

YUCCA "Izote" DEL DESIERTO

D. Granados-Sánchez; G. F. López-Ríos.

División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. C. P. 56230.

RESUMEN

En los desiertos mexicanos una de las plantas más llamativas corresponde al género *Yucca*, de las que se cuenta con 31 especies de las 44 registradas a nivel mundial. Su eficacia adaptativa se basa principalmente en sus características morfológicas (sistema fotosintético CAM, hojas roseófilas suculentas-fibrosas, polinización simbiótica con el insecto *Pronuba*). Su importancia radica en varios aspectos como son su uso múltiple (textil, alimento, forraje, cerco vivo, ornamental, materia prima para la producción de anticonceptivos) y como protectoras del suelo y de muchas especies que interactúan en el ecosistema.

PALABRAS CLAVE: Fibras naturales, precursores de anticonceptivos, matorral rosetófilo.

"ISOTE" (*Yucca*) OF THE DESERT

SUMMARY

In the Mexican deserts, one of the most striking plants belongs to the genus *Yucca*. Of the 44 species recorded in the world, 31 are found in Mexico. Its adaptive efficiency is based mainly on its morpho-physiological characteristics (CAM photosynthetic system, succulent fibrous rosetophyll leaves, symbiotic pollination with the insect *pronuba*). The plant is important because of its many uses as textile, food, forage, live fence, ornamental plant, raw material for the production of contraceptives, and as protection for the soil and many species which interact in the ecosystem.

KEY WORDS: Natural fibers, contraceptive precursors, rosetophyll brush vegetation.

INTRODUCCIÓN

De las plantas más representativas de la flora de las zonas áridas de México, destacan las del género *Yucca*, que en las zonas áridas del norte llegan a ser especies dominantes.

A las plantas del género *Yucca* se les conoce como "Palmas", "Palmitos", "Izotes" y "Yucas". Se ubican principalmente en las regiones áridas y rara vez en zonas tropicales. El género es originario del norte de México y sur de EE.UU. Está formado por 47 especies que se distribuyen en los EE.UU. y México y en algunos países de Centroamérica y del Caribe. En México crecen alrededor de 30 especies de *Yucca*. (Pina, 1979).

Entre la población rural, los principales usos que se le da a este género incluyen la construcción de viviendas, como cercas vivas para corales y protección de huertos, en la fabricación de "Ixtle" para cordelerla, como forraje, para la alimentación humana (flores y frutos), como combustible, en la obtención de celulosa para la fabricación de papel y como plantas de ornato.

En investigaciones recientes, en relación a la industria farmacéutica, se menciona la presencia de saposogeninas, tales como: sarsapogenina, diosgenina, yuccagenina, etc., en las hojas, ralees, tallos, frutos y semillas siendo más abundantes en estas últimas. Estos compuestos esteroidales son usados para la síntesis de drogas como cortisonas, hormonas sexuales y píldoras anticonceptivas, por lo que éstas han recibido especial atención.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Las yucas son plantas perennes, suculentas, aculescentes, arbustivas o arborescentes. Presentan un tronco de 1.5 a 6 m de altura, que algunas veces se ramifica una o dos veces en su parte superior. 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 su base, color blanco-cremoso, algunas veces con tintes rosáceos o morados; 6 estambres libres insertados en la base de los segmentos. Ovario súpero trilobular, óvulos numerosos, con placentación

axilar. Polen mucopolpado, tetradado, prolato o subprolato algunas veces esferoidal, la exina tiene un grosor de 1.5 a 3.4 con tacuteo muy delgado, la columnela es visible y simple, dándole a la superficie un aspecto reticular o escabroso; colpa longitudinal al cuerpo del grano de polen generalmente delgado y expandido en el centro. El fruto puede ser indehisciente tanto carnoso (baya), como seco y esponjoso, o dehiscente (capsular). Semilla plana, lisa o rugosa, brillante u opaca, color negro cuando madura, con o sin ala marginal (Matuda y Piña, 1980): Figura 1).

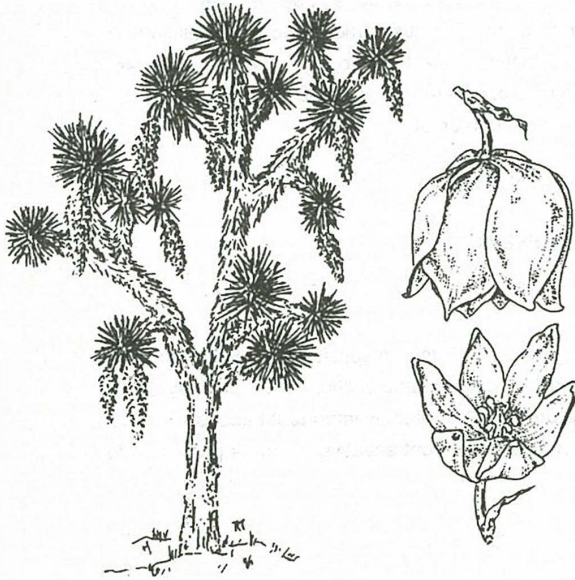


FIGURA 1. *Yucca fillifera* Chab. ("palma china" o "izote").

A través del tiempo la clasificación del género *Yucca* ha sufrido numerosas modificaciones. Tradicionalmente se le había considerado en la familia Liliaceae, sin embargo, con base en ciertas características morfológicas, químicas y citogenéticas en la actualidad la mayoría de los taxónomos la incluyen dentro de la familia Agavaceae. 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*. El subgénero *Euyucca*, se subdivide en 3 secciones: *Sarcoyucca*, *Clistoyucca* y *Chaenoyucca*, de acuerdo a caracteres del fruto y en los hábitos de las plantas.

