

Anatomía y usos de las hojas maduras de tres especies de *Sabal* (Arecaceae) de la Península de Yucatán, México

Martha Pérez & Silvia Rebolgar

Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. A. P. 55-535. 09340, México, D. F. Fax: 58-04-46-88; mpg@xanum.uam.mx; sired@xanum.uam.mx

Recibido 12-VI-2001. Corregido 06-III-2002. Aceptado 13-VI-2002.

Abstract: This paper describes the leaf anatomy of *Sabal mauritiiiformis* (Karst.) Griseb. & H. Wendl., *Sabal mexicana* Mart. and *Sabal yapa* Wright ex Becc., three of the four most representative species of the Yucatán Peninsula, in Mexico. These species are locally used: in the roofing of traditional homes, as food (fruits and apical buds), and in the production of hats, brooms and handicrafts. Leaf samples were collected in secondary growth of lower montane rainforest in the state of Quintana Roo and in two home gardens in the state of Yucatán. Herbarium samples were obtained, and samples of blade and petiole were fixed in formaline-acetic acid-alcohol. Cross incisions were made on the blade and petiole, and were dyed with safranin and toluidine blue O. The results show that *S. mauritiiiformis* and *S. yapa* are morphologically alike: both are tall, slim palm trees; the leaf in *S. mauritiiiformis* is a shorter palm-like structure compared with the other two species. The shape of the main nerve, as seen in cross section, is rectangular in the three species. The hastula in the three species is acuminate and adaxial. The foliar anatomic structure is similar in the three species, although there are some differences. The adaxial and abaxial epidermis of the blade consist of one layer and, superficially, the anticlinal walls are straight; the stomata are intercostal, of the tetracytic type, present on both surfaces in *S. mexicana* and *S. yapa* and only on the abaxial surface on *S. mauritiiiformis*. The hypodermis is one layer thick in *S. yapa* and in *S. mexicana* and two layers thick in *S. mauritiiiformis*. In the three species the palisade parenchyma consists of several undefined strata as the cells are similar -in shape and size- to the cells in the spongy parenchyma, so there is no marked difference between these strata and the spongy parenchyma seems almost continuous. Both fibrous and vascular bundles are distributed between the hypodermis and the palisade parenchyma; the fiber bundles can be found towards the abaxial surface while the vascular and fiber bundles are located towards the adaxial surface. The fibers, in the three species, are elongated, with the pointed tips, undivided and unseptated. One to three wide vessels of metaxilem can be seen in the vascular bundles, those in *S. yapa* being the widest in diameter. The vascular bundles are surrounded by thick fiber sheaths which come in pairs. The anatomic structure of the petiole is similar to that of the blade, and is characterized by the many vascular and fiber bundles dispersed in the parenchymatous tissue, and which are very resistant. The histological structure of the blade and petiole reflects strength and flexibility, qualities which make these plants adequate in the construction of roofs for rural housing and other buildings.

Key words: foliar anatomy, palms, uses, *Sabal*, tropical rain forest, Yucatán, Quintana Roo, Mexico.

Las palmas son plantas muy antiguas. Al estar formadas en parte por tejidos endurecidos proporcionan relativamente un buen registro fósil. Muller (1981) estima que se originaron desde hace por lo menos 69 millones de años durante el período Cretácico Superior. Se distribuyen ampliamente en las zonas húmedas de todo el mundo y no se encuentran o son raras

en las regiones muy secas o muy frías, no son frecuentes en las zonas templadas, pero proliferan en las zonas tropicales, donde son un elemento común y a veces dominante de la vegetación (Jones 1999).

Se consideran como el segundo grupo vegetal en importancia económica, después de las gramíneas y numerosas comunidades de las

regiones tropical y subtropical dependen de ellas para su sustento. La contribución de estas plantas a la economía mundial y a los mercados y modos de vida locales es muy importante. Muchos de sus productos son artículos alimenticios inapreciables en los países donde hay escasez de alimento, lo que las hace más apreciadas. De ellas se extrae fibra, cera, azúcar y alcohol, son fuente primordial de aceite, y sus troncos se aprovechan para la construcción. Las hojas suelen usarse para techados y para elaborar artesanías como canastas, bolsas y juguetes (Caballero 1994); algunas especies tienen además, valor medicinal (Jones 1999). No sólo son importantes económicamente, sino por su belleza y potencial ornamental hace que se cultiven extensamente en jardines tropicales y subtropicales de todo el mundo (Gibbons 1996). De algunas de las especies de *Sabal* Adans. ex Guers. se obtienen productos como el almidón de *S. minor* (Jacq.) Pers., los frutos como alimento y para forraje de *S. palmetto* (Walt.) Lodd. ex J. A. & J. H. Schult. y de *S. mexicana* Mart. En artesanías y sombreros de *S. causerianum* (Cook) Becc., *S. mexicana*, *S. yapa* Wright ex Becc., y *S. mauritiformis* (Karst.) Griseb. & H. Wendl., los troncos son usados en diversas construcciones (*S. mexicana*, *S. yapa*) (Gallardo y Martínez 1978, Caballero 1993, Jones 1999). Estudios sobre el aprovechamiento que en México los grupos indígenas dan a las palmas, demuestran la versatilidad a la que pueden ser destinadas, ejemplo de ello son los Mayas de la Huasteca (Alcorn 1984), Seris de Sonora (Felger y Moser 1985, Joyal 1996), Tarahumaras de Chihuahua (Pennington 1963) y Totonacas de Veracruz (Kelly y Palerm 1952), entre otros.

