63	18.59	57.61
<i>O. streptacantha**</i>	16.10	79.38	3.17	1.99	18.88	20.62	55.34
<i>O. leucotricha**</i>	4.50	74.00	7.56	2.66	14.00	26.00	49.78
<i>O. imbricata</i>	17.71	84.25	7.11	1.75	11.51	15.75	63.86
<i>O. cacanapo</i>	16.95	72.51	5.19	2.06	11.20	27.49	54.04
<i>O. stenopetala</i>	13.24	77.87	8.84	1.74	9.14	22.13	58.16
<i>O. diranguensis</i>	10.34	82.94	4.51	1.29	8.23	17.06	68.91
<i>O. ficus-indica</i>	11.29	86.93	3.80	1.38	7.62	13.07	74.13
<i>Var. Amarillo oro</i>							

*Elementos libres del nitrógeno (ELN).

**Principales especies de *Opuntia* utilizadas como forraje, además de *O. Microdusys*, *O. Pilifera* y *O. Máxima*, que no figuran en el cuadro.

Fuente: Gómez, 1985:43.

general, en la época de estío, aunque el período puede prolongarse en años de extrema sequía. En relación con el ganado libre, en especial el caprino, el consumo de nopal se realiza durante todo el año, previa quema de pencas cortadas por el pastor o por quema directa en pie. Para el ganado menor, es suficiente el alimento a base de nopal, pero en el caso del ganado mayor, más bien se utiliza como complemento alimenticio. Es importante señalar que el ganado menor complementa su nutrición con el consumo de los brotes tiernos de plantas herbáceas durante las épocas húmedas, sustituyendo al nopal como alimento.

Los grandes ganaderos compran toneladas de nopales, ya que les resulta mucho más económico que la compra de otros forrajes más finos, como la alfalfa y la semilla de algodón, aunque todos estos productos entran en la alimentación del ganado estabulado fino, en alguna proporción, hasta donde lo permitan los indicadores económicos de la industria. Esto ocasiona marcadas fluctuaciones en el precio del nopal, ya que depende del mayor o menor éxito de las cosechas de algodón. La escasez de semilla de algodón ocasiona un aumento considerable en la demanda de nopal forrajero, cuya recolección se convierte en una actividad muy solicitada y lucrativa. Las flotillas de camiones surten al ganadero de las toneladas de nopal que necesite, en particular, cuando se trata de ganado estabulado en las ciudades; cada camión, por lo general, puede transportar de 5 a 7 toneladas por viaje. Los precios de la tonelada de nopal forrajero fluctúan en relación con la demanda de este producto, aunque marcan una tendencia alcista, ya que en 1980, Marroquín *et al.* (*op. cit.*: 148) reportaban que el costo de la tonelada oscilaba entre \$80.00 y \$100.00, mientras que en 1998, SAGAR (Cuadro 22) que la tonelada de nopal forrajero tenía un costo que oscilaba entre \$455.00 y \$800.00, lo cual indica un incremento que va entre 500 y 800%. Los precios más bajos se manifiestan en Aguascalientes, en tanto que los más altos se cotizan en Chihuahua.

Problemática y perspectivas

Es un hecho innegable que el nopal forrajero está sujeto a fuertes presiones que se traducen en un manejo inadecuado del recurso, ya

Cuadro 22. Producción de nopal forrajero en 1998

Cultivo	Estado	Producción (ton)	Precio medio rural (\$/ton; \$)	Valor de la producción (pesos)
Nopal forrajero	Aguascalientes	1 364	455 680	620 788
	Chihuahua	1 666	800 00	1 332 800
	<i>Total</i>	<i>3 030</i>	<i>644 75</i>	<i>1 953 588</i>

Fuente: SAGAR (1999).

que la explotación directa se hace a base de cortes al azar, lo más rápido y fácil, sin tener ninguna precaución ni seguir alguna técnica específica. No se toma en cuenta el tamaño, el vigor o la densidad de población de la especie, sino que sólo se trata de cargar los camiones con rapidez y con un mínimo esfuerzo.

Gracias a su gran capacidad de regeneración, los nopales forrajeros persisten, aun en aquellas zonas devastadas por haber estado sometidas a una explotación irracional e intensiva. Sin embargo, en muchos sitios han sido desplazados a cerros y lomeríos y son reemplazados por cultivos agrícolas de bajo o nulo rendimiento.

Es evidente que la utilización del nopal como forraje es necesaria, ya que desempeña un papel amortiguador en las alzas de precios de otros forrajes, además de servir como complemento alimenticio del ganado, por lo cual es imprescindible el establecimiento de técnicas conservacionistas eficaces, con objeto de contrarrestar el deterioro de este recurso tan importante en zonas áridas y semiáridas. Entre ellas pueden mencionarse.

- Repoblar las zonas que han estado sujetas a explotación inmoderada.
- Establecer cuotas destinadas a fomentar estudios relacionados con la propagación de dichas plantas.
- Establecer un control estricto de la superficies explotadas o susceptibles de serlo.

- Establecer un programa de mejoramiento genético relacionado con la selección y propagación de las mejores especies en cada región.

VI. PLANTAS PRODUCTORAS DE CERAS

Las ceras son sustancias orgánicas que pertenecen al grupo de los lípidos simples, constituidas por carbono, oxígeno y nitrógeno. Pueden ser de origen animal, como la esperma de ballena o la cera de las abejas, o bien, de origen vegetal, como las que revisten los tallos, hojas o frutos de las plantas, o bien, son parte fundamental de algunas semillas.

Las cubiertas cerosas son producidas por tejidos secretores que exudan dicho material. Esto ocurre con frecuencia en plantas de zonas áridas y semiáridas, en las cuales la lluvia es escasa y las plantas presentan diversas adaptaciones para reducir la transpiración a niveles mínimos. Algunas familias botánicas poseen diversas especies de plantas productoras de ceras, entre las cuales destacan la familia de las euforbiáceas, a la cual pertenece la "candelilla" y la de las buxáceas, a la cual pertenece la "jojoba". Ambas plantas producen las ceras vegetales más importantes desde el punto de vista industrial, y representan una fuente valiosa de recursos para los habitantes de zonas áridas y semiáridas del país.

Candelilla (Euphorbia antisiphilitica Zucc.)

La candelilla es un recurso muy valioso para los moradores de las zonas áridas de México. En los años ochenta se indicaba que dependían de ella alrededor de 10 000 familias pertenecientes a 300 ejidos,

localizados en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango y Zacatecas; también se explotaba en algunas comunidades aisladas de los estados de Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí (Maldonado, 1983:11). De acuerdo con los resultados del VII Censo Agropecuario (INEGI, 1991), existen 4 589 unidades de recolección, distribuidas en 23 estados; sin embargo, el mayor número se concentra en Coahuila donde se ubican 2 792 unidades (Cuadro 23).

El nombre de candelilla significa “pequeña vela”. En México fue clasificada por Gabriel Alcocer en 1909, con el nombre de *Euphorbia cerifera*, en plantas obtenidas por medio del desaparecido Instituto Médico Nacional; no obstante, en 1929 el botánico Zuccarini la nombró *Euphorbia antisiphilitica*, término que persiste hasta la actualidad. Faustino Miranda (cit. por Marroquín *et al.*, 1981:3) describe dos variedades: *Euphorbia antisiphilitica* var. *typica*, para San Luis Potosí y norte de México; y *Euphorbia antisiphilitica* var. *luxurians*, para las plantas del sur, colectadas en Izúcar de Matamoros, Puebla (Figura 12).

El descubrimiento y uso de la candelilla se debe a los indígenas prehispánicos del norte de México, quienes extraían la cera cruda hirviendo los tallos en recipientes de barro. Dicha cera la utilizaban para proteger las cuerdas de sus arcos de los cambios atmosféricos; la mezclaban con colorantes con fines decorativos; o la ingerían, ya que le atribuían propiedades medicinales (Romahn, 1992:164).