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 9 series: *Salocarpa* 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)

Hutchinson (1959), menciona que se le ha dado demasiada importancia en la taxonomía de las monocotiledóneas al carácter ínfero o súper 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, 1966).

Por 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), Nolinaceae (con 3 géneros y 36 especies), Agaveaceae (con 4 géneros y 308 especies) y Poyanteae (con 3 géneros y 17 especies) (Figura 2).

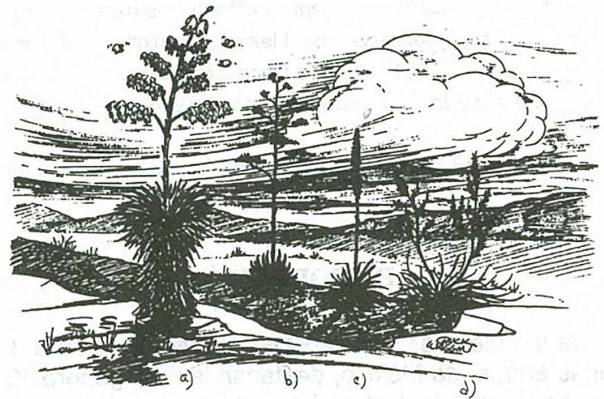


FIGURA 2. La relación evolutiva se muestra en la semejanza morfológica para distintas especies de la familia Agavaceae: a) *Yucca*, b) *Agave*, c) *Dasylirium* y d) *Hesperaloe*.

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. En las liliaceae además de las saponinas esteroidales se han encontrado cardenolidos, hafodienolidos, antraquinoides, Uoéteres, tiosulfóxidos de alquino y alcaloides.

En las especies de las Amaryllidaceae además de ácido chelidónico, contienen complejos alcaloides derivables de la belciltetrahydroiso quinolina y no se han encontrado saponinas; en las especies de las Agavaceae hay saponinas esteroidales pero no se han encontrado

alcaloides, ni antroquinoides en raíces, tallos, hojas, frutos, semillas y flores (Domínguez, 1980).

Citogenética. Mckelvey y Sax (1933). Whitaker (1934) y Soto (1935) analizaron los cariotipos de *Yucca*, *Agave* y géneros afines, indicando que éstos 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. Dahlgren (1985) indica que el cariotipo de 5 cromosomas grandes y 25 pequeños ha ayudado en la decisión de colocar al género *Yucca* en el género *Agave*, tribu Yucaceae, Familia Agavaceae, Orden Agavales (Figura 3).



FIGURA 3. La configuración cromosómica demuestra la relación genética que existe entre las especies de la familia Agavaceae, como se ilustra para: a) *Yucca filifera*, b) *Agave diaquilnala*, c) *Yucca filamentosa* y d) *Agave vivipara*. (McKelvey and Sax, 1933).

Fitogeografía. 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 el Río Missouri en los E.U., cerca de la frontera con Canadá hasta Centroamérica, las Islas Bermudas y las Antillas (Matuda y Piña, 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 mesofitismo (Matuda y Piña, op. Cit.).

En México crecen alrededor de 30 especies de *Yucca*. La mayoría de las especies se localizan en las zonas áridas y semiáridas (climas BS y BW, de Köppen), caracterizando el matorral desértico rosetófilo o izotal, solamente 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).

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. En algunas ocasiones esta especie se encuentra mezclada con *Yucca torreni*.

Trelease (1902-1911) y Nebber (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.

A *Yucca filifera*. Se le conoce como "Palma China" (San Luis Potosí), "Palma Corriente" (Coah.) "Izote" (Centro del país), "Majr" o "Bajr" (Hgo.) y "Tambasi" (Michoacán). Es una planta arborescente, que llega a medir más de 10m de altura, es muy ramificada (hasta 40 ramas); las plantas viejas florecen de fines de abril a fines de mayo.

Forman parte del estrato arbóreo, principalmente del Matorral Desértico. Habitan en planicies con suelos profundos, bien drenados o con deficiente drenaje (cuencas endorreicas); con altitudes dentro de 500 y 2400 msnm. Es característica de suelos calizos rocosos de la Altiplanicie, desde Texas hasta San Luis Potosí, sobre los flancos de las sierras y valles abiertos. Es el elemento vegetal prominente de las sierras del oeste de Coahuila, en lo que se llama "Faja de las Palmas". También crece silvestre en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas, los cuales forman parte de la superficie de la región septentrional de la Meseta Central y la Sierra Madre Oriental, que representa el 24% de la extensión territorial de toda la República Mexicana. Las mayores densidades de esta especie, se localizan en el municipio de Guadalcázar, (S.L.P.) encontrándose hasta 450 plantas por ha. Sin embargo, los ejemplares más desarrollados se encuentran en el Municipio de Ojinaga,

Chih., esto se debe aparentemente a que esta localidad está fuera del área de explotación de esta planta (Figura 4).

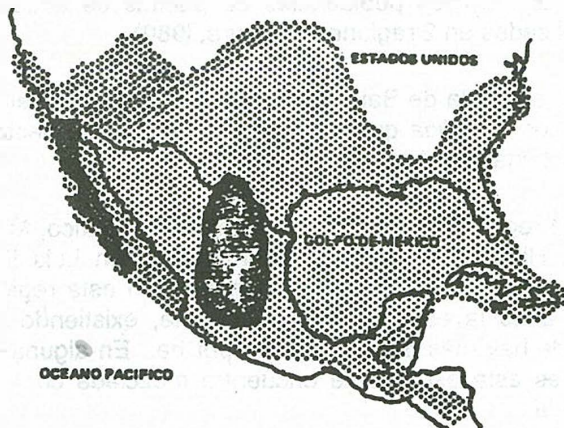


FIGURA 4. Distribución geográfica del género *Yucca*. Las regiones más oscuras corresponden a las de mayor densidad de población de esta planta en México. {Basado en Rldaura, 1980}.

