



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela Nacional de Estudios  
Profesionales Iztacala

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGIA  
Y APROVECHAMIENTO DE Yucca spp y Nolina spp  
EN MÉXICO.

T E S I S

Que para obtener el Título de  
LICENCIATURA EN BIOLOGIA  
p r e s e n t a

ESPERANZA REYES CASTAÑEDA

Director de Tesis:  
Dr. Diodoro Granados Sánchez

México, D. F.

1993



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

Esta tesis fué realizada bajo la dirección del  
Dr. Diodoro Granados Sánchez.

Fué aprobada y aceptada por los sinodales:

M. en C. Ernesto Aguirre León.

Biol. Silvia Urrutia Cruz.

Biol. Alberto Arriaga Frías.

Biol. Miguel Jiménez Valdez.

Este trabajo es dedicado a quienes con su apoyo y comprensión me ayudaron a seguir adelante --- para continuar y terminar así una etapa más de mi vida.

A mi padre Angel Reyes Fernández.

A mi madre Cruz Castañeda de Reyes.

A mis hermanos:

Rebeca.

Angel Humberto.

Isabel.

Juana.

Dolores.

Ramón.

Ma. del Carmen.

Jesús.

Ma. del Socorro.

Y a mis amigos y amigas de generación que de una u otra manera estuvieron conmigo en las buenas y en las malas.

Mi total agradecimiento al Dr. Diodoro Granados Sánchez por su apoyo y facilidades otorgadas --- para la realización de este trabajo .

Al personal técnico e investigadores de las Instituciones de INIFAP, CONAZA, SARH, CIQA, Asoc. de Palmilleros de Agua Prieta, Sonora, La Forestal, F.C.L., así como también a campesinos colectores y productores que facilitaron la realización de entrevistas.

## CONTENIDO

	Pág.
I. Introducción. 111	1
II. Objetivos.	5
III. Metodología.	6
IV. Ubicación del área de estudio.	8
4.1. Ubicación del género <u>Yucca</u> .	8
4.1.1. Localización y superficie.	8
4.1.2. Topografía y Geología.	8
4.1.3. Suelos.	11
4.1.4. Clima	11
4.1.5. Hidrología.	11
4.1.6. Vegetación.	12
4.1.7. Actividades Humanas.	12
4.2. Ubicación del género <u>Nolina</u> .	14
4.2.1. Localización.	14
4.2.2. Suelos.	16
4.2.3. Vegetación.	16
V. Antecedentes de la biología y aprovechamiento de <u>Yucca spp.</u>	17
5.1. Taxonomía.	17
5.1.1. Caracteres morfológicos.	17
5.1.2. Quimiotaxonomía.	17
5.1.3. Caracteres cromosomales.	22
5.2. Descripción botánica.	24
5.2.1. Orden Agavales.	24
5.2.2. Familia Agavaceae.	24
5.2.3. Tribu Yucceaea.	25
5.2.4. Género Yucca.	25
5.3. Fitogeografía.	27
5.4. Fisiología.	28
5.5. Reproducción.	28
5.5.1. Polinización.	29
5.5.2. Germinación y Crecimiento.	30
5.5.3. Retosos.	31
5.6. Ecología.	31

5.7. Etnobotánica.	34
5.7.1. Fuente de fibra.	34
5.7.2. Alimento.	34
5.7.3. Medicinal.	34
5.7.4. Forraje.	35
5.7.5. Ornato.	35
5.7.6. Construcción.	35
5.7.7. Sustituto del jabón.	36
5.7.8. Combustible.	36
5.8. Formas de aprovechamiento potenciales.	37
5.8.1. Fuente de fibra.	37
5.8.2. Industria farmacéutica.	40
5.8.3. Industria alimenticia.	44
5.8.4. Forraje.	44
5.8.5. Industria de la celulosa.	45
5.8.6. Plastificantes.	45
5.8.7. Tecnología Poliester-Ixtle.	45
5.8.8. Reguladores del crecimiento.	46
5.8.9. Otros.	48
5.9. Reforestación, Propagación y Cultivo.	50
VI. Antecedentes de la biología y aprovechamiento de	52
<u>Nolina spp.</u>	
6.1. Taxonomía.	52
6.2. Descripción botánica.	52
6.2.1. Tribu Nolineae	52
6.2.2. Género Nolina.	52
6.3. Fitogeografía.	52
6.4. Reproducción.	53
6.5. Etnobotánica.	53
6.6. Formas de aprovechamiento potenciales.	54
6.6.1. Industria de la fibra.	54
6.6.2. Industria farmacéutica.	57
6.6.3. Forraje.	57
6.6.4. Otros.	58
6.7. Propagación.	58

	Pág.
VII. Conclusiones y Recomendaciones.	59
VIII. Apéndice.	62
IX. Bibliografía.	73

INDICE DE FIGURASS

No.		Pág.
1	Configuración cromosómica de <u>Yucca flaccida</u> <u>Agave virginica</u> y <u>Yucca filamentosa</u> .	23
2	Características morfológicas de <u>Yucca baccata</u> y <u>Yucca brevifolia</u> .	26
3	Polinización de <u>Yucca</u> a través de <u>Pronuba</u> <u>yuccasella</u> .	29
4	Intersección entre el fruto de <u>Yucca</u> y el insecto polinizador	30
5	Obtención de sapogeninas por medio de la hidrólisis de saponinas.	41
6	Sapogeminas esteroidales aisladas de espe- cies de <u>Yucca</u>	41
7	Contenido de sarsasapogenina en <u>Yucca filifera</u>	41
8	Compuesto "S" de Reichstein.	43
9	17-etil, 19-nortestosterona.	43
10	Hormonas sexuales.	43

## INDICE DE CUADROS

No.		Pág.
1	Municipios de la Región Ixtlera del Norte de México.	9
2	Subdivisiones de la Tribu Yuceae, según Trelease.	18
3	Géneros y especies de la Tribu Yuceae reconocidos para México por Trelease y Standeley.	20
4	Subdivisiones del género <u>Yucca</u> , según Mckelvey.	21
5	Relación entre <u>Yucca</u> , <u>Pronuba</u> y <u>Prodoxus</u> .	33

## INDICE DE MAPAS

1	Distribución de las zonas áridas y semi--áridas de la República Mexicana.	2
2	Distribución geográfica del género <u>Yucca</u> .	3
3	Distribución del género <u>Nolina</u> en México.	4
4	Región Ixtlera del Norte de México.	10
5	Localización del área de mayor abundancia y corta del género <u>Nolina</u> .	15

## I. INTRODUCCION.

En México existen 56 millones de km<sup>2</sup> de zonas áridas y 32 millones de zonas semiáridas, las que sumadas equivalen al 40% de la superficie total del país (Mapa 1).

Estas zonas desérticas poseen dentro de su flora un gran número de géneros, especies y variedades que representan una fuente potencial de productos reportando utilidades económicas para los habitantes de estas zonas.

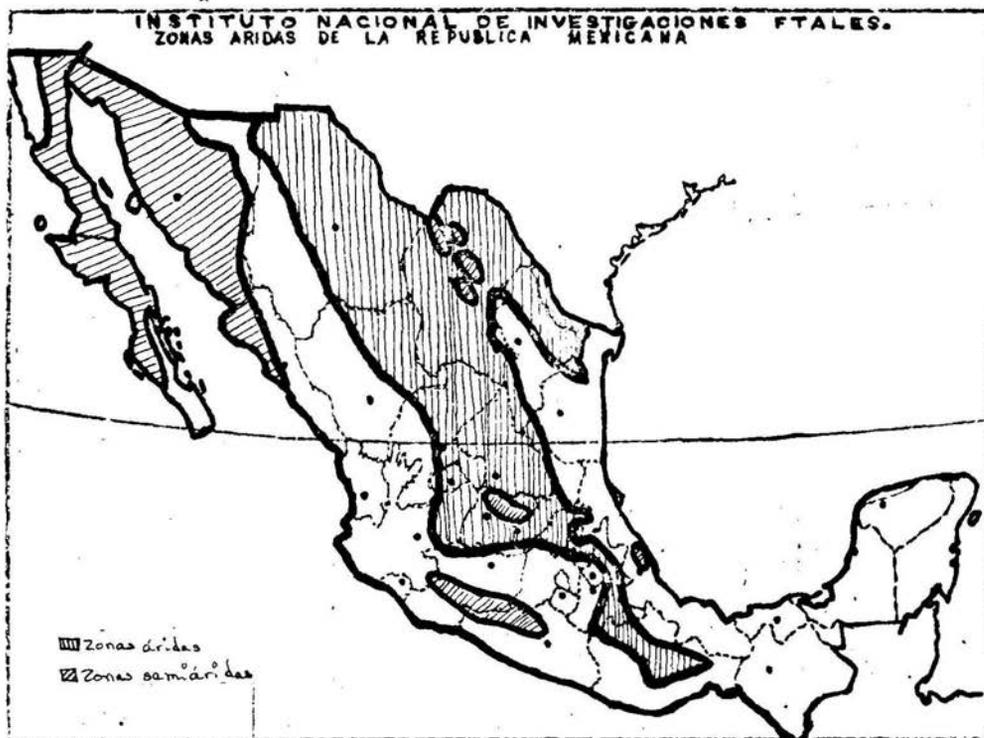
De las plantas suculentas más representativas de la flora xerófila de nuestro país están las comprendidas en la familia de las Agavaceas, entre las que destacan las del género Yucca, mismas -- que en las zonas áridas del norte llegan a ser especies dominantes.

Alas plantas del género Yucca se les conoce como "Palmas", --- "Palmitos", "Izotales", etc. El género es originario de Norteamérica está formado ppr 47 especies que se distribuyen en los E.U., México y en algunos países de Centroamérica y del Caribe (Mapa 2) En México crecen alrededor de 30 especies de Yucca.

Entre la población rural, los principales usos que se le da a este género son: tallos y ramas para la construcción de viviendas y las hojas usadas como techos de las mismas, en la formación de cercas vivas para corrales y protección de huertos, en la fabricación de muebles rústicos, como plantas ornamentales, en la fabricación de "ixtle" para cordelería, como forraje, las flores y fruto para la alimentación humana y como combustible para la fabricación de ladrillos.

En investigaciones recientes se menciona la presencia de saponinas, tales como: sarsasapogenina, diosgenina, yuccagenina, etc. en las hojas, raíces, tallos, frutos y semillas siendo más abundantes en éstas últimas; estos compuestos esteroidales son fuentes potenciales para la síntesis de drogas como cortisonas, hormonas sexuales y píldoras anticonceptivas.

A diferencia del género Yucca, el género Nolina es de distribución restringida y su participación en la vegetación es en general poco significativa.

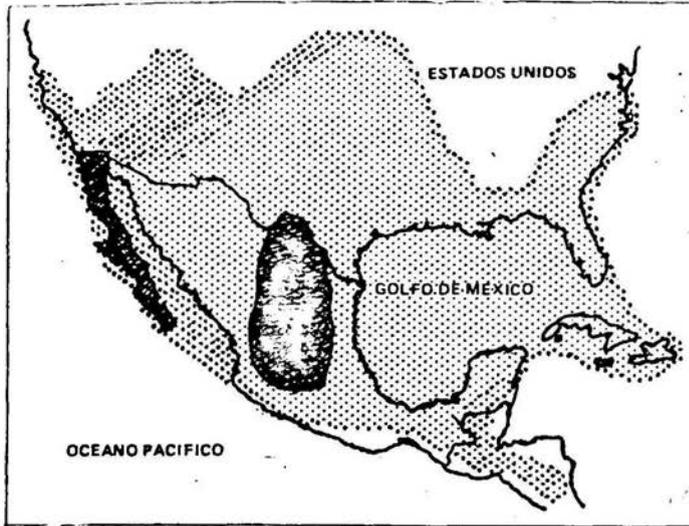


Escala

1:16,093,750

Mapa 1. Distribución de las zonas áridas y semiáridas  
de la República Mexicana.

Tomado de Marroquín, 1981.



Escala  
1:38,148,148

Mapa 2. Distribución geográfica del género *Yucca*. Las regiones -- más oscuras corresponden a las de mayor densidad de población de esta planta en México. Tomado de Ridaura, 1980

Sin embargo, se considera como un recurso de gran importancia, el cual se comenzó a utilizar desde la década de los 50's por los pobladores de las regiones áridas y semiáridas como sustituto de escobas de paja y para la elaboración de canastas; con la fibra -- que de esta se obtiene se fabrican escobillas, escobas y escobillones para barredoras mecánicas.

Las plantas del género *Nolina*, conocidas comúnmente como "Palmitas" también son clasificadas dentro de la familia Agavaceae; se consideran 29 especies para los E.U. y México, de las cuales 17 -- se distribuyen en 13 estados de nuestro país (Mapa 3).

Dada la importancia que tienen ambos géneros como plantas productoras de fibra; además de otros múltiples beneficios, es de -- gran interés realizar una revisión sobre su biología y aprovechamiento potencial, ya que de estos recursos dependen muchas de las familias de campesinos.



Mapa 3 Distribución del género Nolina en México (Trelease, 1911).

Tomado de Velázquez, 1981.

## II. OBJETIVOS.

- 1) Determinar algunos aspectos taxonómicos, fitogeográficos, fisiológicos, genéticos y ecológicos del género Yucca y Nolina en México.
  
- 2) Establecer las formas de aprovechamiento actual desde un punto de vista etnobotánico de los géneros Yucca y Nolina en la Zona Ixtlera y Noreste del estado de Sonora respectivamente.

## III. METODOLOGIA.

1. La ubicación del área de estudio fue seleccionada en base al lugar ecológico representativo de los géneros Yucca y -- Nolina; así como también, al sitio donde se lleva a cabo el mayor aprovechamiento de estas plantas.
  - . Para el caso de Yucca spp. fue seleccionada la llamada Zona Ixtlera, dentro de la cual a su vez se eligió una pequeña zona del Altiplano Potosino.  
El transecto recorrido abarcó los ejidos de Huizache, Sta.-Teresa, Ex. Hacienda de Vallejo, Pozoz y Matehuala, en el estado de San Luis Potosí.  
Para el caso de Nolina spp. se tomó la zona de influencia de Agua Prieta, Sonora; considerada porque es allí donde se encuentra la única Soc. de Palmilleros.
2. Basándose en un amplia revisión bibliográfica y considerándose aspectos de tipo taxonómico, fitogeográfico, fisiológico, genético y ecológico se llevó a cabo la integración de esta información para darle la magnitud que tiene el aprovechamiento de estos géneros.
3. Se realizaron entrevistas abiertas con personal técnico e investigadores de Instituciones Gubernamentales Regionales (SARH, Banco de Crédito Rural, INIFAP, CONAZA, CIQA, Asoc. de Palmilleros de Agua Prieta, Sonora, La Forestal, F.C.L.), así como también, con autoridades locales de donde se obtuvieron algunas formas de aprovechamiento, datos de censo de producción y comercialización, estableciéndose así las perspectivas potenciales de Yucca y Nolina.
4. En visitas a ejidos se realizaron entrevistas abiertas con campesinos colectores y productores para así considerar algunos aspectos de tipo etnobotánico y económico.

5. La síntesis y análisis de la información recabada se realizó a manera de monografía, donde se combinan los elementos teóricos con las formas observadas en el campo y de esta manera establecer las perspectivas potenciales de los géneros Yucca y Nolina

#### IV. UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO.

Dado que uno de los objetivos del presente trabajo es establecer las diferentes formas de aprovechamiento potenciales del género Yucca y Nolina, se determinaron las zonas de estudio en base a los sitios de mayor aprovechamiento, así como al lugar ecológico representativo de estos géneros.

Para el género Yucca se seleccionó la llamada Zona Ixtlera y - para el género Nolina se eligió el área que abarca el noreste del estado de Sonora.

##### CASO Yucca.

Localización y superficie: La extensión de la Zona Ixtlera ha sido muy variada y obedece principalmente a la participación que han reflejado en la producción de "ixtle" las diversas localidades, donde el recurso existe con relativa abundancia.

A través de la historia, se han identificado hasta 79 municipios ixtleros en una región cuya extensión se aproxima a los ---- 200,000 km<sup>2</sup>.

En 1978, COPLAMAR definió a la Zona Ixtlera como se muestra en el Mapa 4, la cual comprende 36 municipios que cubren una extensión aproximada de 135.000 km<sup>2</sup>. Si de esta región se eliminan --- aquéllos municipios que prácticamente ya no producen en la actualidad, el número de los mismos se reduce a 25 y el área ixtlera a unos 70,000 km<sup>2</sup> (Ramírez, 1985).

En el Cuadro 1 se muestran los municipios de la Zona Ixtlera -- según reperte de COPLAMAR en 1978.

En base a lo anterior, podemos determinar que la Zona Ixtlera está situada al noreste de nuestro país a ambos lados del Trópico de Cáncer, entre los paralelos 22° y 26° 30' de latitud norte, y los meridianos 99° y 102° 30' de longitud oeste (Mapa 4) (Pi&a,-- 1971).

Dentro de esta área se llevó a cabo recorridos en el transecto que comprende los ejidos de Huizache y Matehuala en San Luis Potg sí (el transecto abarcó los ejidos de Sta. Teresa, Huizache, Ex - Hacienda de Vallejo y Pozos.)

Topografía y Geología: Su relieve es predominantemente llano, con altitudes que varían de los 1,000 a 2,000 msnm. La región es-

Cuadro 1. Municipios de la Región Ixtlera del Norte de México.