Sin embargo, la historia del aprovechamiento de esta planta data del año de 1905, cuando Connek y Landress investigan acerca de la composición, blanqueado y propiedades de la cera de candelilla. En 1914, los señores Borrego y Flores diseñaron un método sencillo de obtención del recurso y extracción de la cera, que consistía en la recolección total de la planta y posterior sometimiento a ebullición. A continuación se retira del fuego y, al enfriarse, la cera se condensa en la parte superior, ya que es menos densa que el agua, con lo cual se puede recoger fácilmente. Esta cera sin refinar recibe el nombre de “cerote” (Maldonado, 1984:12).

A finales de los años ochenta, la producción anual de candelilla rebasaba las 4 000 ton anuales de cera, producto de la destrucción de

Cuadro 23. Unidades rurales de producción con actividad de recolección de Candelilla

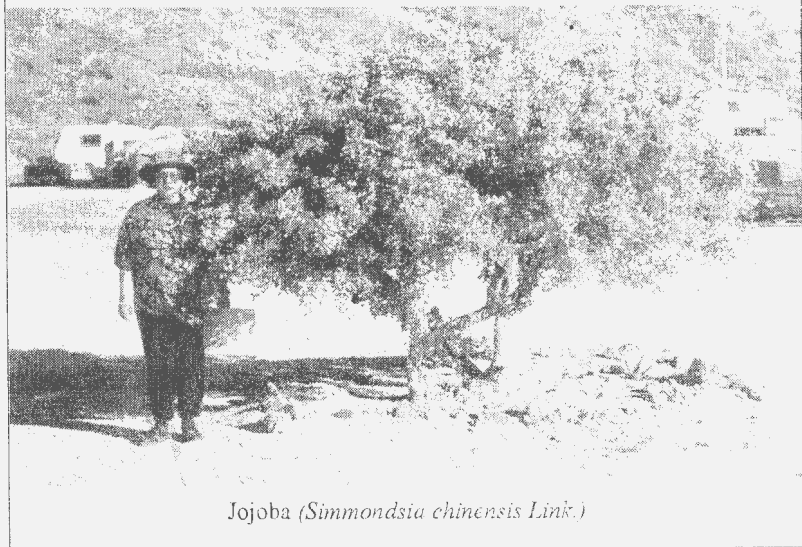
Entidad federativa	Unidades de recolección
Nacional	4 589
Chiapas	7
Veracruz	260
Oaxaca	70
Puebla	94
San Luis Potosí	178
Hidalgo	156
Michoacán	2
Chihuahua	113
Jalisco	1
Durango	266
Guanajuato	24
Zacatecas	186
Tamaulipas	104
Sinaloa	154
Querétaro	14
Nayarit	6
Coahuila	2 792
Nuevo León	93
Sonora	43
Colima	9
Distrito Federal	7
Baja California Sur	2
Baja California	8

Fuente: Franco a partir de INEGI (1991:77).

200 000 ton de planta viva. Esta cantidad siempre ha sido insuficiente para satisfacer la demanda creciente del producto. Este método tradicional de explotación del recurso, que origina la destrucción total de la planta, ha ocasionado que muchas poblaciones naturales de candelilla sean eliminadas, a pesar de su gran capacidad regene-



Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc.)



Jojoba (*Simmondsia chinensis* Link.)

Figura 12. Plantas productoras de ceras.

rativa. Esta situación repercute directamente en la economía del campesino de manera negativa, ya que las autoridades establecen vedas que limitan la utilización del recurso, que representa su única fuente de ingresos.

Clasificación científica y descripción de la planta

Reino	Plantas
Filum	Espermafitas
Clase	Dicotiledóneas
Familia	Euforbiáceas
Género	<i>Euphorbia</i>
Especie	<i>antisiphilitica</i>
Nombre científico	<i>Euphorbia antisiphilitica</i> Zuc.
Nombre vulgar	“candelilla”

La candelilla es una planta subarborescente que puede medir de 30 a 70 cm de altura, con un tallo principal subterráneo, paralelo al suelo, cilíndrico y grueso, generalmente más oscuro que el resto de la planta, del cual nacen grupos de abundantes raicillas adventicias en diferentes partes del rizoma, que funcionan como elementos de propagación vegetativa. Además, posee numerosos tallos aéreos, erectos, no ramificados, cilíndricos, amacollados (que crecen en manojos) y de color verde glauco, que se revisten de una exudación cerosa que protege a la planta de la desecación a que está expuesta, debido a la aridez del clima en que se desarrolla.

Las hojas son muy pequeñas, lineares, rígidas y recurvadas, alcanzan 10 mm; son caedizas, rara vez visibles. La fotosíntesis es efectuada principalmente por los tallos.

La inflorescencia es una espiga de cabezuelas; tiene flores unisexuales dentro de una estructura en forma de copa, la cual contiene de 45 a 47 flores masculinas con un solo estambre y una flor femenina en el centro.

Como producto de la fecundación se forma el fruto, que es una cápsula tricarpelar que contiene numerosas semillas (se calculan

27 000 por km²), el 90% de las cuales es fértil, lo que le confiere una gran capacidad de regeneración. Las semillas son de color café claro, rugosas y con tres o cuatro ángulos.

La planta puede reproducirse asexualmente por medio de los tallos o fragmentos de los macollos, o bien, por medio de tallos subterráneos o rizomas, lo que les confiere un elevado potencial regenerativo. En condiciones experimentales la regeneración en campo bajo corte normal tarda de dos a tres años.

Distribución geográfica y aspectos ecológicos

La candelilla se desarrolla en suelos someros, calizos, sobre lomeríos, abanicos aluviales, riscos de difícil acceso, llanuras con alto contenido de arcilla y terrenos arenosos; también se le encuentra en suelos de origen ígneo. Su rango altitudinal oscila entre los 1 000 y 2 800 msnm.

En rara ocasión se le encuentra aislada, ya que por lo general se asocia con diversas plantas comunes en zonas áridas, tales como cactáceas, magueyes, izotes, mezquites, huizaches y gobernadora. Se ha observado que las plantas que se desarrollan en las grietas de rocas, donde se acumula suelo rico en materia orgánica, producen mayor cantidad de cerote, en cambio, las que crecen en suelos más profundos producen menor cantidad del exudado (Marroquín *et al.*, *op. cit.*).

Es una planta con un amplio rango de distribución en la zona correspondiente al desierto Chihuahuense, entre los paralelos 22° 00' y 30° 40' de latitud norte y los meridianos 99° 25' y 105° 50' de longitud oeste. La altitud varía desde 460 hasta 2 400 msnm (Figura 13).

Las mayores concentraciones se encuentran en los siguientes estados y municipios:

Estado	Municipios
Durango	Cuencamé, Mapimí, Simón Bolívar, Luis del Cordero, Nazas y Rodeo.
Coahuila	Ocampo, Francisco I. Madero, Cuatro Ciénegas, Parras, San Pedro, Viesca y Ramos Arizpe.