La Península de Yucatán se caracteriza por tener una gran riqueza de recursos naturales. Y es notable mencionar cómo la población Maya se integró al medio ambiente sin deteriorarlo e hizo uso diversificado de este (Barrera *et al.* 1977, Gómez-Pompa 1990). Como ejemplo, están las diversas formas de aprovechamiento que dan a las palmas (flores, frutos, troncos y hojas). Particularmente las hojas de *Sabal* son muy solicitadas para las construcciones en el

sector turístico en estados como Campeche, Quintana Roo y Yucatán, debido principalmente a la resistencia, flexibilidad y frescura de la hoja madura, cualidades que las hacen idóneas para el techado de sus casas rurales y palapas (Caballero 1993). Sin embargo, los estudios anatómicos sobre las palmas no son muy abundantes y además la atención de los anatomistas se dirige más hacia problemas específicos como por ejemplo, el transporte en xilema y floema (Tomlinson y Zimmermann 1965, 1966, Parthasarathy y Tomlinson 1967), estructura de los haces vasculares y su distribución en la hoja (Parthasarathy 1968, Klotz 1978), y el desarrollo de la hoja plegada (Kaplan *et al.* 1982). La aplicación de los datos anatómicos a problemas de sistemática ha sido a nivel de género o de familia (Tomlinson 1961), pero más recientemente se ha demostrado el valor de estos estudios a nivel de especie (Uhl 1972, 1978, Zona 1990).

Respecto a las investigaciones etnobotánicas del género *Sabal* se conoce poco (Caballero 1993, 1994), estos estudios muestran que hay diferencia en los usos de las hojas con distinto estadio de desarrollo, es decir, las hojas maduras se usan para techado de viviendas rurales y, las hojas inmaduras para la elaboración de diversas artesanías como juguetes, sombreros y bolsas, lo que podría reflejar claras diferencias en la estructura anatómica. Es por esto que en este trabajo se aborda el estudio anatómico de las hojas maduras de tres especies de *Sabal*, las cuales son usadas para el techado de viviendas tradicionales Mayas en la Península de Yucatán.

Distribución y datos botánicos de *Sabal*: el género pertenece a la familia Arecaceae, tribu Coryphoideae, subtribu Sabalinae, orden Arecales y tiene cerca de 14 especies distribuidas desde el sureste de Estados Unidos y el noroeste de México, hasta Colombia y las Antillas (Zona 1990, Quero 1991, Hender-son *et al.* 1995). En México se encuentran ocho especies: *S. dugessii* S. Watson ex L. H. Bailey, *S. mauritiformis* (Karst.) Griseb & H. Wendl., *S. mexicana* Mart., *S. pumos* (Kunth) Burret, *S. rosei* (Cook) Becc., *S. uresana* Trel.,

S. yapa Wright ex Becc., (Quero 1989) y *S. gretheriae* Quero descrita recientemente, localizada en la Península de Yucatán (Quero 1991).

Son palmas unicaules, inermes, con hojas flabeladas de tipo costapalmada. La lámina consiste de una porción proximal que no está segmentada (palma) y una porción distal segmentada. El pecíolo se prolonga hacia la lámina formando un raquis o costa engrosado y que a veces se encuentra fuertemente recurvado; la hástula es una proyección adaxial del pecíolo de longitud variable. Los troncos son anillados y con la base de los pecíolos persistentes, cuando menos en la parte superior de éstos, son fuertes y resisten los tremendos balanceos de los huracanes y los vientos (Quero 1989, 1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se recolectaron hojas de *S. mexicana* y *S. yapa* en una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (Miranda y Hernández 1963) y en milpas de las localidades de Xkon-Há, municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, en dos huertos familiares de Maxcanú, municipio de Maxcanú, Yucatán, las de *S. mauritiiformis* en vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en el ejido Naranjal Poniente, municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. De cada especie se recolectaron hojas de un sólo árbol, los ejemplares de respaldo fueron depositados en el Herbario Metropolitano UAMIZ.

Las muestras de lámina se segmentaron en fracciones de 2 cm por lado y las de pecíolo de 4 cm de longitud, las cuales se tomaron a 30 cm abajo de su punto de inserción con el raquis y se fijaron en una solución de formalina-ácido acético-alcohol (Johansen 1940). En el laboratorio se cambiaron las muestras a una solución de alcohol al 70% glicerinado, evitándose que el material se tornara quebradizo. Para el estudio anatómico de lámina y pecíolo, previamente se disolvieron los cristales que contiene el tejido foliar, los cuales obstaculizan una imagen anatómica clara, para ello se colocaron las

muestras en una mezcla de alcohol glicerinado y ácido fluorhídrico en una proporción de 2:1 (Martens y Uhl 1980). Los cortes se hicieron a mano con navaja de afeitar, se tiñeron con azul de toluidina (O'Brien *et al.* 1964) y safranina acuosa al 1% (Sass 1958). Para describir los estomas y las células epidérmicas, se obtuvieron películas epidérmicas los cuales se tiñeron con safranina acuosa al 1% y se montaron en jarabe de maíz. Para observar la venación menor (comisuras transversas), se transparentaron muestras de lámina en una solución de hidróxido de sodio al 5% y luego en blanqueador comercial diluido a un tercio y teñidas en safranina acuosa al 1% (Martens y Uhl 1980). Para detectar los taninos se utilizó la técnica de Krishnamurthy (1988). Debido a que la anatomía de las tres especies es similar, se eligieron las fotografías más representativas. La terminología usada en las descripciones anatómicas se basa en Tomlinson (1961), la información sobre los usos de las hojas de *Sabal* se obtuvo por comunicación directa con informantes mayas del ejido Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo y de la población de Maxcanú, Yucatán, así como por revisión bibliográfica.

RESULTADOS

Sabal mauritiiformis

Nombres comunes: botán, guano, xa'an, (Quero 1992), guano blanco (información personal).

Distribución en México: Península de Yucatán, Tabasco, Chiapas, Oaxaca y Veracruz (Quero 1989).

Descripción morfológica: son palmas que llegan a medir más de 25 m, con tronco regularmente grueso y anillado. Las hojas son alternas y dispuestas helicoidalmente. La lámina de la hoja está formada por numerosos segmentos de 1.5 a 2 m de largo y de 3 a 4 cm de ancho cada uno, son blanquecinos o ligeramente plateados por el envés, y quizá es por eso que los mayas le dicen "huano blanco". Los segmentos se fusionan en la base formando una

palma corta que les da una caída colgante y suave. Cada segmento tiene tres nervaduras principales, una central prominente y dos laterales un poco menos prominentes y en corte transversal son de forma rectangular. La hástula es adaxial, triangular, acuminada y de 6 a 8 cm de longitud. El pecíolo mide de 1 a 2 m y de 3 a 4 cm de ancho, convexo abaxialmente, con la superficie adaxial cóncava y acanalada (Quero 1992).