ESTADO

<u>Coahuila</u>	<u>General Cepeda</u>	<u>Arteaga*</u>
	Parras	Castaños*
	Ramos Arizpe	Cuatrociénegas*
	Saltillo	Ocampo*
Nuevo León	Arramberri	Mina
	Dr. Arroyo	Rayones
	Galeana	Villa García
	Mier y Noriega	Gral. Zaragoza
San Luis Potosí	Charcas	Villa de Guadalupe
	Catorce	Cd. del Maíz*
	Cedral	Venado*
	Guadalcázar	La Paz*
	Matehuala	Villa Hidalgo
	Vanegas	
Tamaulipas	Jaumave	Tula*
	Miquihuana	Bustamante*
	Palmillas	
Zacatecas	Concepción del	Melchor Ocampo*
	Oro	
	El Salvador	
	Mazapil	

\* Municipios con escasa o nula producción en la actualidad.

Tomado de Ramírez, 1985.



Escala  
1: 25,121,951

Mapa 4. Región Ixtlera del Norte de México.

Tomado de Ramírez, 1985.

tá enclavada en la gran llanura Cretácica que comenzó a sufrir un levantamiento a fines de ese período y ha continuado el mismo proceso de levantamiento durante el Cenozoico. Sobre las rocas Mesozoicas que predominan en la Altiplanicie se han depositado rocas volcánicas del Cenozoico que salieron por grietas y fallas de la misma era, las ocupan pequeñas extensiones, así como rocas sedimentarias del Pleistoceno y Holoceno que son el producto de la denudación de la Sierra Madre.

En general, las cordilleras están muy erosionadas y en sus bases se han desarrollado abanicos aluviales que terminan en llanuras extensas y poco inclinadas (Pi&a, 1971).

Suelos: Los suelos que predominan en la Zona Ixtlera son los litosoles en un 45% y xerosoles en un 22%; se caracterizan por tener una escasa capacidad agrícola y solamente son productivos a base de abonos, fertilizantes y riego. También se presentan suelos del tipo castañosozems en un 27% situados al noreste y sur de la Zona Ixtlera; estos son los suelos más aptos para el desarrollo de la agricultura (De Caire, 1985).

Clima: Es seco árido (BS. BS<sub>1</sub>), en un 67%, y seco muy árido (BW), en un 29%. La precipitación media anual varía de 300 a 500 mm, de esta cantidad un 15% de lluvia cae de mediados de junio a mediados de septiembre. La temperatura media anual es de 18° aproximadamente.

Existen ligeras diferencias microclimáticas debido a situaciones locales de latitud, altura sobre el nivel del mar y situación geográfica; hacia el norte son más rigurosas las condiciones de sequía y oscilación térmica, la parte comprendida en el estado de Tamaulipas está situada ligeramente a barlovento de la Sierra Madre Oriental por lo que es ligeramente más húmeda, debido a los vientos procedentes del Golfo de México (De Caire, op. cit.).

Hidrología: La Zona Ixtlera está incluida en la cuenca endorreica formada por los Bolsones de Mapimí y de San Luis Potosí; si sumamos a esto las altas temperaturas, el elevado índice de evaporación y las escasas precipitaciones que caracterizan al clima de la zona da como resultado que los ríos y corrientes superficiales sean muy escasas e intermitentes.

Vegetación: La vegetación que predomina es el Matorral Desértico, en un 54%; hacia el sur se localizan pequeñas áreas de Matorral Desértico Rosetófilo, en un 11% (De Caire, 1985).

MATORRAL DESERTICO: Es el tipo de vegetación mejor adaptado a condiciones de aridez siendo por lo tanto el talón de fondo de todas las zonas áridas y semiáridas de México. Está formado principalmente, por especies arbustivas con hojas o folíolos pequeños muchas veces resinosos. Los géneros característicos son: Larrea, -- Fourensia, Celtis, Rhus, etc. A veces si la humedad del subsuelo lo permite se presenta Prosopis formando mezquitales y a veces sobre grandes extensiones, el elemento más notable del paisaje es la Yucca (Medellín, 1983).

MATORRAL DESERTICO ROSETPFILO: Se caracteriza por la abundancia de especies perennes con hojas gruesas y alargadas, a veces espinosas (Agave, Hechtia y Dasylyrion), o bien inermes pero fibrosas (Yucca), pero siempre dispuestas en rosetas.

Estos géneros incluyen especies ya sea de porte arbustivo con tallo bien desarrollado como en Yucca y Dasylyrion, o bien con -- las hojas basales. Masas densas de lechuguilla, guapilla, sotol y palma cubren gran número de lomeríos y serranías calizas, ya -- sea que se mezclen 2 ó más especies o en manchones casi puros. En este caso se define la vegetación como lechuguillales, palmeras o izotales (Bosque de Yucca).

Actividades humanas: La Zona Ixtlera es una de las menos pobladas del país con características heterogéneas y contrastadas. La población es predominantemente joven, ya que el 49% está formada por niños de 1 a 14 años, el 45% corresponde a jóvenes y el 6% a la senectud.

La zona se caracteriza como expulsora de mano de obra al no tener capacidad para absorber la fuerza de trabajo que genera; los trabajadores migran hacia los centros urbanos como son las ciudades de Saltillo, Monterrey, Guadalajara, México y E.U., en busca de mejores condiciones de vida. La alimentación básica de la población dadas sus características económicas, es pobre y poco di-

versificada a base de maíz, chile y frijol; ocasionalmente arroz, huevo y más raramente leche y carne. Lógicamente mal alimentados son fácil presa de la desnutrición, parasitosis, tuberculosis y enfermedades gastrointestinales.

El promedio de consumo alimenticio del campesino es inferior a 2,000 calorías y 54g de proteínas por día, por lo que es considerada insuficiente; las deficiencias nutricionales afectan más seriamente a la población infantil, ya que el 78% de la población tiene estatura y peso por debajo de la considerada como normal o estable en el país.

En el año de 1974, por decreto presidencial se modificó la ley del Seguro Social para poder prestar atención a los ixtleros y sus familias; a cambio de ello cada jefe de familia aporta 10-jornadas de trabajo al año en obras de beneficio colectivo.

En general, se observa un porcentaje de analfabetismo elevado (67%); el 60% de la población en edad escolar asiste a escuelas, sin embargo el porcentaje de educación primaria y postprimaria es bajo (14%). Esto es debido principalmente a que los locales educativos se encuentran sólo en las cabeceras municipales en toda la zona, la ciudad de Saltillo sale fuera del contexto general, ya que es la única que cuenta con la infraestructura educativa adecuada.

El 25% de la población total de la zona es económicamente activa, ya que hay un 75% de población dependiente (De Caire, 1985

a) Agricultura: actualmente es casi nula pues los campesinos sólo practican siembras de temporal con métodos anticuados de cultivo y carencia total de abonos e insecticidas. Existen algunas áreas con irrigación, pero tienen problemas de acumulación de sales como consecuencia de la alta evaporación y baja precipitación características de estos climas y la insuficiencia del drenaje natural propia de las cuencas endorreicas. Los cultivos más frecuentes son el maíz, chile, frijol y cebada.

Es necesaria la construcción de obras adecuadas para la captación de agua y su concentración en las áreas de cultivo, con lo que se les proporcionaría la humedad necesaria. Esto puede lograrse con sistemas integrados por pequeñas presas de mampostería, lo que se complementa con los cultivos en terrazas y surcado a nivel.

Al mismo tiempo debe proporcionarse asistencia técnica para la selección de cultivos adecuados, en función de las demandas en los mercados tanto locales, nacionales y extranjeros, la -- disponibilidad de semillas mejoradas, fertilizantes, maquinaria y equipo; así como créditos amplios y oportunos.

b) Ganadería: se practica sin ninguna técnica y el sobrepasoreo casi ha extinguido no sólo a los pastos útiles, sino hasta el nopal silvestre usado como forraje. También se emplean -- como forraje la base de los tallos tiernos de maguey, yuca y sotol; así como los frutos y flores de yuca y las vainas de -- mezquite. Como en todas las regiones áridas, en la Zona Ixtlera predomina la explotación del ganado caprino que en su mayoría pertenece a ejidatarios y a pequeños propietarios contribuyendo a satisfacer sus más urgentes necesidades.

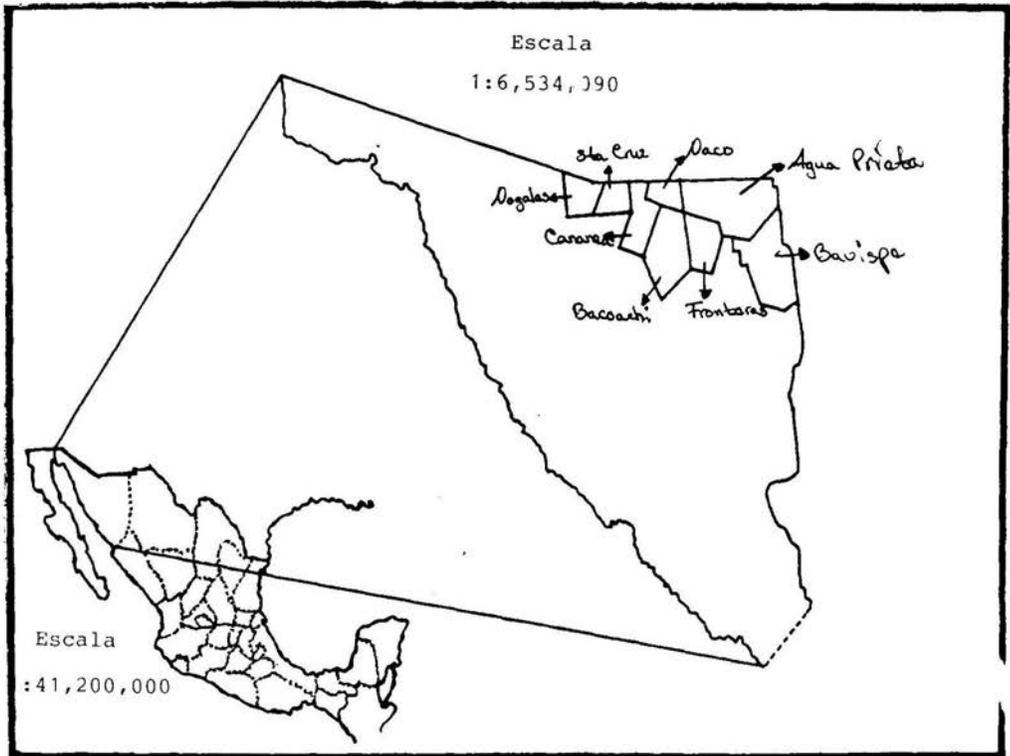
c) Minería: la mayor parte de los distritos mineros están -- ubicados en las zonas semiáridas de nuestro país. En la Zona -- Ixtlera hace muchos años tuvo mucho auge, pues prosperaron muchas compañías. Actualmente a pesar de los subsidios y facilidades dadas por los gobiernos locales y federales, la poca ley de los yacimientos y los bajos precios de plomo, cobre y zinc, que son los más explotados se ha reducido notablemente sus actividades.

d) Industrias: apenas unas cuantas plantas xerófitas han sido objeto de aprovechamiento de alguna importancia, tales como: -- lechuguilla, yuca y candelilla; otros como el guayule han sido objeto eventual de explotación. Sin embargo, todos estos productos están siendo desplazados por los materiales sintéticos (Pi&a, 1971).

#### CASO NOLINA.

Localización: El área donde crece la "Palmilla" con mayor -- abundancia y en donde se encuentran las áreas de corta es al n norte del estado de Sonora abarcando principalmente 8 municipios: Agua Prieta, Naco, Cananea, Bacoqui, Sta. Cruz, Nogales Bavispe y Fronteras (Mapa 5).

Los 8 municipios se encuentran situados entre los 30° 19' a 31° 23' latitud norte y entre los 109° 26' a 111° 9' longitud oeste (Velázquez, 1981).



Mapa ■. 5 Localización del área de mayor abundancia y corta del género *Nolina*.

Tomado de Velazquez, 1981.

Suelos: Dentro de los tipos de suelo en los que usualmente -- crece en estado natural el género Nolina en contramos:

a) Yermosoles-lúvicos, que son de textura areno limosa con re- tensión de agua y nutrientes moderados.

b) Casta&ozems-háplico, son suelos ricos en materia orgánica y nutrientes, presentando una acumulación calcárea.

c) Casta&ozems-lúvicos, son suelos casta&os con acumulación - de arcillas.

d) Litosol-yermosol, los litosoles son suelos someros no ap-- tos para actividades agrícolas y los yermosoles son suelos carac- terísticos de zonas áridas de color claro y pobre en materia or- gánica con pendientes abruptas (Velázquez, 1981).

En términos generales este género está adaptado a diversas -- condiciones de suelo; sin embargo, todos ellos están libres de - sales solubles (Sánchez, 1982).

Clima: Es del tipo  $B_{S}KW(x')$ , que se caracteriza por ser el me- nos seco de los climas  $B_{3}$  con una P/T de 22.9; templado en vera- no con temperatura media anual entre los 3° y 18°C. Con un régi- men de lluvias en verano por lo menos con 10 veces mayor canti- dad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del a&o; en el mes seco un porcentaje de lluvia invernal de entre 5 y --- 10.2 dl total anal. Régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno y es extremo con oscilación entre 7° y 14°C (CETENA 1970; García, 1973).

Vegetación: Se ha reportado al género Nolina en 3 tipos de -- pastizales que son: Mediano abierto, Mediano arbosubfrutescente y Amacollado arbosubfrutescente. También se ha reportado en el - Matorral subinermes; es decir se le encuentra desde los pztiza-- les de planicies y lomeríos suaves hasta las laderas al pie de - las serranías, pasando por las asociaciones de encino-enebro --- (Aguirre, 1974). Forma asociaciones con plantas de hojas dispues- tas en rosetas, carnosas y espinosas (Matorral con rosetófilos - acaules) como: A. lechuguilla, A. striata, Hchtia spp., A. deser- ti, A. shawii var. goldmaniana, Dasyilirion spp., y Yucca spp.--- (CETENAL, 1970).

V. ANTECEDENTES DE LA BIOLOGIA Y APROVECHAMIENTO DE Yucca spp.TAXONOMIA.

A través del tiempo y según los criterios de diferentes especialistas, la clasificación del género Yucca ha sufrido numerosas modificaciones.

Tradicionalmente se le había considerado como perteneciente a la familia Liliaceae; sin embargo, en base a ciertas características morfológicas, químicas y citogenéticas en la actualidad la mayoría de los taxónomos lo incluyen dentro de la familia Agavaceae.

a) Caracteres morfológicos: El primero en realizar una descripción del género Yucca fue Linneo en el año de 1757.

Engelman (1873), basándose en los caracteres florales divide al género en los subgéneros: Euyucca y Esperoyucca. Por otra parte, basándose principalmente en los caracteres del fruto y en los hábitos de las plantas, subdivide Euyucca en 3 secciones: Sarcoyucca, Clistoyucca y Chaenoyucca.

De la revisión que lleva a cabo Trelease (1902) del grupo Yuceae cita 5 géneros: Esperaloe Engelm; Esperoyucca (Engelm) Baker; Clistoyucca (Engelm) Trel., Yucca L., y Samuela Trel. A su vez divide al género Yucca en 3 series: Chaenoyucca Trel., Heteroyucca Trel., y Sarcoyucca Trel. (Cuadro 2).

Standley (1920), basándose en Trelease menciona para México a los mismos géneros: Hesperaloe, Hesperoyucca, Samuela y Yucca; omitiendo a Clistoyucca por ser endémica de los E.U. (Cuadro 3).

Mckelvey (1938-1947), conserva al género Esperaloe, pero fusiona Hesperoyucca, Clistoyucca y Samuela en el género Yucca. Al mismo tiempo divide a este género en 4 secciones y 7 series: Sarcocarpa Engelm. (con 3 series que agrupan a 11 especies), Clistoyucca Engelm (con 1 especie), Esperoyucca Engelm. (con 3 especies) y Chaenocarpa Engelm. (con 6 series que agrupan a 17 especies) (Cuadro 4).

Hutchinson (1959), menciona que se le ha dado demasiada importancia en la taxonomía de las monocotiledóneas al carácter ínfero

Cuadro 2. Subdivisiones de la tribu Yuceae, según Trelease.

<u>GENERO</u>	<u>SERIE</u>	<u>ESPECIE</u>
I. <u>Hesperaloe</u> Engelm.		H. parviflora (Torr.) Coult.
fruto dehiscente		H. funifera (Koch) Trel.
II. <u>Hesperoyucca</u> (Engelm.) Baker.		H. whipplei (Torr.) Baker.
III. <u>Clistoyucca</u> (Engelm.) Trel.		
IV. <u>Yucca</u> L.	1. <u>Chaenoyucca</u> Trel.	Y. filamentosa L.
	fruto dehiscente	Y. flaccida Hawort.
		Y. tenuistyla Trel.
		Y. constricta Buckley
		Y. radiosa (Engelm.) Trel.
		Y. angustissima Engelm.
		Y. harrimaniae Trel
		Y. glauca (sims.) Trel.
		Y. arkanzana Trel.
		Y. lousianensis Trel
		Y. rigida (Engelm.) Trel.
		Y. rupicola Schelle
		Y. recerchoni Trel.
		Y. thompsoniana Trel.
		Y. rostrata Engelm.
	2. <u>Heteroyucca</u> Trel.	Y. giganteae LEMAIRE
	fruto indehiscente	Y. gloriosa L.
		Y. recurvifolia Tristis.
		Y. flexilis Carr.
		Y. desmentiana Baker.
		CONTINUA .....