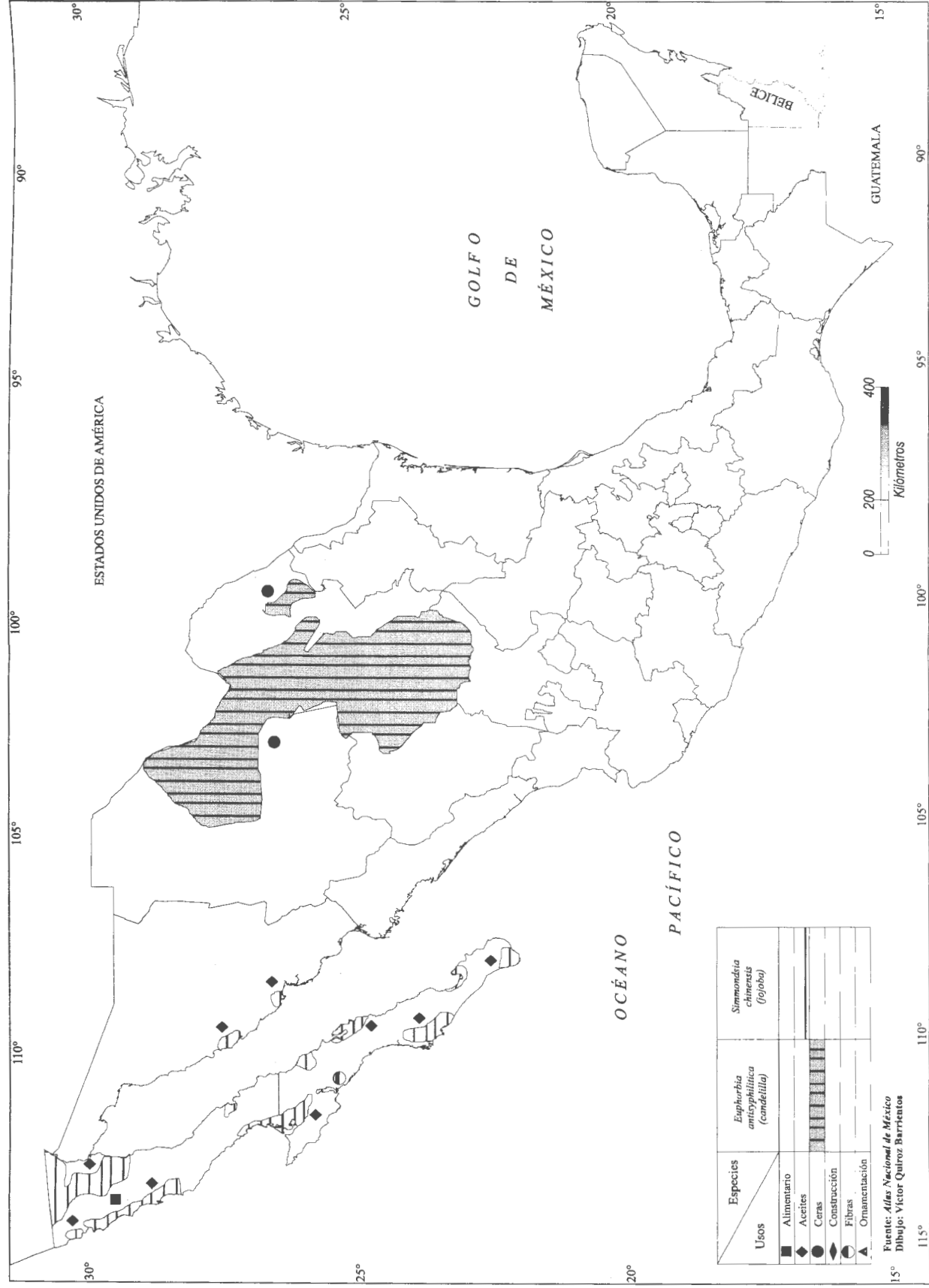


Figura 13. Zonas de mayor explotación de candelilla y jojoba.

Chihuahua	Camargo, Coyame, Jiménez y Ojinaga.
Nuevo León	Mina, Bustamante, Galeana y Dr. Arroyo.
San Luis Potosí	Guadalcázar y Cedral.
Zacatecas	Concepción del Oro, Melchor Ocampo y Mazapil.

En 1994 los estados más destacados en la producción y procesamiento de la candelilla fueron: Aguascalientes, Coahuila y San Luis Potosí, como se muestra en el Cuadro 24.

Importancia y aprovechamiento

La importancia de la candelilla (*Euphorbia antispyhilitica*) radica en la cubierta cérica de sus tallos: se trata de una cera genérica dura, cuyas características de dureza, estabilidad química, brillo e impermeabilidad se deben a que está formada por hidrocarburos, ésteres, lactonas y resinas, que son productos químicos orgánicos de elevado peso molecular. Sus características físico-químicas le han permitido conquistar no sólo el mercado nacional, sino también el internacional, ya que puede utilizarse en la elaboración y el acabado de gran variedad de productos.

El proceso de extracción de la cera se inicia con la recolección de la planta trasladándola hasta el campo candelillero mediante tracción mecánica o animal, para su procesamiento. Se le coloca en depósitos metálicos o pailas con una capacidad promedio de 1 m³; se somete a ebullición agregando ácido sulfúrico de una concentración que va de 1 a 1.5/1 000; el cerote flotante y enfriado se cucharea y queda listo para ser sometido a procesos de refinación. El producto representa del 2 al 3% del volumen inicial. En Coahuila, por ejemplo, se produce un promedio de 1 050 ton anuales de cerote procesadas a partir de 34 233 ton de candelilla. Los residuos de la planta hervida, ya libre de cera, constituyen los esquilmos de la candelilla, de los cuales el 30% se emplea como combustible durante el proce-

Cuadro 24. Producción de candelilla en 1994

Producto forestal no maderable	Candelilla
Uso	Grasas impermeabilizantes
Estados productores (principales)	Aguascalientes Coahuila San Luis Potosí
Producción (ton)	1 608
Capacidad instalada (ton)	2 500
Derrama económica N\$/ton.	9 836 796
Precio unitario promedio	5 203
% participación en producción	2.35
% de participación económica	12.30

Fuente: SAGAR (1999).

so; el 70% restante se utiliza como forraje de apoyo para el ganado caprino, muy abundante en esas zonas.

En la parte árida de los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León y Zacatecas, la importancia social y económica de la candelilla es indiscutible, ya que cubre un área aproximada de 350 000 km, registra una producción anual de cerote de alrededor de tres millones de toneladas y beneficia a cerca de 21 000 familias (Castro *et al.*, 1983:130). En Coahuila se reporta una producción de 1 494 ton de cerote y un total de 4 290 familias; en Durango se producen alrededor de 210 000 ton; en Chihuahua, 215 000; y en Zacatecas, 108 000, que favorecen a 353, 1 351 y 810 familias, respectivamente.

Entre los múltiples usos de la candelilla, puede mencionarse su aprovechamiento en la elaboración de pinturas, abrillantadores, velas,

productos de piel, cosméticos, cordelería, productos moldeados, bujías, cerillos, llantas, envases desechables, papel encerado y artículos eléctricos. Se ocupa en la elaboración de dulces y chicles, así como en el recubrimiento de chocolates y frutas, ya que es un producto vegetal no tóxico, que contribuye a su conservación (Cuadro 25).

Constituye uno de los lubricantes naturales más finos que se conocen, por lo que se la utiliza en aparatos de propulsión muy sofisticados, incluyendo las naves espaciales. Esta cualidad le confiere un “carácter estratégico”, ya que se espera que en el siglo xxi tenga un uso intensivo en este rubro. Quizás este aspecto se relaciona con la importación de la mayor parte del producto, aún no refinado por parte de Estados Unidos. Sin embargo, a partir de 1990, el número de países importadores de candelilla ha aumentado notablemente (Cuadro 26).

Problemática y perspectivas futuras

Aunque el mercado de la candelilla parece estar asegurado en el futuro próximo, es indudable que la producción de cera resulta cada vez más difícil, pues los campesinos han agotado poco a poco las comunidades naturales cercanas a sus ejidos y a las pequeñas propiedades, cuyos dueños les cobran derecho de explotación. Por esta razón, los candelilleros tienen que trasladarse a grandes distancias de sus centros habitacionales, para poder obtener los volúmenes de la planta que necesitan para su sostenimiento.