Descripción anatómica: la lámina es de simetría isolateral. Posee una epidermis monoestratificada de células isodiamétricas, sin tricomas; en vista superficial la epidermis está formada por células rectangulares con paredes anticlinales rectas. Los estomas están solamente en la superficie abaxial, se localizan en las áreas intercostales y se alternan con bandas de células epidérmicas que están sobre las venas y son de tipo tetracítico; la hipodermis es de dos estratos de células más o menos redondeadas.

El parénquima en empalizada tiene varios estratos no bien definidos debido a que la forma y el tamaño de las células son similares a las del parénquima esponjoso y, por ello, no es muy clara la delimitación entre los dos tejidos. El parénquima esponjoso se ubica en la parte media de la lámina y está formado de células redondeadas de paredes delgadas dispuestas laxamente, pero con pocos espacios aéreos; algunas de éstas células de carácter idioblástico contienen taninos y también se observan drusas y rafidios (Fig. 1D).

Los haces vasculares se distribuyen entre los haces de fibras en la superficie adaxial y únicamente hay haces de fibras en la superficie abaxial. Cada haz vascular está envuelto por una gruesa vaina doble, una es externa formada de un estrato de células de paredes gruesas y la otra de varios estratos de fibras de paredes muy engrosadas y lúmenes estrechos y son de forma alargada y aguzada en los extremos y no están ramificadas ni septadas. También se observan venas longitudinales grandes y pequeñas, comisuras transversas y tres venas principales. La anatomía de estas venas es semejante. El xilema y el floema están bien desarrollados únicamente en las venas principales.

En la vena principal la epidermis es uniestratificada de células isodiamétricas de paredes gruesas, le sigue el tejido parenquimático de células redondeadas, sin espacios intercelulares. En la base de la vena hay tejido de expansión (Fig. 1F) el cual se forma por células cuadrangulares de paredes delgadas que están dispuestas en bandas y que son las encargadas de que la hoja se pueda expandir y plegar, además en el interior del tejido se encuentran varios haces de fibras. En la periferia de esta vena se observan varios haces fibrosos y hacia el interior tres haces vasculares cada uno con una vaina gruesa, esclerotizada y con dos vasos amplios del metaxilema. El floema se forma por un sólo haz y dispuesto hacia la superficie adaxial de la vena. Los haces fibrosos poseen fibras alargadas de paredes gruesas y extremos aguzados y no son ramificadas ni septadas. Entre éstas fibras se observa gran cantidad de cristales de tipo drusa.

Pecíolo: posee una epidermis uniestratificada de células con paredes gruesas, en vista superficial las células son de forma rectangular; los estomas son de tipo tetracítico. Internamente hay numerosos haces vasculares y también haces fibrosos, menos numerosos, esparcidos en una matriz de parénquima. Los haces de fibras grandes están dispuestos solamente en la periferia y hacia el centro están los hacillos fibrosos; los haces vasculares se encuentran en todo el pecíolo concentrándose más en la periferia del mismo. Además, los haces vasculares tienen vainas de fibras más gruesas que las de la lámina, sobre todo en el lado orientado hacia la periferia; asociadas a las fibras se observan numerosas drusas dispuestas en hileras.

Usos: las hojas adultas se usan para techar viviendas tradicionales, para elaborar sombreros y artesanías se utilizan las hojas inmaduras, los pecíolos se utilizan para cercados.

Sabal mexicana

Nombres comunes: guano, guano bon, xa'an, bon xa'an (Quero 1992).

