

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS: COLEGIO DE GEOGRAFIA

LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DE LAS ZONAS ARIDAS DE MEXICO

M e r c e d e s P e r e ñ a G i l i

Trabajo que presenta para optar al título de licenciado en Geografía con examen de conocimientos básicos.

Mayo de 1973

2147 121



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## I. INTRODUCCION

Uno de los problemas más graves que enfrenta México es el - del aumento constante de sus zonas secas. Este incremento en la aridez se debe, en gran parte, a la utilización irracional y absurda de los recursos por parte de la población. La tala inmoderada; el abuso en la explotación de esquilmos; el que no se lleven a cabo las - más simples normas de reforestación; los incendios, intencionales o no; el sobrepastoreo, ocasionan la pérdida definitiva de la cubierta vegetal de muchas zonas del país.

Por ley natural entran en acción los agentes modeladores, el agua y el viento principalmente, y esas áreas desprovistas de vegetación se erosionan a gran velocidad. Los abarrancamientos y las cárcavas, el escurrimiento y el viento se llevan los suelos y dejan que aflore la roca madre.

La regeneración de las áreas erosionadas implica, básicamente, muchos años de labor intensa apoyada con una fuerte inversión de capitales y de técnica que nuestro país, en el momento actual no lle va a cabo.

Por otra parte, el problema parece que se irá agudizando en el futuro inmediato ya que el aumento demográfico explosivo presiona las escasas tierras cultivables y, mediante técnicas tan primitivas como es la de roza, abren nuevas zonas a la erosión, a la aridez.

El estudio de los recursos naturales, tanto los renovables - como los agotables de las zonas áridas ayudará al conocimiento y a - la evaluación del potencial real que presentan esas zonas.

Es necesario que ese estudio sea interdisciplinario y sea en focado por especialistas para así lograr una mejor visión del conjunto.

Este trabajo sólo pretende cumplir un cometido: el de dar -

una imagen de la distribución y de las características básicas de los 4 elementos fundamentales de los Recursos Naturales Renovables: el agua, el suelo, la vegetación y la fauna. Se incluye además una bibliografía mínima de obras relacionadas con el tema.



Colinas intensamente denudadas, sin una cubierta vegetal continua.

## II. DELIMITACION DE LAS ZONAS ARIDAS

El concepto y, por lo tanto, la extensión de las zonas áridas en México, pueden variar según el punto de vista que se tome en cuenta.

Un punto de vista importante es el que se basa en la distribución de la vegetación espontánea la cual indica, en forma bastante adecuada, la extensión geográfica de las zonas áridas. Esta superficie coincide lógicamente con las áreas de baja precipitación pluvial aunque también puede considerarse la influencia de otros factores como son los suelos existentes en estas regiones puesto que tienen una íntima relación con la cubierta vegetal que soportan.

Un aspecto que puede también tomarse en cuenta es el rendimiento agrícola de las regiones áridas y semiáridas en las que la agricultura es aleatoria y, por lo mismo, se pierden las cosechas de cereales aproximadamente en un 50% de los años por falta de lluvia en cantidad suficiente. En algunas regiones áridas la agricultura sólo es posible mediante el riego.

Ahora bien, en realidad el punto de vista más importante para delimitar las zonas áridas es el climatológico porque ofrece datos más reales. Aunque existen diversos criterios climatológicos para definir las zonas áridas, todos coinciden en tomar en cuenta, como factor

primordial, la precipitación que cae en esas áreas al año.

Entre esos criterios, caben mencionar los desarrollados por Koeppen (1948) y, ya para el caso concreto de México, los de E. García (1964) y de Soto-Jáuregui (1965).

Koeppen basa su clasificación de climas secos, B, según la altura anual de lluvia considerando que una lluvia menor a 250 mm da lugar a un clima seco desértico, BW, y que una precipitación entre 250 y 500 mm corresponde a un clima seco estepario, BS. Por otra parte, se pueden originar variaciones en la diferenciación entre desértico y estepario según la época del año en la cual se produzcan las precipitaciones: se acentúa la aridez cuando la lluvia es en verano a causa de la mayor evaporación debida a las altas temperaturas de la estación.

De acuerdo con esta clasificación, en la República Mexicana los tipos de clima seco se localizan en la región montañosa comprendida entre los paralelos de 16° y 19° N. y los meridianos de 95° y 98° W, aproximadamente, en donde predominan los climas de tipo estepario con vegetación xerófila, calientes y templados, con manchones de clima templado lluvioso en verano. En la región oriental del altiplano se encuentra una gran zona de clima estepario caliente y hacia el centro de clima estepario frío, ambas con lluvia en verano.

En el altiplano del norte predomina el clima desértico con lluvia en verano y con temperatura media anual superior a 18°C; esta zona se encuentra rodeada por el este, el sur y el oeste por clima predominante estepario caliente en la porción sur y suroriental, y estepario frío en las porciones oriental, norte y occidental.

A partir de la sierra de Chihuahua, húmeda, descendiendo hacia la costa del Golfo de California se encuentra una zona de clima estepario caliente con lluvia en verano, y en la zona costera una ancha fa

ja de clima desértico caliente con lluvia escasa en verano.

En toda la península de Baja California predomina este mismo tipo de clima excepto en el extremo sur, templado con lluvia en verano y en el noroeste templado con lluvia en invierno.

En la costa noroeste de la península de Yucatán se encuentra una zona de clima seco estepario, muy caliente con lluvia irregular e isoterma.

Enriqueta García ha realizado una serie de estudios para adaptar la clasificación climática de Koeppen a las condiciones particulares de la República Mexicana, basándose en las condiciones de precipitación del país.

Para ello toma en cuenta los siguientes aspectos:

1) Considera la distribución de la precipitación en la temporada más lluviosa y de acuerdo con ello hace la primera clasificación de climas.

La mayor parte del país tiene régimen de lluvia en verano, excepto el extremo noroeste que tiene lluvia en invierno; las porciones noreste, norte central así como la parte norte de la península de Yucatán que tienen lluvia uniformemente repartida y la porción de las montañas del norte de Chihuahua y partes de la Sierra Madre Oriental que tiene abundante precipitación durante todo el año.

2) Considera el porcentaje de lluvia invernal que permite que se puedan trazar zonas con determinado régimen.

3) Considera el total de la precipitación en el año para determinar por medio de las fórmulas de Koeppen modificadas por ella las condiciones de humedad o de sequía.

De acuerdo con el criterio presentado por E. García, en México - los climas muy secos se encuentran en la parte norte de la altiplanicie mexicana a altitudes menores de 1500 m, o sea la región de los bolsones, en donde por el carácter seco continental de los vientos - dominantes y la poca elevación del relieve local, la precipitación - es muy escasa; en la llanura costera del Pacífico al norte del paralelo 25° N desde el nivel del mar hasta una altitud de unos 50 m en la parte sur y hasta unos 600 m en la parte norte y en las zonas litorales de la península de Baja California exceptuando el extremo - noroeste.

Los climas secos se encuentran en las siguientes zonas: bordeando a los muy secos sobre las laderas interiores de las sierras - que limitan a la parte norte de la altiplanicie mexicana, en donde - lo elevado del relieve facilita el enfriamiento del aire y la producción de mayor cantidad de lluvia que en las partes bajas; en las pequeñas sierras aisladas de altitud mayor de 1500 m que interrumpen - la continuidad de la parte norte de la altiplanicie mexicana; en el declive oeste de la Sierra Madre Occidental al norte del paralelo de 25° N desde una altitud de 50 m hasta una de 1500 m en la parte sur y desde una de 500 m hasta una de 1500 m en la parte norte; desde el nivel del mar hasta unos 900 m de altitud en el extremo noroeste de la península de Baja California; en las partes más elevadas de las - sierras que recorren a la península de Baja California al sur del paralelo de 30° N; en los valle situados en la parte sur de la altiplanicie mexicana que no se encuentran expuestos a la influencia de vientos húmedos; en algunas cuencas cerradas situadas sobre el sistema - volcánico transversal como son la cuenca de Sayula, la parte norte - del valle de México, los llanós de Apan y los llanos de San Juan. También se consideran de clima seco la parte más baja de la depresión -



del Balsas en donde el calor excesivo y la poca precipitación originan condiciones de sequía; los valles del curso alto de los ríos que se originan en la zona de unión de la Sierra Madre del Sur con la Sierra Madre Oriental,; el extremo noroeste de la península de Yucatán y la porción de la llanura costera del Golfo de México situada al norte del Trópico de Cáncer.

El tercer criterio para determinar el índice de aridez y su localización es el adoptado por Consuelo Soto y Ernesto Jáuregui que se basan en la fórmula de Emberger, modificada por Stretta y Mosiño con el objeto de adaptarla a las condiciones climáticas de México.

Los datos que se utilizan son: el promedio de las temperaturas máximas extremas, el promedio de las temperaturas mínimas extremas y el promedio de las precipitaciones anuales.