Yucca camerosana se le conoce como "Palma Samandoca" (Zac., Coah.), "Palma Barreta" (San Luis Potosí), "Palma Loca" (Coah.) se observa en laderas de pendiente suave o fuerte, con suelos pedregosos, calizos; con altitudes entre 1000 y 2200 msnm. En las partes bajas puede estar mezclada con *Y. filifera*, formando parte del Matorral Desértico Rosetófilo; mientras que en las mayores elevaciones, se le encuentra formando parte del Bosque de Pino-Encino.

Yucca decipiens. Es una planta arborescente, hasta de 15 metros de altura, muy ramificada (hasta con más de 900 ramas). Florece de fines de enero a fines de marzo.

Las mayores densidades de esta especie, se encuentran en el Mpio. de Durango, habiendo hasta 200 plantas por ha.

Habita planicies con suelos profundos y bien drenados; con altitudes entre 1800 y 2480 msnm. Forman parte del estrato arbóreo en el "Zacatal", en el matorral desértico y en las mayores elevaciones en "Encinar Arbustivo".

Yucca valida, es una planta arborescente de 3-12 m de altura; o arbustiva, ramificada casi desde la base; surculosa, florece de marzo a abril.

Su área de distribución es endémica de la Península de Baja California, desde el municipio de Ensenada hasta el municipio de la Paz. Las mayores densidades se localizan en San Ignacio, municipio de Mulegé, Baja California Sur; hasta 300 plantas por ha (Figura 5).

Se encuentran habitando planicies con suelos arenosos y laderas de pendientes suaves con suelos con grava; en altitudes que varían de 200 a 800 msnm. Forma parte del matorral desértico. Se le conoce con el nombre vulgar de "palma".

Se encuentran habitando planicies con suelos arenosos y laderas de pendientes suaves con suelos con grava; en altitudes que varían de 200 a 800 msnm. Forma parte del matorral desértico. Se le conoce con el nombre vulgar de "palma".

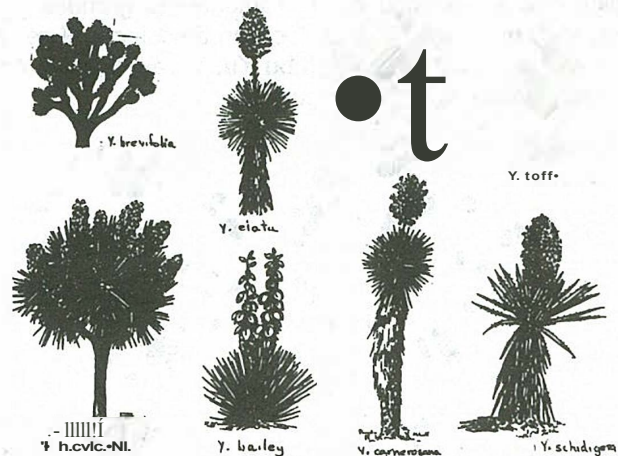


FIGURA 5. Diversidad del género *Yucca*.

FISIOLOGÍA

Una de las estrategias adaptativas que exhiben las plantas xerófitas es la succulencia, por el abundante desarrollo de parénquima, 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 periodos 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; (CAM) este

mecanismo les permite a las plantas ahorrar agua, ya que capturan CO_2 sólo 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 con el CO_2 capturado, inician las reacciones fotosintéticas correspondientes a plantas C_3 . De esta manera elaboran azúcares que posteriormente son combinados para dar una enorme variedad de productos secundarios (Romo de Vivar, 1985).

REPRODUCCIÓN

Las yucas se reproducen tanto sexualmente, es decir por semillas y vegetativamente y/o sea por brotes o retoños. Una de las características comunes a todas las especies de *Yucca*, es el tiempo que tardan en crecer y alcanzar la madurez (época en la cual la planta empieza a florecer). Se han reportado velocidades de crecimiento para ciertas especies que van desde 3 a 10 cm. Por año. O sea que se necesitan aproximadamente 50 años para que una *Yucca* alcance una altura de alrededor de 2.5 m y empiece a florecer. 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.

Todas las especies del género son entomófilas y su polinización sólo es posible mediante la intervención de un lepidóptero perteneciente al género *Tegeticula*, cuya larva se desarrolla en el interior del fruto, el adulto deposita sus huevecillos en el ovario de las flores, transportando así el polen de las anteras al estigma. El porcentaje de germinación de las semillas en la mayoría de las especies oscila entre un 60 y 80%, sin embargo, la viabilidad sólo alcanza un 48%.

La reproducción asexual es por 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 tan rápidamente como 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, al caer las ramas emiten raíces y brotes, formando así una nueva planta. (Matuda, E. y Pina, 1980).

La polinización se lleva a cabo por medio de una especie de palomilla (*Tegeticula mexicana* o *Pronuba yuccasefa*) perteneciente a la familia *Prodoxidae*.

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) (Figura 6).

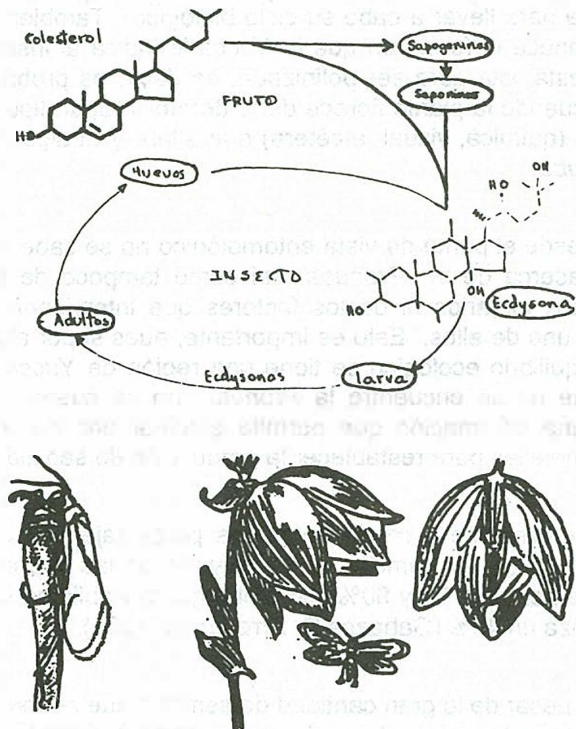


Figura 6. En sus múltiples visitas a florea de *Yucca*, la hembra de *Pronuba yuccasefa* colecta polen y lo deposita en el estigma de otra flor, promoviendo la fecundación cruzada.