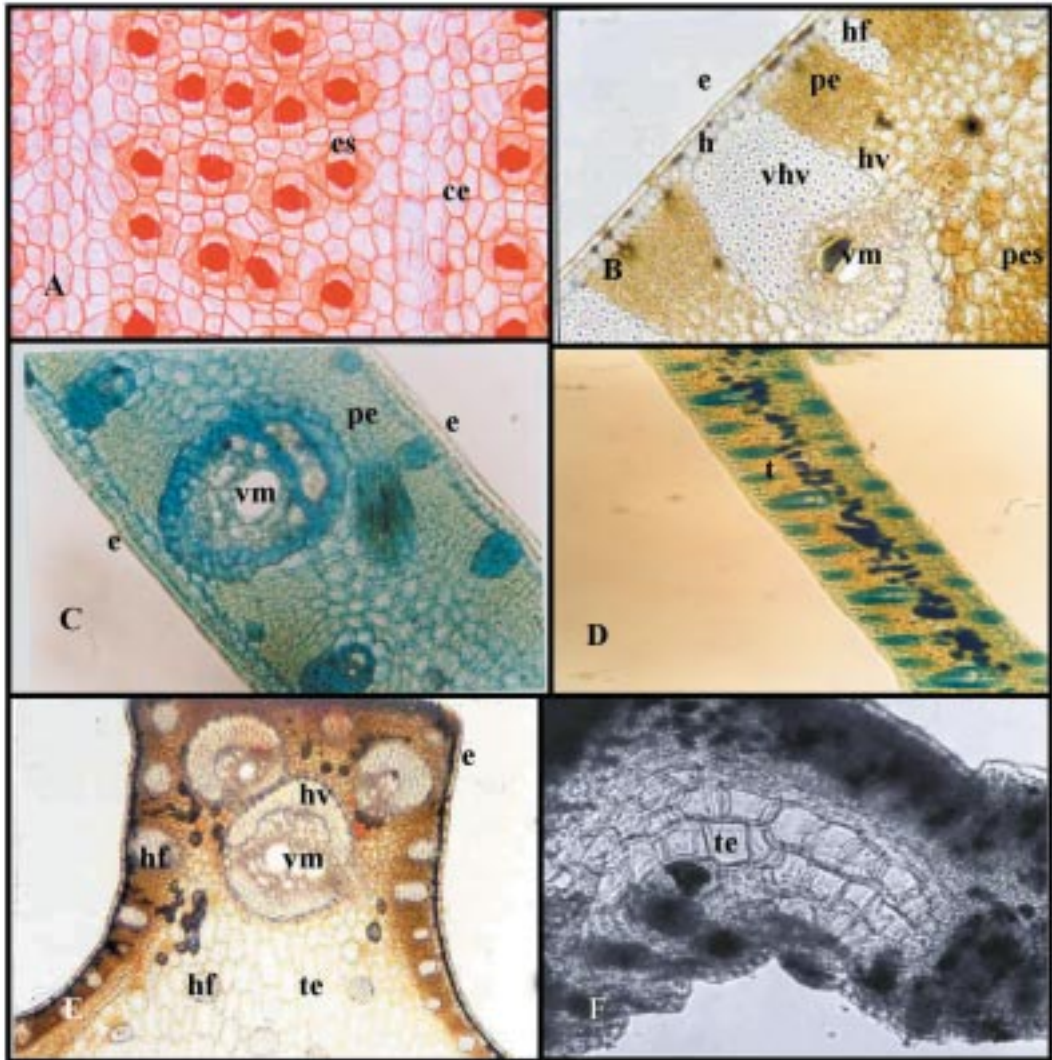


Fig. 1. A. Película epidérmica de *S. mexicana*. 400X. B. Corte transversal de lámina de *S. mexicana* 400X. C. Corte transversal de lámina de *S. yapa*. 400X. D. Corte oblicuo de lámina de *S. mauritiiformis*. 200X. E. Corte transversal de vena principal de *S. mexicana*. 100X. F. Corte transversal de vena principal de *S. mauritiiformis*. 200X; e, epidermis; es, estomas; ce, células epidérmicas; h, hipodermis; pe, parénquima en empalizada; pes, parénquima esponjoso; hv, haz vascular; vm, vaso amplio del metaxilema; vhv, vaina del haz vascular; hf, haz de fibras; i, idioblastos con taninos; te, tejido de expansión.

Fig. 1. A. Epidermal peel of *S. mexicana*. 400X. B. Cross section of blade of *S. mexicana*. 400X. C. Cross section of blade of *S. yapa*. 400X. D. Oblique section of blade of *S. mauritiiformis*. 200X. E. Cross section of principal vein of *S. mexicana*. 100X. F. Cross section of principal vein of *S. mauritiiformis*. 200X; e, epidermis; es, stomata; ce, epidermal cells; h, hypodermis; pe, palisade parenchyma; pes, spongy parenchyma; hv, vascular bundle; vm, wide vessel of metaxylem; vhv, vascular bundle sheath; hf, fibrous bundle; i, tannin idioblasts; te, expansion tissue.

Distribución en México: desde Tamaulipas hasta Campeche por el lado del Golfo y desde Guerrero a Chiapas en la vertiente del Pacífico (Quero 1989, Quero 1992).

Descripción morfológica: la palma es menor en altura que las otras dos especies, pero puede medir hasta 20 m, los troncos son regularmente gruesos y conservan restos de las

vainas foliares en gran parte de su longitud y hasta mucho después de la caída de la hoja. Las hojas son alternas y están ordenadas helicoidalmente. La lámina de la hoja está formada de numerosos segmentos que se fusionan en la base, formando una palma larga, y que miden entre 1.5 y 2 m de longitud y de 4 a 6 cm de ancho en su fase adulta, además tienen una nervadura central prominente que, en corte transversal, tiene forma rectangular. La lámina posee una costa que es muy recurvada; la hás-tula tiene 12 cm de longitud en promedio, en hojas adultas. Los pecíolos pueden medir 1 m de longitud, son inermes y convexos abaxialmente y con la superficie adaxial cóncava y acanalada (Quero 1992).

Descripción anatómica: la lámina es de simetría isolateral. Las superficies adaxial y abaxial están provistas por una epidermis uniestratificada (Fig. 1B), de células con paredes regularmente gruesas; en vista superficial la epidermis está formada por células rectangulares con paredes anticlinales rectas, sin tricomas en la superficie (Fig. 1A). Los estomas están en ambas superficies foliares, se localizan en las áreas intercostales y se alternan con bandas de células epidérmicas que están sobre las venas y son de tipo tetracítico (Fig. 1A).

La hipodermis se forma de un estrato de células de paredes delgadas, después se observa el parénquima en empalizada el cual presenta varios estratos de escasa delimitación y el mesófilo esponjoso de células redondeadas con paredes delgadas, así como escasos y reducidos espacios aéreos (Fig. 1B). Distribuidos entre la hipodermis y el parénquima en empalizada se encuentran los haces vasculares y los haces de fibras. Los haces vasculares están entre los haces de fibras en la superficie adaxial, y únicamente hay haces de fibras en la superficie abaxial. Cada haz vascular está envuelto por una vaina doble: una externa uniestratificada de células parenquimáticas de paredes gruesas, y la otra de varios estratos de fibras de paredes muy gruesas esclerotizadas y estrechos lúmenes que son de forma alargada y aguzada en cada extremo, no están ramificadas ni septadas. Se presentan numerosas drusas entre las

fibras tanto vasculares como no vasculares. En el interior del haz vascular se observa el metaxilema con dos a tres vasos de diámetro amplio (Fig. 1B) y el floema dispuesto en un haz. Hay que señalar que el xilema y el floema están bien desarrollados únicamente en las venas principales. Cada segmento de la lámina foliar tiene una vena principal y numerosas comisuras transversas de curso irregular.

En corte transversal la anatomía de la vena principal se caracteriza por epidermis uniestratificada de células isodiamétricas con paredes gruesas, luego tejido parenquimático de células redondeadas dispuestas sin espacios intercelulares (Fig. 1E). En la base de la vena hay tejido de expansión el cual está formado por células alargadas de paredes delgadas que están dispuestas en bandas y que son las encargadas de que la hoja se expanda y se pliegue (Fig. 1E). En la periferia de la vena se observan varios haces fibrosos y hacia el interior se observan tres haces vasculares cada uno con una vaina esclerotizada y engrosada, con uno a tres vasos de diámetro amplio del metaxilema (Fig. 1E).

Pecíolo: la anatomía del pecíolo está muy reforzada por los haces vasculares y fibrosos ya que tiene que soportar a la lámina. Posee una epidermis uniestratificada de células isodiamétricas de paredes gruesas. En vista superficial las células son rectangulares y con estomas de tipo tetracítico (Fig. 2A). Hacia el interior hay numerosos haces vasculares y también haces de fibras menos numerosos, esparcidos en una matriz de parénquima. Los haces de fibras están dispuestos solamente en la periferia del pecíolo y están acompañados de innumerables drusas.