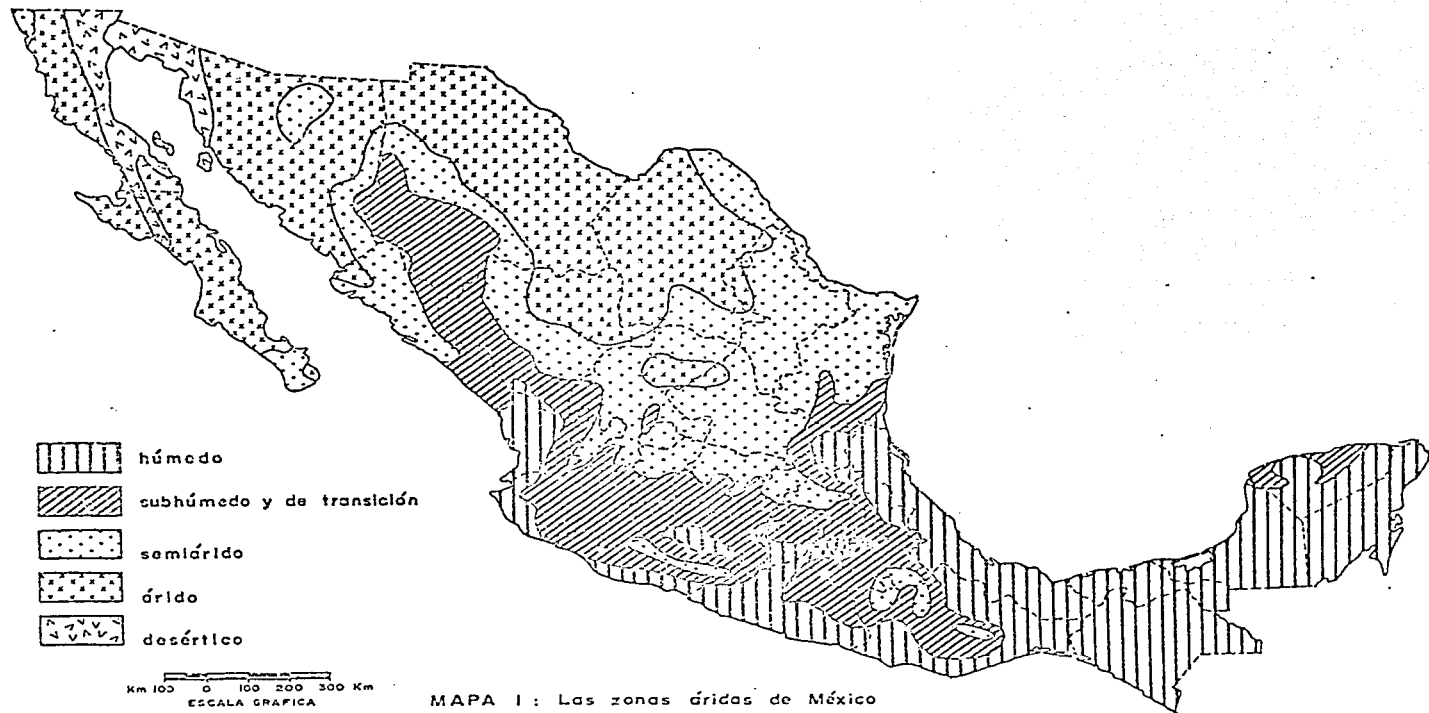
La fórmula de Stretta y Mosiño para obtener el índice de aridez es la siguiente:

$$I_a = \frac{(T_m + 45) (T_M - T_m)^2}{100 P} \quad \text{en donde:}$$

- P = precipitación media anual
- T<sub>M</sub> = temperatura máxima promedio del mes más caluroso
- T<sub>m</sub> = temperatura mínima promedio del mes más frío
- 45 = es un valor que se añadió con el objeto de hacerla abarcar todas las posibilidades de la gama climática de la República Mexicana.

La localización de las zonas áridas de México según este índice de aridez, es la siguiente (mapa 1):

El clima desértico queda circunscrito a la porción noroeste de Sonora y a una faja que corre longitudinal por el centro y oriente del estado de Baja California donde el índice tiene valores de 500 a 1500.



MAPA I: Las zonas áridas de México

El clima árido abarca casi todo el resto de la península excepto el extremo noroeste del estado que tiene clima semiárido.

De los estados del norte del país el clima árido abarca casi todo Coahuila excepto la región extrema sur de Saltillo y Parras; la mitad oriente y norte de Chihuahua y casi todo Sonora con excepción de la región montañosa y piemontana.

Rodeando la zona árida, el clima semiárido abarca el centro y norte de Tamaulipas, todo Nuevo León, casi todo San Luis Potosí, excepto en la porción oriental, y gran parte de los estados de Zacatecas y Durango. El clima semiárido penetra en parte de los estados de Querétaro e Hidalgo y en la región norte de Guanajuato y Jalisco.

El índice detecta también las zonas semiáridas de las depresiones del río Balsas y del río Tepalcatepec; así como una porción de la alta mixteca oaxaqueño-poblana.

Resulta curioso notar que el índice de aridez no da los valores de semiaridez que deberían aparecer en la faja costera del norte de la península de Yucatán. La causa parece ser la poca amplitud térmica que ahí prevalece.

El presente trabajo está basado en esta delimitación de las zonas áridas puesto que la utilización de un índice de aridez basado tanto en las temperaturas máximas y mínimas extremas, como en los valores de la precipitación, permite suponer una mayor exactitud en la distribución de estas áreas.

### III. LOS RECURSOS NATURALES DE LAS ZONAS

#### ARIDAS

Las condiciones precarias del medio ecológico de las zonas áridas determinan las características fundamentales de sus recursos naturales renovables. Entre éstos, los más importantes son: el agua, el suelo, la vegetación y la fauna.

#### Características del recurso agua:

De los recursos naturales renovables de las zonas áridas y semi-áridas de México, el más importante es el agua. Las reservas aprovechables de este líquido determinan la potencialidad productiva de los suelos así como la producción y reproducción de la fauna y de la flora.

Los principales factores que caracterizan la hidrografía de la República Mexicana son la situación geográfica del país y la complicada morfología de su territorio. Debido a que estos dos factores ya han sido analizados en capítulos anteriores, solamente se indicará brevemente su relación con la hidrografía. La situación geográfica es la que determina las características climáticas del país y, por tanto, el tipo, cantidad, frecuencia y época en donde se producen las precipitaciones. El relieve es importante desde el punto de vista de la hidrografía ya que al modificar los climas, afecta a las precipitaciones, originando la formación de cuencas exorreicas y endorreicas, la proximidad de las cordilleras a las costas determina que los ríos sean en general de corta longitud, de reducida cuenca y de fuerte pendiente; el relieve también influye en la infiltración de las aguas subterráneas que afloran más lejos, en el altiplano, por ejemplo.

En las zonas en donde el agua superficial es escasa, los depósitos subterráneos presentan una buena solución al problema. El sub-

suelo constituye un depósito natural de agua, mejor y mucho más grande que el logrado por las obras de ingeniería hechas para el almacenamiento de las aguas en la superficie. La importancia del agua del subsuelo es notable en México donde gran parte del territorio carece de aguas superficiales aprovechables debido a su régimen de lluvias.

Teniendo en cuenta que la mayor parte del agua del subsuelo proviene de la infiltración de las aguas superficiales y que éstas proceden de la precipitación, es lógico suponer que donde hay más precipitación, la infiltración será mayor, aunque es importante tomar en cuenta otros factores, como son las características de las formaciones geológicas, de la vegetación y del suelo.

Cuando se inicia una lluvia, la precipitación humedece, en los primeros momentos, la superficie de la tierra y escurre muy pequeño porcentaje. Una vez que se ha saturado la capa superficial, el escurrimiento aumenta rápidamente. Por eso se considera en hidrología que una lluvia aislada o inicial de menos de 25 mm se infiltra en su totalidad; parte de esa humedad se evapora posteriormente, sin producir escurrimiento. En las regiones donde la precipitación anual es de 100 mm generalmente no hay escurrimiento, salvo cuando se presentan aguaceros intensos superiores a 25 mm; tal ocurre en Baja California y en la altiplanicie septentrional donde la precipitación total anual registrada, a veces se presenta en sólo dos o tres lluvias que, cuando son intensas, producen escurrimientos temporales que ocasionan una profunda erosión en la superficie afectada.

Por otra parte, el encharcamiento temporal trae como consecuencia una intensa evaporación; así, las lagunas, charcos, corrientes o remansos en los ríos y arroyos pronto pierden su nivel, hasta desaparecer en corto tiempo. Es por eso que se considera adecuada la construcción de represas o presas que determinen los puntos

de infiltración para captura del agua en los acuíferos del subsuelo.

Los acuíferos subterráneos se dividen en dos tipos: los de edad reciente o subreciente, formados por detritos que rellenan los valles intermontanos y que son susceptibles de aprovecharse localmente para obras de pequeña irrigación y para su utilización en abrevaderos para ganado. En segundo lugar, están los acuíferos de edad geológica antigua, de origen marino o continental, pero que por las distorsiones que han sufrido afloran, a veces, a niveles más altos que el de los valles intermontanos.

Por lo que se refiere a la Geohidrología, la fisiografía es importante porque según sea la forma del terreno el agua tendrá mayor o menor oportunidad de infiltrarse así como de seguir una cierta trayectoria. Así, en una región montañosa la pendiente del terreno dará más facilidad al agua para escurrir que para infiltrarse y, por otra parte, el agua que llegue a la zona de saturación tendrá un movimiento hacia las zonas más bajas o a regiones que por tener una pendiente menor faciliten la acumulación del agua. Esta puede salir en forma de manantial en las laderas de las montañas, lo cual es muy frecuente; en cambio en una zona más o menos plana el agua tendrá mayor oportunidad de infiltrarse, asimismo es más probable encontrar depósitos mayores de agua subterránea ya que ahí se tiene el agua infiltrada de la lluvia de la región y parte del agua que se desaloja de regiones montañosas vecinas.

Las características geológicas de las formaciones rocosas determinan si el agua puede pasar o no al subsuelo. Hay dos propiedades que son definitivas para poder constituir buenos acuíferos y son: la porosidad y la permeabilidad.

La porosidad es la particularidad que tienen las rocas de contener intersticios. La permeabilidad es la facilidad que tienen las -

rocas para dejar pasar el agua a través de sus intersticios. Se han diferenciado dos clases de permeabilidad, la permeabilidad continua o en pequeño, que es aquella que se presenta cuando los poros e intersticios están comunicados entre sí, y la permeabilidad localizada o en grande que se presenta cuando el agua se infiltra a través de fisuras y grietas de las rocas.

Se ha visto que las rocas sedimentarias son las más apropiadas para ser buenos acuíferos, puesto que tienen más permeabilidad, o sea son las de mayor valor geohidrológico.

Entre las rocas ígneas las extrusivas son las más permeables, como los derrames de lava que contienen cavernas y los basaltos que son bastante porosos.

Son rocas impermeables las ígneas intrusivas, las metamórficas y en general las sedimentarias antiguas.

Las rocas sedimentarias ocupan gran parte del país: una gran extensión de la Sierra Madre Occidental, casi la totalidad de la Altiplanicie Mexicana, parte de la Sierra Madre Oriental y desde luego la Sierra Volcánica Transversal. También se encuentran en la parte sur de Oaxaca, en parte de la depresión del Balsas y en pequeñas regiones de las Sierras Septentrionales de Chiapas y en algunas zonas de las sierras de Baja California.

La hidrología de las zonas áridas y semiáridas de la República está controlada por los factores porosidad y permeabilidad que en la parte oriental y norte-central existen en rocas sedimentarias, a veces de origen arrecifal y a veces fracturadas, que forman los marcos de los valles y los bolsones.