No obstante que el método de recolección de la candelilla utilizado por los campesinos les permite obtener un máximo de ganancias, no toman en consideración el deterioro y empobrecimiento de la cubierta vegetal que ocasionan, puesto que arrasan con el recurso, arrancando las plantas con todo y raíces, eliminándola de extensas zonas que tardarán muchos años en recuperarse, si las condiciones ambientales son favorables. Cuando ya no es costeable la explotación de una zona, se trasladan a otros lugares e inician el proceso de explotación irracional. En los terrenos ejidales la disminución de la candelilla es más notoria.

Cuadro 25. Usos actuales de la candelilla.

Rama de la producción	Utilidad de la candelilla y empresas relacionadas
Fabricación de pulidores y abrillantadores	-Como componente en la fabricación de barnices, lacas, tintes, grasas, etc. (ejemplo: 'EL OSO', 'AMBERES' Y 'FLEXO'). -Como componente de productos para el pulido y abrillantamiento de maderas, pisos y cerámicas (ejemplo: 'STANTHOM'). -Como componente de productos para el acabado fino de cuero y papel.
Industria alimentaria	-Como recubrimiento protector de frutas. - En la fabricación de chocolates, chicles y gomas de mascar (ejemplo: 'ADAMS' y 'CANELS').
Industria cosmética	-Como ingrediente en la fabricación de cremas, lápices labiales y otros productos (ejemplo: 'AVON').
Industria eléctrica	-Como recubrimiento aislante en cables eléctricos y partes en la industria electrónica.
Industria mecánica	-Como componente en la fabricación de cintas para máquina de escribir, papel pasante, estenciles (ejemplo: 'KORES'). -Como ingrediente básico en productos para el moldeo de precisión en las industrias de relojería, aeronáutica y en la mecánica dental.
Industria del plástico	-Como plastificante en la producción de hules y plásticos para usos múltiples. -Como agente endurecedor en la fabricación de otras ceras y productos sintéticos.
Transporte y almacenaje	-Como protección de filos y puntas de herramientas para evitar el deterioro durante su transporte y almacenaje.

Fuente: Franco, a partir de Campo (1991).

Cuadro 26. Exportación de Candelilla 1993

Países importadores de cera de candelilla (kg)	Cantidad resto (miles de \$)	Valor resto (miles de \$)	Valor total (miles de \$)
Alemania	124 000	1044	1044
Brasil	5 920	12	12
España	24098	216	216
Estados Unidos	667 402	5515	5515
Guatemala	4 500	40	40
Italia	15 000	122	122
Japón	203 000	1785	1785
Nicaragua	15271	142	554
Reino Unido	64 000	554	324
Venezuela	39 000	324	9612

Fuente: BANCOMEXT, 1993.

Ante la reducción alarmante de las poblaciones silvestres de candelilla, el INIFAP y la CONAZA han realizado grandes esfuerzos por establecer nuevos sistemas de corte que no impliquen la destrucción total de la planta, así como diversos métodos de cultivo por medio de plantaciones. Se han efectuado estudios de mejoramiento genético que han permitido obtener 46 variedades de candelilla con diversas características de adaptación (Maldonado, *op. cit.*), incrementos en productividad de cera y semillas; resistencia a sequías y heladas, así como tolerancia a plagas y enfermedades. Con los resultados obtenidos ha sido posible establecer plantaciones a nivel comercial en diversos sitios áridos y semiáridos, donde ningún cultivo agrícola puede desarrollarse de manera sostenible. Así, se ha logrado un incremento en la mejora económica de algunos ejidatarios de la zona candelillera mexicana.

El uso de los esquilmos de la candelilla como forraje complementario para el ganado caprino sirve para atenuar la presión de pastoreo a la que están sometidos los pastizales de zonas áridas, permitiendo un mejor manejo de agostaderos; abre la posibilidad a los campesinos para estabular a sus cabras en períodos críticos de sequía; y se obtienen nuevas fuentes de ingreso para los candelilleros.

Debido a lo inadecuado de la apropiación de este valioso recurso por parte de los ejidatarios de la zona candelillera, diversos investigadores de zonas áridas (Marroquín *et al.*, 1981) han sugerido algunas técnicas para su conservación, entre las que se mencionan:

- Vedas temporales en los ejidos sobreexplotados, proporcionando a los campesinos medios para trasladarse a zonas menos agotadas.
- Adiestrar a los ejidatarios para que lleven a cabo la regeneración de las zonas donde las poblaciones de candelilla son escasas, aprovechando el potencial para la reproducción vegetativa de la planta.
- Trasladar plantas de las zonas menos explotadas a sitios seleccionados para su repoblación. Este procedimiento resulta muy apropiado, tanto por lo económico, como por la gran superficie que se podría cubrir.
- Utilizar los rizomas de las plantas recolectadas para nuevas plantaciones, ya que ellos conservan su capacidad regenerativa y así se podría ahorrar tiempo en el aprovechamiento de terrenos incultos tanto ejidales como particulares, para el cultivo de candelilla, lo cual mejoraría la precaria situación económica de los habitantes de estas regiones.

Según la *National Academy of Science* de Estados Unidos, las técnicas primitivas de recolección, transporte y procesamiento de la candelilla, han ocasionado que su producción sea ineficiente y costosa, subsidiada por el gobierno mexicano, y que represente una materia prima barata de exportación para usos sofisticados, exclusivos de los países desarrollados. La solución a este problema puede estar en la domesticación intensiva y extensiva de la planta en su ambiente natural, con lo cual se lograría obtener una producción creciente y sostenible. Esto se traduciría en una fuente considerable de recursos monetarios que contribuirían al desarrollo de las zonas áridas (Challenger, 1998:709), lo que permitiría abrir nuevos mercados para el producto, el cual estaría disponible para su aprovechamiento

en las industrias de muchos países en proceso de desarrollo, donde obtendría multiplicidad de usos, como ocurre en nuestro país, y sin estar destinado al uso exclusivo de los países desarrollados, como ocurre en la actualidad.

La meta a futuro debe consistir en la obtención creciente de un producto procesado de alta calidad, que permita al país recibir mayores divisas extranjeras, que las que se obtienen por la exportación de la cera de candelilla como materia prima de baja calidad.

La “jojoba” (*Simmondsia chinensis* Link) como recurso

La jojoba (*Simmondsia chinensis* Link) es una planta arbustiva característica de las zonas áridas del noroeste del país, mencionada por primera vez por el historiador Francisco Clavijero, quien encontró que los indígenas de la Baja California, Sonora y suroeste de los Estados Unidos (pápagos, pimas, kiliwas, coras y yaquis) tenían gran aprecio por el fruto de esta planta, a la que daban diversos nombres, tales como “hahowi” (el nombre indígena original), jajoba o baya de café, entre otros. Utilizaban la semilla como alimento o como medicamento para combatir los males renales, estomacales y aun el cáncer; curaba heridas y facilitaba los partos; se le adjudicaban propiedades restauradoras del cabello, así como alimenticias o forrajeras. Sin embargo, fue hasta 1933 cuando se descubrió que las semillas contenían una cera líquida, con propiedades únicas, jamás encontradas en otras plantas (Parra, 1980:1).

Clasificación científica y descripción de la planta

Reino	Plantas
Phyllum	Traqueofitas
Clase	Dicotiledóneas
Familia	Buxáceas
Género	<i>Simmondsia</i>
Especie	<i>chinensis</i>
Nombre científico	<i>Simmondsia chinensis</i> Link
Nombre vulgar	“jojoba”

Descripción. Es un arbusto de hojas perennes, que pertenece a la familia de las Buxáceas. Por lo general alcanza de 60 a 90 cm de altura, aunque en ocasiones llega a medir hasta 5 m de alto. Posee hojas opuestas, oblongas, gruesas, de consistencia coriácea con marcadas variaciones en el tamaño, color, grosor y pubescencia. Desarrolla raíces pivotantes que pueden penetrar en el suelo hasta una profundidad de 10 m. Es una planta siempre verde y de gran longevidad, ya que su ciclo de vida promedio excede los 100 años (Figura 12).