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 intrínseca en él el polen empujándolo hacia adentro.

Para la larva, la semilla es una fuente de proteínas, carbohidratos, grasas, etc., pero sobre todo, es una fuente de compuestos esteroidales (las saponinas o su precursor: el colesterol). Este tipo de compuestos son trastornados por el insecto en los diferentes tipos de hormonas de maduración (ecdysonas). Estas hormonas son importantes para los insectos porque inducen los cambios larvarios. (Ridaura, 1980). Necesarios en su ciclo de vida.

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, lo cual originó una relación simbiótica.

Al respecto existen varios aspectos que se desconocen. Por ejemplo, no se sabe con certeza si para cada especie de *Yucca* hay un insecto específico, o si una especie de insecto puede utilizar varias especies de *Yucca* para llevar a cabo su ciclo biológico. También se desconoce la forma en que la *Yucca* le indica al insecto que está lista para ser polinizada; es decir, es probable que cuando la planta florece debe de emitir algún tipo de señal (química, visual, etcétera) que altere y atraiga a la *Pronuba*.

Desde el punto de vista entomológico no se sabe mucho acerca de la *Pronuba*, así como tampoco de sus estados larvarios ni de los factores que intervienen en cada uno de ellos. Esto es importante, pues si por algún desequilibrio ecológico se tiene una región de *Yucca* en la que no se encuentre la *Pronuba*, no se cuenta con ninguna información que permita efectuar una repoblación de ellas para restablecer la producción de semilla.

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% (Gabazos D. Arredondo, 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 e 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 cubierta con este tipo de hojas (Matuda y Pina, 1980).

Re-tonos. La reproducción asexual es por medio de brotes o retoños tanto en las rafees 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 ralees y brotes formando así una nueva planta.

ECOLOGÍA

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 nulos sobre las poblaciones (Figura 7).

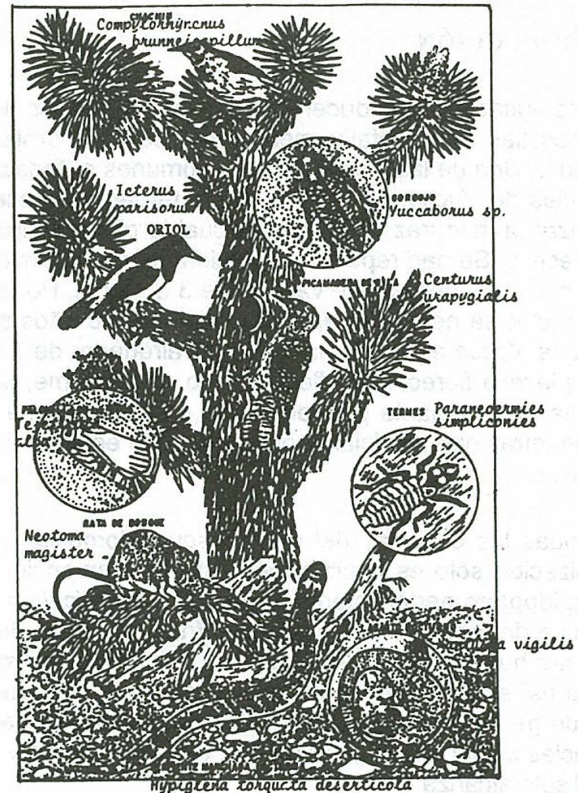


FIGURA 7. Las yucas son plantas en las que se asienta una comunidad de organismos, lo cual se ilustra con algunos ejemplos.

Un ejemplo de interacción con efectos positivos es la relación de la mariposa *Tegeticula* con la *Yucca* con relación a la reproducción sexual 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 existe entre *Yucca* y el insecto se ha convertido en una dependencia obligada (Ridaura, 1980), originando una relación simbiótica llamada mutualismo sin contacto continuo (1.1). Cuando esta interacción es entre uno solo para especies, como

es el caso de la polinización de *Y. Glauca* por *Tegeticu/a yuccasella* se le llama monofilética (Boucher, 1982).

Dentro de las interacciones con efectos negativos se tiene que de las semillas que llegan 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.

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. (Piña, 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-Fuorensia*, *Y. Filifera* sufre una competencia interespecifica con: Nanofanero fitas, Camefitas, Hemcriptofitas en donde se incluyen las siguientes especies: *Larrea divaricata*, *Flourensia cer-nua*, *Opuntia* spp., *Setaria leucopila*, *Boute/oua*, y algunas otras especies de menor importancia.

CUADRO 1. Relación entre *Yucca* (planta polinizada), *Pronuba* (Insecto polinizador y *Prodo:xu* (mariposa acompañante) (Batida, 1962).