En los bolsones la porosidad y permeabilidad existe en depósitos aluviales constituidos por detritus derivados de las montañas y se estima que los grandes y extensos depósitos de este material aluvial

constituyen receptáculos con grandes reservas de agua dulce en los valles.

La vegetación es otro de los factores que influyen en la infiltración y que por lo tanto contribuye al incremento del agua subterránea. Estrechamente relacionado con la vegetación se encuentra el suelo, ya que las raíces de las plantas y los animales propios del suelo, lo horadan haciéndolo más poroso y dándole así oportunidad al agua para pasar a través de él.

Las características principales de la hidrología de las zonas áridas de México son las siguientes:

En la zona norte de la península de Baja California, debido a la estructura geológica de la región, la posibilidad de existencia de grandes reservas de agua subterránea son escasas, excepto en la región costera del Pacífico en donde existen algunas corrientes superficiales y el agua es más fácilmente absorbida, no obstante, la realimentación de los acuíferos existentes en la región se lleva a cabo muy lentamente, ya que la lluvia es escasa. Por otra parte, dado que se trata de una región de vulcanismo, existen manantiales termales.

En la zona central de la península de Baja California es donde se encuentran las mejores condiciones geohidrológicas de la península. Las sierras volcánicas, material ígneo extrusivo, actúan como regiones alimentadoras de los acuíferos de la costa occidental. Al mismo tiempo se encuentran las llanuras formadas por terrenos sedimentarios que absorben el agua con facilidad.

Por el contrario, en la zona sur de la península la mayor parte de la región está formada por material ígneo intrusivo y, por lo tanto, es poco permeable y poco propicio para el almacenamiento del agua en el subsuelo; sin embargo, las poblaciones aquí localizadas



se abastecen de ella. La lluvia es más abundante aquí que en el resto de la península.

Las formaciones geológicas de la altiplanicie del norte y de la llanura de la costa noroeste del Pacífico son sedimentarias y se trata con frecuencia de terrenos aluviales que han sido depositados por corrientes superficiales, pero a pesar de ello se encuentran algunos estratos impermeables, debido a que las rocas que los componen están cementadas o muy consolidadas.

La lluvia es bastante escasa por lo que se puede considerar que la mayor parte del agua subterránea corresponde a mantos que proceden de regiones de mayor altitud, y por lo mismo de una precipitación más abundante, que actúan como zonas de recarga.

Al noreste de la Altiplanicie Mexicana se encuentran rocas sedimentarias, principalmente calizas de gran valor geohidrológico, puesto que la lluvia es suficiente y el agua infiltrada en la Sierra Madre Oriental fluye hacia la llanura costera del Golfo de México y en pequeña proporción a la Altiplanicie.

En la región de la depresión del Balsas - Tepalcatepec la lluvia es mayor a medida que se asciende a las partes más altas de la cuenca y además son diversas las formaciones geológicas que la ocupan. - Esta región tiene el agua procedente del declive sur del Sistema Volcánico Transversal y en menor proporción la proveniente de la Sierra Madre del Sur, además de la infiltración del río que corre en esta región.

Las posibilidades de agua subterránea en esta zona, dada la constitución geológica del terreno, son buenas en algunos lugares y malas en otros.

El medio seguro en la búsqueda de aguas subterráneas es el conocimiento estructural de la litósfera en la zona que se desee perforar; para ésto se cuenta con métodos modernos de investigación, algu

nos de ellos son los geofísicos, los geológicos y la interpretación de fotografías aéreas. Una vez conocida la región se puede proceder, si conviene, a la excavación.

Comunmente la extracción de agua subterránea se hace por medio de pozos que son desde muy simples, hasta los construidos con maquinaria moderna y cuya profundidad puede ser de unos cuantos metros hasta varios cientos de metros. Sin embargo, existen otras formas de alumbramiento, como por ejemplo, los famosos canales subterráneos (kanats) construidos en las zonas áridas del Viejo Mundo, las galerías filtrantes, etc.

La extracción artificial del agua subterránea puede llevar al agotamiento de los receptáculos naturales, por lo que son necesarias medidas de protección y conservación.

Dentro de la protección entra la explotación racional de este recurso y en la conservación, los procedimientos para incrementar las reservas de agua subterránea tales como la construcción de pozos de recarga, en los que el agua se mueve en dirección opuesta a los pozos ordinarios, con objeto de depositar el agua en un manto permeable y así aumentar el caudal de dichas reservas; también hay las planicies de inundación en las que el agua se infiltra y va a enriquecer el manto freático. Entre los métodos naturales que ayudan a la conservación del agua subterránea, está el mantener, donde se pueda, una cubierta vegetal con objeto de incrementar la infiltración, esto se refiere también al cuidado del suelo ya que sin él no hay vegetación.

Además del agua subterránea, en las zonas áridas también se cuenta con algunos ríos. Entre éstos destacan los siguientes:

En Baja California numerosas corrientes no llegan al mar y se pierden en los áridos arenales; sólo tienen agua durante las ocasio-

nales tormentas que ocasionan crecientes intensas pero de cortísima duración; sus cauces se encuentran obstruídos por enormes acumulaciones de aluviones que las aguas arrastran, pero que, por la corta duración del escurrimiento, no son capaces de evacuar. Puede decirse que en la península de Baja California no hay ríos, sino torrentes - que descargan directamente al mar sin formar redes hidrológicas importantes.

Todas las corrientes de la península son de escasa importancia y sólo merece especial atención el río Tijuana por su carácter internacional. Corresponde a la vertiente occidental y se forma por dos afluentes: el llamado río de Las Palmas que nace en México y el río del Alamar que se origina en los Estados Unidos. Por lo eventual de sus lluvias, el régimen fluvial es completamente irregular, se presentan largos períodos en que el cauce se mantiene seco y, sin embargo, tiene crecientes de 2000 m<sup>3</sup>/seg.

En el extremo sur se encuentra el río San José del Cabo y es quizá la corriente más destacada de toda la península.

En la vertiente del Pacífico, exceptuando el río Colorado, en el litoral continental occidental la característica de curso bajo amplio se observa también en el estado de Sonora. Los ríos Concepción, Sonora, Guaymas, Yaqui y Cocoraquí no llegan a desaguar en el Golfo de California, sino en ocasión de avenidas extraordinarias y siguen diversos cauces con apariencia déltica.

Estos ríos que tienen su origen en los valles intermontanos de la Sierra Madre Occidental corren en la parte superior y media de sus cuencas por cañones muy estrechos de paredes muy inclinadas.

El aprovechamiento de estos ríos para el riego sólo puede hacerse en los cursos medio y superior en las estrechas vegas situadas a uno y otro lado del río en el fondo de los cañones. Obras de aprove

chamiento muy importantes han sido construídas para regar principalmente la parte baja de las cuencas.

El río Colorado nace en Estados Unidos en una serie de pequeños lagos alimentados por deshielos, tiene varios afluentes y constituye límite internacional entre México y Estados Unidos. La porción mexicana de esta cuenca se encuentra localizada en el delta del Colorado, así que la influencia en el escurrimiento y en la distribución de sus aguas es muy reducida.

La cuenca del río Concepción puede considerarse como una transición entre las condiciones que se observan en el desierto de Altar, en el que practicamente no hay drenaje definido y las condiciones normales en que los arroyos y las corrientes principales tienen cauces bien definidos, estables y aseguran el drenaje de las aguas hasta el mar.

Esta corriente no llega al mar, sino que muere en los arenales del litoral.

El río Sonora tiene una amplia cuenca que se inicia cerca de la frontera con los Estados Unidos. Normalmente su escurrimiento no llega al mar. Es digno de hacerse notar desde la ciudad de Hermosillo hasta unos 50 kms. río abajo se inicia una amplia zona rica en aguas freáticas que ha permitido crear un sistema de riego, utilizando esas aguas por medio de norías. También en la planicie costera de esta cuenca se localizaron depósitos de agua subterránea que al ser explotados permitieron el desarrollo agrícola de la región llamada Costa de Hermosillo.

La primera de las corrientes importantes que tienen cauce definido de esta vertiente es el río Guaymas, que asegura su descarga en el mar, posiblemente por el lecho de los hundimientos recientes que se observan en el litoral y en las vecindades de Guaymas.

Los ríos Yaquí, Mayo y Fuerte nacen en la Sierra Madre Occidental donde prevalecen condiciones de humedad y sus aguas se aprovechan en la zona árida de la costa donde han surgido campos agrícolas muy importantes.

La región norte de la Altiplanicie, situada entre las Sierras Madres Oriental y Occidental al norte de las Sierras de Zacatecas es seca; en otras épocas existieron en ella cuencas lacustres a las que se tributaban ríos que bajaban de sureste a noroeste siguiendo la inclinación de la meseta. A medida que el clima fue haciéndose más seco, los lagos fueron desapareciendo por el déficit que existe entre las exiguas precipitaciones y la intensa evaporación. Los lugares que ocuparon las cuencas son ahora los llamados "bolsones", llanuras ligeramente inclinadas hacia el lugar en donde estuvo el lago.

El Dr. Osorio Tafall\* sustenta la tesis de que el norte de México dispuso de mayor caudal de agua del que posee en la actualidad. Los ríos Casas Grandes, Santa María, Nazas, Aguanaval y otros de esta región que forman cuencas cerradas o endorreicas fueron, en otra época, tributarios del río Bravo.

Las vertientes interiores presentan dos tipos bien definidos, las llamadas cuencas arreicas y las endorreicas.

Las primeras son aquellas carentes de drenaje en las que no se han labrado cauces y que cuando ocurre alguna precipitación, escurre indistintamente, siguiendo las diferencias de nivel, fácilmente modificadas por la erosión pluvial o eólica. Tal ocurre en la zona central de la Altiplanicie Septentrional como en el Salado, los llanos de San Juan de Puebla y los de Apam en Hidalgo; también en porciones del noreste del Estado de Chihuahua; en ellas se localizan bajos que

\* Geografía General de México, Jorge L. Tamayo, 1962.

presentan características de completa senectud.

Las regiones endorreicas tienen ya drenaje establecido y descargan en un vaso lacustre. En esas corrientes es posible localizar las tres porciones del río. Casos típicos los constituyen los sistemas río Nazas - Laguna Mayrán; río Aguanaval - laguna Viesca; río Casas Grandes - laguna Guzmán.