Es una planta dioica, ya que por lo común existen plantas masculinas (que sólo producen flores con estambres), las cuales son apétalas, pequeñas y axilares, con 10 a 12 estambres; y femeninas, con flores axilares, pequeñas y axilares, que contienen ovarios con tres cavidades, en cada una de las cuales se producen uno o dos óvulos. En su ambiente natural, la jojoba requiere de dos años para la primera floración y de cuatro a cinco años para alcanzar la madurez y estabilizar la producción de semillas. El fruto tiene forma de nuez, es de color café oscuro y mide alrededor de 15 mm de longitud; contiene de una a tres semillas.

Distribución geográfica y aspectos ecológicos

La jojoba es una planta endémica del desierto Sonorense, el cual abarca la porción suroeste de Estados Unidos, en los estados de California y Arizona; por lo que toca a territorio mexicano, la planta mencionada se distribuye con amplitud en las porciones semiáridas de los estados de Sonora, Baja California y Baja California Sur, así como en las islas adyacentes, en un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 260 m (Figura 13).

Se desarrolla en clima Bw (h') w, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1988), con temperaturas medias anuales de 23.1° C y precipitaciones promedio de 182.1 mm al año. Las mayores precipitaciones ocurren en agosto y septiembre, aunque también se presentan lluvias invernales en diciembre y enero. Sin embargo, las mejores poblaciones corresponden a sitios con precipitaciones que van de 375 a 450 mm (Vega, 1992:186).

Prospera en suelos arenosos y arcillo-arenosos, de color grisáceo a pardusco, o bien, rojizos. Las poblaciones silvestres progresan en aridisoles de baja calidad, de origen aluvial, formados por mezclas de arena, grava y arcilla, con drenaje eficiente; presentan gran tolerancia a la alcalinidad. Las plantas no requieren de agua adicional para desarrollarse, aunque pueden ser regadas aun con agua salobre, en caso necesario.

Importancia y aprovechamiento

La importancia de la cera de jojoba radica en su calidad, ya que por su composición y propiedades es muy parecida al aceite de ballena conocido como “esperma”, del cual se considera sustituto, aunque el de jojoba tiene mayores ventajas, ya que se usa en crudo, no huele a marisco como el de ballena y no contiene estearinas, por lo que requiere muy poco o ningún tratamiento especial para su uso industrial. Es capaz de absorber hasta un 25% más que el de ballena, lo cual lo mantiene en estado líquido en forma permanente, cosa que no sucede con el esperma de ballena. Entre la gran variedad de usos que puede tener el aceite (cera) de jojoba pueden mencionarse:

- *Lubricación.* Es el único aceite que puede utilizarse en la lubricación de maquinaria muy especializada de alta precisión, como en el caso de las naves espaciales.
- *Cosméticos.* En la actualidad se utiliza como aceite para el cabello y en la elaboración de jabones, champúes, cremas y bronceadores.
- *Farmacología.* Desde épocas históricas se le ha considerado como restaurador del pelo. También se utiliza como cubierta protectora de medicamentos, como estabilizador de productos derivados de la penicilina y para el tratamiento del acné, entre otros.
- *Alimentación.* Como aceite de cocina y aditivo de bajas calorías como aderezo para ensaladas. La harina se utiliza como suplemento alimenticio, ya que contiene de 30 a 35% de proteínas.
- *Mejorador del suelo.* La cáscara es utilizada como cubierta protectora que protege al suelo de la evaporación y erosión.
- *Ornamental.* La jojoba es muy utilizada como planta de ornato en el suroeste de Estados Unidos de América.

- *Otros usos.* Se utiliza en la fabricación de desinfectantes, detergentes, lubricantes, secadores, emulsificadores, resinas plásticas y cubiertas protectoras para la conservación de frutas y verduras, entre otros.

La gran variedad de usos de la jojoba indica su importancia como recurso estratégico, como se le ha declarado en los Estados Unidos de Norteamérica, ya que es un excelente sustituto del aceite espermade ballena, aunque con mayores ventajas sobre éste, por lo que requiere poco o nulo tratamiento para sus uso industrial y sobre todo por su empleo como lubricante de máxima calidad y estabilidad, que lo hace imprescindible en la industria de la más alta tecnología, como es el caso de las naves espaciales.

Producción y comercialización

Tanto la jojoba silvestre como la cultivada presentan diversos períodos de maduración, por lo que se necesitan dos o tres períodos de recolección. Las semillas se cosechan en forma manual y se depositan en bolsas de ixtle o de lona. Un recolector puede obtener hasta 2 kg de semilla en una hora. La producción es variable, ya que por lo común un arbusto de cuatro años de edad produce de 400 a 500 g de semilla, aunque algunos individuos aislados pueden producir hasta 2 kg. El fruto está en condiciones de ser pizcado cuando adquiere un tamaño adecuado y un color amarillento.

Las semillas son sometidas a un proceso de secado y descascado, después de los cuales son separadas por tamaño y almacenadas hasta ser procesadas para la extracción de la cera, proceso que consiste en el molido, prensado, sedimentado y filtración subsecuentes. La cera obtenida puede ser utilizada en crudo o ser sometida a procesos de sulfurización o hidrogenación, de acuerdo con el uso que se le destine.

El material de residuo de la extracción del aceite contiene de 20 a 35% de proteínas, por lo que resulta aceptable para la alimentación del ganado (Parra, 1980:3).

Existen pocos datos confiables acerca de la producción real de semilla de jojoba y los canales de comercialización. Las poblaciones silvestres han representado durante largo tiempo, la única fuente abastecedora de semilla y, según datos proporcionados por Vega (1992:196), la producción obtenida en Sonora en 1978 fue de 220 ton y en Baja California de 147.9 ton; por lo que respecta a 1979, se mencionan 50 y 98.5 ton, respectivamente. Esta producción bastaba para satisfacer los requerimientos del producto. Sin embargo, en las últimas décadas, las demandas se han incrementado de manera importante, debido a la diversificación de sus usos, por lo cual se han desarrollado diversos programas de investigación destinados a lograr la domesticación de esta planta, proceder a su cultivo y así lograr un aumento en la producción.

En México el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (actual INIFAP), a través del Centro de Investigaciones Forestales del Noroeste (CIFNO), estableció dos campos experimentales, uno en Sonora y otro en Baja California Sur, en los cuales se instalaron las primeras huertas piloto de jojoba a nivel comercial. Los resultados obtenidos son alentadores, como puede comprobarse en las estadísticas presentadas por SAGAR (1997 y 1998) y que se presentan en el Cuadro 27.

Como puede observarse, en Baja California Sur el rendimiento casi ha triplicado al de Sonora; sin embargo, en este estado, la superficie destinada al cultivo de la jojoba es mucho mayor, lo cual explica que la producción también lo sea. En el ejido de Todos Santos, Baja California, se han obtenido 211 gr de cera por individuo, mientras que en Sonora la producción es de 40.7 gr en promedio.

En el desierto de Negev, Israel, se ha introducido con éxito el cultivo de jojoba, a la vez, las universidades de California y Arizona, en Estados Unidos, mantienen cultivos experimentales con pruebas de sistemas de riego, tolerancia a sales, efecto de herbicidas y reproducción vegetativa.