Usos: las hojas adultas se usan para techar casas rurales y las hojas inmaduras se utilizan para diversas artesanías. Se consumen las yemas apicales (“cogollos” o “palmitos”) y los pecíolos se utilizan para cercados.

Sabal yapa

Nombres comunes: guano o huano, xa'an, julok xa'an, guano macho (Quero 1992).

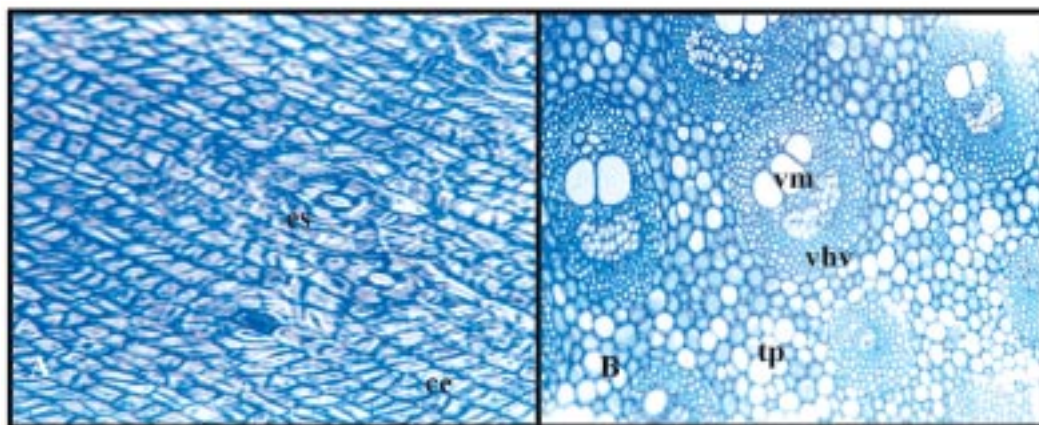


Fig. 2. A. Película epidérmica de *S. mexicana*. 400X. B. Corte transversal de pecíolo de *S. yapa*. 200X; es, estoma; ce, células epidérmicas; tp, tejido parenquimático; hv, haz vascular; vm, vaso amplio del metaxilema; vhv, vaina del haz vascular.

Fig. 2. A. Epidermal peel of petiole of *S. mexicana*. 400X. B. Cross section of petiole of *S. yapa*. 200X; es, stomata; ce, epidermal cells; tp, parenchymatic tissue; hv, vascular bundle; vm, wide vessel of metaxylem; vhv, vascular bundle sheath.

Distribución en México: Península de Yucatán (Quero 1989, 1992).

Descripción morfológica: esta especie llega a medir hasta 25 m, con tronco regularmente grueso y anillado. Las hojas son filíferas, alternas y dispuestas helicoidalmente. Las láminas de las hojas están compuestas por numerosos segmentos un poco más cortos que en las otras dos especies, de 90 cm a 1.5 m de longitud, y son más rígidos que los de las otras especies estudiadas, y también se fusionan en la base formando una palma larga. Cada segmento tiene tres nervaduras principales, una central y dos laterales. La lámina posee una costa que es recurvada aunque en menor grado que en *S. mexicana*. La hástula es adaxial, triangular, prominente y de 4 a 8 cm de longitud. El pecíolo mide de 1 a 1.20 m de longitud y de 4 a 6 cm de ancho, en la parte media, convexo abaxialmente con la superficie adaxial cóncava y con numerosos canales longitudinales.

Descripción anatómica: la lámina tiene simetría isolateral. Las epidermis adaxial y abaxial son uniestratificadas (Fig.1C), formadas de células rectangulares y con paredes anticlinales lineales en vista superficial, regularmente gruesas y no poseen tricomas. La lámina es anfiestomática, los estomas son intercos-

tales, ordenados en hileras y de tipo tetracítico, se alternan con bandas de células epidérmicas que están sobre las venas. Presenta hipodermis uniestratificada de células redondeadas incolores. El parénquima en empalizada tiene varios estratos no bien delimitados de células poco alargadas y que se continúa casi imperceptiblemente con el mesófilo esponjoso formado de células esféricas grandes, con escasos espacios aéreos, el cual posee idioblastos con taninos y cristales tipo rafidios y drusas.

Entre la hipodermis y el parénquima en empalizada están los haces vasculares distribuidos entre los haces de fibras del lado de la superficie adaxial, mientras que del lado abaxial, en la misma posición, están los haces de fibras. Las fibras son de forma alargada con paredes engrosadas, no ramificadas ni septadas y con los extremos aguzados. Entre las fibras se encuentran numerosos cristales tipo drusa. Cada segmento foliar tiene tres venas principales y numerosas comisuras transversas.

En corte transversal, la vena principal presenta forma rectangular y la epidermis es de un estrato de células isodiamétricas de paredes gruesas que se continúa con tejido parenquimático de células redondeadas y que no dejan espacios intercelulares entre ellas. En la base

de la vena está el tejido de expansión de la hoja que tiene las mismas características anatómicas que en las dos especies anteriores. En la periferia de la vena se observan numerosos haces fibrosos y hacia el interior tres haces vasculares grandes. Cada haz vascular se encuentra rodeado de una vaina doble, una externa de un estrato de células incoloras y paredes gruesas, la otra interna de varios estratos y con células de paredes muy engrosadas que se interrumpe a la altura del metaxilema; el floema está dispuesto en un haz principal. El metaxilema tiene uno o dos vasos, estos son los más amplios de las tres especies. El xilema se sitúa adaxialmente y el floema abaxialmente.