.....continúa cuadro 2

GENERO

SERIE

Yucca

3. *Sarcocolla* Trel.

(fruto indehisciente)

*Y. aloifolia* L.

*Y. elephantepis* Reguel.

*Y. treculeana* Carr.

*Y. schottii* Engelm.

*Y. jaliscensis* Trel.

*Y. brevifolia* Schott.

*Y. australis* (Engelm) Trel.

*Y. valida* Brand.

*Y. descipiens* Trel.

*Y. periculosa* Baker.

*Y. endlichiana* Trel.

*Y. baccata* Torr.

*Y. macrocarpa* (Torr) Cov.

*Y. mohavensis* Sarg.

V. Samuela Trel.

(fruto indehisciente)

*S. faxoniana* Trel.

*S. carnerosana* Trel.

Tomado de Matuda y Piña, 1980.

Cuadro 3. Géneros y especies de la tribu Yuceae, reconocidos para México por Trelease y Standley.

GENERO	ESPECIE
<u>Hesperaloe</u>	<i>H. parviflora</i> (Torr.) Coult.
	<i>H. funefera</i> (Koch.) Trel.
<u>Samuela</u>	<i>S. faxoniana</i> Trel.
	<i>S. carnerosana</i> Trel.
<u>Hesperoyucca</u>	<i>H. whipplei</i> (Torr) Baker..
<u>Yucca</u>	<i>Y. rigida</i> (Engelm) Trel.
	<i>Y. rupicola</i> Scheele
	<i>Y. rostrata</i> Engelm
	<i>Y. thompsoniana</i> Trel.
	<i>Y. aloifolia</i> L.
	<i>Y. elephantipes</i> Regel.
	<i>Y. treculeana</i> Carr.
	<i>Y. schottii</i> Engelm.
	<i>Y. jaliscensis</i> Trel.
	<i>Y. endlichiana</i> Trel.
	<i>Y. australis</i> (Engelm) Trel.
	<i>Y. valida</i> Brand.
	<i>Y. discipiens</i> Trel.
	<i>Y. periculosa</i> Baker.
	<i>Y. macrocarpa</i> (Torr) Coville.
<i>Y. mohavensis</i> Sarg.	

Tomado de Matuda y Piña, 1980.

Cuadro - 4. Subdivisiones del género *Yucca* según Mckelvey.

SECCION	SERIE	ESPECIE
I. <u>Sarcocarpa</u> Engelm. (fruto indehiscete)	1. Faxonianae Mckelvey	<i>Y. faxoniana</i> Treil.
		<i>Y. carnerosana</i> Trel.
		<i>Y. baccata</i> Torr.
	2. Baccatae Mckelvey	<i>Y. confinis</i> Mckelvey.
		<i>Y. arizonica</i> Mckelvey.
		<i>Y. thorberi</i> Mckelvey.
		<i>Y. treculeana</i> Carr.
		<i>Y. schottii</i> Engelm.
	3. Treculeana Mckelvey	<i>Y. schidigera</i> Roetzl.
		<i>Y. torreyi</i> Shafer.
II. <u>Clistocarpa</u> Engelm.		<i>Y. brevifolia</i> Engelm.
III. <u>Hesperoyucca</u> Engelm. (fruto dehiscente)		<i>Y. whipplei</i> (Torr.) Baker.
		<i>Y. newberryi</i> Mckelvey.
		<i>Y. peninsularis</i> Mckelvey
IV. <u>Chaenocarpa</u> Engelm.	1. Rupicolae Mckelvey.	<i>Y. pallida</i> Mckelvey.
		<i>Y. rupicola</i> Schelle.
		<i>Y. reverchonii</i> Trel.
		<i>Y. thompsoniana</i> Trel.
		<i>Y. rostrata</i> Engelm.
	2. Elatae Mckelvey	<i>Y. elata</i> Engelm.
		<i>Y. utahensis</i> Mckelvey.
		<i>Y. verdiensis</i> Mckelvey.
		<i>Y. angustissima</i> Engelm.
		<i>Y. standleyi</i> Mckelvey.
		<i>Y. intermedia</i> Mckelvey.
		<i>Y. kanabensis</i> Mckelvey.

continúa.....

o súpero del ovario, por lo que él propone otros caracteres como son: el tipo de inflorescencia, el hábitat y la forma biológica para realizar una mejor agrupación de géneros aislados o cercanos de las diferentes familias de monocotiledóneas, ya que probablemente estos caracteres son mucho más estables que la posición del ovario (García, 1986).

Por lo tanto, Hutchinson realiza algunos cambios de jerarquía en el orden Liliales formando con el género *Yucca* (40 especies) *Samuela* (2 especies), *Clistoyucca* (1 especie) y *Hesperaloe* (2 especies) a la tribu Yuceae. Y a su vez esta tribu la agrupa -- con otras 5 para constituir a la familia Agavaceae-Yuceae (con 4 géneros y 45 especies), Dracaenaceae (con 4 géneros y 118 especies), Phormiaceae (con 1 género), Nolineae (con 3 géneros y 36 especies), Agaveae (con 4 géneros y 308 especies) y Poyanteae (con 3 géneros y 17 especies).

b) Quimiotaxonomía: Los recientes estudios químicos de las diversas especies de las familias Agavaceae, Liliaceae y Amaryllidaceae, han expuesto significativas diferencias químicas entre las especies incluidas en estas familias.

Encontrándose así, que en las Liliaceae además de las saponinas esteroidales se han encontrado cardenolidos, bifodienolidos, antraquinoides, tioéteres, tiosulfóxidos de alquilo y alcaloides

Mientras que en las diversas especies de las Amaryllidaceae -- además de ácido chelidónico, contienen complejos alcaloides derivables de la belciltetrahidroiso quinolina, pero no se han encontrado saponinas.

Y en las especies de las Agavaceae hay saponinas esteroidales pero no se han encontrado alcaloides, ni antraquinoides en raíces, tallos, hojas, frutos, semillas y flores (Domínguez, 1980).

c) Caracteres cromosomales: En la mayoría de las familias de monocotiledóneas el número de cromosomas es variable y ha sido -- de gran utilidad en las relaciones filogenéticas.

Sin embargo, el cariotipo de 5 cromosomas grandes y 25 pequeños ha ayudado en la decisión para colocar al género *Yucca* con -- el género *Agave* (Dahlgren, 1985).

Se han llevado a cabo numerosos estudios sobre el cariotipo - Yucca-Agave; a partir de 1925 las investigaciones centran su atención en la morfología de los cromosomas y en las relaciones filogenéticas que indican las similitudes del cariotipo.

Entre estos estudios se encuentran los de Mokoliveyt y Sax --- (1933), Whitaker (1934) y Soto (1935) quienes analizan los cario tipos de Yucca, Agave y géneros afines, indicando que estos pueden ser considerados como un sólo grupo en virtud de la semejanza de características morfológicas y que además poseen un patrón de semejanza en su cariotipo (Fig. 1).



Fig. 1. Configuración cromosómica de *Yucca flaccida* (A, diakinesis), *Agave virginica* (B, diakinesis), *Yucca filamentosa* (C, metafase) y *Agave virginica* (D, metafase). Tomado de Dahlgren, 1985.

Actualmente las opiniones de los taxónomos están divididas en el sentido de considerar o no al género Yucca dentro de la familia Agavaceae; por lo tanto, con fines prácticos y de acuerdo al gran conocimiento que han obtenido Matuda y Pi&a sobre este tipo de plantas, se ha tomado para este estudio la siguiente clasificación

Orden: Agavales.

Familia: Agavaceae.

Tribu: Yuceae.

Género: Yucca spp.

#### DESCRIPCION TAXONOMICA.

Orden Agavales: Plantas perennes; herbáceas o arbustivas de bulbos o rizomas o arborescentes con tallos leñosos, simples o ramificados; hojas arrosetadas en la base o en el extremo del tallo, generalmente lineares, gruesas o carnosas y fibrosas; enteras o con bordes espinosos. Flores bisexuales o dióicas, actinomorfas o zigomorfas, bracteadas; racimosas, espigadas, paniculadas o capitadas; perianto seco y glumáceo o carnoso; segmentos más o menos iguales, 6 estambres; anteras binoculares, introrsas o abiertas en los lados; ovario ínfero o súpero, triouniloculado, con lóbulos axilares o centrales. Fruto capsular o en baya; semillas con endospermo abundante.

Familia Agavaceae: Plantas acaules con bulbo o rizoma; o acaulescentes, con tallo leñoso simple o ramificado. Hojas arrosetadas basales o caulinares, delgadas y flexibles o gruesas y carnosas, fibrosas, enteras o con bordes espinosos. Flores bisexuales, polígomas o dióicas; actinomorfas o zigomorfas; racimosas, espigadas o paniculadas; ramas de la inflorescencia con grandes brácteas en sus bases; tubo del perianto corto o poco alargado; segmentos desiguales o subiguales; 6 estambres insertados en la base de los segmentos o sobre el tubo; filamentos filiformes o engrosados en su base, libres; anteras introrsas, lineares generalmente dorsificadas, biloculares; ovario ínfero o súpero, trilocular, con placentas axilares, estilo alargado;

óvulos numerosos o solitarios en cada lóculo superpuestos en 2 series, anátropos. Fruto capsular o en baya; semillas numerosas o solitarias, comprimidas, con endospermo carnoso rodeando al embrión.

Tribu Yuccaceae: Plantas acaules o caulescentes con tallos leñosos, carnosos o grandes, algunas veces arborescentes. Hojas arrosetadas en el extremo del tallo, lineares o ensanchadas; -- flores en racimo o en panícula; segmentos del perianto libres o algunas veces unidos, 6 estambres insertados en la base de los segmentos; anteras dorsificadas, introrsas. Ovario trilocular, óvulos numerosos.

Género Yucca: Plantas perennes, suculentas; acaulescentes, arbustivas o arborescentes. Hojas ascendentes, generalmente agrupadas hacia los extremos de los tallos, más o menos rígidas, planas o convexas, amarillo-verdosas, verdes o glaucas, algunas veces estriadas; márgenes lisos, dentados o fibrosos, ápice agudo. Inflorescencia en panícula, erecta o pendular, Flores campanuladas o globosas, con 6 tépalos curvados, libres o ligeramente unidos en su base, color blanco-cremoso, algunas veces con tintes rosáceos o morados; 6 estambres libres insertados en la base de los segmentos. Ovario súpero trilocular, óvulos numerosos, - con placentación axilar. Polen monocolpado, tectado, prolato ó sobrolato algunas veces esferoidal, la exina tiene un grosor de 1.5 a 3.4 con táctum muy delgado. La columnela es visible y simple, dándole a la superficie un aspecto reticular o escabroso; colpo longitudinal al cuerpo del grano de polen generalmente delgado y expandido en el centro. El fruto puede ser indehiscente tanto carnoso (baya), como seco y esponjoso, o dehiscente (capsular). Semilla plana, lisa o rugosa, brillante u opaca, color negro cuando madura, con ó sin ala marginal (Matuda y Pisa, 1980). (Fig. 2).

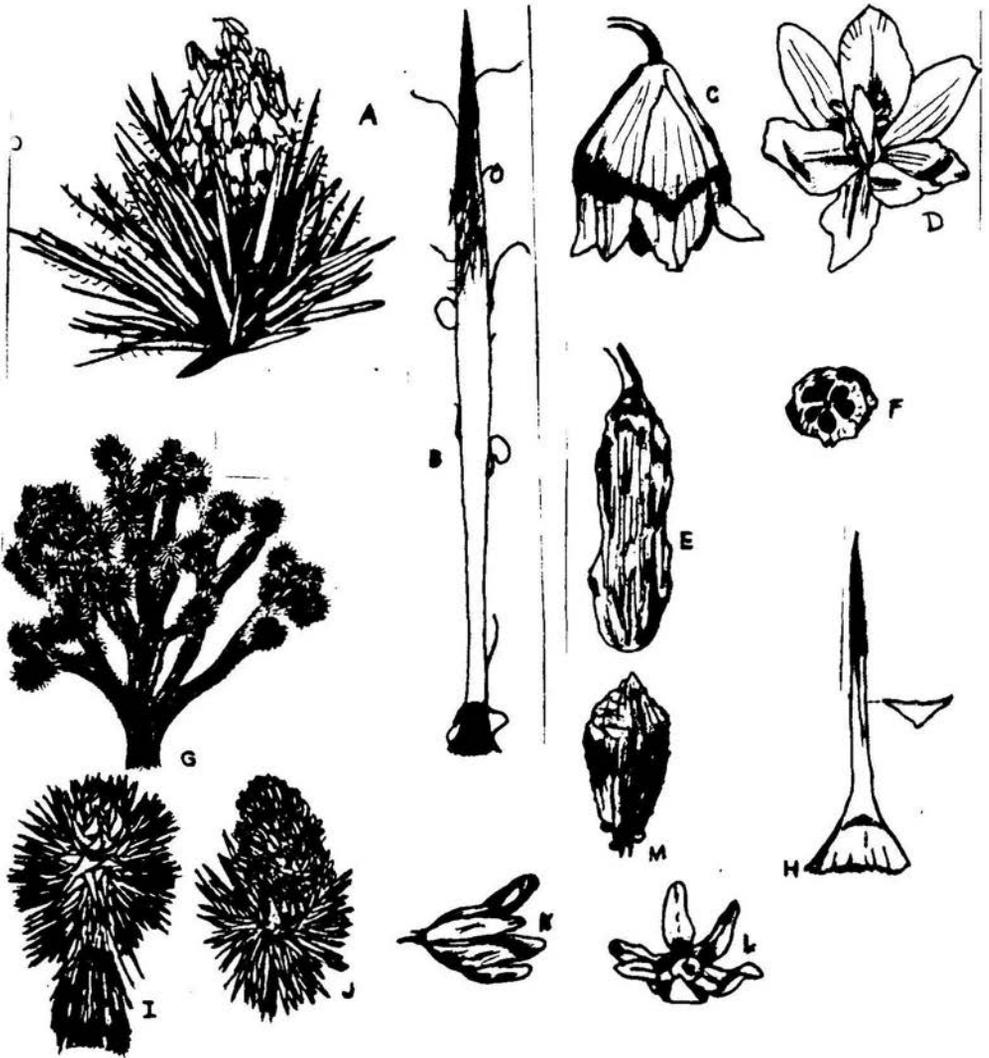


Fig. 2. Yucca baccata. A Planta con inflorescencia, B Hoja, C Flor vista lateral, D Flor vista frontal, E Fruto, F Fruto sección transversal. Yucca brevifolia. G Arbol, H Hoja sección transversal, I Rama antes de la floración, J Rama con inflorescencia, K Flor vista lateral,-- L Flor vista frontal, M Fruto.

Tomado de Dahlgren, 1985.

FITOGEOGRAFIA.

Rzedowski (1962), Trelease (1902-1911) y otros autores señalan que el centro de dispersión del género Yucca se localiza en la Altiplanicie Mexicana, pero su área actual de dispersión se extiende desde la gran cobertura del Río Missouri en los E.U., cerca con la frontera con Canadá hasta Centroamérica, las Islas Bermudas y las Antillas (Matuda y Pi&a, 1980).

Se tiene la impresión de que en épocas pasadas la distribución geográfica del género fue muy amplia, pero se fue restringiendo paulatinamente a las regiones áridas, en donde la competencia con otras plantas es menor. Sin embargo, hay indicios de una tendencia reversible de estas plantas hacia el mesofilismo (Matuda y Pi&a, op.cit.).

En México crecen alrededor de 30 especies de Yucca, de las cuales 4 especies crecen en algunas regiones húmedas del centro y sur de México (Y. treculeana, Y. aloifolia, Y. elephantipes y Y. lacandonica).

Las mayores poblaciones de plantas se encuentran localizadas en 2 regiones (Ridaura, 1980) (Mapa 2):

1) Península de Baja California, poblada principalmente por Y. valida que alcanza densidades de hasta 300 plantas por ha.

2) La región formada por los estados de México, Michoacán, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Nuevo León, Zacatecas y Coahuila. En esta región Y. filifera es la especie más abundante, existiendo zonas donde hay más de 300 plantas por ha.

Las especies de fruto carnoso seco predominan en la parte norte del área de distribución del género, desde Dakota del norte hasta Durango, y desde la costa del Atlántico hasta Nevada (Webber, 1953).

Las especies de fruto carnoso se extienden desde el sur de las Montañas Rocallosas, hasta la Península de California, el Altiplano Mexicano y Centroamérica (Matuda y Pi&a, op.cit.)

Trelease (1902-1911) y Webber (1953), coinciden en que las especies con fruto carnoso (baya) derivan filogenéticamente de las especies con fruto capsular. Esto se basa aparentemente en -

que las semillas de las especies con fruto carnoso están mejor adaptadas a las condiciones de aridez.

En cambio las especies de fruto capsular poseen rizomas que son más propias de regiones húmedas.

#### FISIOLOGIA.

Una de las estrategias adaptativas que exhiben las plantas xerófitas es la succulencia, la cual resulta de una gran proliferación celular de ciertos parénquimas, acompañada de un aumento en el tamaño de las vacuolas, una disminución en el tamaño de los espacios intercelulares y una gran densidad tanto del sistema vascular como de los estomas.

Casi todas las plantas perennes de estas zonas desérticas poseen alta presión osmótica y sus protoplasmas contienen gran concentración de sustancias hidrofílicas que las capacitan para almacenar grandes cantidades de agua durante los períodos cortos de lluvia, principalmente en tallos y hojas (Cruz, 1978).