<i>Pronuba</i>	<i>Produxu</i>	<i>Yucc</i>
<i>P. yuccasella</i>	<i>P. decipiens</i>	<i>Y. filamentosa</i>
<i>P. yuccasella</i>	<i>P. decipiens</i>	<i>Y. rvpicola</i>
<i>P. yuccasella</i>	<i>P. decipiens</i>	<i>Y. elata</i>
<i>P. yuccasella</i>	<i>P. intermedius</i>	<i>Y. glauca</i>
<i>P. yuccasella</i>	<i>P. decipiens</i>	<i>Y. aloifolia</i>
<i>P. yuccasella</i>	<i>P. sordidua</i>	<i>Y. gloriosa</i>
<i>P. synthetica</i>	<i>P. aenescens</i>	<i>Y. brovifolia</i>
<i>P. maculata</i>	<i>P. coloradensis</i>	<i>Y. whipplei</i>
<i>P. aplcella</i>	<i>P. marglnatus</i>	<i>Y. whipplei</i>
<i>P. aplcella</i>	<i>P. roticulatus</i>	<i>Y. whipplei</i>
<i>P. aplcella</i>	<i>P. cinerous</i>	<i>Y. whipplei var.</i>
<i>P. maculata var aterrima</i>	<i>P. ptuvuralentus</i>	<i>Y. whipplei var</i>

FORMAS DE APROVECHAMIENTO

Fuente de fibra. De la fibra que se obtiene de las especies de *Yucca* se fabrican estos; cepillos, bolsas,

sacos para embalar granos, abrigos para empacar algodón, acojinados, alpargatas, productos de jerciería, bolsas, cordeles, cables, escobas, petates, cinturones, manteles, etc. Las principales fuentes de fibra son las especies de *Y. schidigera*, *Y. filifera*, *Y. camerosana* y *Y. elata*. En el desierto Chihuahuense la *Yucca camerosana* es la que mayormente explotada para la obtención de fibra. La fibra se utiliza en la fabricación de sacos para embalar productos agrícolas.

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 estén en condiciones de ayudarlos caminando varios días.

La parte de la planta que se recolecta se llama "cogollo" o "puya" (hojas 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 (gancho cogollero). Con el anillo se arrancan los cogollos de las plantas, los cuales se colocan en un contenedor formado por varejones y cubierto con una red de hilos de fibra, al cual denominan "Oaxaca". Cuando se considera que se han recolectado suficientes cogollos los colocan en forma especial formando fardos que llaman "tercios" haciendo 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 300 l. Para efectuar este proceso, la parte inferior de la "paila" se llena con un poco de agua, se coloca una rejilla 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 h.

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 hechos en el suelo; no es conveniente este procedimiento porque da a la fibra un mal olor y el ablandamiento no es uniforme, de lo que resulta una fibra mal tallada y de mala calidad.

Las herramientas que utiliza para el tallado son; un bloque 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

algo que la fije poco, 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 "bolito", 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, aunque, 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.

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 kilogramo de ixtle de palma a \$3.00, en 1979 se autorizó el precio de \$5.90, en enero de 1983 el kilogramo de ixtle era pagado a \$28.00 y en 1998 a \$6.00. La Forestal F.C.L., 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.

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 detenninaron la decadencia de esta industria, los sacos de henequén y otros sustitutos han limitado los mercados de sacos de ixtle de palma hasta permitirles tan solo abastecer una mínima parte de la demanda. El ixtle de palma tiene comercio exclusivamente nacional.

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 ya que sus fibras son largas y resistentes. Este papel es muy resistente a la rup-

tura y al desgaste por lo que se utiliza como material impermeable en la construcción entre otros usos (Botkin, 1945; Carrasco, 1953; Rojas, 1961). También se ha fabricado papel con pulpa del tronco de *Y. elata*, la pulpa se obtiene cortando el tronco y dejándolo secar, obteniéndose 300 libras de tronco seco, lo cual comprimido da 100 libras de pulpa para papel. 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 abastecerla tanto 860 ha de *Y. filifera* que se encuentra en los alrededores de la ciudad de Matehuala, San Luis Potosí y aportarla 23 millones de m³ de materia prima. La pulpa obtenida primero sería blanqueada para posteriormente ser utilizada en la manufactura de papel de revistas y de imprentas.

Plastificantes y tecnología Pollester-Ixtle (P-1). Los derivados de los tallos de *Y. filifera* son comúnmente utilizados como plastificantes y estabilizadores del PVC. (Policloruro de vinilo), ya que disminuyen la temperatura de transición vitrea en el mismo rango que lo hacen los plastificantes comerciales (González, 1980).

La tecnología P-1 consiste en un proceso mediante el cual las fibras vegetales de la palma y lechuguilla, se combinan con resina poliéster para formar un material compuesto que refuerzan materiales plásticos mejorando sus propiedades fisicomecánicas. El material representativo de este campo técnico es el poli-éster-fibra de vidrio, sobre el cual se ha desarrollado una fuerte industria, por sus amplias aplicaciones en 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 agrícola, sistemas de almacenamiento, etc., de manera que se puede aplicar en viviendas, clínicas de salud, escuelas y edificación en general.

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

En la alimentación la *Y. filifera*, es utilizada primeramente cocinándola como si fuera verdura. La flor contiene una resina que le da un sabor amargo, aunque no es tan notable como en otras especies. El sabor amargo es eliminado al hervir las flores, cambiando el agua por lo menos dos veces.

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 náhuas de la Sierra Norte de Puebla preparan las flores de *Yucca aloifolia* recién abiertas de la siguiente manera: primero se hierva 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).

Las flores en botón y los pedúnculos florales son consumidos, tanto crudos como cocidos. Dicho hábito es recomendable porque se ha comprobado que la *Yucca e/phantipes*, tiene alto contenido en ácido ascórbico.

Los frutos denominados dátiles como los de las verdaderas palmas, también son comestibles, siendo preferidos los de *Yucca camerosana* por su mejor sabor. En general se consumen crudos, fritos o tostados, antes de su total maduración, pues en esta última etapa son amargos. Además del ser humano, los dátiles sirven de alimento a algunos insectos y otros animales de la fauna silvestre.