La cuenca de la Laguna Guzmán es drenada por el río Casas Grandes que se forma en la Sierra Madre Occidental en su declive interior, sigue una cuenca intermontana paralela al eje de la serranía, hasta penetrar en la Altiplanicie Septentrional, donde tiene su curso inferior. Desagua en la laguna Guzmán que es un lecho lacustre en avanzado proceso de desecación natural, por lo que está rodeado de un anillo de depósitos salinos de coloración blanquecina, perceptible a distancia. La altitud media de la laguna es de 1180 m.

La cuenca de la Laguna Santa María está formada por el río Santa María que se genera entre las Sierras de Choriachic y San José. Labra un cañón en la Sierra del Tecolote y forma en su curso inferior numerosos meandros, bifurcaciones e incluso se infiltra en su cauce, para finalmente desaguar en la Laguna Santa María, que tiene 1171 m de altitud. Este lecho muestra una decrepitud avanzada.

La cuenca de la Laguna Patos está drenada por el río Carmen que nace al oriente del pueblo de Tepehuanes. En su curso inferior sólo lleva agua en la temporada de lluvia.

El Bolsón de Mapimí y la cuenca de la Laguna de Tlahualillo es una importante región, poco estudiada, que se extiende por los Estados de Chihuahua, Coahuila y Durango, caracterizada por la aridez y su absoluta horizontalidad. Carece de corrientes permanentes bien definidas, los cauces aparecen después de alguna precipitación intensa para borrarse meses después. Generalmente la parte norte de esta

cuenca se clasifica como arreica y la porción sur, cuenca de Tlahualillo como endorreica. De todas maneras en ninguna se forman corrientes permanentes y la lluvia que cae se pierde por evaporación. En el suroeste se han encontrado mantos acuíferos subterráneos de importancia que ya se están aprovechando en Zavalza y Jiménez.

La cuenca de la Laguna Palomas, situada al suroeste del Bolsón de Mapimí, es drenada por una amplia red fluvial que nace en los límites de los estados de Chihuahua y Durango; recibe numerosas e importantes aportaciones y desagua en la Laguna Palomas. Es una corriente torrencial en la que es frecuente se presenten avenidas de importancia, si bien con intervalos de muchos años.

La cuenca de la Laguna Mayrán está formada por el río Nazas que es una de las corrientes de mayor importancia. Tiene su curso inferior dentro de la zona árida, pero con tierras de muy buena calidad, lo que hizo posible que se estableciera en sus inmediaciones uno de los centros agrícolas más importantes de nuestro país.

Nace en el centro del Estado de Durango y se dirige hacia el este labrando el Cañón de Fernández en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, para penetrar en la Comarca Lagunera y atravesar una región árida. Pasa entre Gómez Palacio y Torreón y desagua en la Laguna Mayrán. Actualmente es una corriente totalmente aprovechada en su curso medio, de manera que ya no llegan escurrimientos a la Laguna Mayrán.

El río Aguanaval es otra de las corrientes que desagua la depresión conocida con el nombre de Región Lagunera. Nace dentro del Estado de Zacatecas, penetra en Coahuila y descarga en la Laguna Viesca que muestra un marcado proceso de desecación que seguramente se ha acelerado por el aprovechamiento intenso que se está haciendo de las aguas del río Aguanaval.

La cuenca de El Salado es una zona llana que comprende una - - parte extensa del Estado de San Luis Potosí y porciones muy importantes de Aguascalientes, Zacatecas, Coahuila y Tamaulipas, en la que no existen cauces importantes pues los arroyos que bajan de las laderas de las montañas por lo general desaparecen en la llanura. Desde el punto de vista morfogénico esta región constituye una zona de Karst, de manera que el escurrimiento superficial es de muy corta longitud, - porque el agua trata inmediatamente de penetrar en el interior de la masa caliza. En las porciones planas, con reducida pendiente, las - aguas cubren amplias áreas sin formar ningún cauce o curso definido dándosele el nombre local de "bajío".

En los límites de la región de El Salado, dentro de algunas pequeñas cuencas cerradas, se presentan numerosos casos de arroyos que desaparecen en resumideros de grandes dimensiones, coincidiendo, en la ladera opuesta de la serranía, con la aparición de algún manantial de gran importancia. Es posible que el agua que desaparece en los resumideros siga rutas subterráneas en la zona de rocas calizas cretácicas de la Sierra Madre Oriental, para manifestarse en forma - de manantial en la vertiente del Golfo.

Las cuencas áridas del centro sur de México están representadas por los llanos de Apan, una superficie plana, endorreica y parcialmente arreica, que se encuentran al oriente del valle de México, - y los llanos de San Juan, limitados por la Sierra Madre Oriental y - el Sistema Volcánico Transversal en el sureste de la Altiplanicie Meridional. Estos últimos grandes llanos, comprendidos en su mayoría parte dentro del Estado de Puebla tienen grandes depósitos de lava - y cenizas volcánicas y se localizan en ellos axalapascos, lagos cráteres y xalapascos cráteres secos. Sobresalen entre los primeros el de Alchichica, el de Zopolio y Termitlapa. La parte oriental de es-



tos llanos, de lluvia escasa, concentra sus cortos escurrimientos en la depresión o bolsón comprendido entre San Juan de los Llanos, Tepeyahulco y El Seco. Como Gran parte del año el depósito está sin agua, en la superficie se observan depósitos salinos y cuando hay líquido, éste tiene color verdoso amarillento.



Salinas de la Mixteca poblana, rodeadas de cactáceas.

Al sur del Sistema Volcánico Transversal, entre la Mixteca y la Sierra Madre Oriental una gran falla dio origen al Valle de Tehuacán en cuya parte más baja existió un lago. Este quedó desecado al escurrir sus aguas hacia el Golfo de México por el estrecho y profundo cañón tallado por el río Santo Domingo, cabeza del Papaloapan. Los ríos que desembocan en el lago quedaron capturados y también tallaron profundos cañones entre ellos el del río de Las Vueltas y el Cañón de Tomellín.

Del mismo modo el río Balsas cortó a la Sierra Madre del Sur, desecó los lagos que existían entre el Sistema Volcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur y la Mixteca y capturó a los ríos que

bajan de estas sierras.

Se encuentra entre los estados de Oaxaca, Puebla, México, Morelos, Michoacán y Guerrero. Nace en el Valle de Puebla a muy elevada altitud, recibe muchos afluentes, siendo los de mayor caudal los de la ribera derecha que drenan la vertiente sur del Sistema Volcánico Transversal; cruza la Sierra Madre del Sur por medio de un estrecho cañón y desemboca en forma deltáica en el Océano Pacífico.

#### LA FAUNA DE LAS ZONAS ARIDAS

La fauna silvestre de las zonas áridas de México es abundante y variada y tiene gran importancia en la vida de las poblaciones humanas de estas regiones.

Desde el punto de vista humano, los recursos faunísticos pueden dividirse de la siguiente manera: en los animales que sirven para caza, en los animales predadores que causan daños a los animales domésticos y en los animales venenosos que constituyen un peligro para el hombre y el ganado.

Entre los cinegéticos posiblemente los de mayor importancia son los venados. El llamado venado bura o venado mula, Odocoileus hemionus, se encuentra ampliamente extendido en las zonas áridas de Baja California así como en Sonora, Chihuahua y Coahuila; es un animal de gran talla cuyo peso en los machos suele exceder de los 110 kilos, con una cornamenta igualmente muy desarrollada. Otro venado es el llamado cola blanca, Odocoileus virginianus, de talla mucho menor pues rara vez alcanza peso mayor de 50 kilos; su área de distribución que cubre prácticamente toda la República - con excepción de Baja California y es habitante frecuente de las zonas áridas. La caza de ambas especies, particularmente de la segunda, es practicada en gran escala; la carne constituye frecuente adición a la dieta del campesino y su cuero, cornamenta y pezuñas tienen diversas aplicaciones.

El pecarí, Pecari tajacu, es también un animal de caza mayor, - que se puede encontrar en las zonas áridas; es muy buscado por su carne.

Otros animales también cazados frecuentemente para aprovechar su carne y piel, son algunos carnívoros de talla mediana como el mapache, Procyon lotor, que existe casi en todas las zonas áridas o el tejón, Nasua narica, de distribución más restringida.

Las liebres y conejos, diversas especies de la familia Leporidae, del Orden Lagomorpha, constituyen la pieza de caza menor más perseguida en México, y que da mayor proporción de carne a la alimentación del campesino. Con una distribución combinada de las diversas especies que cubren prácticamente todo el país, se les encuentra en abundancia en las zonas áridas.

Dos importantes especies cinegéticas de las zonas áridas del norte del país son el borrego salvaje, Ovis canadensis, y el berrendo, Antilocapra americana, animales de gran atractivo para los cazadores pero que en vista de la tremenda persecución sufrida en épocas pasadas disminuyeron en forma alarmante, obligando desde el año de 1922 a dictar una veda total para su captura, que aun se mantiene en vigor.

Numerosas aves de importancia cinegética abundan también en las zonas áridas, pudiendo mencionar entre las más buscadas algunas pertenecientes a la familia Phasianidae, como las codornices, Callipepla squamata, Lophortyx spp Cyrtonix montezumae, o la familia Columbidae, como la huilota, Zenaidura macroura, paloma de alas blancas, Zenaida asiática y algunas otras.

Aunque no pueden considerarse directamente como animales de importancia cinegética, es conveniente mencionar a las iguanas y diversos reptiles de los géneros Iguana y Ctenosaura, que son utilizadas por su carne de excelente sabor y por su piel.

Dadas las características peculiares de las zonas áridas, varios autores, entre ellos Beltrán (1963), piensan que en muchas de ellas, donde las condiciones son desfavorables para destinarlas a otro uso, se podría quizá obtener un rendimiento remunerador estableciendo cotos de caza con las necesarias facilidades de alojamiento que atrajeran a los cazadores dándoles así un valor turístico.

Diversos animales predadores de las zonas áridas constituyen un problema para sus habitantes por los daños que causan a los ganados.