Para reducir la tasa de transpiración el estoma está hundido y cubierto por tricomas muertos, siendo gruesa la cutícula. El tejido vivo transpirando puede reducirse cuando se rodea por células esclerenquimáticas muertas (Bolhar, 1982).

El agua la almacenan en sus tejidos esponjosos en donde queda protegida de la evaporación, mediante una gruesa cutícula y por una capa de cera. Una vez almacenada tiene lugar la fotosíntesis por medio del mecanismo Acido Crassulaceae; este mecanismo les permite a las plantas ahorrar agua, capturan  $CO_2$  solo de noche para no exponerse a perder el agua por apertura de sus estomas durante el día, cuando la temperatura es alta y la atmósfera muy seca. Al llegar el día liberan el  $CO_2$  que habían capturado e inician las reacciones desérticas para las plantas C-3. De esta manera elaboran azúcares que posteriormente son combinados para dar una enorme variedad de productos naturales (Romo de Vivar, 1985).

#### REPRODUCCION.

Las yuccas se reproducen tanto sexualmente, es decir por semillas como vegetativamente o sea por brotes o retoños.

La floración no es uniforme, pues en una misma planta pueden

existir ramas en plena floración, otras que la inician y otras más que están en fructificación.

a) Polinización: ENGELMAN (citado por Matuda, 1980), al estudiar este género de plantas en los E.U. dedujo que por la disposición de los órganos sexuales de estas plantas no podían autofertilizarse, sino que debía existir un agente polinizador.

Por lo tanto, la polinización es entomófila pues la fecundación solamente se realiza mediante la intervención de un insecto perteneciente a la familia Prodoxidae y al género *Tegeticula* (Sin. de *Pronuba*) (Fig. 3A).

La polinización es nocturna, cuando la *Yucca* esparce su perfume en el aire la hembra de la palomilla visita la flor, recorre el ovario para percatarse que tiene un grado de madurez conveniente y después lo perfora y deposita sus huevecillos dentro de uno de los óvulos (Martínez, 1936).

En seguida y como si comprendiera que el ovario sin ser fecundado no podría desarrollarse y nutrir a las larvas, trepa por el estilo de la flor a los estambres, recoge el polen y lo amasa con sus órganos bucales especialmente adaptados, llegando al estigma de la flor generalmente introduce en él el polen empujándolo hacia adentro (Fig. 3B y 3C).

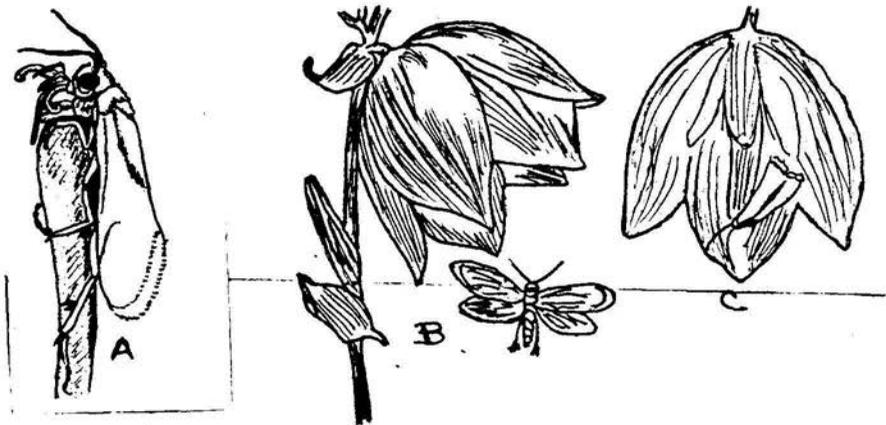


Fig. 3. Hembra de *Pronuba yuccasella* colectando polen de un estambre de *Yucca* (A); *P. yuccasella* aproximándose a la flor de *Yucca* (B); flor cortada y abierta con la *Pronuba* depositando el polen en el estigma (C). Tomado de Clarke, 1974.

A medida que las semillas van madurando, las larvas del insecto se alimentan de los tejidos del óvulo y, cuando finalmente alcanzan la madurez repiten el proceso (Clarke, 1974).

Para la larva, la semilla es una fuente de compuestos esteroidales (las sapogeninas o su precursor: el colesterol). Este tipo de compuestos son transformados por el insecto en los diferentes tipos de hormonas de maduración (ecdysonas). Estas hormonas son importantes para los insectos porque inducen los cambios larvarios. (Fig.4) (Ridaura, 1980).

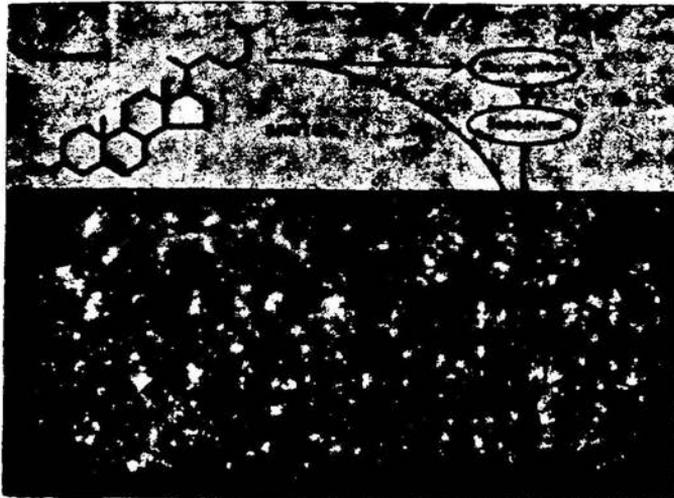


Fig. 4. Interacción entre el fruto de Yucca y el insecto polinizador Pronuba.. Tomado de Ridaura, 1980.

b) Germinación y Crecimiento: Los porcentajes de germinación de las semillas en la mayoría de las especies oscilan entre el 70% y 90%; sin embargo, la viabilidad sólo alcanza un 48% (Cavaños y Acredondo, 1981).

A pesar de la gran cantidad de semillas que se forman y de los altos porcentajes de germinación y viabilidad, el número de plantas que alcanzan su estado adulto es muy bajo. Esto puede

ser atribuido a la escasez o irregularidad de las lluvias y a la gran cantidad de plántulas que son devoradas por roedores.

En general el crecimiento de las plántulas es lento, éstas al principio se confunden con algunas gramíneas, para después adquirir la forma de una planta suculenta; las hojas embrionales duran por lo menos un año. Al llegar a los 4 ó 6 meses de edad las hojas embrionales son reemplazadas por las hojas características de la etapa adulta, y desde los 18 meses a 3 años la planta está totalmente provista con este último de hojas (Matuda y Piña, 1980)

c) Retos: la reproducción asexual es por medio de brotes o retoños tanto en las raíces como en el tronco, frecuentemente los retoños se originan en plantas relativamente jóvenes, y como los hijuelos crecen muy rápido al igual que la planta madre, se producen grupos de individuos que parecen haber nacido juntos. Otras veces los retoños se producen en el tronco principal de la planta madre, debido a la rotura de sus ramas y algunas veces porque de las ramas derribadas éstas emiten raíces y brotes formando así una nueva planta.

#### ECOLOGIA.

Dado que ninguna planta o animal puede vivir aislado por sí mismo, todo el incremento y decremento de individuos de una especie determinada acarrea importantes consecuencias para la especie en cuestión y también para otras especies del mismo hábitat; estas interacciones pueden tener efectos positivos, negativos o neutros sobre las poblaciones.

Un ejemplo de interacción con efectos positivos es la relación de la Tegeticula con la Yucca que se dice ser de las más íntimas que se conocen. Por el hecho de que la planta puede reproducirse vegetativamente, se ha incluido que la mariposa depende más de Yucca que ésta de la mariposa; pues sin la presencia de las flores de la Yucca las mariposas no podrían existir (Bastida, 1962).

Con el paso del tiempo y a través de un proceso evolutivo el beneficio mutuo que existía entre Yucca y el insecto se ha convertido en una dependencia obligada (Ridaura, 1980), originando una

relación simbiótica llamada Mutualismo sin contacto continuo ---- (+,+). Cuando esta interacción es entre un sólo par de especies, - como es el caso de la polinización de *Y. glauca* por *Tegeticula yuccasella* se le llama monofilética (Boucher, 1982).

Se tiene conocimiento que *Tegeticula* convive con otros organismos y con algunos de forma tan íntima como sucede con la especie de mariposa que pertenece a la familia de *Tegeticula* y corresponde al género *Prodoxus* (Cuadro 5), esta última depende aparentemente del tallo de los frutos de la yuca para el desarrollo del huevecillo y de sus larvas, pero para que halla estos tallos es necesario que *Tegeticula* polinice a las flores (Bastida, 1962).

Dentro de las interacciones con efectos negativos se tiene que de las semillas que llagan a la maduración una gran parte es consumida por roedores y por el ganado que es pastoreado libremente. También se ha notado la aparición en algunos individuos adultos - la presencia de un ataque de "conchuela" a las hojas lo que da lugar a un ataque secundario de fungosis; los causantes de estos daños no han sido identificados (Cavazos y Arredondo, 1981).

Al igual que todas las especies vegetales, las yucas contribuyen a la defensa del suelo contra la erosión, favorecen al mismo tiempo la retención del agua y aumentan su contenido orgánico. --- Proporcionan alimento, sombra y refugio tanto al hombre, como al ganado y a la fauna silvestre; también juegan un papel importante en la ecología de los agostaderos. (Pérez, 1981).

*Y. filifera* se desarrolla en colonias donde puede presentarse asociaciones con especies como *Larrea* o *Flourensia* o en manchones casi puros, generalmente esta planta da la impresión de dominancia en el estrato superior, pero el número de individuos es menor que el que en realidad aparenta debido a su cobertura y distribución en colonias.

Existen varios tipos de asociaciones como: *Larrea-Yucca-Opuntia* y *Larrea-Yucca-Flourensia*. *Y. filifera* sufre una competencia interespecífica con: Nanofanerofitas, Caméfitas, Hemicriptofitas en donde se incluyen las siguientes especies: *Larrea divaricata*, --- *Flourensia cernua*, *Opuntia* spp., *Setoria leucopila*, *baouteloua*, - *Karwindki* y algunas otras especies de menor importancia.

Cuadro 5. Relación entre Yucca (planta polinizada), Pronuba (insecto polinizador) y Prodoxus (mariposa acompañante).

<u>Pronuba</u>	<u>Prodoxus</u>	sp. de <u>Yucca</u>
P. yuccasella	P. decipiens	Y. filamentosa
P. "	P. "	Y. rupicola
P. "	P. "	Y. elata
P. "	P. intermedius	Y. glauca
P. "	P. decipiens	Y. aloifolia
P. "	P. "	Y. gloriosa
P. synthetica	P. sordidus	Y. brevifolia
P. maculata	P. aenescens	Y. whipplei
P. apicella	P. coloradensis	Y. "
P. "	P. marginatus	Y. "
P. "	P. reticulatus	Y. whipplei var.
P. maculata var.	P. cinereus	Y. "
aterrima	P. pulvuralentus	Y. "

Tomado de Bastida, 1962.

ETNOBOTANICA.

a) FUENTE DE FIBRA: Las principales fuentes de fibra son las especies de *Y. schidigera*, *Y. filifera*, *Y. carnerosana* y *Y. elata*

Las fibras extraídas de las hojas de estas especies son una -- fuente importante de ingreso para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas del norte de México; ya que son utilizadas en la manufactura de: cestas, cordeles, costales, petates, sandalias, - escobas, cepillos, bolsas, manteles, cinturones, etc. (García, 1986

b) ALIMENTO: Tanto la inflorescencia como el fruto carnoso ---- (dátil) de *Y. filifera*, *Y. schidigera*, *Y. valida*, *Y. whipplei*, -- *Y. aloifolia*, *Y. decipiens* y *Y. carnerosana* son consumidos crudos o cocidos.

Los indígenas de Baja California (Kilihuas y Pai Pai) consumen los pedúnculos de las inflorescencias antes de que las flores alcancen su tamaño total y se abran; para prepararlos los tuestan o cuecen y se les quita la cáscara dura, los pétalos se consumen en ensaladas (Amaro, 1981; Sandoval, 1981).

Los totonacas y nahuas de la Sierra Norte de Puebla preparan - las flores de *Yucca aloifolia* recién abiertas de la siguiente - manera: primero se hierve la flor y ya cocida se le agrega un caldo hecho de ajo, cebolla, jitomate y chile, a este guisado se le puede agregar carne. Las flores hervidas también se pueden capear con huevo (Caballero, 1984).

Se dice que los frutos de *Y. carnerosana* tienen mejor sabor - que los de otras especies y se consumen frecuentemente crudos, - fritos o tostados antes de su total maduración, pues en esta última etapa son amargos. Este sabor amargo (por la presencia de resina) es quitada por los campesinos hirviendo la flor en varias - ocasiones, cambiando el agua aproximadamente 3 veces.

c) MEDICINAL: Con las raíces de *Y. schidigera* se preparan laxantes y purgantes (García, 1986), estos últimos también son preparados por los indios Tepehuan en el desierto Chihuahuense con - semillas de *Y. decipiens* molidas y mezcladas con agua (Roman, 1981). En esta última región, los indios Kickapoo utilizan el extremo - aspero de las hojas de *Y. baccata* para picar alrededor de una mordedura de víbora y así extraer la sangre infectada.

Dada la naturaleza fría y glutinosa de Y. filifera los renuevos tostados hechos polvo y tomados con alguna bebida astringente y con chía o bolo armenio curan admirablemente las desinterías, detienen el aborto y curan el empacho (Hernández, 1943).

Y. aloifolia es utilizada para el dolor de oído; se corta el cogoyito y se entierra en ceniza caliente o se asa un poco directamente al fuego, después se saca y cuando está un poco tibio se extrae la savia y se coloca unas gotas en el oído (Chino, 1986).

d) FORRAJE: En algunas regiones las hojas jóvenes, las partes más tiernas de los tallos y las inflorescencias de Y. filifera presenta un 26% de contenido proteínico y Y. decipiens se emplean como alimento para el ganado vacuno y caprino (Beltrán, 1964; Ridaura, 1980).

Las hojas maduras y frescas a pesar de que contienen gran cantidad de proteínas y carbohidratos no sirve como forraje, ello se debe a la presencia de ácido cianhídrico. Sin embargo, el ácido se puede eliminar al secar las hojas, proceso que dura entre 12 y 18 días.

Los subproductos resultantes de la obtención de celulosa también pueden ser utilizados como alimento para el ganado.

e) ORNATO: Las especies de yucca junto con las cactáceas representan el ejemplo clásico de la flora del desierto. Debido a esto algunas especies de yucca suelen ser muy empleadas en la ornamentación de parques y jardines, no sólo en el Continente Americano, sino también en el Viejo Continente; especialmente son exportadas a Europa en donde tienen gran demanda Y. elephantipes y y. aloifolia (Ridaura, 1980).

En los E.U. se fabrican paneles ornamentales y aislantes, tanto térmicos como acústicos para recubrir paredes con varias especies de yucca.

En nuestro país, Y. filifera y Y. carnerosana han sido plantadas en los taludes de algunas carreteras, tanto para favorecer la consolidación de las mismas, como con fines estéticos (Pi&a, 1979).

f) CONSTRUCCION: En lugares donde abundan algunas de las especies arborescentes de yucca, la población más pobre utiliza sus troncos para la construcción de chozas y corrales.

Sin embargo, dado que los troncos son fibro-porosos son poco resistentes a la acción del intemperismo por lo que tienen que ser sustituidos con mucha frecuencia. Por lo que se emplean más comunmente las hojas de Y. filifera y Y. decipiens para cubrir techos a manera de tejas.

En ocasiones, individuos jóvenes se trsplantan para formar -- cercas de corrales y al madurar, además de la protección ofrecen buena sombra para los animales (Beltrán 1964).

Con la corteza de Y. rostrata los indios Kichapues techan sus chozas y los troncos que utilizan para la construcción son amarrados con hojas de Y baccata (Roman, 1981).

g) SUSTITUTO DEL JABON: De la raíz de Y. elata se obtiene un estrato llamado amole, el cual se utiliza para el lavado de ropa aunque también es recomendado para el cabello (Ridaura, 1980).

h) COMBUSTIBLE: Dada la escasez de leña que existe en algunas partes de las zonas áridas del norte, los troncos de estas plantas se utilizan como fuente de energía.

Desafortunadamente, este uso aunque lógico y comprensible --- puede agotar el recurso, ya que estas especies por lo general -- tardan mucho en crecer.

### FORMAS DE APROVECHAMIENTO POTENCIALES.

a) FUENTE DE FIBRA: De la fibra que se obtiene de las especies de yucca se fabrican cepillos, bolsas, sacos para embalar granos, abrigos para empacar algodón, acojinados, alpargatas, -- productos de jarciería (bolsas de mano, cordeles, cables, etc).

El aprovechamiento industrial de la fibra comprende las siguientes etapas:

- Recolección: La recolección de la materia prima se realiza de una forma bastante rudimentaria. Los campesinos talladores salen a recolectar solos o en pequeños grupos, a veces llevan a -- sus hijos varones que están en condiciones de ayudarlos caminando así varios días.

La parte de la planta que se recolecta se llama "cogollo" o "puya" (pencas centrales) y se lleva a cabo con la ayuda de un utensilio que consiste de una garrocha de longitud adecuada con un anillo de hierro unido a uno de sus extremos. Con el anillo arranca los cogollos de las plantas, los cuales coloca en una -- bolsa formada por varejones y cubierta con una red de hilos de -- fibra, a la cual denominan "oaxaca". Cuando considera que ha recolectado suficientes cogollos los coloca en forma especial formando fardos que llama "tercios" naciendo de ellos una "carga". Esta carga tiene un peso aproximado de 75 a 80 kg. El transporte del producto de esta primera parte de su trabajo se hace en burro o en carretas, según sean las posibilidades del tallador.