Problemática y perspectivas futuras

Desafortunadamente, el aprovechamiento de la jojoba se ha llevado a cabo de una manera anárquica, caótica, sin asesorías ni control de métodos de aprovechamiento ni de comercialización. Los principales problemas se refieren al desconocimiento de los métodos y tiempos adecuados de pizca; a la existencia de intermediarios y acaparadores del producto; al contrabando hacia Estados Unidos, país que acapara la mayor parte de la producción.

La Subsecretaría Forestal y de la Fauna, la Comisión Nacional de Zonas Áridas y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias han tratado, en los últimos 20 años, de establecer las bases para resolver la compleja problemática existente. Han propuesto una organización adecuada, a fin de que sean los verdaderos dueños de este valioso recurso, tanto la semilla como la cera, quienes lo aprovechen, industrialicen y comercialicen en su propio beneficio.

Cuadro 27. Producción de jojoba

Producto	Estado/Año	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Rendimiento ton/ha	Producción ton	Precio medio rural \$/ton	Valor de la producción (miles de \$)
Jojoba	Baja California Sur 1997	19	10	2,100	21	9 000.00	189.00
	Sonora 1997	556	468	0.810	378	12 952.38	4 895.99
	Sonora 1998				217	13 000.00	2 821.00

Fuente: Elaborada por Franco a partir de SAGAR (1997 y 1999).

CONCLUSIÓN

En esta obra se ha tratado de las características, potencial, uso actual y problemática de un grupo muy reducido de recursos forestales de zonas áridas y semiáridas, tomando en cuenta que la flora de dichas zonas está constituida por 6 000 especies descritas, lo cual, desde la perspectiva ecológica, se traduce en un nivel discreto de biodiversidad, debido a que estas especies se distribuyen en más del 50% del territorio nacional. Sin embargo, en contraste, existe una gran cantidad de endemismos, ya que las plantas de estas regiones han tenido que adaptarse a condiciones ambientales muy precarias, hecho que ha originado su evolución de una manera muy particular y su diversificación de una manera excepcional, dando lugar a una flora de características únicas en el mundo.

Sin embargo, hasta el momento actual, han sido objeto de un aprovechamiento marginal que se ha manifestado en la aplicación de estrategias tradicionales para el manejo de sus recursos por parte de las comunidades indígenas y campesinas, que se basan en la explotación de una amplia gama de recursos, así como en el aprovechamiento integral de los mismos, como es el caso de los magueyes y mezquites. Esta forma de apropiación se ha mantenido a través de muchos siglos, resistiendo los impactos de las nuevas tecnologías, que arrasan por completo con las plantas nativas, como es el caso de la “candelilla”, o bien, las explotan con tal intensidad que superan su tasa de regeneración natural o bajo cultivo, como ocurre con los

las especulaciones del mercado. La explotación se ha realizado de una manera anárquica e irracional, sin tomar en cuenta la capacidad de carga ni las tasas y tiempos de regeneración del recurso.

En general, esto obedece a que las políticas económicas consideran a los recursos espontáneos de zonas áridas como subsistemas periféricos, cuya única función es aportar materias primas que son aprovechadas por las industrias y capitales transnacionales, por lo que se ha descuidado su procesamiento óptimo (Challenger, 1998:712). Esto ha ocurrido como resultado de la instalación de grandes centros agrícolas y ganaderos, con técnicas muy avanzadas de manejo, pero que sólo son accesibles a los grandes capitales, aumentando las desigualdades y carencias de las poblaciones locales. En muchas ocasiones estas instalaciones han eliminado la vegetación natural de matorrales xerófilos y de pastizales desérticos.

Los mezquites pueden considerarse como un caso grave de subutilización, dada su abundancia y potencialidad como recurso de uso múltiple, ya que ofrecen toda una gama de posibilidades de aprovechamiento, pese a lo cual su mayor utilidad es como "combustible de los pobres", sin que exista ningún control sobre él.

Otro tanto puede decirse de las plantas productoras de fibras duras, que se obtienen de diversos tipos de palmas o izotes, o bien, de una gran diversidad de magueyes, cuyo aprovechamiento no ha tenido ninguna planeación, lo cual ha ocasionado problemas muy graves, como en el caso del henequén.

En la última década, los nopales han sido objeto de un gran interés, debido a las propiedades medicinales que se les han encontrado, por lo que se les cultiva en diversos sitios, no sólo del país, sino de otros países, como Japón. Sin embargo, aún persiste la carencia de una política racional para controlar su recolección en áreas silvestres, muchas de las cuales han sido devastadas como resultado de una explotación irracional.

Por lo que corresponde a las plantas productoras de ceras de muy alta calidad, como la candelilla y la jojoba, se ha puesto mayor interés en ellas, lo que se ha traducido en la instalación de algunos centros para su cultivo, aunque no dejan de ser materias primas que casi

en su totalidad son comercializadas hacia el extranjero, sobre todo hacia Estados Unidos, país donde se considera a estos productos de gran valor estratégico, debido a sus características físicas.

Lo inhóspito del clima, así como la escasez de investigaciones formales sobre el aprovechamiento integral y sostenible de los recursos vegetales de zonas áridas, hacen que estas últimas no sean atractivas para los posibles inversionistas, lo que se traduce en un fuerte déficit de capitalización, industrialización y creación de nuevas fuentes de trabajo, que obliga a sus habitantes a emigrar en busca de nuevas fuentes de empleo (Cervantes, 1987:121). Las instituciones gubernamentales como la SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, la SAGAR (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural), de la cual depende la CONAZA, la SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) y el INIFAP, no han podido proporcionar los lineamientos adecuados para alcanzar el aprovechamiento racional de los recursos de zonas áridas y semiáridas, debido a los complejos problemas que existen en dichas regiones, de carácter ambiental, social y económico.

No obstante, es un hecho imperativo que, si la vegetación que predomina en el territorio mexicano es la de matorral xerófilo y ésta ofrece una rica y variada gama de recursos maderables, forrajeros, industriales, ornamentales, energéticos, artesanales y medicinales, como se ha demostrado a lo largo de este ensayo, se debe trabajar incansablemente, para tratar de obtener una solución adecuada a la grave y compleja problemática relacionada con los recursos vegetales de zonas áridas, entre los cuales destacan los mezquites, los magueyes, las palmas, los nopales, la candelilla y la jojoba.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre R, J. R. (1983). "Enfoques para el estudio de las actividades agrícolas en el Altiplano Potosino-Zacatecano", *Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México*, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, pp. 105-118.
- Álvarez S., T. y F. de la Chica (1974). "Fauna de México", *El escenario geográfico: recursos naturales*, SEP-INAH, México, pp. 261-264.
- Álvarez S., T. y M. González E. (1987). "Fauna", *Atlas Cultural de México*, SEP-INAH-Grupo Editorial Planeta, México, pp. 67-79.
- Argüelles G., A. (1991). *Explotación del mezquite en San Luis Potosí. Una perspectiva histórica*, Archivo de San Luis Potosí, México, pp. 25-87.
- BANCOMEXT (2000). "Exportación de tequila 1984-1993", *Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos*, Banco de Comercio Exterior, México.
- BANCOMEXT (1993). "Exportación de candelilla", *Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos*, Banco de Comercio Exterior, México.
- Barrientos P., F. (1983). "Nopal y agaves como recursos de las zonas áridas de México", *Recursos agrícolas de zonas áridas de México*, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, pp. 133-143.
- Benassini, O. (1974). "Los recursos hidráulicos de México y su aprovechamiento racional", *El escenario geográfico. Introducción ecológica*, SEP-INAH, México, pp. 178-200.