En primer lugar por su abundancia deben mencionarse los coyotes, Canis latrans, cuya área cubre prácticamente todo el país, así como las zorras, Urocyon cinereoargenteus, en toda la República y Vulpes macrotis de Baja California, Chihuahua, Coahuila y zonas vecinas. - Junto a estos animales deben citarse también a otros merores como el cacomixtle, Bassariscus astutus, que causan grandes daños en los gallineros. De los felios, el gato montés, Lynx rufus, es bastante - abundante en las zonas áridas del centro y norte de la República. - El puma, Felis concolor, de mayor talla y peligrosidad, existe en todo el territorio nacional, pero en número muy escaso en la actualidad.

En las regiones áridas de los Estados del norte, especialmente - en Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, así como en los que colindan hacia el sur, donde la ganadería es muy importante económicamente, los ganaderos se muestran preocupados por los daños que causan los predadores, y siempre están dispuestos a una campaña de exterminio de los mismos. Sin embargo, hay que tener en cuenta - el papel ecológico que representan como factor de control de las poblaciones de conejos, liebres, ratas, tuzas y otros animales cuya proliferación representa un enorme daño para los pastizales. Por esta razón las autoridades encargadas del control de la vida silvestre -

han venido tratando este problema con todo el cuidado necesario, para que se logren los fines perseguidos, sin que se produzcan mayores males.

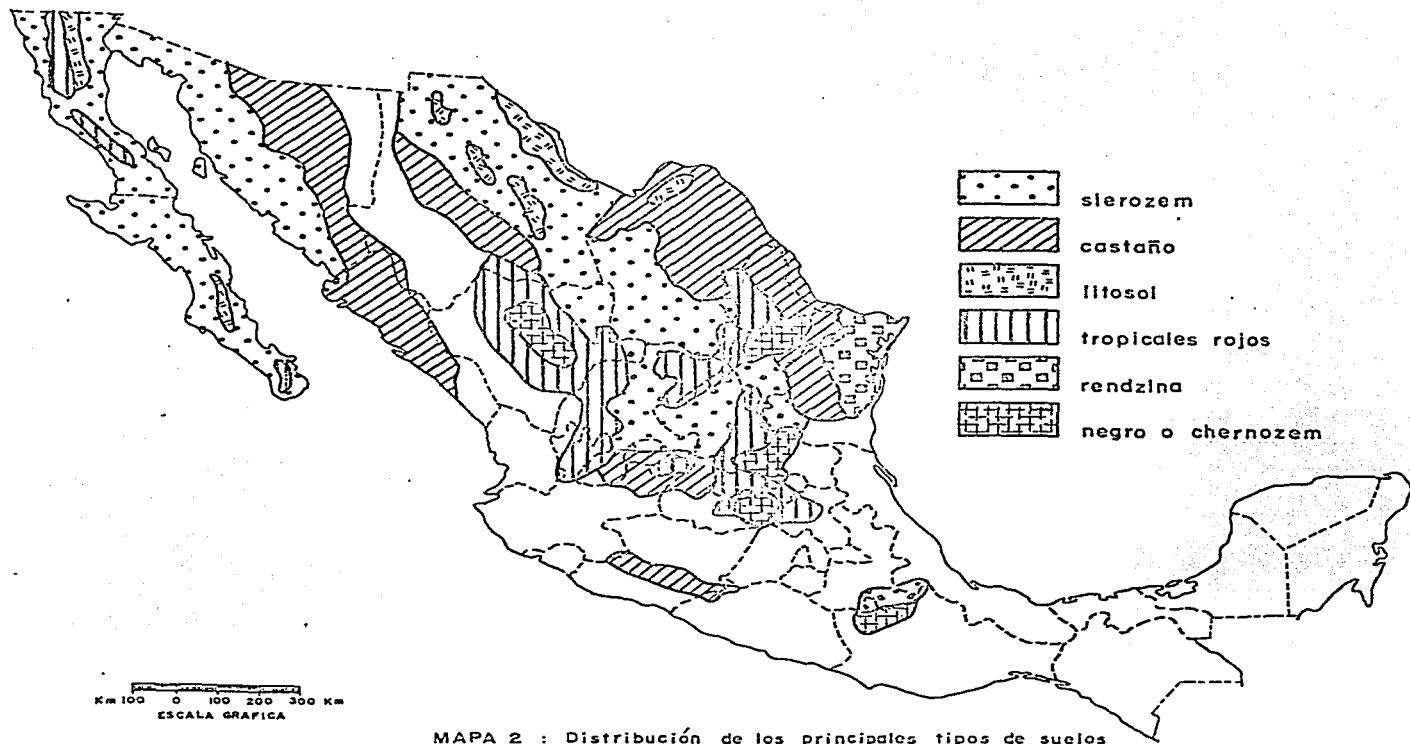
Elemento importante de la fauna silvestre de las zonas áridas, - por el peligro que representan para los seres humanos y los ganados son los animales venenosos. En México aunque existen en algunas regiones escorpiones altamente ponzoñosos; sus ataques, si bien molestos, no suelen ser mortales para los humanos adultos ni para el ganado.

En cambio abundan serpientes muy peligrosas, especialmente las - llamadas de cascabel, del género Crotalus, algunas de gran talla, ampliamente distribuidas y con una marcada agresividad. Indudablemente que, como en el caso de los predadores, su total exterminio podría provocar un desequilibrio ecológico con la myor multiplicación de - aquellos.

#### CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES DE LOS SUELOS DE LAS ZONAS ARIDAS

El estudio del suelo como recurso natural es sumamente importante por la estrecha relación que tiene con las distintas asociaciones vegetales. Los suelos de México incluyen prácticamente todos los - grandes grupos existentes en el mundo, aunque los factores geográficos otorgan caracteres específicos a nuestros suelos.

En las regiones áridas de la República Mexicana, objeto de nuestro estudio, los tipos de suelo que predominan (mapa 2), son aquellos en los que el clima interviene de manera predominante, o sea los del grupo de Pedocales: tipos negro o chernozem, castaño, sierozem y - rendzinas; y los Pedalfers del tipo tropical rojo. También se encuentran los suelos de tipo litosol, del grupo llamado azonales, cuyas - características están dadas fundamentalmente por las de la roca ma--



MAPA 2 : Distribución de los principales tipos de suelos

dre.

Los suelos del grupo de los Pedocales son aquellos que acumulan carbonatos dentro del perfil. Se desarrollan en climas secos, con lluvias escasas que impiden que el agua se lleve los materiales calizos y por eso se acumulan formando una capa de espesor y profundidad variable.

El proceso que da lugar a la formación de estos tipos de suelo se llama de calcificación; consiste en la formación de un subhorizonte de acumulación de carbonato de calcio que en algunos casos se consolida, cuando aflora como una costra dura recibe el nombre de caliche. La profundidad a la que se encuentra este subhorizonte de calcificación es variable ya que depende de la intensidad de las precipitaciones: cuando son muy escasas se encontrará más cerca de la superficie. En general, este subhorizonte se encuentra entre 40 y 180 cm de profundidad. Su espesor también varía, desde unos cuantos centímetros hasta más de un metro. Esta acumulación se debe a que las lluvias no son suficientemente abundantes y frecuentes para llevar fuera del perfil este carbonato de calcio. En general la vegetación característica es de pastizales o de estepa llegando en los casos más extremos de aridez a chaparrales arenosos y vegetación xerófitas.

Los suelos negros o chernozem corresponden principalmente a climas templados con una estación seca bien definida. Presentan la característica de tener una acumulación de carbonato de calcio en el horizonte B.

A medida que la humedad disminuye, es menor la presencia de sesquióxidos de hierro y de aluminio, aumentando la formación de carbonato de calcio. Cuando la humedad es moderada y la vegetación normal, el nivel de humus es de gran espesor, mientras que en el caso en que el clima es seco, el espesor del humus es menor y el de la ca

pa de carbonato de calcio aumenta y se acerca a la superficie. De esta manera, en la periferia de las regiones secas, donde la humedad es moderada, surgen los suelos negros o chernozem. El horizonte B de estos suelos es ligeramente alcalino y normalmente de color amarillento con manchas blancas de carbonato de calcio. Estos suelos son aprovechables agrícolamente.

Se localizan principalmente en: el centro de Durango, Nuevo León, y de San Luis Potosí; parte de Querétaro y en la mixteca oaxaqueña. Abarcan una superficie de aproximadamente 1,600,000 hectáreas.

Los suelos castaños o chesnut reciben una precipitación muy escasa durante todo el año y su vegetación natural es de matorral espino y cactáceas. Debido a la escasa lluvia, estos suelos contienen una proporción de materia orgánica mucho menor que los negros y la acumulación de carbonatos se encuentra más cerca de la superficie a veces en el horizonte A, de manera que las capas superficiales son alcalinas.

Estos suelos son aptos para la agricultura mediante sistemas de riego y técnicas proteccionistas que evitan, sobre todo, la erosión eólica que es la amenaza principal en estas regiones.

Se localizan en: la ladera occidental de la Sierra Madre Occidental o sea en el centro de Sonora y en la llanura costera de Sinaloa; en el centro de Chihuahua y Durango; en la porción centro y norte de Coahuila; en Nuevo León y parte de Tamaulipas. También se encuentran suelos de chesnut en Aguascalientes; Jalisco, Zacatecas y Guanajuato así como en la cuenca del Balsas - Tepalcatepec.

La superficie de suelos castaños es aproximadamente de 25 millones de hectáreas lo que representa un elevado porcentaje de los suelos de las zonas áridas.



Los suelos desérticos o sierozem reciben una precipitación máxima de 250 mm de lluvia al año. En ellos la capa de humus es de escasos centímetros o casi no existe, estando los carbonatos muy cerca de la superficie, 40 cm aproximadamente, al grado de que la erosión puede dejar al descubierto esta capa.

La vegetación que sostienen estos suelos es debosque bajo espino, mezquite, con plantas suculentas. Puede cultivarse sólo donde es posible el riego: su uso principal es para pastoreo de ganado caprino.

Es el tipo de suelo predominante en las zonas áridas; se encuentra en casi toda la península de Baja California; en la llanura costera de Sonora; en la altiplanicie septentrional en los estados de Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí, así como en el Valle de Tehuacán y demás mixteca poblana.

Abarca una superficie de alrededor de 45 y medio millones de hectáreas.

Los suelos de Rendzina son también característicos de climas secos, pero derivados de rocas calizas. Como las rocas calizas son muy resistentes a la intemperización y a la erosión, los suelos presentan características de la roca madre. Son suelos delgados, de colores muy oscuros, no por que tengan grandes cantidades de materia orgánica, sino porque el proceso de descomposición de la caliza da lugar a estas tonalidades oscuras. Algunos autores clasifican a las rendzinas como suelos azonales porque toman en consideración la enorme influencia que tiene la roca madre. Son suelos pobres poco apropiados para la agricultura.