Pecíolo: posee una epidermis uniestratificada de células isodiamétricas de paredes gruesas; en vista superficial la epidermis presenta células de vista rectangular, dispuestas apretadamente con estomas de tipo tetracítico. La hipodermis varía de dos a tres estratos de grosor, de células más o menos poliédricas en corte transversal; incluidos en el tejido fundamental están los haces de fibras (Fig. 2B) con células de paredes muy gruesas y lúmenes estrechos, que se distribuyen de manera más densa hacia la periferia formando un cilindro muy resistente. Los haces vasculares, de mayor tamaño que los de las láminas tienen vainas de células esclerenquimáticas muy gruesas y con mayor grosor en el lado que da hacia la periferia del pecíolo, con una estructura interna similar a la de las otras dos especies. Los haces fibrosos se encuentran exclusivamente en la periferia y los haces vasculares están en todo el cuerpo, pero se encuentran en mayor densidad en la periferia que en la parte central. El tejido fundamental se forma de células parenquimáticas redondeadas de paredes delgadas sin espacios intercelulares.

Usos: techado de casas rurales con hojas maduras; además elaboración de sombreros y escobas. Los pecíolos son usados como cercas.

DISCUSIÓN

La Península de Yucatán es importante por el uso múltiple que la población Maya le da a sus recursos naturales. Como respuesta de su adaptación a vivir en un clima cálido húmedo se las ingenian para satisfacer sus necesidades de alimentación, habitación y salud usando hojas, maderas, cortezas, troncos, lianas, bejucos, rizomas, bulbos, resinas, etc., (Miranda 1955, Barrera *et al.* 1977, Villers *et al.* 1981, Reboollar *et al.* 1987, 1996-1997, 2000). Un ejemplo de ello son las diversas especies de palmas que ahí vegetan de las que se utilizan principalmente las hojas maduras e inmaduras, los troncos y los frutos, especies que además de tener usos tradicionales en la Península pueden alcanzar un alto valor comercial si se consideran como sustitutas de otras que se importan, como es el caso de especies de *Acoelorrhaphe* H. Wendl., *Bactris* N. J. Jacq. ex Scop., *Chamaedorea* Willd. y *Desmoncus* Mart. (Orellana *et al.* 1998); particularmente de este último género los estudios anatómicos y sus propiedades mecánicas de compresión, flexión y tensión realizados por Orellana *et al.* (1999), presentan características anatómicas muy semejantes a las de *Calamus* L. sp. (ratan comercial), especie asiática que domina el mercado internacional.

S. mauritiiformis, *S. mexicana* y *S. yapa* son especies de importancia económica por los usos tradicionales y actuales que tienen en la Península de Yucatán, pueden considerarse como un gran potencial de comercialización dada su gran abundancia y distribución (Miranda y Hernández 1963, Quero 1992) y por ser un recurso muy protegido por la población rural (Quero 1992, Caballero 1993).

La estructura anatómica de la hoja de las tres especies de *Sabal* estudiadas presenta semejanzas y diferencias (Cuadro 1). La lámina tiene las epidermis adaxial y abaxial uniestratificada y en vista paradermal tienen las

CUADRO 1
Caracteres diferenciales entre las especies de Sabal estudiadas

TABLE 1
Differential features between the studied species of Sabal

| Caracteres | <i>S. mauritiiformis</i> | <i>S. mexicana</i> | <i>S. yapa</i> |
|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Altura de la palma | Más de 25 m | Hasta 20 m | Hasta 25 m |
| Diámetro de tronco | Grueso y anillado | Grueso | Regularmente grueso y anillado |
| Palma de la hoja | Muy corta | Larga | Larga |
| Costa | Reducida | Alargada y muy curvada | Alargada y curvada |
| No. nervaduras principales de cada segmento | Tres | Una | Tres |
| Tipo estomas y posición | Tetracíticos, abaxiales | Tetracíticos, adaxiales y abaxiales | Tetracíticos, adaxiales y abaxiales |
| Hipodermis | Dos estratos | Un estrato | Un estrato |
| No. vasos amplios del metaxilema | Dos | Dos a tres | Uno a dos |
| Hábitats de recolecta | Sms* | Sms*, milpa, solar | Sms*, milpa, solar |

* sms, selva mediana subperennifolia.

paredes anticlinales rectas; los estomas son intercostales, de tipo tetracítico, presentes en ambas superficies en *S. yapa* y *S. mexicana* y sólo en la superficie abaxial en *S. mauritiiformis*. La hipodermis es de un estrato en *S. yapa* y *S. mexicana*, de dos en *S. mauritiiformis*. En las tres especies el parénquima en empalizada se forma por varios estratos no bien definidos y se continua casi imperceptiblemente con el parénquima esponjoso. Entre la hipodermis y el parénquima en empalizada están los haces fibrosos y los haces vasculares del lado de la superficie adaxial y del lado de la superficie abaxial solamente se encuentran haces de fibras. En el pecíolo, lo más característico es que en el interior hay numerosos haces vasculares y haces de fibras esparcidos en el tejido parenquimatoso que proporcionan gran resistencia al pecíolo que tiene que sostener a una hoja de gran tamaño y peso, además de soportar los vientos fuertes cuando así ocurren.

En las tres especies se presentan numerosos rafidios y drusas en la lámina y drusas en el pecíolo. Las drusas siempre se encontraron relacionadas con los haces de fibras y los rafidios en células idioblásticas en los parénquimas. Igualmente, éstas especies presentan taninos en la epidermis, hipodermis, parénquimas, venas principales y secundarias.

La estructura de los haces vasculares, así como su distribución en la lámina y pecíolo concuerda con los estudios de Parthasarathy (1968) en nueve subfamilias, el de Klotz (1978) en 153 géneros y el de Zona (1990) en todas las especies de *Sabal*, donde señalan que el sistema vascular tiene valor diagnóstico para distinguir los diferentes táxones de palmas.

La estructura histológica de lámina y pecíolo reflejan las características de resistencia y flexibilidad que son de utilidad para el uso del techado de viviendas tradicionales. La presencia de grandes cantidades de haces vasculares y

fibrosos dispuestos en forma compacta y, por otro lado, la longitud de las fibras con paredes gruesas de celulosa y la presencia de cristales, le confieren a las hojas la cualidad de fresca por lo que son muy utilizadas en el techado de las viviendas.