- Berlanga R., C. A., M. García V. y L. A. González (1992), "Técnicas para el establecimiento y manejo de una plantación de lechuguilla", *Boletín Informativo I*, INEAP, SARH, Saltillo, Coahuila, México.
- Campo Pérez, J. del (1991), *Utilización y comercialización de la candelilla*, INIFAP, SARH, México.
- Castro G., M., G. Olivares, S. Ruelas G., A. López B., R. Espinoza Z. y R. Castro A. (1983), "Uso actual y potencial de los recursos genéticos de las zonas áridas", *Recursos agrícolas de zonas áridas de México*, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, p. 130.
- Cervantes R., M. (1987), *Análisis geográfico de recursos vegetales y faunísticos de México*, tesis de doctorado (Geografía), UNAM, México.
- Cervantes R., M. *et al.* (1990), "Recursos forestales de zonas áridas", cuatro cartas escala 1:8 000 000, *Atlas Nacional de México*, vol. 3, hoja VI.4.2, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- CETENAL (1976), *Manual de materiales didácticos para la enseñanza de la Geografía*, Sistema Nacional de Información, Secretaría de Programación y Presupuesto, México.
- Cobián, F. (2000), "Especulación y falta de planificación. Los costos del boom: tequila caro y escasez de agave", *Proceso*, Semanario de Información y Análisis, núm. 121330, enero de 2000.
- CONABIO (2000), *Los magueyes, plantas de infinitos usos*, <http://www.conabio.gob.mx>.
- CONAPO (1988) en Juárez G., M. del C. y C. Rodríguez A. (1997), "La desigualdad de la población en las zonas áridas de México", *Geografía y Desarrollo*, Revista del Colegio Mexicano de Geógrafos Posgraduados, A. C., núm. 15, México, pp. 82-95.
- CONAZA (1994), *Mezquite. Prosopis sp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México*, Comisión Nacional de las Zonas Áridas, Instituto Nacional de Ecología, México.
- Cruz C., J. A. de la (1994a), *Nopal verdura Opuntia spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México*, CONAZA-INE, México.

- Cruz C., J. A. de la (1994b), *Nopal tunero Opuntia spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México*, CONAZA-INE, México.
- Cruz C., J. A. de la y M. Zapién (1974), *El campo experimental forestal de Zonas Áridas de la Saucedá, Ramos Arizpe, Coahuila. Líneas de investigación y resultados*, INIF, SARH, México, pp. 39-43.
- Cruz C., J. A. de la y J. G. Medina T. (1988), *La lechuguilla. Agave lecheguilla*, Productividad Rural y DIF Coahuila, México.
- Challenger, A. (1998), *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología-UNAM y Agrupación Sierra Madre, S. C., México, pp. 689-713.
- Dávila A., H. (1983), "La distribución del mezquite en México", *Segunda reunión nacional sobre ecología, manejo y domesticación de las plantas útiles del desierto*, Subsecretaría Forestal, INIF, SARH, México.
- Flores D., A. (1974), "Los suelos de la República Mexicana", *El escenario geográfico. Recursos Naturales*, SEP-INAH, México, pp. 34-67.
- Flores, H. y J. Valdés (1988), *Desiertos de Iberoamérica*, Ed. Anaya, Madrid, pp. 5-48.
- Franco González, A. M. (1999), *Legislaciones y planes relacionados con el manejo de recursos hidráulicos en México*, tesis de licenciatura en Geografía, Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, pp. 174-179.
- García A., E. (1998), *Los climas de México*, Ed. Sistemas de Información Geográfica, S. A., México, pp. 1-16.
- García A., E. (1988), *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, México*.
- García C., F. (1978), "Marco geográfico de la desertificación en México", *La desertificación en México, Instituto de Investigación de Zonas Desérticas*, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, p. 35.
- García M., A. (1998), *Con sabor a maguey*, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 3-48.

- Garza E., F. de la, C. A. Berlanga R. y F. J. Tovar (1992), *Guía para el establecimiento de plantaciones de candelilla*, Folleto Divulgativo No. 2, INE, SARH, México, pp. 2-4.
- Gómez L., F., J. Signoret P. y C. Abuín M. (1970), *Mezquites y huizaches*, IMNR, México, pp. 10-15.
- Gómez Pompa, A. (1985), *Los recursos bióticos de México. Reflexiones*, Alambra Mexicana, México.
- González M., F. (s/f), *La vegetación de Tamaulipas*, Instituto Tamaulipeco de Bellas Artes, Gobierno del Estado de Tamaulipas, México, p. 31.
- Granados S., D. (1998), *Los agaves en México*, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México.
- Gutiérrez de MacGregor, M. T. y R. Valdés Q. (1997), "Zonas áridas de México: cambios en el crecimiento de la población urbana y en su distribución de 1900 a 1990", *Geografía y Desarrollo*, Revista del Colegio Mexicano de Geógrafos Posgraduados, A. C., núm. 15, México, pp. 67-68.
- Hernández C., M. E. y E. García (1997), "Condiciones climáticas en las zonas áridas de México", *Geografía y Desarrollo*, Revista del Colegio Mexicano de Geógrafos Posgraduados, A. C., núm. 15, México, pp. 5-15.
- Hernández S., L., C. González R. y F. González M. (1991), "Plantas útiles de Tamaulipas, México", *Anales del Instituto de Biología*, Serie Botánica 62(1), UNAM, México, pp. 1-38.
- Hernández X., E. (1964), "Los pastos y pastizales", *Las zonas áridas del centro y norte de México y el aprovechamiento de sus recursos*, IMRN, A. C., pp. 114-130.
- IN (2000), Palacio Prieto, J. L., G. Bocco, A. Velázquez *et al.*, "La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del inventario Forestal Nacional 2000", Nota Técnica, *Investigaciones Geográficas*, Boletín, núm. 43, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 183-203.
- INEGI (1991), *VII Censo Agropecuario*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, p. 77.

- INEGI (2000a). *Estadísticas del medio ambiente 2000*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI (2000b). "Producto de la elaboración de mezcales", *Encuesta Industrial Mensual: febrero, marzo y abril de 2000*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- Jaramillo, V., V. (1994). *Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México*, COTECOA, Subsría. de Ganadería, SARH, México.
- Juárez Gutiérrez, M. del C. y C. Rodríguez A. (1997), "La desigualdad de la población en las zonas áridas de México", *Geografía y Desarrollo*. Revista del Colegio Mexicano de Geógrafos Posgraduados, A. C., núm. 15, México, pp. 82-95.
- Maldonado A., L. J. (1983), "La investigación en candelilla", *Segunda reunión nacional sobre ecología, manejo y domesticación de las plantas útiles del desierto*, Subsecretaría Forestal, INIF, México, pp. 11-14.
- Marroquín, J. S., G. Borja L., R. Velázquez C. y J. A. de la Cruz (1981). *Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México*, INIF, SARH, México.
- Matuda, E. e I. Piña L. (1980). *Las plantas mexicanas del género Yucca*, Colección Miscelánea Estado de México, Gobierno del Estado de México-FONAPAS, México.
- México Desconocido (1999), *Informe Cámara Nacional de la Industria del Mezcal*, <http://www.mexicodesconocido.com.mx/bebidas/bbdanals/htm>.
- Miranda, F. (1942). "Notas generales sobre la vegetación del suroeste de Puebla", Estudios sobre la vegetación de México III, *Anales del Instituto de Biología*, núm. 13, UNAM, México, pp. 23-60.
- Miranda, F. y E. Hernández X. (1963), "Los tipos de vegetación de México y su clasificación", *Boletín Soc. Bot. de México*, núm. 28, pp. 29-179.
- Miranda, F. y E. Hernández X. (1964), "Fisiografía y vegetación", *Las zonas áridas del centro y noreste de México*, Instituto de Recursos Naturales Renovables, A. C., México, pp. 1-28.