- Obtención de la fibra; Las hojas de palma deben ser ablandadas por cocción al vapor en "pailas" que en algunas poblaciones -- son de ladrillo y en otras son sólo botes de metal con capacidad de 200 a 300ll. Para efectuar este proceso, la parte inferior de la "paila" se llena con un poco de agua, se coloca una regilla -- que sirve de sostén a las hojas que se van colocando en posición conveniente y se tapa la "paila". La cocción tarda de 6 a 8 hrs.

En época de sequía, cuando el agua escasea y no se pueden -- ablandar las hojas por medio de este proceso, se procede a tatemar las hojas en hoyos practicados en el suelo; no es conveniente este procedimiento porque da a la fibra un mal olor y el ---- ablandamiento no es uniforme, por lo que resulta una fibra mal -- tallada y de mala calidad.

Las herramientas que utiliza para el tallado son: un bloque 2

de madera de 35 cm de largo, 10 cm de ancho y de 3 a 4 cm de alto, una navaja con mango o sin él y con un gancho en un extremo, el cual se coloca en una raíz o a algo que la fije, pero que permita movimientos sobre un eje.

El bloque de madera se coloca bajo esta navaja, después se atora un manojo de hojas de palma ayudándose con un pequeño palo llamado "bolitto", se coloca dicho manojo sobre el bloque de madera y se presiona con la navaja. Se repite este movimiento varias veces obteniéndose así el despulpe de las hojas dejando sólo la fibra.

Un hombre con práctica en el tallado puede obtener la fibra con tan sólo un raspado en cada lado de la hoja o cuando más con 4, pero a menudo las hojas requieren un segundo tratamiento. Por último la fibra es golpeada sobre un bloque de madera para eliminar partículas de corteza o espinas.

La fibra obtenida es llevada al centro de recolección donde de acuerdo al peso se le paga al tallador. En promedio un tallador obtiene 6 kg de fibra diarios, aunque existen algunos que llegan a obtener 10 kg.

- Mercado; La zona ixtilera produce el 92% de los ixtles a nivel nacional; el resto es producido por los estados de Puebla, Nayarit y otros. El 99% de la producción de la zona proviene de tierras ejidales.

En 1970 La Forestal, F.C.L. (Federación de Cooperativas Limitadas), empresa creada por el gobierno en 1940 para comprar la fibra recolectada y tallada por los campesinos, pagaba el kg. de ixtle de palma a \$3.00. en 1979 se autorizó el precio de \$5.90 y en enero de 1983 el kg. de ixtle era pagado a \$28.00.

La industria de hilados y tejidos de ixtle de palma en el pasado tuvo un gran auge en la elaboración de costales y abrigos para pacas de algodón, debido a la necesidad de almacenar y de transportar las materias primas de la agricultura.

Sin embargo, la competencia interna del henequén y el algodón, la competencia externa del yute; así como el desarrollo de los plásticos y el almacenamiento a granel determinaron la decadencia de esta industria; los sacos de henequén y otros sustitutos han limitado los mercados de sacos de ixtle de palma hasta permi

tirles tan solo abastecer una mínima parte de la demanda.

La Forestal F.C.L., sólo cuenta con una fábrica, la Unidad No. 7 en Saltillo, que se encarga de elaborar básicamente costales y abrigos para pacas de algodón, además de hilos para empaques tiene contratos con la CONASUPO y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El ixtle de palma tiene comercio exclusivamente nacional, La Forestal, F.C.L., almacena anualmente unas 10,000 ton. vende una pequeña parte a los particulares, otra parte la industrializa en la fábrica de Saltillo y el resto que es la mayor parte se pignora en el Banco Nacional de Comercio Externo, para recuperar parte de los fondos que se vuelven a utilizar en la compra de fibra; esto representa una pérdida considerable ya que la pignorción es al 70% de su valor.

- Problemática regional del ixtle: Existen una serie de manifestaciones que evidencian la compleja problemática inherente a la actividad ixtlera. Dentro de esta problemática se pueden apreciar las siguientes características:

a) Sociales: La población rural de la región está afectada por deficiencias en los niveles mínimos de bienestar social (salud alimentación, vivienda, empleo, educación). Estos son factores que han contribuido a provocar un alto flujo emigratorio en los últimos años y, dada la magnitud de estos efectos es evidente la depresión y marginalidad de la región.

b) Tecnológicas: El nivel de la tecnología de aprovechamiento es muy bajo y durante los últimos años no han existido innovaciones significativas, la mayoría de los productos de ixtle presentan poca competitividad a sus similares de fibras sintéticas y existen ausencia de sistemas adecuados de manejo del recurso.

c) Ecológicas: Además de la aridez característica de la región y del proceso de desertificación que la afecta, se detecta una aparente extinción del recurso y un incremento en su grado de dispersión, debido a la baja capacidad de reproducción del mismo y a la carencia de un sistema adecuado para su manejo.

d) Económicas: La producción del ixtle y la productividad del ixtlero registran un descenso acelerado, paralelo al desplazamiento de los productos en el mercado.

e) Políticas: Actualmente esta actividad representa un canal del gobierno para llegar al ixtlero, lo que permite regular los efectos socioeconómicos (marginalidad, emigración) del problema. Sin embargo, desde hace tiempo se manifiesta la dificultad de -- incorporar al desarrollo a la región afectada mediante un plan - adecuado.

f) Generales: Hasta el momento las zonas áridas no ofrecen a la población rural ninguna opción atractiva de empleo adecuada-- mente remunerada.

#### b) INDUSTRIA FARMACEUTICA.

La presencia de sapogeninas esteroidales en numerosas espe--- cies de yucca permite pensar en la posibilidad de consederar al género como una fuente de materia prima alternativa para la in-- dustria de los corticoides.

Las saponinas son sustancias con propiedades jabonosas, del - latín "sapo" jabón; que por medio de una hidrólisis ácida dan -- origen a la sapogenina (Fig. 5)., y a una mezcla de azúcares las cuales se han identificado como xilosa, glucosa y galactosa ---- (Romo de Vivar, 1980).

En las plantas del género yucca se encuentran varias clases - de sapogeninas (Fig. 6)., cuyas concentraciones respectivas va-- rían según la parte de la planta estudiada (hoja, raíz, tallo, - fruto, semilla); así como de la época del año en que se fectúa - el estudio (Ridaura, 1980).

Se ha reportado que en las plantas jóvenes de Y. carnerosana y Y. schottii producen un 38% y 15% de esmilagenina respectiva-- mente 3 meses antes del período de floración (Roman, 1980). En - lo que respecta a Y. filifera se ha encontrado una mezcla de sa-- pogeninas siendo las semillas las más ricas de este tipo de sus-- tancia (Fig. 7)(Romo de Vivar, 1985).

Según indican los estudios de Wall (citado por Romo de Vivar, 1985) independientemente de los tipos de sapogeninas presentes - en una yucca, en las semillas de algunas de estas se pueden en-- contrar hasta un 12% de sapogenina o tiogenina como único compo-- nente esteroidal.

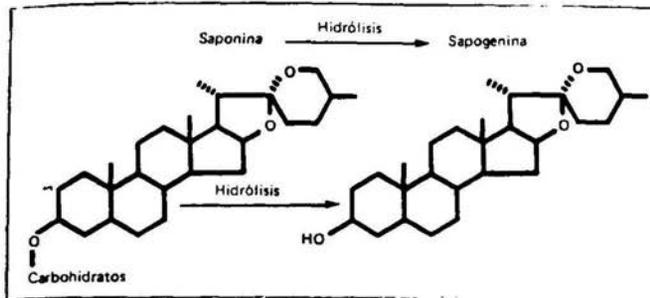


Fig. 5. Obtención de sapogeninas por medio de la hidrólisis de saponinas.

Tomado de Ridaura, 1981.

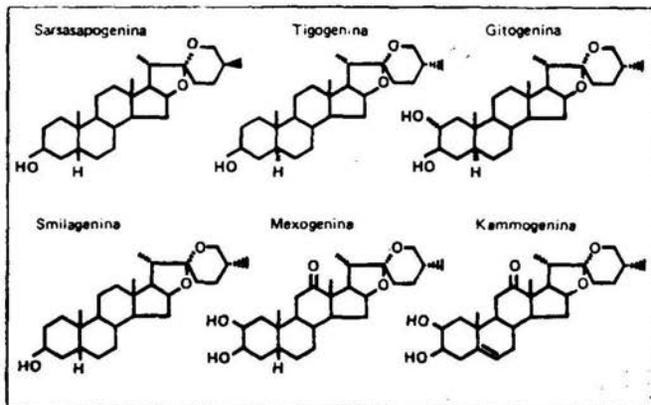


Fig. 6. Sapogeninas esteroidales aisladas de especies del género *Yucca*.

Tomado de Ridaura, 1981.

Fig. No. 7 Sarsasapogenina en *Yucca filifera*.

<u>Parte de la planta</u>	<u>Contenido (%)</u>
Hojas	0.5
Tallo descortezado	0.3
Corteza	0.12
Flores	0.39
Pedúnculo	1.0
Semilla	8.0

La sarsasapogenina se considera susceptible de transformación química para prepara fármacos esteroidales que tienen un mercado internacional amplio y en aumento constante.

Mediante la colaboración del Instituto de Química de la UNAM y el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Iberoamericana se iniciaron los estudios básicos para aislar la sarsasapogenina y transformarla en productos esteroidales comerciales (Miramontes, 1976).

Para llevar a cabo tal estudio se consideró conveniente construir y operar una planta piloto para desarrollar la teoría correspondiente; esta planta piloto se construyó en Tecamachalco, Edo. de México en 1975 y es financiada por CONACYT y es dependiente de CONAZA, CIQA y otras instituciones.

A partir de esta investigación se obtuvieron varios compuestos esteroidales de alta demanda en la industria farmacéutica como son:

1) Compuesto "S" de Reichstein (corticoide): se utiliza en tratamientos de reumatismo, artritis, asma, eczemas, etc. (Fig. 8)

2) 17-etil, 19-nostestosterona (corticoide y progestágeno): básicamente se usa en la protección del embarazo y combinados con estrógenos o sólo se elaboran antoconceptivos (Fig. 9).

3) Progesterona (corticoide y progestágeno): se utiliza en los mismos tratamientos que los incisos anteriores (Fig. 10).

4) Estrona (estrógenos): estas hormonas se utilizan en combinación con progestágenos para elaborar anticonceptivos y también en enfermedades relacionadas con la producción de hormonas femeninas (Fig. 10).

5) Acetato de oxima (progestágeno): protección en el embarazo y para elaborar antoconceptivos.

6) Espironolactano (diurético): se usa en el control de las enfermedades relacionadas con la retención exagerada de agua en el organismo.

Se ha reportada también, que de Y. aloifolia se ha aislado un antibiótico oncolítico llamado aloifolia; este compuesto aplicado en dosis de 50mg/kg/día en ratones ha inhibido el crecimiento del sarcoma 180 y carcinoma de Ehrlich casi en un 100% (Ridaura, 1981).

Fig. 8. Compuesto "s" de Reichlein.\*

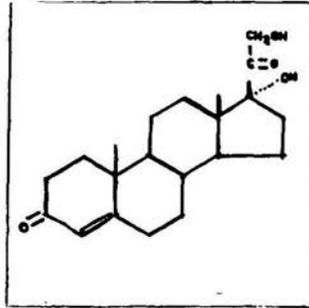


Fig. 9. 17 etil, 19 nortestosterona.\*

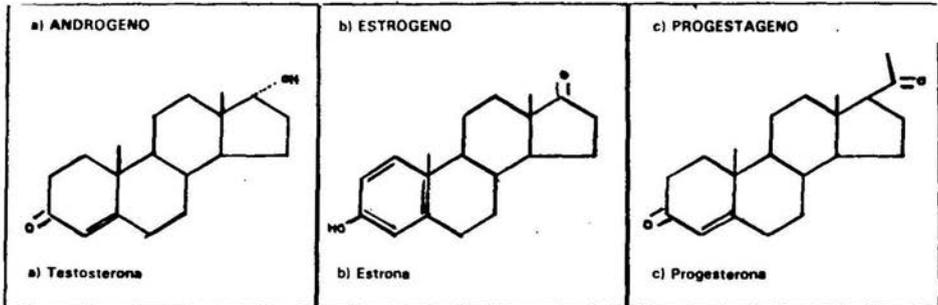
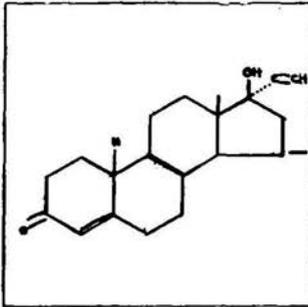


Fig. 10. Hormonas sexuales.\*

\*Tomada de Sánchez, 1982.

Por último un caso de efecto biológico es de la infusión de hojas de yucca en diluciones que van de 1:200 000 a 1:20 000 000 in vitro acción inhibitoria sobre la larva cercaria Schistosoma mansoni (Roman, 1980).

c) INDUSTRIA ALIMENTICIA

De las semillas de yucca se ha obtenido un 22% de aceite de tipo comestible; sin embargo, algunos investigadores ven la necesidad de realizar pruebas con el fin de determinar la posible toxicidad de las saponinas provenientes de las semillas (Tejada, 1979).

La pulpa o carnaza de Y. filifera contiene del 75% al 28% de hidratos de carbono de los cuales 16.7 a 18% es glucosa y 37 a 41% es fructuosa.

Los azúcares contenidos son de gran interés como materia prima para la preparación de diferentes dulces del tipo camote, mermeladas, ates, cajetas, etc., y productos de fermentación como, alcohol, vinagre, entre otros (Rojas, 1983).

También hay que considerar la importancia que tienen estas plantas como proveedoras de materia prima para la miel de abeja.

d) FORRAJE.

Se han obtenido pruebas positivas en diferentes instituciones sobre el grado de aceptabilidad y poder nutricional de la pulpa del "dátil" en conejos (García, 1974; Franco de la Cruz, 1980), en gallinas (Moya, 1985), y ganado (Meléndez, 1975; Tejada, 1979).

En 1919, el Departamento de Agricultura de los E.U. reportó que las hojas de Y. elata tienen un valor nutritivo muy similar a la alfalfa tierna y que también puede emplearse como forraje. El uso de 15-20 lb/día (de 7-9 kg), junto con una proporción complementaria de 1lb/día (450 kg) de semillas de algodón fue una dieta eficaz durante las épocas de grandes sequías. En este estudio no se encontraron efectos dañinos en el tracto digestivo del ganado (Redaura, 1980).

También las semillas de yucca pueden ser utilizadas en concentrados proteínicos para aves y ganado (García, 1975).

e) INDUSTRIA DE LA CELULOSA.

En México Y. filifera, Y. decipiens y Y. valida que son las especies que alcanzan mayores tamaños y presentan mayores densidades de crecimiento, son utilizadas como recurso potencial en la obtención industrial de pastas celulósicas para la manufactura de papel de tipo Kraft. Este papel es muy resistente a la ruptura y al desgaste por lo que se utiliza como material impermeable en la construcción (Botkin, 1945; Carrasco, 1953; Rojas, 1961).

Se ha planteado la posibilidad de instalar una planta procesadora para la obtención de la pulpa celulósica con capacidad para producir 60 ton. diarias. Dicha planta se abastecería talando 860 ha. de U. filifera que se encuentra en los alrededores de la ciudad de Matehuala, San Luis Potosí y aportaría 23 millones de m<sup>3</sup> de materia prima. La pulpa obtenida primero sería blanqueada para posteriormente ser utilizada en la manufactura de papel de revistas y de imprentas.

f) PLASTIFICANTES.

Los derivados epoxidados de la semilla de Y. filifera son comúnmente utilizados como plastificantes y estabilizadores del PVC. (Policloruro de vinilo), ya que disminuyen la temperatura de transición vítrea en el mismo rango que lo hacen los plastificantes comerciales (Roman, 1980; González, 1980).

g) TECNOLOGIA POLIESTER-IXTLE (P-I).

La tecnología P-I consiste en un proceso mediante el cual las fibras duras vegetales específicamente los de ixtle de palma y lechuguilla, se combina con resina poliéster para formar un material compuesto.

El concepto fundamental de este desarrollo es el refuerzo de materiales plásticos para mejorar sus propiedades fisicomecánicas. El material representativo de este campo técnico es el poliéster-fibra de vidrio, sobre el cual se ha generado un gran conocimiento y se ha desarrollado una fuerte industria.

En realidad existe una gran variedad de plásticos, derivados de resinas epóxicas, acrílicas, fenólicas, etc., susceptibles de reforzarse, y también una gran variedad de materiales de refuerzo. Entre estos últimos, destacan las fibras de: celulosa -

(alfalfa-celulosa), alcohol polivinílico, asbesto, vidrio, carbono y grafito, boro-tungsteno, así como fibras sintéticas y cerámicas. Estos problemas han sido resueltos en el desarrollo de la tecnología P-I y así las fibras duras vegetales aparecen como un refuerzo competitivo de materiales plásticos.

Básicamente las aplicaciones del material P-I son estructuras autosoportantes, acústicas, estéticas y aislantes en el campo de la construcción.