Se observó que los indígenas techan con las hojas de huano (*Sabal* sp.) otras construcciones diversas como la cocina, el gallinero, la "regadera", etc. Las hojas inmaduras o "tieras" principalmente de *S. mexicana*, son fuente de material para la manufactura de esteras, sombreros, escobas, canastos y artesanías; las hojas de *S. yapa* no se utilizan para elaborar artesanías ya que poseen los llamados "chilibes" que son las venas rígidas que abundan más en esta especie. Las diferencias en usos posiblemente se deben a las características anatómicas en los distintos estadios de desarrollo. Las hojas de huano que se usan para techar, si están bien trabajadas, duran de 15 a 20 años. Las hojas preferidas para el techado son las de los individuos jóvenes ya que éstos aún no alcanzan grandes alturas y se obtienen más fácilmente y además son de mayor tamaño. Un hecho interesante es que las hojas de los individuos juveniles deben ser cortadas al ras del suelo para no dañar a toda la planta y hay que hacerlo, según lo expresaron los informantes Mayas, cuando es época de luna llena para evitar que las hojas se pudran. Además, cuando cosechan las hojas de los individuos adultos para reparar sus techos cortan todas las hojas excepto la más cercana al "cogollo" o yema apical con el propósito de evitar daño a toda la palma. Una vez cortadas las hojas se les quita el pecíolo y los "pezones" que son las hástulas por ser muy duras y no servir para el buen techado.

El uso frecuente de recursos forestales tanto maderables como no maderables en la construcción de viviendas rurales en la Península de Yucatán, responde al conocimiento tradicional de sus cualidades y al manejo que le han sabido proporcionar los habitantes de esta región, lo cual ha favorecido su adecuado aprovechamiento y conservación (Rebollar *et al.* 1987, 1996-1997, 2000).

Estas especies no han sido mencionadas bajo riesgo (Quero 1994) porque muchos de los indígenas Mayas hacen un manejo sostenible de este recurso, como se mencionó anteriormente. Recientemente el uso intensivo de las hojas y las cortas inadecuadas con fines turísticos, además del consumo de los cogollos o "palmitos" pone en peligro sus poblaciones. Hasta ahora se ignora la magnitud de los daños que sobre las poblaciones silvestres tendrá la continua recolección de frutos, cogollos y hojas (Caballero 1993, O'Hara 1999).

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a Javier Caballero Nieto y a Andrea Martínez Ballesteros por sus inapreciables sugerencias para el desarrollo del trabajo y su apoyo en la recolecta del material biológico. A Roger Orellana Lanza por su invaluable apoyo en el conocimiento de las palmas de la Península de Yucatán y a Dionicio Yam Moo por transmitirnos sus interesantes conocimientos tradicionales acerca del uso y manejo de las palmas en el ejido Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. A Carmen de la Paz-Pérez Olvera y a Blanca Pérez-García por la revisión y valiosas sugerencias al manuscrito.

RESUMEN

En este trabajo se describe la anatomía foliar de *Sabal mauritiformis*, *S. mexicana* y *S. yapa* tres de las cuatro especies más representativas que se desarrollan en la Península de Yucatán, México. Tienen diversos usos locales como el techado de viviendas tradicionales, consumo de frutos, consumo de yemas apicales, elaboración de sombreros, escobas y artesanías. Las muestras de hojas se colectaron en una vegetación secundaria de la selva mediana subperennifolia en Quintana Roo y en dos solares de Yucatán. Se obtuvieron ejemplares de herbario y muestras de lámina y pecíolo que se fijaron en una solución de formalina-alcohol-ácido acético. Se hicieron cortes transversales de lámina y pecíolo y se tiñeron con safranina y azul de toluidina O. El estudio revela que morfológicamente *S. mauritiformis* y *S. yapa* se asemejan en que son palmas altas, delgadas y esbeltas, la hoja de *S. mauritiformis* forma una palma más corta que en las otras dos especies. La

forma de la vena principal, en corte transversal, es rectangular en las tres especies. La hástula en las tres especies es acuminada y adaxial. La estructura anatómica foliar de las tres especies es semejante con algunas diferencias. La lámina tiene las epidermis adaxial y abaxial uniestratificada y en vista superficial tienen las paredes anticlinales rectas; los estomas son intercostales, de tipo tetracítico, presentes en ambas superficies en *S. yapa* y *S. mexicana* y sólo en la superficie abaxial en *S. mauritiformis*. La hipodermis es de un estrato en *S. yapa* y *S. mexicana* y de dos en *S. mauritiformis*. En las tres especies el parénquima en empalizada se forma por varios estratos no bien definidos debido a que la forma y el tamaño de las células son similares a las del parénquima esponjoso y, por ello, no se nota una clara delimitación entre ambos. Distribuidos entre la hipodermis y el parénquima en empalizada están los haces fibrosos y los haces vasculares, hacia la superficie abaxial sólo están los haces de fibras y hacia la superficie adaxial hay haces vasculares y haces fibrosos. Las fibras, en las tres especies son alargadas, de extremos aguzados, no ramificadas ni septadas. En los haces vasculares se observan de uno a tres vasos amplios del metaxilema, siendo *S. yapa* la que los tiene de mayor diámetro. Los haces vasculares están rodeados por gruesas vainas de fibras. El pecíolo tiene una estructura anatómica similar a la de la lámina y se caracteriza por los numerosos haces vasculares y haces de fibras esparcidos en el tejido parenquimatoso. La estructura histológica de lámina y pecíolo reflejan cualidades de resistencia y flexibilidad que las hacen adecuadas para ser utilizadas en el techado de viviendas rurales y otras construcciones.