A partir de los frutos secos de algunas especies, los habitantes de la región obtienen algunos productos, como por ejemplo harina.

La pulpa o carnaza de *Y. filifera* contiene del 75 al 20% 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 la fermentación como bebidas alcohólicas y vinagre (Rojas, 1983).

Los análisis realizados demuestran que tanto hojas como semillas, contienen proteínas. El análisis de las hojas secas de algunas especies arroja un contenido que fluctúa entre 15 y 20%.

CUADRO 2. Porcentaje de proteínas en semillas de especies de yucas del Desierto Chihuahuense (Romahn, 1980).

Especie	e. De proteína en semilla
<i>Y. arizonica</i>	14.4 14.0
<i>Y. elata</i>	20.6, 22.2, 21.2 22.5

Tomado de Rommahn 1980.

CUADRO 3. Aminoácidos constituyentes de las proteínas de *Yucca arizonica* (Romahn, 1980).

Aminoácido	Grupos de aminoácido por cada 16 g de N.
Lisina	4.3
Metionina	1.9
Arginina	10.7
Glicina	4.0
Histidina	2.2
Isoleucina	3.3
Leucina	5.1
Fenilalanina	4.3
Tirosina	4.8
Treonina	3.2
Valina	5.4
Alanina	3.8
Acido Aspártico	7.5
Acido Glutámico	15.0
Hidroxiprolina	3.1
Prolina	4.8
Serina	4.3

Tomado de Romahn, 1980.

Aceites de las semillas de *Yucca* se ha obtenido un 22% de aceite de tipo comestible, con características semejantes a las del cártamo, 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 (Tejeda, 1979).

Entre los componentes del aceite de *Y. filifera*, predomina el 82% de ácido linoleico, cuyas características permiten convertirlo en comestible.

CUADRO 4. Porcentaje de aceite en semillas de especies de *Yucca* del Chihuahuense (Romahn, 1980).

Especie	% de aceite en semilla
<i>Y. arizonica</i>	28.4 28.0
<i>Y. elata</i>	29.1, 29.7, 31.7 32.6
<i>Y. filifera</i>	a.0 24.0

Tomado de Romahn, 1980.

Debido al alto número de dobles enlaces, este aceite puede además ser modificado químicamente para obtener productos de interés comercial (lubricantes, aceites vulcanizados, plastificantes, aditivos para alimento y cosméticos).

Además del propio aceite, es posible también obtener otros productos, tales como jabones y detergentes.

Del estudio realizado por Argullini, M.; D. Jasson y L. Jiménez, determinaron la composición del aceite de *Yucca filifera* encontrando que los ácidos grasos más importantes, presentes como triglicéridos, son el ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oléico, ácido linoléico.

El contenido de aceites esenciales de las flores de diversas especies de Yuca, determinan que se recolecte, anualmente entre 1 y 2 toneladas de botones para la fabricación de perfumes.

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.

Las hojas frescas a pesar de contener suficiente cantidad de proteína y carbohidratos, no sirve como forraje, ello se debe a la presencia de ácido cianhídrico. Sin embargo, el ácido se elimina al secarse las hojas, proceso que dura entre 12 y 18 días.

Pruebas realizadas con *Y. elata*, muestra que puede ser usada para la alimentación del ganado vacuno, ya que contiene 44% de proteínas, 6.7 de cenizas, 32.7% de fibra y 49.2% de N. libre sobre base peso seco, la planta rinde de 100-2000 libras de material verde por acre.

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 /día (450 kg) de semilla 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 (Ridaura, 1980).

También las semillas de yuca pueden ser utilizadas en concentrados proteicos para aves y ganado.

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).

La *Y. filifera*, *Y. decipiens* y *Y. valida*, en su fruto contienen aproximadamente; 50% de carnaza, 25% de semilla y 25% de tamos.

El dátil desgranado se encuentra integrado por 30.56% de semilla, 62.50% de carnaza (mesocarpio del fruto) y 6.94% de fibra. La subdirección de CONAZA, ha realizado estudios para obtener proteínas mediante fermentación de los azúcares de la carnaza. Como esto requiere una gran provisión de materia prima, se ha utilizado la carnaza en madera directa, formando parte de raciones balanceadas.

La carnaza o pulpa de *Y. filifera*, también puede ser utilizada en la obtención de dulces, alcohol, vinos, licores y vinagres.

Los subproductos resultantes de la obtención de celulosa se han planteado como susceptibles en la utilización de alimentos para ganado.

Uso 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 Kackappo utilizan el extremo áspero 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 chíá o bolo armenio curan admirablemente las disenterías, detienen el aborto y curan el empacho (Hernández, 1943).

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

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

También resulta interesante consignar el alto contenido en ácido ascórbico que presentan las especies de Yuca, 100 g de tejido poseen 4-1032 mg. En tanto que 100 g de flores en botón contienen 343-398 mg (Floch 1979).

Industria farmacéutica. De las yucas contienen saponinas que son sustancias con propiedades jabonosas, del latín "sapo" jabón, por esta razón algunas de ellas se utilizan con este fin. Por ejemplo, de la raíz de *Y. elata* se obtiene un estrato llamado "amole", el cual se utiliza para el lavado de ropa y aún es recomendado para el cabello (Ridaura, 1980).

Por medio de una hidrólisis ácida de las saponinas se obtienen las sapogeninas, y a una mezcla de azúcares las cuales se han identificado como xilosa, glucosa y galactosa (Romo de Vivar, 1980).

La obtención de sapogeninas esteroidales de numerosas especies de *Yucca* permite pensar en la posibilidad de considerar al género como una fuente de materia prima alternativa para la industria de los corticoides.

En las plantas del género *Yucca* se obtienen varias clases de sapogeninas, cuyas concentraciones respectivas varían según la parte de la planta estudiada (hoja, raíz, tallo, fruto, semilla); así como de la época del año en que se efectúa el estudio (Ridaura, 1980).