Dada su versatilidad tiene diversos usos potenciales entre las que se pueden mencionar: puertas, cielos falsos, paredes interiores y exteriores, mobiliario, estantería, accesorio agrícolas, sistemas de almacenamiento, etc., de manera que se puede aplicar en viviendas, clínicas de salud, escuelas y edificación en general.

Este material compite ventajosamente con un buen número de materiales de construcción tradicionales, lo que significa que la tecnología P-I ofrece al ixtle la posibilidad de penetrar en un mercado mucho más amplio y atractivo que el tradicional (Ramírez, 1985).

#### h) REGULADORES DEL CRECIMIENTO.

En el estado de Baja California Norte la planta industrial "California" empresa mexicana, está aprovechando el fuste de Y. schidigera como fuente de materia prima para la extracción de jugo o savia, del cual se extraen también saponinas esteroideas y proteínas en alto grado.

El poder energético de estas sustancias generadoras de calorías es utilizado en forma de ésteres orgánicos que pueden en alguna forma aplicarse a cultivos intensivos de plantas, produciendo efectos reguladores en la época de floración o fructificación de algunos cultivos anuales o de frutales de alto rendimiento y valor económico rentable, provocando el adelanto o retraso de dicha floración y fructificación para liberarlos de fenómenos climatológicos como heladas, fuertes vientos, sequías, etc.

-Recolección de la materia prima: Se cortan los individuos de menor tamaño o con un fuste libre, de tamaño comercial aceptable (1.5m o más). Este corte se efectúa con hacha hasta casi

el nivel del suelo y una vez derribada la planta se le corta a la roseta, que nos es aprovechada y posteriormente se quema; - esto se ha observado en el ejido de Francisco R. Serrano. Los troncos una vez cortados se embarcan para ser trasladados hasta el comprador que extraerá el jugo.

- Extracción del jugo: El sistema mecánico con el empleo de corriente eléctrica es el utilizado. A grosso modo la planta - consta de tablero de control, una máquina astilladora o cortadora de fustes, una máquina trituradora o moledora de astillas prensa extractora de jugo, mallas de colado, red de tubería y conducción del líquido, tanques de almacenamiento de fabricación y concentración y por último envases.

- Rendimiento: Depende de la época del año, tamaño del fuste tiempo que transcurre del corte a la recepción del producto en la planta procesadora. El mayor rendimiento se obtiene a fines de la temporada de lluvias y durante el mes que precede a estos temporales; por lo tanto, el aprovechamiento de yuca -- con este fin industrial debe realizarse periódicamente en el -- año; en verano el aprovechamiento se debe de realizar durante los meses de septiembre y octubre, en invierno en los meses de marzo, abril y mayo; en estas épocas es mayor el contenido de jugo en los fustes, ya que en los períodos de sequía la planta no toma las sustancias nutritivas y líquidas del suelo, --- sino que se nutre con sus propias reservas reduciéndolas al -- mínimo (Sandoval, 1981).

- MERCADO Y PROBLEMATICA: La planta industrial "California" es la única en México que en algún tiempo exportó el jugo de yuca. Recientemente los compradores extranjeros prefieren extraer ellos mismos el jugo, para esto obtienen permisos para la explotación de este recurso en bruto.

Desde el punto de vista de la ley Forestal se consideraría más beneficioso para los poseedores del recurso que sean ellos mismos los que realicen la extracción, y no particulares ni -- extranjeros. Esto implicaría la posibilidad de que los poseedores del recurso contaran con su propia planta extractora manejada por ellos.. Sin embargo, a causa de las fricciones en--

tre los ejidatarios no se ha llegado a un buen acuerdo para llevar a cabo este proyecto.

Dado que el aprovechamiento de Y. schidigera se enfrenta a una gran problemática, Sandoval, (1981) ha planteado la importancia y prontitud que tiene el realizar una serie de estudios --- que ayuden al buen aprovechamiento de esta planta. Por lo que - el autor sugiere los siguientes estudios:

1. Análisis fitoquímicos, sobre esta especie y otras del mismo género, tendientes a evaluar los principios activos que contienen estas plantas. Estos estudios ayudarían a encontrar como -- fuentes alternativas a otras plantas del mismo género que tuvieran sustancias similares. El aprovechamiento de otras especies reduciría el peligro de extinción de Y. schidigera si se encontrara en este caso.

2. Factibilidad tecnicoeconómica para crear una industria -- nacional que aproveche el jugo.

3. Demanda actual o potencial la demanda debe mantenerse a un cierto nivel para así asegurar un aprovechamiento continuo, ya que si la demanda fuera mucho más alta que la disponibilidad del recurso, este no podría ser suficiente, y a la larga podría agotarse.

4. DASÓNOMICOS Ante lo anteriormente expuesto, se hace notar la importancia de estudios dasonómicos que tengan como finalidad evaluar la cantidad existente de este recurso, conocer el - tiempo que tarda en regenerarse un área sometida a la corta y determinar el manejo que deba dársele.

i) OTROS.

El contenido de aceites esenciales de las flores de diversas especies de yucca determina que se recolecten anualmente entre 1 a 2 ton. de botones para la fabricación de perfumes (Roman, -- 1980).

Análisis realizados en Y. brevifolia han demostrado que con--- tiene un 9% de lignina, esta por oxidación se convierte en vainilla la cual se utiliza como condimento en perfumería, elaboración de bebidas, licores y como reactivo en bioquímica (Roman, op. cit.).

El residuo o bagazo de aquellas especies utilizadas para la

extracción de fibras y saponinas puede ser utilizado como combustible.

Otra posibilidad de industrialización del género yucca está en aprovechar las propiedades tensoactivas de las saponinas.

En comparación con los tensoactivos que existen en el mercado, las saponinas tienen la gran ventaja de ser totalmente biodegradables. En los E.U. ya existe una compañía que emplea las saponinas de yucca para preparar una serie de productos usados en el tratamiento de aguas negras, así como también para limpiar ventanas, albercas, tuberías, torres de enfriamiento, depósitos de agua, calderas y calentadores (Ridaura, 1980).

REFORESTACION, PROPAGACION Y CULTIVO.

Como podemos observar cada una de las partes de la planta de yucca (semillas, hojas, flor y fruto) son potencialmente aprovechables.

El problema que representa la utilización de estas plantas es el tiempo que tardan en alcanzar su crecimiento y desarrollo necesario para la explotación. Este hecho es muy importante, puesto que la explotación excesiva sin ningún sistema adecuado que evite la extinción de la especie producirá como consecuencia un empobrecimiento del suelo.

Por este motivo, se han realizado varios intentos para la reforestación, propagación y cultivo intensivo de estas especies.

a) Reforestación y propagación; se ha reportado que la reforestación y propagación de yucca se puede llevar a cabo por medio de la semilla o por medio de reproducción vegetativa (estacas, cortas o podas).

En 1952 Piña realizó en el municipio de Cadereyta del estado de Querétaro una plantación de semillas de Y. filifera y Y. Valida (esta procedente de La Paz, Baja California) obteniéndose un promedio de germinación del 95%. Las plántulas obtenidas se trasplantaron a una superficie de 5 Ha. a 3m de distancia entre cada planta, con sistema de marco real. Esto da una densidad aproximada de mil plantas por Ha. Las plantas se desarrollaron satisfactoriamente, en la actualidad algunas tienen más de 3m de altura. Algunos ejemplares de Y. valida comenzaron a florecer y a fructificar a los 24 años de edad (Piña, 1980).

b) Cultivo; el cultivo de tejidos vegetales es una técnica que ha sido sugerida como fuente potencial para la obtención de productos alimenticios o como una fuente para la propagación de plantas en gran escala.

Posas (1979), llevó a cabo un estudio de esteroides en semillas y en cultivos de tejidos de yucca; el objetivo de su trabajo era el de encontrar las condiciones adecuadas para la inducción y propagación de células de Y. filifera a partir de diferentes tejidos de la planta, así llevar a cabo el análisis de sarsapogenina en estos cultivos y obtener una fuente alterna para la extracción de estas sustancias.

Sus resultados pudieron determinar que las células cultivadas son totipotenciales, por lo que poseen la habilidad para regenerar plantas a partir de células simples o grupos de células y de estas regenerar plantas de Y. filifera como base para la industria.

VI. ANTECEDENTES DE LA BIOLOGIA Y APROVECHAMIENTO DE Nolina.

TAXONOMIA.

Anteriormente los botánicos ocupados de la taxonomía del grupo Nolineaceae como Trelease, Hoack, Rose y Engler, entre otros situaban al género Nolina dentro de la familia Liliaceae

Sin embargo, Hutchinson en 1943 establece un nuevo orden, las Agavales y dentro de esta a la familia Agavaceae formada de algunos géneros de las antiguas familias Liliaceae y Amaryllidaceae.

A esta nueva familia, Hutchinson la divide en 6 tribus: Yuccaceae, Dracaeneae, Formieae, **Nolineae**, Agaveae, y Polyanteae. A su vez, la tribu **Nolineae** comprende 4 géneros: **Nolina**, Calibanus, Beaucarneae y Dasylirion (Sánchez, 1982).

DESCRIPCION BOTANICA.

Tribu **Nolineae**: Plantas con tallo grande y leñoso o en forma de rizoma; hojas arrosetadas en el rizoma o en el extremo del tronco, lineares, enteras o arrosetadas; flores poligamodióicas o dióicas, en panícula; perianto campanulado, segmentados y diferenciados con 6 estambres; anteras dorsificadas, ovario tri o uniloculado, 2 óvulos en cada lóculo o 3 en los uniloculares; fruto indehiscente o tardíamente dehiscente.

Género **Nolina**: Ovario trilocular, con 2 óvulos en cada lóculo, flores pequeñas en panículas, fruto sin alas; fruto profundamente trilobado, sin ala, con paredes muy delgadas. Tronco, cuando existente nunca es globuloso.

FITOGEOGRAFIA.

El género Nolina es una planta de distribución restringida y su participación en la vegetación es en general poco significativa.

Se ha observado la existencia de una correlación evidente entre la distribución de un elemento endémico y el clima árido de México: Rzedowski (1978), indica que de los 967 géneros descritos para México por Standley, 93 son endémicos de las regiones áridas y 113 de zonas semiáridas.

El género Nolina se encuentra en estos grupos pertenecientes a la flora de los matorrales xerófitos y de los pastizales de México (Sánchez, op. cit., Velásquez, 1981).

Trelease (1911), considera 29 especies del género *Nolina* para los E.U. y México y 17 de estas especies se distribuyen en México; las especies mencionadas por Trelease para el país son *N. pumila*, *N. humilis*, *N. cespitifera*, *N. palmeri*, *N. microcarpa*, *N. durangensis*, *N. elegans*, *N. rigida*, *N. bigelovii*, *N. beldingii*, *N. beldingii deserticola*, *N. altamiranoa*.

Standley (1920), menciona 17 especies de *Nolina* para México encontrándose distribuidas en 13 estados: *N. pulima* (Nayarit), *N. juncea* (Zacatecas), *N. humilis* y *N. watsoni* (S.L.P.), ---- *N. affinis* y *N. microcarpa* (Chihuahua y Sonora), *N. erumpes* -- (Chihuahua), *N. cespitifera* (Coahuila), *N. palmeri* y *N. beldingii* (Baja California), *N. durangensis* (Durango y Chihuahua), -- *N. elegans* (Zacatecas), *N. rigida* y *N. bigelovii* (Sonora y Baja California), *N. nelsoni* (Tamaulipas), *N. parviflora* (Veracruz Puebla, México), *N. longifolia* (Oaxaca y Puebla).

Rose (1905), menciona una especie de *Nolina* para el Valle de México que es *N. altamiranoa*.

Kearney y Peebles (1960), menciona 4 especies de *Nolina* para el estado de Arizona y 3 para el norte de México que son: *N. texana*, *N. microcarpa*, *N. bigelovii*, *N. parryi*, siendo las 3 primeras para el norte de México (Sonora y Chihuahua).

Shreve y Wiggins (1964), menciona 7 especies para las zonas áridas del estado de Sonora que son: *N. bigelovii*, *N. parryi*, *N. beldingii var. deserticola*, *N. matapensis*, *N. microcarpa*, -- *N. palmeri* y *N. texana var. compacta*.

Rojas (1965), reporta para el estado de Nuevo León y Coahuila a *N. cespitifera*.

#### REPRODUCCION.

Dado que no se tiene conocimiento de estudios de reproducción de *Nolina* el INIF a través de la subsección en Cananea tiene programado el establecimiento de un trabajo de investigación denominado "Métodos de reproducción de la Palmilla" (Vázquez, 1981).

#### ETNOBOTANICA.

La "Palmilla" o "Hierva del oso" como se conoce al género *Nolina* se comenzó a utilizar desde la década de los 50's, por los pobladores de las regiones áridas y semiáridas en la el-

boración de escobas de paja y canastas (Velásquez, 1981).

FORMAS DE APROVECHAMIENTO POTENCIALES.

a) INDUSTRIA DE LA FIBRA: Se ha establecido que en México y particularmente en el noreste de Sonora las especies más abundantes y comercialmente utilizables para la industria de la fibra son N. microcarpa y N. texana (Ochoa, 1979); de las hojas de estas especies se extraen un 78% de fibra cruda, la cual es utilizada para la fabricación de utensilios domésticos como escobas, escobillones, cepillos, tejidos y canastas. También es útil como componente principal de rodillos, discos de barredoras mecánicas y para núcleos de cartuchos de explosivos.

El aprovechamiento industrial de la fibra comprende las siguientes etapas:

-Recolección: La organización de esta etapa del proceso productivo la realiza una persona que posee vehículo para el fleteo de la palmilla, o bien que sólo lo conduce cuando el vehículo es propiedad de la palmillera. Esta persona previamente contratada a su vez contrata de 8 a 10 personas que comúnmente habitan en zonas cercanas a los sitios de corte; así se constituye lo que se conoce como "campo palmillero" del cual salen a los sitios de corta, y establecen campamentos cuya duración es de 2 a 3 meses.

Los lugares de corta son predios ejidales o particulares, la zona de mayor auge se localiza en el noreste de Sonora y en E.U., en varios predios del sur de Arizona, lugares donde los ganaderos prefieren ralear la palmilla para favorecer nuevos brotes; así el ganado puede pastorear en brotes tiernos.

El sitio de colecta o corta se escoge de acuerdo a la abundancia de palmilla en donde ya anteriormente se ha cortado la planta, el período de recuperación varía de 18 a 21 meses. En el campo palmillero el trabajo se divide en 2 etapas:

-Corta: Por lo común para realizar el corte se llevan a cabo caminatas en sentido radial de 1 a 2 km. Dicho corte se realiza con hoz a una altura de 8 a 10cm de la base de la planta. Los cortadores después forman bulbos denominados "tercios"

cuyo peso es de 39 kg. aproximadamente.

-Arrime: Se realiza posteriormente con animales de carga l llevando los tercios a la orilla de la brecha en donde se forman bancales o montones de tercios. De los bancales se transporta hasta las plantas procesadoras denominadas "Palmilleras". En estas se descargan los tercios en los patios del lugar y son almacenados para posterior selección.

-Selección: La clasificación o selección de la palmilla se realiza según la calidad pues hay 2 clases (primera y segunda). Esta división se basa en la consistencia que presenta la planta. Esto se observa por medio de la coloración, una coloración verde intenso se clasifica como de primera clase y una coloración más parduzca, seca y quebradiza como de segunda.

Ya clasificada la palmilla se acomoda en tercios más pequeños (de 8 a 10 kg), para facilitar el corte de los mismos y así formar tercios de 1a, y 2a clase.

-Obtención de fibra: La hoja de la palmilla se corta mediante una sierra circular cuyo tamaño varía según el pedido. Las medidas convencionales son de 40, 45 y 50 cm. Donde las puntas residuales del corte se consideran como desperdicio, estimándose un 40% de desperdicio de hoja de palmilla.

Ya cortada la hoja se realiza el desfibrado, operación que se realiza en desfibradoras rústicas que consisten en un rodillo de madera con clavos descabezados, accionado por un pequeño motor eléctrico. Ya desfibrada la hoja, las fibras obtenidas son colocadas en un patio de secado en el que hay tendedores de alambre en los que se extienden las fibras para su secado al aire libre. La posición de la fibra debe cambiarse -- después de un determinado tiempo en el cual la fibra ya se ha secado por el lado expuesto al sol y/o al aire a fin de obtener un secado uniforme. El tiempo de secado varía según las condiciones ambientales, en días soleados y con vientos moderados el tiempo de secado es de 14 a 48 hrs., para clima más húmedo el secado será más lento.

Después de secadas las fibras, se procede a su embalaje el que consiste en hacer pacas de peso de 75 a 80 kg. La formación de las pacas se realiza en prensas manuales o automáti--

cas (embaladoras); una vez formadas las pacas estas se atan con cintas metálicas y se etiquetan con el peso resultante y la calidad de la fibra. Terminado este paso la palmilla está lista para su venta.

Un caso particular en el cual no se realiza los pasos anteriores es cuando la palmilla es pedida para fabricación de escobillones para barredoras mecánicas, pues en este caso sólo se desfibra la hoja, se despunta, se seca y embalaja sin cortarla.

- Mercado: El mercado actual de la fibra está en E.U. país al que se exporta el 90 % de la producción total. El mercado interno es del 8 % distribuido básicamente a los estados de Baja California Norte, Sonora y Sinaloa, el 2% restante se vende a Panamá. Los industriales palmilleros pagan el 1% de cuota de exportación con respecto al valor por ton. de fibra elaborada.