Su localización está reducida a la llanura costera del Estado de Tamaulipas.

Como se dijo anteriormente, los litosoles son azonales, o sea -

que sus características fundamentales están determinadas por la roca madre y en ellos la escasa vegetación se encuentra, a veces, en los delgados huecos rocosos donde se acumula algo de material edáfico. - Se localizan en porciones reducidas al norte y sur de la península - de Baja California, al norte y centro del Estado de Chihuahua y al - norte de la península de Yucatán.

Los suelos tropicales rojos, pertenecen al grupo de los pedal---fers que se caracterizan por la presencia de minerales de hierro y - aluminio en forma de óxidos y sesquióxidos. Se encuentran en climas húmedos donde la abundancia de agua, aunada a una elevada temperatura, provoca que la materia orgánica y los minerales sufran un proceso de descomposición rápido y completo, proceso que se conoce con el nombre de laterización. Dentro del perfil de estos suelos no hay - acumulaciones de materiales calizos debido a la infiltración intensa.

Los suelos tropicales rojos, con vegetación de sabana, se localizan, dentro de las regiones delimitadas como áridas en: el decli---ve oriental de la Sierra Madre Occidental en los estados de Durango y Zacatecas; partes de los estados de Nuevo León y San Luis Potosí - y una tercera zona que abarca el este de San Luis Potosí, Guanajuato y parte de Querétaro.

## CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DE LAS ZONAS ARIDAS

Los climas secos constituyen el reino de las xerófitas, sin bosques altos, con excepción de las cercanías de los ríos, así como el reino de los desiertos, estepas y matorrales espinosos, cuyas plantas poseen órganos de la más variada índole que sirven para restringir la transpiración. La falta de una temporada de lluvia suficientemente larga, en la que se distinguen varios grados, trae como consecuencia que la vegetación permanezca la mayor parte del año en un estado de reposo originado por la sequedad. En algunas regiones en que la sequía alcanza un grado extremo, es decir, donde las lluvias faltan a veces durante varios años, no queda de la vegetación más que las semillas.



Una cactácea candelabriforme sirve de marco al paisaje.

Las características morfológicas y fisiológicas de la vegetación adaptada al clima árido, son pues, muy particulares. Entre ellas -

destacan: una tendencia general a la disminución en el tamaño de la hoja, siendo éstas de bordes irregulares; el almacenamiento de agua en los tejidos; la producción de sustancias resinosas, cerosas o gomosas en la superficie, en los folios o en sus tallos; el desarrollo de un sistema radicular superficial y expandido; la caída de las hojas durante una temporada, partes vegetativas con espinas, así como la emisión de tejidos leñosos o con púas para la protección de las yemas.

En el aspecto fisonómico, la vegetación consiste fundamentalmente en matorrales en los que predominan los elementos arbustivos bajos, de tipo xerófito, espinosos en su mayoría, con amplio espaciamiento entre los individuos y de una apariencia a primera vista monótona.

Es evidente que dentro de las plantas perennes el número de especies no alcanza una cifra grande, la repetición y la dominación de una misma especie es frecuente. Dentro de grandes extensiones varían sólo en su abundancia, cobertura o densidad.

La aridez climática influye en el aspecto y en la composición florística de las comunidades de plantas y en la distribución de las especies.



Bosque de cactácea entre matorrales espinosos que se desarrollan sobre suelos muy erosionados.

Además del suelo, los efectos de los fenómenos meteorológicos se reflejan en la fisonomía de la cubierta vegetal. Las variaciones en la intensidad de los elementos climáticos pueden determinar cambios cualitativos y cuantitativos en la masa vegetal, lo que puede dar por resultado el predominio, migración, invasión o reducción de las especies.

Rzedowski\* opina que las plantas de regiones áridas, parecen presentar mayor susceptibilidad a las condiciones edáficas tales como el origen de la roca madre, la textura del suelo, así como a los distintos niveles del agua freática.

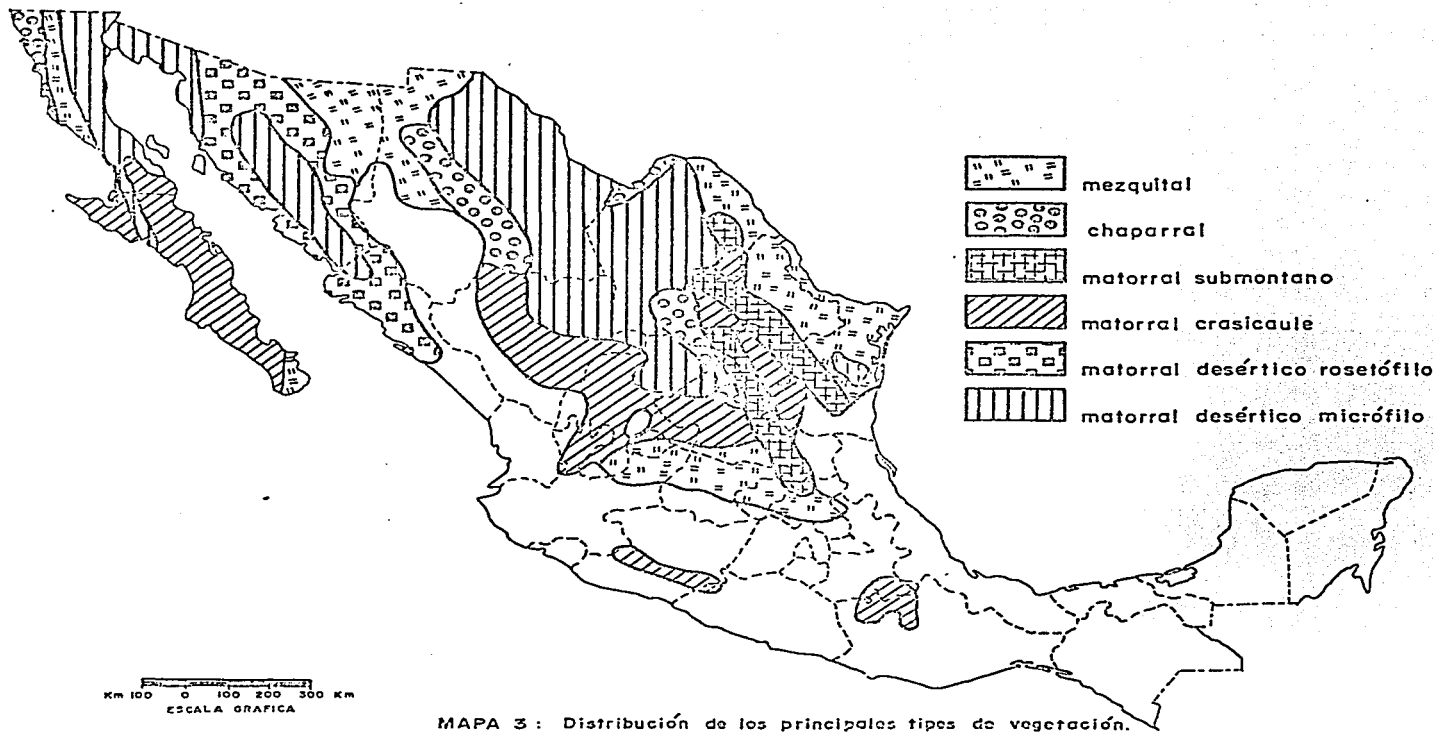
Los cambios que se establecen en esas condiciones se reflejan en la composición y aspecto de la vegetación.

La intervención del hombre determina cambios en las características de la vegetación: la agricultura, con incendios de roza; la ganadería o mejor dicho el sobre pastoreo alteran la vegetación natural puesto que favorece la propagación de ciertas especies y, sobre todo, la extinción de otras.

Los tipos de vegetación más importantes en las zonas áridas de México (mapa 3) son los siguientes:

MEZQUITAL: Es el tipo de vegetación llamado bosque bajo espinoso perennifolio. En las partes menos secas del sur del país se caracteriza por el predominio de Prosopis juliflora "mezquite" acompañado por el "huamúchil" o "pinzán" Pithecellobium dulce, mientras que en las zonas áridas o subáridas se caracteriza por el predominio del "mezquite" Prosopis laevigata y Prosopis spp., que son los que le dan nombre a este tipo de vegetación. Se encuentra ampliamente distribuido desde el sur del país hasta las zonas desérticas del norte, abar-

\* Estudio Ecológico Dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Instituto de Investigaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Ganadería.



MAPA 3 : Distribución de los principales tipos de vegetación.

cando una superficie de 121 508.80 km<sup>2</sup>.

El mezquital es característico de terrenos llanos o de un declive suave con suelos profundos, más o menos ricos en materia orgánica. El mezquite es utilizado como combustible, ya sea en forma de leña y carbón, o como madera. La madera de mezquite es muy apreciada y se utiliza para la construcción de muebles, puertas y carretas.

La presencia del mezquite resulta perjudicial para la agricultura y para los pastos, ya que su invasión en pastizales y terrenos afectados por la tala de los bosques causa graves problemas. El mezquite toma rápidamente casi toda el agua del suelo, dejando a los pastos imposibilitados para seguirla tomando, ya que éstos la aborven lentamente. Por lo tanto no es recomendable su conservación en tierra de labor, pero sí en el caso de presentarse en las pendientes, ya que su tala aceleraría la erosión, por tal motivo, cuando el mezquital comprende grandes extensiones debe buscarse el mejor aprovechamiento de sus recursos, sobre todo la madera, la goma que produce y su fruto que se utiliza también como forraje.

CHAPARRAL: Está constituido por agrupaciones densas de encinos, Quercus, bajos, a los que suelen asociarse los géneros Adenostoma, Arctodthafhylos y otros. Su área de distribución se localiza en zonas de contacto entre agrupaciones de climas áridos. Donde está representado de manera más típica es en los declives del Pacífico en el noroeste de la Península de Baja California, aunque también existen en Nuevo León, San Luis Potosí, en el sur de la Mixteca Alta y en el Valle de Oaxaca.