Según indican los estudios de Wall (1961), independientemente de los tipos de sapogeninas presentes en una Yuca, en las semillas de algunas de éstas se pueden encontrar hasta un 12% de sapogenina o tiogenina como único componente esteroide.

También en *Yucca filifera*, *Y. carnerosana* y *Y. valida*, aislaron de la semilla una Saponina blanca que por hidrólisis proporciona una materia prima esteroide importante, llamada Sarsasapogenina 1 (ninguna otra parte de la planta, que no sea la semilla, tiene más de 1% de esteroide) (Figura 8).

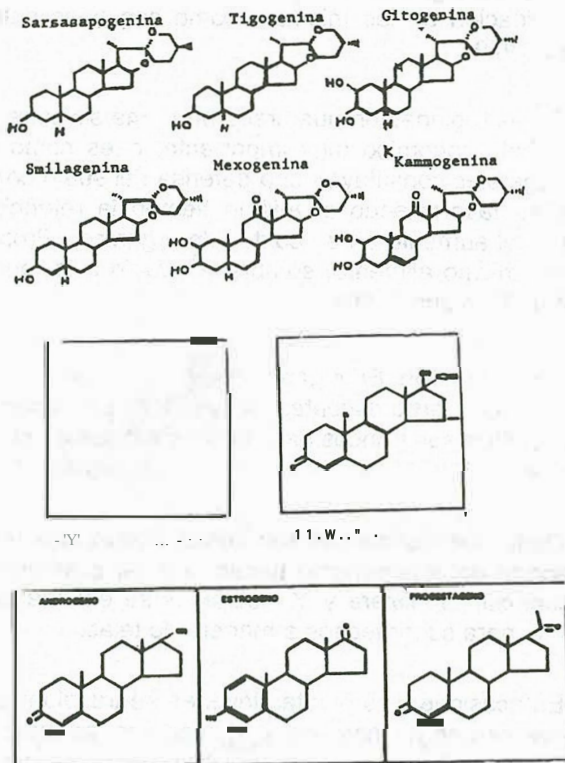


FIGURA 8. Se muestra la configuración química de a) sapogeninas esteroidales aisladas de especies del género *Yucca*, b) derivados de sarsapogenina y e) hormonas sexuales humanas.

La zarza sapogenina se considera susceptible de transformación química para preparar fármacos esteroidales que tienen un mercado internacional amplio y en aumento constante como anticonceptivos.

CUADRO 5. Contenido de sarsasapogenina de *Yucca filifera*.

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

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, CIQAA 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 y eczemas.
- 2) El 17-etil, 19-nortestosterona (corticoide y progestágeno) se usa en la protección del embarazo y solo o en combinación con estrógenos para elaborar anticonceptivos.
- 3) Progesterona (corticoide y progestágeno): se utiliza en los mismos tratamientos que los incisos anteriores.
- 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.
- 5) Acetato de oxima (progestágeno): protección en el embarazo y para elaborar anticonceptivos.
- 6) Espironolactano (diurético): se usa en el control de las enfermedades relacionadas con la retención exagerada de agua en el organismo.

Desde el punto de vista químico, la investigación ha sido orientada principalmente hacia el tipo y contenido de sapogeninas esteroideas, y se ha hecho a un lado la presencia de otro tipo de metabolitos secundarios. Así por ejemplo, análisis realizados en *Y. brevifulina*, han demostrado que contiene un 8% de ligninas. Esta por oxidación se convierte en vainilla. La vainilla se utiliza como condimento en perfumería, fabricación de bebidas y licores, como reactivo en química analítica.

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 tamañlo o con un fuste libre, de tamañlo comercial aceptable (1.5 m ó más). Este corte se efectúa con hacha hasta casi al nivel del suelo y una vez derribada la planta se le corta la roseta, que no 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. En forma mecánica con adición de corriente eléctrica. A groso 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 el envasado.

Rendimiento. Depende de la época del afio, tamañlo 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 tanto, el aprovechamiento de yuca con este fin industrial

debe realizarse periódicamente en el afio, 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 periodos 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).

Ornato y retención de suelo. Las especies de *Yucca* junto con las cactáceas representan el ejemplo clásico de la flora del desierto. Debido a esto, algunas especies de yuca 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).

Se fabrican paneles ornamentales y aislantes, tanto térmicos como acústicos para recubrir paredes con varias especies de yuca.

Y. filifera y *Y. camerosana* han sido plantadas en los taludes de algunas carreteras, tanto para favorecer la consolidación de las mismas, como con fines estéticos (Pifia, 1979)

En las regiones en que crece en forma silvestre juega un papel económico muy importante, pues como todos los vegetales constituyen una defensa del suelo contra la erosión, favoreciendo al mismo tiempo la retención de agua y el aumento en su contenido orgánico. Proporciona así mismo alimento, sombra y refugio a la fauna silvestre, (Romahn 1980).

Construcción. En lugares donde abundan algunas de las especies arborescentes de yuca, la población más pobre utiliza sus troncos para la construcción de chozas y corrales.

Dado que los troncos son fibrosos poco resistentes a la acción del interperismo tienen que ser sustituidos con frecuencia. *Y. filifera* y *Y. decipiens* se emplea comúnmente para cubrir techos a manera de tejas.

En ocasiones las plantas jóvenes se trasplantan 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 cons-

trucción son amarrados con hojas de *Y. baccata* (Rohm, 1981) (Figura 9).