- Situación en el campo: La corta de palmilla provee empleos para los trabajadores de los campos palmilleros.

Durante todo el año se cambian de área de corta siendo seguro el trabajo durante todo el año. Sin embargo, en las zonas del país que se mantienen de la explotación de la palmilla se observa insatisfacción de la gente con respecto a los salarios, condiciones de vida como salud, habitación, etc. Por ello, algunos contadores prefieren vender directamente su producto, pero esto no les es permitido, ya que la venta del producto se realiza por medio de la Sociedad de Palmilleros de Agua Prieta.

En ocasiones la corta es de 6 a 23 ton./ha.; sin embargo, se tienen problemas para su transporte debido a las distancias que deben de recorrerse de los manchones de palmilla y de estos a las palmilleras.

Un problema observado en el campo es el hecho de la mala paga a los peones cortadores, quienes prefieren dedicar su fuerza de trabajo a otras actividades, por lo que estas industrias tienen proyectado desarrollar cortadoras mecánicas.

Otro problema que se presenta en las zonas de explotación es la inestabilidad de las Sociedades Palmilleras, ya que en las épocas en que no hay pedidos de los E.U. cada uno de los integrantes de la Soc., que son los dueños de las Palmilleras buscan mercado para su producto desertándose de la Soc. y creándose así un conflicto. Se ha considerado la intervención de la Secretaría

de Comercio Exterior, pero no se ha logrado mucho debido a la -- desconfianza de los industriales de la palmilla. Se plantea que con la intervención de dicha secretaría se buscaría precios justos para la fibra y, además se verían alternativas de venta de este producto a Francia y Japón, además de otros países.

b) INDUSTRIA FARMACEUTICA.: En las semillas de N. texana se ha reportado la presencia de 1.8% de sapogeninas esteroidales no identificadas hasta el momento, lo que permite pensar en el uso medicinal de esta parte de la hoja (Velázquez, 1981).

c) FORRAJE: El aprovechamiento con fines forrajeros presenta algunas limitaciones, ya que es una planta considerada como tóxica para el ganado pues el consumo de las yemas florales, flores y fruto provoca la degeneración de las grasas y albúminas en el hígado y riñones; el hinchamiento de estos órganos se manifiesta en una Ictericia general, o sea, pérdida del apetito y debilitamiento progresivo, llegando a ocasionar la muerte de los animales en casos extremos siendo más susceptibles los ovinos y caprinos que los vacunos.

Por otra parte, el consumo excesivo de las hojas causa problemas de fotosensibilización, que se manifiesta por el hinchamiento de la cabeza y despellejamiento de la piel de aquéllos animales expuestos a la luz solar, siendo más vulnerables los animales de pigmentación clara.

El agente causal impide el desdoblamiento de ciertos pigmentos durante la digestión, los cuales son absorbidos y circulan por el sistema circulatorio periférico; estos actúan cuando los animales se exponen a la luz solar, provocándoles la irritación de la piel.

Hasta el momento no se ha podido determinar cuáles son las -- sustancias que provocan esta toxicidad (Sánchez y Zerecero, 1980)

Sin embargo, la palmilla ha servido como un recurso de emergencia durante las épocas de sequía, ésta puede ser proporcionada al ganado recién cortada, desmenuzada, humedecida y mezclada con forrajes tradicionales, o bien puede ser ensilada; esto se realiza cuando el consumo de la palmilla no exceda el 1% del peso animal, o bien que el pastoreo en estas épocas sea controlado (Sánchez, 1982).

d) OTROS: Jones y Aerle (1966), encontraron en las semillas - de N. durangensis un 14.14% de aceites y un 23.3% de proteínas, lo que hace pensar en el aprovechamiento de esta parte de la --- planta.

#### PROPAGACION.

Los hábitos de propagación es por medio de emisión de brotes laterales una vez efectuado el corte, lo que ocasiona que el tamaño de las plantas en muchos casos vaya en aumento, el tiempo - de recuperación varía de 18 a 21 meses.

Se ha observado la regeneración de la palmilla en suelos muy pedregosos ricos en materia orgánica (Sánchez, 1982). Por otra - parte, uno de los factores que afecta la propagación de esta --- planta es la acción del fuego ya que llega a matar las yemas con la consecuente muerte de la planta.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En lo que respecta al género Yucca se concluye lo siguiente:

1. Es un recurso natural silvestre de las zonas áridas y semiáridas, y que desde un punto de vista etnobotánico es utilizado como:
  - a) fuente de fibra; para la fabricación de cestas, - cordeles, costales, escobas, cepillos, bolsas, cin turones, etc.
  - b) fuente de alimento; tanto la inflorescencia como - el fruto carnoso son consumidos crudos o cocidos.
  - c) medicinal; con las raíces se preparan laxantes y - purgantes.
  - d) forraje; las partes más internas de tallos, hojas e inflorescencias se emplean como alimento para el ganado vacuno.
  - e) construcción; la población de pocos recursos econó micos utiliza los troncos y hojas para la construc ción de chozas y corrales.
  - f) combustible; debido a la falta de leña los troncos de estas plantas se utilizan como fuente de energía
  - g) sustituto del jabón; la raíz proporciona un estra to llamado "amole" que se utiliza para el lavado - de ropa y cabello.
2. También se considera como un recurso potencial, ya que puede ser industrializado:
  - a) para la fabricación de sacos para embalar granos, abrigos, acojinados, etc.
  - b) en la industria farmacéutica, ya que apartir de -- los compuestos esteroidales pueden obtenerse dro-- gas como cortisonas, hormonas sexuales y anticon-- ceptivos.
  - c) en la industria alimenticia para preparar diferen tes tipos de dulces como: camote, mermelada, ate, cajeta, etc.
  - d) como forraje para conejos, gallinas y ganado en ge neral.

- e) en la industria celulósica, para la manufactura de papel tipo kraft.
  - f) como plastificantes y estabilizadores del PVC.
  - g) en la Tecnología P-I, aplicable a la fabricación de estructuras autosoportantes acústicas, estéticas, aislantes en el campo de la construcción y,
  - h) en la fabricación de productos utilizables en el tratamiento de aguas negras, así como para limpiar ventanas, albercas, tuberías, torres de enfriamiento, depósitos de agua, calderas y calentadores.
3. Al analizar el aprovechamiento que se le da al género Yucca se pudo observar que es una planta de uso integral (raíz, tallo, hoja, semilla e inflorescencia y que las especies más explotadas son :

<u>Y. filifera</u> _____	Apéndice A
<u>Y. carnerosana</u>	Apéndice B
<u>Y. schidigera</u>	Apéndice C
<u>Y. aloifolia</u>	Apéndice D
<u>Y. decipiens</u>	Apéndice E
<u>Y. elata</u>	Apéndice F
<u>Y. valida</u>	Apéndice G
<u>Y. whipplei</u>	Apéndice H
<u>Y. elephantipes</u>	Apéndice I
<u>Y. schottii</u>	Apéndice J
<u>Y. brevifolia</u>	Apéndice K

4. El aprovechamiento de las especies de Yucca sólo representan algún beneficio económico a los campesinos y obreros de la Zona Ixtlera; sin embargo, esta zona se enfrenta a graves problemas entre los que destacan los de orden social, tecnológico, ecológico, económico y político.
5. El problema que representa la utilización de estas especies es el tiempo que tardan en alcanzar su crecimiento y desarrollo necesario para su explotación; si aunamos a esto el uso inadecuado, que en algunas regiones se le da a este recurso ocasionado por la falta de conocimiento de su biología, así como al corte ilegal se estará provocando que las poblacio--

nes de Yucca disminuyan drásticamente.

en lo tocante al género Nolina se concluye que:

1. Es un recurso forestal no maderable que ha sido mal aprovechado debido al poco conocimiento que se tiene sobre las técnicas adecuadas para su mejor aprovechamiento.
2. Es un recurso potencial, ya que es fuente de fibra, de compuestos medicinales, de celulosa y forraje.
3. Genera empleos y una derrama económica en la región de mayor explotación.
4. Las especies mejor aprovechadas son: N. microcarpa y N. texana.
5. Independientemente del modo en que se explote este recurso - es necesario tener presente la escasa información sobre su biología.

Por todo lo anterior es preciso continuar e implementar nuevos estudios que permitan hacer un aprovechamiento eficiente y racional tanto del género Yucca como Nolina que desde tiempos inmemoriales han significado una fuente de riqueza natural para los pobladores de las regiones áridas y semiáridas.

Para poder lograrlo se sugieren las siguientes recomendaciones:

1. Llevar a cabo estudios de análisis fitoquímicos, de factibilidad técnicoeconómica, de demanda actual y potencial y de tipo dasonómico.
2. Debe planificarse un aprovechamiento integral que permita el desarrollo de la comunidad desde el campo hasta llegar a formar industrias.
3. Este aprovechamiento debe de realizarse con un amplio sentido social, sin descuidar el aspecto conservacionista; - ya que sólo cuando represente un incentivo económico para la población de estas regiones se evitará la destrucción de tan valioso recurso.

APENDICE A.

Yucca filifera: Planta arborescente, hasta de más de 10m de altura, muy ramificada (plantas viejas) hasta de 40 ramas. Hojas hasta de 55cm de largo por 3.6cm de ancho; linear oblongo-celadas, constreñidas cerca de la base, rígidas, generalmente ásperas en ambas superficies; con numerosos filamentos espiralados de color blanco, fácilmente quebradizos, por lo que son más notables en las hojas jóvenes. El escapo sobresale del follaje; panícula más o menos cilíndrica, pendular; hasta de 1.50m de largo, multiflora. Flores extendidas, pediceladas; pedicelos hasta de 2.7cm de largo; segmentos del perianto de 3.8-5.2cm de largo por 0.7-2.5cm de ancho, los segmentos interiores, algo más cortos y más anchos; filamento de 1.5-1.5cm de largo; pistilo de 2.3-2.5cm de largo; ovario de 1.8-2.0cm de largo por 0.4-0.5cm de diámetro. Fruto colgante, oblongo, de 0.2-0.7cm de largo. Semillas de 8x2mm, algo rugosas. Florece de fines de abril a fines de mayo. Localidad típica el Edo. de Coahuila.

Las mayores densidades se localizan en dos zonas, ubicada una en el Mpio. de Salinas Victoria, N.L., y la otra en el Mpio. de Guadalcázar, S.L.P. (hasta más de 300 plantas por ha.).

Es Y. filifera la especie con más amplia distribución y que presenta las mayores densidades, aunque tal como sucede con otras especies, cada día son substituidas sus áreas de cultivo.

APENDICE B.

Yucca carnerosana: planta caulescente, simétrica, generalmente simple, algunas veces forma densas agrupaciones de varios troncos de diferente tamaño, unidos en su base. Tronco de 1.5-6m de altura, algunas veces alcanza más de 10m; raras veces se ramifica una o dos veces en su parte superior. Hojas de 50-100cm de largo por 5-7.5cm de ancho, rígidas, extendidas, constreñidas cerca de la base, color verde azulado; margen con gruesas cerdas. Escapo grande y grueso; panícula elipsoidal, sobresale por completo del follaje, densamente ramificado, brácteas blancas y persistentes. Flores extendidas de 45-90mm; sépalos de 67-94mm de longitud por 13-21mm de ancho; pétalos de 65-93mm de largo por 20-28mm de ancho, pistilo de 48-63mm de largo; ovario de 6-9mm de diámetro; estilo de 6-10mm de largo. Fruto oblongo de 5-7.5cm de largo por 4cm de diámetro; conserva parte de los segmentos florales y tiene un pico en su parte terminal. Semillas de 7-9x8-10mm, gruesas, planas o hemisféricas, rugosas. Florece de marzo a abril, las flores son muy perfumadas. Localidad típica Paso de Carneros, Mpio. de Saltillo, Coahuila. Las mayores densidades se localizan en el Mpio. de Guadalcázar, S.L.P., hasta 450 plantas por ha. Sin embargo, los ejemplares más desarrollados se encuentran en el Mpio. de Ojinaga, Chc., esto se debe aparentemente a que esta fuera del área de explotación, por lo que no sufre el corte anual de su yema terminal, como sucede en la zona ixtlera

APENDICE C.

Yucca schidigera: planta caulescente, generalmente surculosa (hasta con más de 20 troncos); tronco erecto o postrado, de 2-2.5m de altura, simple o poco ramificado. Hojas de 33-105cm de largo por 3-5cm de ancho; marcadamente cóncavo-conexas, ensanchadas en su parte media, gruesas, rígidas; de color verde amarillento; margen rugoso, con pocas cerdas enroscadas; espina larga y roma. Escapo hasta de 15cm de largo; panícula - elipsoidal o con el ápice plano; cubierta por el follaje o poco sobresaliente, de 50-125cm de largo, densamente ramificada. Flores globosas, blancas o cremosas y comúnmente teñidas de -- púrpura hacia la base; segmentos del perianto lanceolados o anchamente lanceolados de 24-45mm de largo por 6-10mm de ancho; ovario de 5-8mm de diámetro; estilo de 1-2mm de largo. Fruto -- variable; largo y cilíndrico de 90-115mm de largo por 30-38 de diámetro, o corto y cónico de 60-85mm de largo por 25-35mm de diámetro. Semillas de 6-9x8-11mm, planas, gruesas, rugosas. -- Florece de marzo a abril. Localidadf típica San Diego, Cal.

Las mayores densidades se localizan en el Valle de la Trinidad, Mpio. de Ensenada, hasta 300 plantas por ha.

APENDICE D.

Yucca aloifolia: planta arborescente, hasta de 7m de altura densamente ramificada, algunas veces surculosa. Hojas de 25-40 cm de largo por 25-60mm de ancho; rígidas, extendidas, planas, gruesas; de color verde oscuro brillante; margen coriáceo, dentado, no fibroso; muy pungentes. Escapo corto; panícula péndula, densa. Flor globosa, segmentos del perianto ovales, de 3-4 cm de largo por 1.5-2.2cm de ancho; de color crema, con líneas verdosas hacia la base; filamento de 0.8-1.0cm de largo; ovario brevemente estipitado, obongo. Fruto oblongo-prismático, negrozco con pulpa pardp-morada. Semillas de 5-6x6-7mm, redondas u ovales. Florece de octubre a diciembre.

Se cultiva como planta de ornato desde Florida hasta Centro América. En México se encuentra en forma silvestre, no muy abundante en las regiones tropicales de los estados de Oaxaca, Guerrero, Veracruz, Chiapas y Yucatán.

APENDICE E.

Yucca decipiens: planta arborescente, hasta de 15m de altura, muy ramificada (hasta más de 90 ramas). Hojas hasta de 58cm de largo por 2.5 de ancho, linear-ensiforme, casi planas, rectas desde la base, no muy rígidas, generalmente lisas en ambas superficies; margen con numerosos filamentos espirolados, de color pardo grisáceo, fácilmente quebradizos, por lo que son más notables en las hojas jóvenes. El escapo sobresale del follaje; panícula más o menos cónica, erecta o algo inclinada; hasta de 100cm de largo, multiflora. Flores extendidas, pediceladas, pedicelos hasta de 2.5cm de largo; segmentos del perianto de 4-5.5cm de largo por 1.1-1.8cm de ancho; estilo corto. Fruto colgante, oblongo, de 5.0-8.8cm de largo por 2.5-3.2cm de diámetro; termina en un pico de 0.3-1.5cm de largo, que forma un ángulo con el resto del fruto. Semillas de 8x2mm algo rugosas. Florece de fines de enero a fines de marzo. Localidad típica Soledad Díez, S.L.P.

Las mayores densidades se localizan en el Mpio. de Durango, Dgo., hasta 200 plantas por ha.

Es posible que anteriormente existieran en la porción sureste del edo. de Zacatecas, izotales más extensos y más densos de Y. decipiens ya que es en estos lugares en donde se observan los ejemplares más desarrollados. Sin embargo, estas áreas han sido fuertemente desmontadas para dedicarlas a labores agropecuarias.

APENDICE F.

Yucca elata: planta caulescente, de 1 a 4.5m de altura, simple o poco ramificada. Hojas de 30 a 95cm de largo por 0.4 a 2.5cm de ancho, lineares, semiconvexas, extendidas, flexibles, de color verde glauco; margen blanco o verde claro, con la edad filífero. Escapo de 1 a 4m de largo por 2.5 a 6.5cm de diámetro elipsoidal o algo ensanchada hacia su parte central, densamente multiflora. Flores campanuladas u globosas de color blanco o verdoso; segmentos del perianto elípticos u ovales, agudos; sépalos de 32 a 57mm de largo por 14 a 27mm de ancho, pétalos de 35 a 57mm de largo por 20 a 35mm de ancho; filamento de 16 a 30mm de largo, delgado; pistilo de 22 a 33mm de largo; ovario de 6 a 10mm de diámetro, oblongo-cilíndrico; estilo de 6 a 11mm de largo. Fruto de 40 a 70mm de largo por 35 a 58mm de diámetro, oblongo-cilíndrico, mucronado. Semillas de 7-10x9-14mm delgadas, con las alas marginales anchas. Florece de fines de mayo a junio. Localidad típica Camp. Grant., Graham Co., Arizona.

Las mayores densidades se localizan en el Mpio. de Acuña, hasta 100 plantas por ha.

APENDICE G.