Se desarrolla en altitudes superiores a los 1500 m sobre el nivel del mar. Recibe una precipitación entre los 400 y los 750 mm anuales. Corresponde a los climas BSkw/y Cwbg. Los suelos son delgados y pedregosos bien drenados, su color y textura varían con re

lación a la roca madre. Las especies vegetales son poco utilizadas por el hombre, sin embargo en algunos casos se emplean como combustible.

MATORRAL SUBMONTANO: Este tipo de vegetación se caracteriza por la predominancia de arbustos altos o árboles bajos, de 3 a 5 m de altura, caducifolios, generalmente por un período breve durante la época de secas.

Se localiza en los cerros poco elevados o porciones bajas de la Altiplanicie y en las laderas este y oeste de la parte norte de la Sierra Madre Oriental, en altitudes de 700-1 700 m, con suelo somero y roca caliza o riolita.

Las especies que lo constituyen corresponden a los géneros Acacia, Lemaireocereus, Mimosa, Myrtillocactus, Opuntia, Yucca, entre otras. La superficie abarcada por el matorral submontano es de 18 541.90 km<sup>2</sup>.

MATORRAL CRASICAULE: La presencia de grandes cactáceas es lo que determina este tipo de vegetación que incluye los tipos llamados nopaleras, cardonales, tetecheras.

Lo constituyen comunidades de diferentes especies de cactáceas. El género Opuntia, nopales, domina, especialmente en la parte norte del país.

Su área de distribución corresponde con las zonas áridas y subáridas del centro y norte del país, la depresión del Río Tehuantepec, la cuenca alta del río Papaloapan, la depresión del río Balsas, la cuenca alta del río Moctezuma y en el Estado de Sonora. Este tipo de vegetación cubre una superficie de 129 793.50 km<sup>2</sup>.





Aspecto de la vegetación de zonas semi áridas: cactáceas y matorrales y un hermoso ejemplar de Beaucarnea sp.

Los suelos son someros y arenosos, castaños, rojizos y grisáceos, ligeramente ácidos con escaso contenido de materia orgánica y sin carbonato de calcio. Las cactáceas son utilizadas en algunos casos como forraje para el ganado una vez que se les ha eliminado la espina, generalmente a base de fuego. El producto principal de las cactáceas es la tuna, que se industrializa, queso de tuna. También el maguey puede ser utilizado para la elaboración del mezcal. Muchas veces la explotación de estos recursos es la única fuente de ingresos para algunas poblaciones de las regiones áridas.

MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO: Corresponde en su mayor parte con el tipo de vegetación llamado magueyales, lechuguillales, guapi-liales.

Su nombre deriva del hecho de que su fisonomía se debe a especies arbustivas de hojas alargadas y angostas agrupadas a manera de roseta.

Se encuentra en las laderas de los cerros calizos y margosos de diversas zonas de la Altiplanicie y desciende hasta las partes superiores de los abanicos aluviales, en la base de los mismos cerros. - Cuando se localizan en sitios con poca inclinación, se debe a que el suelo contiene abundante grava y fragmentos de roca caliza.

El clima en que se encuentra este tipo de vegetación es semejante al que se registra en el matorral desértico micrófilo.

Las especies que dominan son la lechuguilla, Agave lechuguilla, - palma samandoca, Yucca carnerosana; candelilla, Euphorbia antysiphilitica; guayule, Parthenium argentatum, etcétera.

El matorral desértico rosetófilo comprende una superficie de - 25 248.60 km<sup>2</sup>.

MATORRAL DESERTICO MICROFILO: Se distingue por la predominancia de elementos arbustivos de hojas pequeñas. Se encuentra en los terrenos llanos y en las partes inferiores y laderas de los cerros de una gran zona de la altiplanicie y al norte, noreste y noroeste del país.

Los suelos son de origen aluvial, sobre depósitos profundos acumulados en los fondos de valles o depresiones, o bien sobre depósitos más someros de los abanicos aluviales en la base de los cerros.

La variante más notoria está constituida por la gobernadora, Larrea tridentata. La superficie cubierta por este tipo de vegetación es de 408 316.80 km<sup>2</sup>, siendo el más extenso de todos.

#### UTILIZACION DE LOS RECURSOS XEROFITICOS

Resulta interesante señalar que de las numerosas especies y variedades de las zonas áridas y semiáridas del país, apenas unas cuantas han sido objeto de explotación y resulta más desalentador el tener que reconocer que este pequeño número de plantas tiende a reducirse frente al desarrollo de contratipos sintéticos y naturales que con gran profusión han hecho su aparición en los mercados de produc-

tos industriales.

Debido a la gran proporción de zonas áridas en México, es indiscutible la importancia que tienen las medidas y soluciones ya adoptadas y las que pueden adoptarse en lo relativo a la producción de agua. Pero es también de suma importancia aprovechar las materias primas vegetales de estas regiones a pesar de las limitaciones técnicas y económicas que se tienen al pretender aprovechar estos recursos. El alto grado de dispersión de las plantas y por tanto la dificultad y los costos de su recolección; la falta frecuente de uniformidad de la materia prima y los problemas de refinación de los productos derivados de ésta, son algunos de los problemas que presenta su explotación.

Algunas de las especies más aprovechadas son las que se señalan a continuación:

A.- La Lechuguilla, Agave lecheguilla, representa el recurso ixtlero más importante de la zona árida de México. La calidad de la fibra obtenida está en función directa del tamaño de las hojas y también del grosor y coloración de la fibra. La región donde se produce la mejor fibra de lechuguilla es la de Jaumave, Tamaulipas, el sur de Coahuila y el norte de San Luis Potosí.

Crece de preferencia en las sierras de origen calizo o en regiones planas con buen drenaje o sea en suelos pedregosos.

Hay tres métodos de recolección: 1. La recolección de cogollos, que es el más usado; se desprenden los cogollos que son la parte central de la roseta; 2. La del ixtle, sin cortar la planta, tallando las hojas externas; 3. Cortando las plantas completas.

La lechuguilla no requiere repoblaciones artificiales para su conservación, dado que su reproducción por hijuelos es suficiente. A veces la extinción es debida al corte prematuro del cogollo, al sobre pastoreo o a otras actividades del hombre.

La fibra de ixtle es una fibra dura de buena calidad y últimamente se hacen esfuerzos importantes para encontrar y alentar aprovechamientos que permitan incrementar su consumo y permitir una mejor remuneración a los sectores dedicados a su extracción.

En los últimos años han surgido nuevos productos en los que se emplean estas fibras, tales como colchonetas tramadas para uso en bajo alfombras y trabajos de harpillería. Por este camino es de esperarse que puedan encontrarse a corto o mediano plazo otras formas diversificadas para aprovechar un mayor volumen de estas materias primas. Dada la disponibilidad de materiales sintéticos como hule-espuma, fibras de vidrio, esponjas, etcétera, el desarrollo de productos a base de fibras vegetales, tendrá limitaciones sobre todo de orden económico.

B.- La Candelilla, Euphorbia antysiphylitica; se encuentra en terrenos de origen calizo, en lomeríos, abanicos aluviales, riscos de difícil acceso, llanuras con alto contenido de arcilla y terrenos arenosos. También en terrenos de origen ígneo.

En general la candelilla se asocia con gran número de plantas de las zonas áridas. Prospera mejor donde hay materia orgánica y posiblemente a esto se deba su asociación con las demás plantas.

El método que emplean los campesinos para abastecerse de candelilla es el que les da mejores ganancias, pero están haciendo desaparecer la planta de varias zonas, ya que sacan la planta con todo y raíz.

La elaboración del cerote se hace en los ejidos donde se encuentra el agua, ácido sulfúrico, y el equipo mecánico necesario.

Cuando ya no es costeable la explotación de una zona, se trasladan a lugares mejores. La zona abandonada no puede volver a explotarse en varios años. Para evitar esta situación extrema es conve--

niente que haya vedas temporales en los ejidos intensamente explotados, proporcionando medios a los campesinos para trasladarse a zonas menos agotadas.

La repoblación de las zonas donde la candelilla es muy escasa - puede ser llevada a cabo mediante los siguientes procedimientos:

a) Utilizar las macollas que han quedado en los terrenos explotados;

b) Pagar al campesino una cierta cantidad por los rizomas que - lleven las plantas. Los rizomas bien conservados servirán para repoplar los lugares de donde fueron extraídos.

La candelilla ha venido a constituir una industria que por muchos años ha tenido una importancia considerable como fuente de cera destinada principalmente a la exportación. Sin embargo su consumo ha - ido disminuyendo como consecuencia de diversos factores entre los - que destacan: la producción de elementos similares de características más uniformes y de bajo precio como son las ceras microcristalinas y otras parafinas, ceras plásticas tipo polivinilo, derivadas - principalmente del petróleo, etcétera; así como la caída de precios de otras ceras naturales.

Con el tiempo los usos y aplicaciones de la cera de candelilla - se han ido restringiendo y en la actualidad su principal uso está limitado a una parte de la industria de gomas de mascar y de algunas - ceras para pisos y productos similares.

C.- Palma Samandoca, Yucca carnerosana. Entre las especies de importancia económica que habitan el desierto mexicano, la llamada - palma ixtlera o samandoca ocupa uno de los primeros lugares - el primero el ixtle de lechuguilla - .

Se aprovecha la fibra que contienen las hojas jóvenes del cogollo mediante un proceso de cocción y tallado para extraer la fibra.

La fibra de palma es de menos resistencia a la tensión y fricción - que la de la lechuguilla.

Crece de preferencia en los abanicos aluviales de las sierras calizas, aunque también se desarrolla con bastante abundancia en las - crestas y cañones. Se distribuye en los estados de Zacatecas, San - Luis Potosí, Durango y Chihuahua con un promedio de densidad por hec tárea de 100 a 200, aumentando considerablemente su densidad en el - estado de Coahuila en donde se localizan áreas extensas con densida - des de 500 a 600 individuos por hectárea. En total ocupa un área de 61000 kilómetros cuadrados, de los cuales el 50% son motivo de apro - vechamiento actual.

La palma samandoca representa una fuente de ingresos importante en el medio ejidal de la extensa altiplanicie árida, aun cuando el - precio del kilo de fibra es bajo. El método de recolección es seme - jante al que se usa en la lechuguilla y el procedimiento se diferen - cia en que para la extracción de la fibra de palma, se sigue el pro - cedimiento de la cocción. Primero se efectúa un recorrido entre el palmar, a veces a grandes distancias, para coleccionar la materia prima que se concentra en el propio ejido donde se cuecen las puyas median te paillas u ollas de cocimiento a vapor, hasta que se suaviza y enton - ces se procede al tallado.