REFERENCIAS

- Alcorn, J.B. 1984. Huastec Mayan Ethnobotany. Universidad de Texas, Austin.
- Barrera, A., A. Gómez-Pompa & C. Vázquez-Yanes. 1977. El manejo de las selvas por los mayas: sus implicaciones silvícolas y agrícolas. *Biotica* 2: 47-61.
- Caballero, J. 1993. El caso del uso y manejo de la palma de guano (*Sabal* spp.) entre los mayas de Yucatán, México, pp. 203-248. *In* E. Leff y J. Carabias (eds.). Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales. Volumen I. CIIH-UNAM/Miguel Angel Porrúa. México.
- Caballero, J. 1994. Use and Management of *Sabal* palms among the Maya of Yucatán. Tesis de Doctorado, Universidad de California, Berkeley.
- Felger, R.S. & M.B. Moser. 1985. People of the Desert and the Sea: Ethnobotany of the Seri Indians. Universidad de Arizona, Tucson.
- Gallardo, M.J.M. & E. Martínez. 1978. La palma real. INIREB Informa. Comunicado No. 29 sobre Recursos Bioticos Potenciales del País. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bioticos, A. C. Xalapa, Veracruz.
- Gibbons, M. 1996. Palmeras. Omega. Barcelona.
- Gómez-Pompa, A. 1990. El problema de la deforestación en el trópico mexicano. pp. 229-255. *In* E. Leff (ed.). Medio Ambiente y Desarrollo en México. Vol. I. CIIH-UNAM/Porrúa.
- Henderson, A., G. Galeano & R. Bernal. 1995. Field Guide to the Palms of the Americas. Universidad de Princeton, Nueva Jersey.
- Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill. Nueva York.
- Jones, D.L. 1999. Palmeras del Mundo. Omega. Barcelona.
- Joyal, E. 1996. The use of *Sabal uresana* (Arecaceae) and other palms in Sonora, Mexico. *Econ. Bot.* 50: 429-445.
- Kaplan, D.R., N.G. Dengler & R.E. Dengler. 1982. The mechanism of plication inception in palm leaves: problem and developmental morphology. *Canad. J. Bot.* 60: 2939-2975.
- Kelly, I & A. Palerm. 1952. The Tajin Totonac. Institute of Social Anthropology Publications 13. Instituto Smithsonian, Washington D. C.
- Klotz, L.H. 1978. The number of wide vessels in petiolar vascular bundles of palms: an anatomical feature of systematic significance. *Principles* 22: 64-69.
- Krishnamurthy, K.V. 1988. Methods in Plant Histochemistry. S. Viswanathan.
- Martens, J. & N.W. Uhl. 1980. Methods for the study of leaf anatomy of palms. *Stain Technol.* 55: 241-246.
- Miranda, F. 1955. pp. 98-100. *In* T. Gill. Los bosques tropicales de México. Mesas Redondas sobre Problemas del Trópico Mexicano. IMERNAR: México, D. F.
- Miranda, F. & E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 28: 29-179.
- Muller, J. 1981. Fossil pollen records of extant angiosperms. *Bot. Rev.* 47: 1-142.
- O'Brien, T.P., N. Feder & M.E. McCully. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59: 367-373.
- O'Hara, J.L. 1999. Vigilancia de la recolección de productos forestales no maderables para la sustentabilidad ecológica: estudio de caso del huano (*Sabal*

- mauritiformis*) en la zona de conservación y manejo del Río Bravo, Belice, pp. 235-248. In R.B. Primack, D. Bray, H.A. Galletti & I. Ponciano (eds.). La Selva Maya. Conservación y Desarrollo. Siglo XXI. México.
- Orellana, R., P. Herrera & S. Rebollar. 1998. In search of rattan substitutes in The Yucatan Peninsula, Mexico. Forest Products Society 52nd Annual Meeting. Mérida, Yucatán, México.
- Orellana, R., P. Herrera, S. Rebollar, J. Escalante, G. López, S. Escalante & L. Gus. 1999. Studies on the potential uses of some native palms of the Yucatan Peninsula (Mexico) as substitutes of rattan. Acta Horticulturae. Ishs N° 486: 291-295.
- Parthasarathy, M.V. 1968. Observations on metaphloem in vegetative parts of palms. Amer. J. Bot. 55: 1140-1168.
- Parthasarathy, M.V. & P.B. Tomlinson. 1967. Anatomical features of metaphloem in stems of *Sabal*, *Cocos*, and two other palms. Amer. J. Bot. 54: 1143-1151.
- Pennington, C. 1963. The Tarahumar of Mexico. Their Environment and Material Culture. Universidad de Utah, Ciudad de Salt Lake.
- Quero, H. 1989. Flora genérica de Arecáceas de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México D.F.
- Quero, H. 1991. *Sabal gretheriae*, a new species of palm from the Yucatán Península, Mexico. Principes 35: 219-224.
- Quero, H. 1992. Las Palmas de la Península de Yucatán, México. Publicaciones Especiales del Instituto de Biología. UNAM. México, D. F.
- Quero, H. 1994. Las palmas de México: presente y futuro. Bol. Soc. Bot. México 55: 123-127.
- Rebollar, S., C. de la Paz Pérez-O & A. Quintanar. 1987. Maderas de la Península de Yucatán, México. I. Estudio anatómico de la madera de tres especies del estado de Yucatán. Biotica 12: 159-179.
- Rebollar, S., C. de la Paz Pérez-O & A. Quintanar. 1996-1997. Anatomía de la madera de ocho especies de la selva mediana subperennifolia de Quintana Roo. Rev. Biol. Trop. 44/45: 67-77.
- Rebollar, S. & A. Quintanar. 2000. Anatomía y usos de la madera de siete especies tropicales de México. Rev. Biol. Trop. 48: 1-13.
- Sass, J.E. 1958. Botanical Microtechnique. Universidad del estado de Iowa, Ames, Iowa.
- Tomlinson, P.B. 1961. Anatomy of the Monocotyledons. II. Palmae. Universidad de Oxford, Londres.
- Tomlinson, P.B. & M.H. Zimmermann. 1965. Anatomy of the palm *Raphis excelsa*. I. Mature vegetative axis. J. Arnold Arbor. 46: 160-178.
- Tomlinson, P.B. & M.H. Zimmermann. 1966. Anatomy of the palm *Raphis excelsa*. II. Rhizome. J. Arnold Arbor. 47: 248-261.
- Uhl, N.W. 1972. Leaf anatomy in the *Chelyocarpus* alliance. Principes 16: 101-110.
- Uhl, N.W. 1978. Leaf anatomy in the species of *Hyophorbe* (Palmae). Gentes Herb. 11: 268-283.
- Villers, R.L., R.M. López & A. Barrera. 1981. La unidad de habitación tradicional campesina y el manejo de recursos bióticos en el área maya yucatanense. II. Materiales vegetales en la habitación rural tradicional de Cobá, Quintana Roo. Biotica 6: 293-323.
- Zona, S. 1990. A monograph of *Sabal* (Arecaceae: Coryphoideae). Aliso 12: 583-666.