Yucca valida: planta arborescente de 3 a 12m de altura; o -  
 arbustiva, ramificada desde la base; surculosa. Hojas de 15 a  
 35cm de largo por 1.5 a 3cm de ancho; densamente distribuidas  
 a lo largo del tallo; oblanceoladas, delgadas, glabras; de co-  
 lor verde amarillento; margen con fibras gruesas, curvas. Esca-  
 po corto. Panícula sobresale en un medio a tres cuartas partes  
 del follaje, cónica, extendida, algo puscente; de 30cm de lar-  
 go. Flores campanuladas, olorosas; segmentos en el perianto an-  
 chamente lanceolados, de 2.5 a 3cm de largo; pedicelos tan lar-  
 gos como los segmentos; filamento pubescente, de 10 a 12mm de  
 largo; ovario oblongo, bruscamente cónico en el ápice; estigma  
 sésil. Fruto oblongo de 2.5 a 4.5cm de largo, de color casi ne-  
 gro al secarse. Semillas de 7x1.5mm con bordes rugosos. Florece  
 de marzo a abril. Localidad típica SAn Gregorio (Mpio. Comondú)  
 Baja California Sur.

Endémica en la Península de la Baja California, desde el --  
 Mpio de Ensenada hasta el Mpio. de La Paz.

las mayores densidades se localizan en San Ignacio, Mpio. -  
 de Mulegé, B. Cal. Sur, hasta 300 plantas por ha.

APENDICE H

Yucca whipplei: planta acaulescente, simple o surculosa. Hojas de 25 a 115cm de largo por 5 a 35mm de ancho, lineares o linear-lanceoladas, plano-convexas o cóncavo-convexas, rígidas flexibles, falcadas, glaucas; margen delgado y rugoso. Escapo de 0.9 a 4.5m de largo; panícula de 0.5 a 3.5m de largo por 20 a 90cm de ancho, elíptica o cilíndrica, densamente multiflora. Flores muy extendidas, de color blanco, algunas veces con manchas purpúras en su base; segmentos del periannto anchamente lanceolados; sépalos y pétalos casi del mismo tamaño, de 30 a 65mm de largo por 8 a 25mm de ancho; filamentos de 8 a 20mm de largo, sobresalen de los pistilos; ovario de 6 a 10mm de diámetro por 8 a 12mm de largo, elipsoidal; estilo corto; estigma capitado. Fruto de 30 a 50mm de largo por 15 a 30mm de diámetro obovoide, agudo o algo mucronado. Semillas de 6-7x8mm, planas, delgas, lisas. Florece de febrero a mayo. Las plantas de esta especie son monocárpicas, es decir mueren al terminar su fructificación. Localidad típica San Pascual, San Diego Co. California.

Las mayores densidades se localizan en el Valle de la Trinidad, Mpio. de Ensenada, hasta 100 plantas por ha.

APENDICE I

Yucca elephantipes: planta arbustiva generalmente con varios troncos que nacen desde una base muy ensanchada; troncos hasta de 10mm de altura, delgados, densamente ramificados en la parte superior. Hojas de 50 a 100cm de largo por 5 a 7cm de ancho, rígidas, extendidas, planas o ligeramente cóncavo-convexas; lisas, de color verde oscuro brillante; algunas veces rugosas en el dorso; margen finamente denticulado, no fibroso; no pungentes. Escapo corto, panícula erecta sobresale en tres cuartas partes del follaje, densa, glabra. Flor globosa; segmentos del perianto ovales de 3 a 3.5cm de largo por 1.5 a 2cm de ancho; los externos algo más anchos que los internos; filamento de -- 0.8 a 1.0cm de largo; ovario sésil oblongo. Fruto oblongo-ovoide de 7 a 8cm de largo por 4.5 de diam. Semillas de 8x10mm. Florece de febrero a julio en las regiones subtrópicas, pero en los trópicos puede florecer en diferentes meses. Localidad típica se menciona la Costa de Veracruz, sin precisar el lugar.

APENDICE J

Yucca schottii: planta caulescente, simple o surculosa, --- tronco de 3 a 5m de altura, simple o poco ramificado. Hojas de 40 a 90cm de largo por 3.5 a 5cm de ancho, delgadas, flexibles; de color verde azulado; margen algunas veces ligeramente fibroso; espina pequeña y roma. Escapo de 0 a 20cm de largo, panícula estrechamente elipsoidal, generalmente cubierta por el follaje, densamente ramificada, tomentosa. Flores globosas, segmentos del perianto de 20 a 40mm de largo por 10 a 20mm de ancho; ovados, los exteriores castaños y mucronados; filamentos de 14 a 18mm de largo, delgados; pistilo de 19 a 25mm de largo; ovario de 5 a 7mm de diámetro; estilo de 3mm de largo. Fruto de 60 a 125mm de largo, por 25 a 38mm de diámetro, redondeado en la base y cónico en el ápice. Semillas de 5 a 8x 7 a 10mm, plantas, gruesas. Florece de abril a agosto. Localidad típica, San Diego, Cal.

Las mayores densidades se localizan en el Mpio. de Nacozari, hasta 50 plantas por ha.

APENDICE K.

Yucca brevifolia: planta arborescente, generalmente con un tronco (ocasionalmente con dos o tres ); troncos de 5 a 12.5m de alto, con una base muy ancha; se ramifica generalmente en forma dicotómica. Hojas de 15 a 35cm de largo por 0.7 a 1.5cm de ancho; plano-conexas o triangulares, rígidas; margen coriáceo finamente denticulado. Escapo de 0 a 8cm de largo; panícula de 25 a 33cm de largo, elipsoidal u ovoide, muy densa. Flores oblado-elipsoidales o globosas, ligeramente extendidas, blanco verdosas; segmentos del perianto oblongos o lanceolados, con ápice curvo; sépalos de 25 a 59mm de largo por 11 a 20mm de ancho; pétalos de 26 a 55mm de largo por 13 a 22mm de ancho; pistilo de 20 a 34mm de largo; filamento de 10 a 20mm de largo. Fruto de 60 a 85mm de largo por 30 a 45mm de diámetro, seco y esponjoso, elipsoidal. Semillas de 8 a 11x9 a 12mm, planas, y lisas. Florece de marzo a mayo. Localidad típica, Date Creek. Yuma, Arizona.

## VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. Aguirre, C. 1974. Coeficiente de agostadero de la República Mexicana. edo. de Sonora. S.A.G. COTECOCA. México.
2. Amaro, J.E. 1981. Necesidad de incorporar al aprovechamiento las áreas cubiertas de Izote (Yucca spp.) en la Baja California (En: 1a Reunión Nacional Sobre Ecología, Manejo y Domesticación De Plantas Útiles Del Desierto). Pub. Esp. -- No. 31. Monterrey, Nuevo León. México.
3. Bastida, V.L. 1962. Polinización de Yucca filifera Tesis Fac de CIEns. UNAM. México.
4. Beltrán, E. 1964. Las zonas áridas del centro y noreste de México y el aprovechamiento de sus recursos. Inst. Mex. de Rec. Nat. Renv. México.
5. Bolhar, H.R. y N. Kamo. 1982. Morfología del brote y anatomía de la hoja de plantas C-3 y C-4 en relación a la fotosíntesis. Desierto y Ciencia. Octubre. pp. 8-11. 1
6. Botkin. C.W. 1945. Utilitation of fibers os desert plants. +- Chemur Digest. 4:226-229.
7. Boucher. D.H., S. y K.H., Keeler. 1982. The ecology of mutualism. Ann. Rev. Ecol. Syst. 13:315-347.
8. Caballero, S.L. 1984. Plantas comestibles utilizadas en la Sierra Norte de Puebla por Totonacas y Nahuas: Tuzamapan de Galeana y Yancuixtlalpan, Puebla. Tesis ENEP-Iztacala. ---- UNAM. México.
9. Carrasco. N.S. 1953. Proyecto de la instalación de una planta piloto para la obtención de celulosa a partir de materias primas mexicanas. Tesis Fac. de Cienc. Qím. UNAM. México.
10. Cavazos, D.R. y Arredondo, G.A. 1981. Características ecológicas, distribución y utilización actual y potencial de Yucca spp. en San Luis Potosí (En: 1a. Reunión Nacional Sobre Ecología, Manejo y Domesticación DE Plantas Útiles del Desierto). Pub. Esp. No. 31. Monterrey, Nuevo León. México.
11. CETENAL. 1970. Carta de climas. Hoja Nogales. 12R-11. Edit. por CETENAL e Inst. de Geografía. UNAM. México.
12. Chino, V.S. y P.J., Ríos. 1986. Contribución al conocimiento de la flora medicinal de Quimixtlan, Puebla. Tesis ENEP-Iztacala. UNAM. México.

13. Clarke, G.L. 1974. Elementos de Ecología. Ed. Omega. Barcelona.
14. Cruz, C.R. 1978. Algunos aspectos autoecológicos de plantas de zonas áridas y semiáridas. Cact. y Suc. Mex. XXIII (3):57-64.
15. Dahlgren, R.M.T., H.T. Clifford y P.F. Yeo. 1985. The families of the Monocotyledons: structure, evolution and taxonomy. Springer-Verlag. New York.
16. De Caire, R.F. 1985. El ixtle: problemática socioeconómica (En: Biología y aprovechamiento integral del henequén y otros agaves) Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. México,
17. Domínguez, X.A. 1980. Quimiotaxonomía del género Yucca. 3a Conferencia Internacional. Yucca. CIQA. Vol. 3 Serie El Desierto.
18. Engelman, G. 1873. Notes on the genus Yucca. Trans. Acad. Sci. St. Louis 13:44-46.
19. Franco de la Cruz, N. 1980. Utilización de Prosopis juliflora var. glandulosa, Atriplex canescens, Cucurbita foetidissima y Yucca filifera para la alimentación del conejo de raza Nueva Zelandas. 3a. Conferencia Internacional. --- Yucca. CIQA. Vol. 3 Serie El Desierto. pp. 305-315.
20. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2a. Ed. Inst. de Geografía. UNAM México.
21. García, S.P.E. 1974. Alimentación de conejos utilizando -- productos de zonas áridas. Dir. Gral. Extensión Agrícola - S.A.G. Chapingo. México,
22. García, C. y N.A., Salgado. 1975. Descripción de plántulas de 4 especies de Yucca. Cact. y Suc. Mex. XX (1):13-17.
23. García, V.E. 1986. Anatomía de la semilla de Yucca periculosa y ontogenia de su tejido de reserva. Tesis. UNAM. México.
24. González, V.M. y Valdez, V. 1980. Obtención y evaluación - de aceites epoxidados de la semilla del dátil de Yucca filifera. Yucca. CIQA.

25. Hernández, F. 1943. Historia de las plantas de la Nueva España.
26. Hutchinson, J. 1959. The families of flowering plants. --- Part. II Monocotyledons Oxford at the Clarendon Press.
27. Jones, Q. y F.R., Earle. 1966. Chemical analysis of seeds II: oil and protein content of 759 species. Econ. Bot. -- 20(2):127=155.
28. Kearney, T.H. y R.H. Peebles. 1960. The Arizona flora Univ. of Calif. Press.
29. Martínez, M. 1936. Plantas útiles de México. 2a. Ed. Edit. Botas. México.
30. Matuda, E. y L.I., Pi&a. 1980. Las plantas mexicanas del género Yucca. Colección M&scelánea. Serie Fernando de Alva Ixtlilóchitl. Gobierno del Edo. de México.
31. Medellín, L.F. 1983. Las zonas semiáridas de México. Desierto y Ciencia. 5:29-33.
32. Meléndez, A.A. !(&%. Potencial de carnaza del dátil de palma china (Yucca filifera) como fuente de energía para rumiantes. T&esis. UNAM. México.
33. Mekelvery, S.D. 1938-1947. Yuccas of the southwestern United States. Journ. Arn. Arb. Harvard Univ. Jamaica Plains Mass
34. Mekelvery, S.D. y K. Sax. 1933. Taxonomic and cytological relationships of Yucca and AGAVE. J. Arnold Arbor. 14:76-81
35. Miramontes, E.L. 1976. Informe de actividades de 1972-1976 CONAZA. Subdirección Industrial. México.
36. Moya, Ch.J.L. 1975. Valor nutritivo de la pulpa del dátil de la palma de china (Yucca filifera) en relación para gallinas ponedoras. T&esis. UAAAN. México.
37. Ochoa, D.G. 1979. Impulso a los aprovechamientos forestales no maderables en el Edo. de Sonora. III Simposium sobre el medio ambiente del Golfo de California. Pub. Bsp. No. 17 Ins. Inv. For. México pp:107-110.
38. Pi&a, L.I. 1971. Zona Ixtlera. Cact, y Suc. XVI (2):27-36.
39. Pi&a, L.I. 1979. Algunos aspectos sobre las plantas del género Yucca spp.. III. Simposium Internacional sobre Yucca. Saltillo, Coahuila. México.

40. Pi&a, L.I. 1981. Las plantas del género Yucca de la Baja California (En: 1a. Reunión Sobre Ecología, Manejo Y Domesticación De Plantas Útiles Del Desierto) Pub. Esp. No. 31. Monterrey, Nuevo León. México.
41. Ramírez, G.E. El ixtle: un sistema socioeconómico. CIQA.
42. Ridaura, S.V. 1980. Yucca 1a. Parte. Desierto y Ciencia. 2:4-9.
43. Ridaura, S.V. 1981. Towards the integral use of Yucca filifera. CIQA. Saltillo, Coahuila. México.
44. Rojas, R. y S. Carrasco. 1961. Estudio químico del género Yucca. Rev. ATCPC. (Órgano de la Asoc. Mex. Tec. Ind. Celul. y Papel, A.C.) 1.3 México.
45. Rojas, M.P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del Edo. de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis Doctoral. Univ. de Nuevo León. México.
46. Rojas, F. 1983. Industrialización y comercialización de la Yucca (En : 2a. Reunión Nacional Sobre Ecología, Manejo Y Domesticación De Las Plantas Útiles Del Desierto) Pub. --- Esp. No. 43
47. Roman, A.A. 1980. Los usos de las especies de Yucca existentes en el Desierto Chihuahuense. 3a. Conferencia Internacional. Yucca CIQA. Vol. 3 Serie El Desierto.
48. Roman, A.A. y C.V. Domitila. 1981. Chihuahua Desert. Flora Data Bank (In: Arid Land Resource Inventories, Developing Cost-Efficient Methods. Proc. of the Workshop. La Paz, México. Nov. 30-Dic. 1980).
49. Romo de Vivar, A. 1980. Estudio de la Yucca y preparación de esteroides a partir de sarsapogenina. 3a. Conferencia Internacional; Yucca. CIQA. Vol. 3 Serie El Desierto. ---- pp.:279-288.
50. Romo de Vivar, A. 1985. Productos naturales de la flora mexicana. Edit. Limusa. México.
51. Rosas, R.R. 1979. Estudio de los esteroides en semillas y en cultivos de Yucca. Tesis Univ. Veracruzana. Fac. de --- Cienc. Quim. Orizaba, Veracruz. México.

52. Rose, J.N. 1905. Five new species of Mexican plants. Proc U.S. Natl. Mus. 29 (1427): 437-439.
53. Rzedowski, J. 1962. Botánica económica. (En: Las zonas áridas del centro y noreste de México y el aprovechamiento de sus recursos). Ins. Nac. Rec. Nat. Ren. México.
54. Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México.
55. Sandoval, Ch. G. 1981. Algunas consideraciones sobre Yucca schidigera y su aprovechamiento. (En: 1a. Reunión Nacional Sobre Ecología, Manejo Y Domesticación De Plantas Útiles - Del Desierto). Pub. Esp. No. 31. Monterrey, Nuevo León, -- México.
56. Sánchez, C.J. y G. Zerocere. 1981. La Palmilla y su aprovechamiento en el Edo. de Sonora. (En: 1a. Reunión Sobre Ecología, Manejo Y Domesticación DE Plantas Útiles Del Desierto). Pub. Esp. No. 31. Monterrey, Nuevo León. México.
57. Sánchez, C.J. 1982. La Palmilla: una planta de interés económico (En : VI Simposium Sobre El Medio Ambiente Del Golfo DE California. 1981). Pub. Esp. No. 31. Inst. Nac. de - Invs. Forts. (INIF). SARH. México.
58. Sánchez, M.M.J. 1981. Yucca 2a. Parte. Desierto y Ciencia. 3:25-29.
59. Shreve, S. y I.L., Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonora Desert. Vol. 2 Stanford Univ. Press.
60. Soto, D. 1935. Analysis of the karyotypes in Yucca, Agave and the related genera: the special references to the phylogenetic significance. Jap. J. Gent. 11:272-278.
61. Standley, P.C. 1920-1926. Trees and shrubs of Mexico. Washington Gov. Print. Office.
62. Tejada, H.I. 1979. Utilización de la palma china (Yucca -- filifera) en la alimentación animal. 3a. Conferencia Internacional. Yucca. CIQA. Vol. 3 Serie El Desierto. pp.:405--442.
63. Trelease, W. 1902-1911. The Yuccas. Missouri Bot. Garden Ann. Report. Vol. 13:27-133.
64. Trelease, W. 1911. The desert group Nolineae. Proc. Amer. Phillos. Soc. pp:405-442.

65. Velázquez, M.A. 1981. Aprovechamiento de la palmilla -----  
Nolina spp. en el noreste del Edo, de Sonora. Tesis Dep. de  
Bosques. UACH. México.
66. Wall, M.A. y C.S. , Fenske. 1961. Steroidal sapogenin con-  
tent of seeds. Econ. Bot. Vol. 15:(2):131-132.
67. Webber, J.M. 1953. Yuccas of the southwest. Agric. Mon. --  
17t. U.S. Dep. of Agric.
68. Whitaker, J.W. 1934. Chromosome constitution in certain ---  
Monocotyledons. J. Arnold Arbor. 15:135-143.