- Mosiño A., P. A. (1983), "Climatología de las zonas áridas y semiáridas de México", *Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México*, Memoria de Simposio, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, pp. 9-38.
- Oropeza Orozco, O. y G. Alfaro S. (1997), "Vulnerabilidad global de las zonas áridas a la desertificación", *Geografía y Desarrollo*, Revista del Colegio Mexicano de Geógrafos Posgraduados, A. C., núm. 15, México, pp. 30-31.
- Ortiz A., M. I. y H. Cea (1997), "Zonas áridas de México. Distribución espacial de la población en 1990", *Geografía y Desarrollo*, Revista del Colegio Mexicano de Geógrafos Posgraduados, A. C., núm. 15, México, pp. 57-61.
- Pando G., M. (1983), "La palmilla un recurso forestal no maderable", *Segunda reunión nacional sobre ecología, manejo y domesticación de las plantas útiles del desierto*, Publicación especial, núm. 43, INIF, Subsecretaría Forestal, SARH, México.
- Parra H., H. (1980), "Descripción y usos de la jojoba", *La jojoba*, Subsecretaría Forestal y de la Fauna, SARH, México, pp. 1-5.
- Ramírez, J. (2000), *Los magueyes, plantas de infinitos usos*, <http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas/agave.htm>, CONABIO, México.
- Roberts, N. C. (1989), *Baja California. Plant fiend guide*, Natural History Publishing Co., La Jolla, Cal., EUA, pp. 143, 144 y 213.
- Rojas, F. (1983), "Industrialización y comercialización de la Yuca (Palma china)", *Segunda reunión nacional sobre ecología, manejo y domesticación de las plantas útiles del desierto*, Publicación especial, núm. 43, INIF, Subsecretaría Forestal, SARH, México.
- Romahn de la V., C. F. (1992), *Principales productos forestales no maderables de México*, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, pp. 164-196.
- Rzedowski, J. (1978), *Vegetación de México*, LIMUSA, México, pp. 189-261.
- Rzedowski, J. (1988), "Análisis de la distribución geográfica del Complejo Prosopis en Norteamérica", *Acta Botánica Mexicana*, núm. 3, México, pp. 7-19.

- Rzedowski, J. y R. McVaugh (1966), *La vegetación de Nueva Galicia*, Contr. Univ. Mich. Herb. 9:1-23.
- SAGAR (1997, 1998 y 1999), *Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*, Estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, México.
- SARH (1992), *Superficie en explotación del nopal verdura*, Delegaciones de la SARH, México.
- Sánchez Crispín, A. (1997), "Distribución y evolución de la producción minera en las zonas áridas de México: una perspectiva geográfico-económica", *Geografía y Desarrollo*, Revista del Colegio Mexicano de Geógrafos Posgraduados, A. C., núm. 15, México, pp. 127-148.
- SEMARNAP (1995), "Productos forestales no maderables", *Acciones estratégicas para el fomento de la producción de productos forestales no maderables*, Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, México.
- SEMARNAP (1997), *Anuario estadístico forestal*, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, p. 104.
- Villanueva D., J. A. R. Hernández y J. A. Ramírez G. (2000), "Mesquite: a multipurpose species in two locations of San Luis Potosí, Mexico", *Conference on Land Stewardship in the XXI Century. The Contribution of Watershed Management*, Tucson, Arizona, mimeografiado, s.n.p.
- Villarreal Q., J. A. y J. Valdés R. (1993), "Vegetación de Coahuila", *Manejo de pastizales*, vol. 6, núm. 1, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila, México, pp. 9-13.

OBRAS PUBLICADAS
DENTRO DE LA COLECCIÓN

I. Textos Monográficos

1. Historia y Geografía

1. *Europa y el urbanismo neoclásico en la Ciudad de México. Antecedentes y esplendores*
Federico Fernández Christlieb
2. *México a través de los mapas*
Héctor Mendoza Vargas (coord.)
3. *La Geografía, arma científica para la defensa del territorio*
Luz Ma. O. Tamayo P. de Ham
4. *Cartografía de las divisiones territoriales de México, 1519-2000*
Áurea Commons

3. Sociedad

1. *Aspectos sociales de la población en México: educación y cultura*
Lilia Susana Padilla y Sotelo

4. Urbanización

1. *El clima de la Ciudad de México*
Ernesto Jáuregui Ostos
2. *Geohistoria de la Ciudad de México (siglo XVI a XIX)*
María Teresa Gutiérrez de MacGregor
y Jorge González Sánchez

5. Economía

1. *La ganadería en México*
Gregorio Villegas Durán et al.
2. *La minería en México, geografía, historia, economía y medio ambiente*
Atlántida Coll-Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar y Josefina Morales

6. Medio ambiente

1. *Los ciclones tropicales de México*
María Engracia Hernández Cerda (coord.)

7. Relaciones Internacionales

1. *Las relaciones diplomáticas de México*
Mercedes Pereña-García

9. Las costas y los mares de México

1. *Características físico-químicas de los mares de México*
Guadalupe de la Lanza Espino

II. Textos de Carácter General

1. *México: una visión geográfica*
Atlántida Coll-Hurtado

III. Métodos y Técnicas

1. *Los mares mexicanos a través de la percepción remota*
Raúl Aguirre Gómez
2. *El paisaje en el ámbito de la Geografía*
Arturo García Romero y Julio Muñoz Jiménez

*PLANTAS DE IMPORTANCIA
ECONÓMICA EN LAS ZONAS ÁRIDAS
Y SEMIÁRIDAS DE MÉXICO*

Se terminó de imprimir en le mes
de Diciembre del 2002, en los talleres de
Punto Gráfico, Calle Tejocotes 175-3,
Col. Del Valle. Tiraje de 500 ejemplares

TEMAS SELECTOS DE GEOGRAFÍA DE MÉXICO

Coordinación General

Dr. José Luis Palacio Prieto
Dra. Ma. Teresa Sánchez Salazar

Secciones:

I. Textos monográficos

Dra. Atlántida Coll-Hurtado

1. Historia y Geografía
Dr. José Omar Moncada Maya
2. Naturaleza
Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez
3. Sociedad
Dra. Ma. Inés Ortiz Álvarez
4. Urbanización
Dr. Javier Delgado Campos
5. Economía
Dra. Atlántida Coll-Hurtado
6. Medio Ambiente
Mtra. Oralia Oropeza Orozco
7. Relaciones Internacionales
Dra. Atlántida Coll-Hurtado
8. La Cuenca de México
Dr. José Lugo Hubp
9. Costas y Mares
Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez

II. Textos de carácter general

Dra. Ma. Teresa Sánchez Salazar

III. Métodos y técnicas

Dr. José Luis Palacio Prieto

Redactor cartográfico

Lic. Ma. del Consuelo Gómez Escobar

La diversidad florística de las comunidades arbustivas de las zonas áridas y semiáridas del país ofrece un enorme caudal potencial de recursos naturales considerados como forestales, susceptibles de ser aprovechados de manera racional y sostenible, para contribuir al mejoramiento de los niveles de vida del sector rural, en particular, ya que ofrecen múltiples alternativas de utilización como recursos maderables, alimenticios, forrajeros, industriales, energéticos, ornamentales, artesanales y medicinales. En este trabajo se seleccionaron los mezquites, como recurso de uso múltiple; los magueyes y afines, como productores de fibras y bebidas fermentadas (pulque) o destiladas (mezcal, tequila, etc.); los nopales, recurso de gran versatilidad (fruta, verdura o forraje); y, como plantas productoras de ceras de alta calidad, se presentan la candelilla y la jojoba.

Se analizan los parámetros físicos que controlan su distribución geográfica y las diversas formas de apropiación de estos recursos forestales por parte de la población de zonas áridas y semiáridas; su importancia económica, problemática actual y perspectivas futuras.



ISBN 970-32-0182-2