De las plantas objeto de estudio, el guayule y la gobernadora se reproducen por semilla; en tanto que la lechuguilla y la palma saman doca pueden hacerlo por semilla y en mayor grado por medios vegetati vos. No es raro entonces encontrar colonias a veces muy numerosas - de estas especies.

Para su conservación es conveniente el establecimiento de vedas temporales y repoblación artificial. Pero el problema es que el cam pesino difícilmente encontrará otra fuente de ingresos para su soste

nimiento.

D.- La gobernadora, Larrea tridentata. Conocida también como - hediondilla, falsa alcaparra o guamis, crece en las zonas del centro y norte de la República.

De esta planta se puede extraer el ácido nordihidroguaiarético - el cual tiene la propiedad de retardar la oxidación de grasas y aceites (rancidez) cuando se adiciona a éstos en proporciones menores de 1 al millar, con efectos favorables en su estabilidad. Se usa como desincrustante de calderas y como antioxidante de grasas. La planta tiene aplicaciones en medicina rural.

Prefiere suelos profundos, no tolera la salinidad ni los suelos yesosos. Existe una correlación bien definida entre la presencia de la gobernadora y la zona de clima BW.

Frente a la existencia de numerosos antioxidantes efectivos que se elaboran por vía sintética, resulta difícil justificar a primera vista estudios amplios sobre su aprovechamiento, que en todo caso deberían ir precedidos de un análisis económico riguroso.

E.- Mezquite, Prosopis spp. Tiene amplia distribución en las - zonas áridas del sur y noreste del país bajo condiciones de mayor humedad que las prevalentes en la porción norte y noreste de su área - de distribución. Ocupa los suelos más o menos profundos de las partes planas. Dado su sistema radicular es capaz de aprovechar los - mantos acuíferos profundos a los cuales se encuentra ligada su existencia.

Existen variedades de mezquite que, bajo condiciones de aridez - extrema, se tornan arbustivos perdiendo completamente su importancia desde el punto de vista forestal ya que sólo alcanzan alturas de dos metros.

El mezquite en su forma más difundida está representado por indi

viduos de cuatro a ocho metros de altura. Proporciona productos de diferente naturaleza ampliamente utilizados por los habitantes de las zonas áridas y semiáridas.

Del mezquital se obtienen: brazuelo, carbón, leña, cortezas, durmientes, postes, y en algunos casos tablas y tablones. La madera de mezquite, dada sus características anatómicas, posee gran resistencia y durabilidad y a menudo se utiliza para la manufactura de aperos de labranza.

El 75% de los productos proporcionados por el mezquital, se utilizan como combustible y el resto para madera de construcción. También se utiliza el fruto de mezquite como golosina, pero sobre todo para la alimentación de ganado. En la época de la fructificación, se recolectan grandes cantidades, almacenando los frutos para suministrarlo al ganado posteriormente.

F.- Nopales, Opuntia sp. Comprende una gran variedad de nopales que pueden agruparse en 2 tipos: las especies tuneras que pueden ser también forrajeras como el nopal cardón, Opuntia leucotricha; y las especies forrajeras, que no pueden ser tuneras como el nopal duraznillo, Opuntia streptacantha.



Un ejemplo de Opuntia leptocaulis en primer plano. Al fondo se observan mezquites.



Las nopaleras de mayor importancia desde el punto de vista de su abundancia, se localizan en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Durango y Tamaulipas; con altura promedio de tres metros, aunque en algunos lugares llegan a alcanzar poco más de cinco metros de altura.

Su distribución está relacionada con los suelos de origen ígneo. Se presentan en zonas altas comprendidas entre 1700 y 2500 m sobre el nivel del mar, lo cual origina zonas menos áridas en correspondencia con un ligero aumento de precipitación y un descenso de temperatura, en comparación con los matorrales de las partes áridas más bajas.

El nopal duraznillo se distribuye en una superficie de 45000 km<sup>2</sup>s de los cuales se explota el 15% aproximadamente.

El nopal forrajero duraznillo se recolecta para el ganado estabulado durante el verano aunque suele ampliarse el período en años de sequía; el ganado libre, sobretodo el caprino, consume nopal durante todo el año. Para utilizar el nopal para el ganado se queman las pencas y posteriormente se eliminan las espinas.

Los productos obtenidos de los nopales tuneros los constituyen sus frutos; tuna cardona, tuna blanca y tuna tapona de las cuales se obtienen quesos, dulces como la melcocha y bebidas alcohólicas como el colonche. También se obtienen los nopalitos que se emplean con fines alimenticios.

La recolección del nopal cardón se hace con métodos rudimentarios, a mano o con machete. De los 38000 kms<sup>2</sup> delimitados hasta la actualidad se explotan solamente el 50% del área mencionada, reduciéndose cada vez más debido al continuo desmonte realizado, con objeto de abrir nuevas zonas de cultivo de temporal.



Cultivo de nopales *Opuntia* sp., en la zona árida de Querétaro.

G.- El meguey pulquero, *Agave atrovirens*, es sin duda el agave que ha sido objeto de explotación desde tiempos más remotos, su aprovechamiento se encuentra limitado a la extracción de aguamiel y a la fermentación posterior de éste. Su contenido muy bajo de fibra, de 1 a 1.5%, no ha permitido su explotación industrial en ese sentido.

Un aspecto interesante de aprovechamiento potencial es la utilización de las pencas de la planta para alimento de rumiantes una vez que se le ha extraído el aguamiel. En el caso de pencas de poda que pueden obtenerse durante el desarrollo de la planta, se presenta el problema del alto contenido de saponinas que resultan tóxicas para los animales. El uso de estas pencas está condicionado a la previa destrucción de dichas saponinas.

H.- Jojoba, *Simmondsia sinensis*. Esta planta crece silvestre en la parte norte central y en el noroeste de México.

Las semillas que produce tienen un contenido de aproximadamente 40-50% de cera líquida, la cual se obtiene en forma similar al acei-

te de las oleaginosas, ya sea por extracción mecánica o por solventes, o bien por combinación de ambas. Por hidrogenación esta cera se puede solidificar, en tanto que en forma líquida puede emplearse directamente en la manufactura de pinturas, barnices o como lubricante de alta resistencia.

Esta es una de las xerófitas que necesita un mayor estudio experimental, para incrementar su cultivo en gran escala y para obtener un mayor aprovechamiento desde el punto de vista económico.

El producto hidrogenado puede tener aplicación en ceras para abrillantar pisos y otros usos similares. Se han señalado propiedades medicinales a esta semilla, la cual presenta un elevado contenido de proteínas. La pasta residual de la extracción podría posiblemente emplearse como alimento para ganado.

I.- Guayule, Parthenium argentatum. Es una planta ampliamente distribuida en la zona árida del norte del país. En el año 1852 fue descubierta la existencia de hule en la planta de guayule, iniciándose su explotación a principios de este siglo y tuvo su máxima importancia económica durante la Segunda Guerra Mundial. Actualmente no es aprovechado pues fue desplazado por el hule de la Hevea brasiliensis y el sintético. Sin embargo representa para México un recurso potencial importante.

Crece en suelos de origen calizo, gravosos, pedregosos, escasos de humus y en altitudes que varían entre 600 y 3000 m.

Se encuentra en mayor abundancia en los estados de Chihuahua, Coahuila, San Luis Potosí, Nuevo León y Durango.

BIBLIOGRAFIA BASICA

- Almazán, A. Síntesis geográfica del Estado de San Luis Potosí. Ediciones del Ateneo Nacional de Investigaciones Geográficas. San Luis Potosí, 1971.
- Bassols, A. Recursos Naturales (Climas, agua, suelos) Editorial - Nuestro Tiempo, S.A. México, 1967.
- Bassols, A. Geografía Económica de México. Editorial Trillas. México, 1970.
- Bataillon, C. Las regiones geográficas de México. Editorial Siglo - XXI. México, 1969.
- Beltrán, E. "Fauna" Informe Nacional México. Comité Mexicano de - Zonas Áridas. México, 1963.
- Beltrán, E.; A. González. "Análisis de los problemas naturales, económicos y sociales, perspectivas de desarrollo" Informe Nacional México, Comité Mexicano de Zonas Áridas. México, 1963.
- Borja, G. "Bosques". Informe Nacional México. Comité Mexicano - de Zonas Áridas. México, 1963.
- Deschamps, I. "Industria". Informe Nacional México, Comité Mexicano de Zonas Áridas. México, 1963.
- Fuentes, L. "Interpretación y análisis de suelos". Boletín del Instituto de Geografía. UNAM, Vol. IV, 1971.
- García, E. "Introducción (situación, superficie, etc.)", Informe Nacional México. Comité Mexicano de Zonas Áridas. México, 1963.
- Instituto de Investigaciones Forestales, S.A.G. Estudio Ecológico Dasonómico de las zonas áridas del norte de México.
- Koeppen, W. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México, - 1948.
- López de Llergo, R. "Hidrografía e Hidrología". Informe Nacional México, Comité Mexicano de Zonas Áridas. México, 1963.
- Maderey, L. Aguas subterráneas de México. UNAM, 1967.

- Newbiggin, M. Geografía de Plantas y Animales. Fondo de Cultura Económica. México. 1949.
- Salas, G. "Aprovechamiento de los recursos naturales de las zonas desérticas". Memoria del Coloquio sobre Planeación Regional. UNAM, 1972.
- Salas, G. "Geohidrología". Informe Nacional México. Comité Mexicano de Zonas Áridas. México, 1963.
- Soto, C.; E. Jáuregui. Isotermas extremas e Índice de Aridez de la República Mexicana. UNAM, 1965.
- S.R.H. Dirección Agrología. Memoria del mapa de los tipos de vegetación de la República Mexicana. México, 1971.
- S.R.H. Dirección de Agrología. "Informe de Actividades de mayo de 1967 a septiembre de 1970" Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XXV, No. 1. México 1971.
- Tamayo, J. Geografía General de México. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México, 1962.
- Valera, J. "Clima". Informe Nacional México. Comité Mexicano de Zonas Áridas. México, 1963.
- Vivó, J. Geografía de México. Fondo de Cultura Económica. México, 1948.