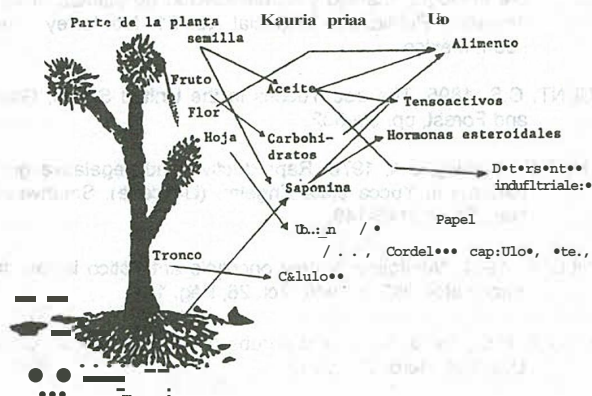


Figura 9. Usos tradicionales y potenciales de los distintos tipos de *Yucca* (tomado de Rldaura, 1980).

Combustible. El residuo o bagazo de estas plantas, puede ser utilizado como combustible, después de extraídas las fibras y la saponina.

En general, 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.

Problemática.

La planta industrial "California" es la única en México que en algún tiempo exportó el jugo de *Yucca*. Recientemente los compradores extranjeros prefieren extraer ellos mismos el jugo, para esto obtienen permisos para la exportación 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 entre los ejidatarios no se ha llegado a un buen acuerdo para llevar a cabo este proyecto.

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.

- 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 se realizó en el municipio de Cadereyta del estado de Querétaro una plantación de semillas de *Y. filifera* y *Y. valida* (procedente de la Paz Baja California) obteniéndose un promedio de germinación del 95%. Las plántulas obtenidas se trasplantaron en una superficie de 5 ha a 3 m 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 3 m de altura. Algunos ejemplares de *Y. valida* comenzaron a florecer y a fructificar a los 24 años de edad (Piña, 1980).

- 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.

Rosas (1979), llevó a cabo un estudio de esteroides en semillas y en cultivos de tejidos de yuca; 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 como 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 éstas regenerar plantas de *Y. filifera* como base para la industria.

LITERATURA CITADA

- BASTIDA, V. L. 1962. Polinización de *Yucca filifera*. Tesis Facultad de Ciencias. UNAM. México. 72 p.
- BINGHAM, B.A.; J.G. BELLEW, 1975. "Yucca Plant Saponins in the Management of Arthritis". J. Applied Nutrition, Vol. 27. Pág. 45.
- DOMINGUEZ, X.A. 1979. Quimotaxonomía del género *Yucca*. CIQA, 111 Conferencia Anual Internacional, Sección Yucca. Saltillo, Coah.
- GENTRY, H.S. 1979. The Nature of *Yucca* and Problems with their Exploitation. CIQA, 111 Conferencia Anual Internacional, Sección Yucca. Saltillo, Coah.

- MATUDA, E.; PIÑA I L., 1977. Consideraciones sobre la Taxonomía del Género *Yucca* y Plantas Afines. *Cact. Y Suc. Méx.* XXII, 3
- MATUDA, E.; PIÑA, I L., 1979. Las plantas Mexicanas del Género *Yucca*, publicación conjunta de LANFI, con el Gobierno del Edo. De Méx. México 1979. México.
- MACKELVEY, S.D., 1938. *Yuccas of the southwestern United States, Part I The Arnold Arboretum of Harvard Univ., Jamaica Plain, Mass., pp. 1150, 80 pis.*
- MACKELVEY S.D.; K. SAX. 1933. Taxonomic and Citological relationships of *Yucca* and *Agave*. *J. Arnold Arbor.* 14:76-81.
- PIÑA, I.L., 1974. Algunas Especies de *Yucca* del Noreste de México. *Cact. y Suc. Méx.* XIX. 1
- RIDAURA, S. V. 1980. *Yucca*. 2ª. Parte. *Desierto y Ciencia* 2 49.
- ROJAS, R.; CARRASCO, S., 1961. Estudio Químico del Género *Yucca*. *Rev. ATCP (Órgano de la Asoc. Méx. Tec. Ind. Celul. Y Papel, A.C.)* 13 México.
- 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.
- ROSAS, R. R. 1979. Estudio de los esteroides en semillas y en cultivos de *Yucca*. Tesis Univ. Veracruzana. Fac. de Ciencias. Químicas. Orizaba, Veracruz. México.
- SANDOVAL, Ch. G. 1981. Algunas consideraciones sobre *Yucca schottigera* y su aprovechamiento. (En: 1ª Reunión nacional sobre ecología, manejo y domesticación de plantas útiles de desierto). Publicación Especial No. 31. Monterrey, Nuevo León, México.
- SARGENT, C.S. 1895. The tree *Yuccas* in the United States, *Garden and Forest*, pp. 301-302.
- SMITH, S.D.; Ludwig, J.A. 1976. Reproductiva and vegetative growth patterns in *Yucca elata* Engelm. (Liliaceae), *Southwestern Nat.*, 21 (2): 145-149.
- SOKOLOFF. 1964. "Ajoifoline, a new oncolytic antibiotic isolate from *Yucca aloifolia*", *Growth*, Vol. 28, Pág. 165.
- STANDLEY, P.C., 1920. Trees and shrubs of México, Part 1, *Conbib. U.S. Nat. Herb.* 23: 1-169
- TRELEASE, W. 1902. The Yuccaeae, *Ann. Rep. Missouri Bot. Gard.* 13:2226-133, 99 pis.
- WALL, M.A.; C.S., FENSKE. 1961. Steroidal Sapogenin Content of Seeds. *Econ. Bot.* Vol. 15(2): 131-132.
- WALLEN, D.R.; LUDWIG, J.A. 1978. Energy dynamics of vegetative and reproductiva growth in Spanish Bayonet (*Yucca baccata* Torr), *Southwestern Nat.*, 23(3); 409-422.
- WEBBER, J.M., 1953. *Yuccas of the southwest*, *Agric. Monogr.* 17, U.S. Dept. Agric. Pp. 1-97, pis. 1-72, A-F.