

15/  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DESCRIPCION ANATOMICA DE EJES  
VEGETATIVOS DE PALMERAS FOSILES  
DEL NORTE DE MEXICO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A  
OLGA SOCORRO RICALDE MORENO



MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**Dedico esta tesis a :**

**A mis padres,**

**por su confianza y apoyo.**

**A mis hermanos:**

**Armando y Arlene por su contribución  
logística entre muchas otras formas de  
apoyo.**

**A mi amado compañero:**

**Oscar, por los momentos de discusión y  
clarificación de ideas.**

**A mis amigos:**

**Sandra Bolaños Montes de Oca y,  
Aarón Estrada Dávila por su invaluable  
ayuda y comprensión.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis fue llevada a cabo gracias al apoyo financiero del Proyecto ING 201291 de DGAPA a cargo del Dr. Sergio R. S. Cevallos-Feriz y a mis Padres Armando Ricalde y Olga Moreno.

A mis padres, Olga y Armando por tantos años de apoyo.

Al Dr. Sergio R. S. Cavallos-Feriz por su asesoría y su gran contribución en esta tesis.

A mis sinodales por sus oportunas correcciones y comentarios.

Al cuerpo del personal que forma al laboratorio de Microcine y al laboratorio de Citología de la Facultad de Ciencias, UNAM; al laboratorio de Anatomía del Jardín Botánico de la UNAM y a la Estación Geológica del Noreste del Instituto de Geología, UNAM. A todos ellos, GRACIAS, por su asesoría y apoyo tanto técnico como profesional.

A la UNAM por la formación adquirida a través la gran diversidad de los profesores, investigadores y alumnos. Y, por la disposición de su Infraestructura, en particular a dos de sus extensiones académicas, a la Facultad de Ciencias y al Instituto de Geología.

# INDICE

REUMEN	4
INTRODUCCION	5
Caracterización general de las palmeras	5
Tallos de palmeras	7
Raíces de monocotiledóneas, en especial de palmeras	8
Los elementos traqueales de las palmeras	11
Aspectos del estudio de la historia de las palmeras	12
El registro fósil	13
Registro fósil de las palmeras en México	18
OBJETIVOS	22
MATERIALES Y METODOS	23
Material fósil	23
Técnicas empleadas en el material fósil	31
Técnicas del material actual	33
Criterios de medición	33
Ubicación del material	34
Nota aclaratoria	34
RESULTADOS	35
Descripción sistemática	
(i) <i>Palmoxylon vasculare</i> sp. nov.	35
(ii) <i>Palmoxylon livistoforme</i> sp. nov.	48
(iii) <i>Palmoxylon largum</i> sp. nov.	52
(iv) <i>Palmoxylon commune</i> sp. nov.	55
(v) <i>Palmoxylon fibrosum</i> sp. nov.	57
(vi) <i>Palmoxylon polymorphum</i> sp. nov.	60
(vii) <i>Rhizopalmoxyton huepaciense</i> sp. nov.	63
(viii) <i>Rhizopalmoxyton teguachlense</i> sp. nov.	69

DISCUSION	75
BIBLIOGRAFIA	83
LAMINAS	91

## INDICE DE TABLAS

TABLA No. 1 Registros más antiguos de palmeras	14
TABLA No. 2 Registros de palmeras fósiles reportados para México	21
TABLA No. 3 Tabla de los registros comparables con <i>Palmoxylon vasculare</i>	45
TABLA No. 4 Tabla de los registros comparables con <i>Palmoxylon livistoforme</i>	51
TABLA No. 5 Tabla de los registros comparables con <i>Palmoxylon polymorphum</i>	64
TABLA No. 6 Tabla de los registros comparables con <i>Rhizopalmoxylon huepacense</i> y <i>R. teguachiense</i>	72
TABLA No. 7 Lista de caracteres propuestos para tomar en cuenta en las descripciones anatómicas de tallos de palmeras	81
TABLA No. 8 Registros de <i>Palmoxylon</i> referidos para México	82

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA I Corte transversal de un haz fibrovascular	9
FIGURA II Distintas formas de la región fibrosa de los haces vasculares	9
FIGURA III Mapa de distribución de las palmeras actuales y fósiles del Mundo	16

FIGURA IV Rangos estratigráficos de las familias de monocotiledóneas	17
FIGURA V Mapa de las localidades del material descrito en esta tesis	24
FIGURA VI Mapa de localización de Huepac	25
FIGURA VII Columna estratigráfica y mapa geológico del pedernal de Huepac	27
FIGURA VIII Rangos estratigráficos del polen encontrado en el pedernal de Huepac	28
FIGURA IX Mapa de localización de la Formación Olmos	30
FIGURA X Mapa de localización de la Formación El Cien	32
LAMINA No.1 Registros de <i>Palmoxylon</i> reportados para México por Stenzel	19
LAMINA 1 <i>Palmoxylon vasculare</i>	92
LAMINA 2 <i>Palmoxylon vasculare</i>	94
LAMINA 3 <i>Palmoxylon vasculare</i>	96
LAMINA 4 <i>Palmoxylon livistoforme</i>	98
LAMINA 5 <i>Palmoxylon largum</i>	100
LAMINA 6 <i>Palmoxylon commune</i>	102
LAMINA 7 <i>Palmoxylon fibrosum</i>	104
LAMINA 8 <i>Palmoxylon polymorphum</i>	106
LAMINA 9 <i>Rhizopalmoxylon huepacience</i>	108
LAMINA 10 <i>Rhizopalmoxylon huepaciense</i>	110
LAMINA 11 <i>Rhizopalmoxylon teguachiense</i>	112

## RESUMEN

En el registro fósil los órganos vegetativos de palmeras preservados como permineralizaciones son muy frecuentes. De México se conocían hasta hace poco sólo cinco caudices de palmeras del Cretácico Superior de Oaxaca, descritos entre finales del siglo XIX y principios del XX. En esta tesis se describen y determinan otros ocho nuevos ejemplares de la familia Arecaceae (Palmae) para el Norte de México. De los órganos de palmeras, cinco corresponden a tallos aislados, del Cretácico Superior de Coahuila y del Oligoceno-Mioceno de Baja California Sur; dos a raíces aisladas del Cretácico Superior/Paleógeno de Sonora y un tallo con raíces y peciolo envainante en conexión orgánica del Eoceno de Nuevo León. Aunque los tallos y las raíces tienen la organización típica de las palmeras, son distintos entre sí. Los tallos se diferencian en el diámetro radial de los haces vasculares, la relación fibro-vascular, la presencia de una capa celular fibrosa que delimita a la región vascular, la presencia o ausencia de haces fibrosos y, diferencias en el tipo y forma de las células que componen al tejido fundamental. Las raíces se distinguen por la presencia o ausencia de una hipodermis, el arreglo de las células que componen al córtex medio y al número de elementos que componen al estele, junto con su presencia o ausencia en la región medular. Los tallos y las raíces del norte de México, han sido comparadas con representantes de especies fósiles y actuales. Aunque las segundas comparaciones son reducidas, es posible distinguir que el patrón anatómico del género actual *Livistona*, frecuente en el registro fósil del mundo, existe en un fósil de Baja California. El resto de los ejemplares presenta un conjunto de características no comparables con tanta cercanía con plantas actuales, por lo que es necesario continuar reconociendo órganos vegetativos de Arecaceae que permitan reconstruir plantas completas para entender mejor a las palmeras y la historia del grupo.

*As the past can only be understood by means of our knowledge of the present, so, too, the present can only be understood by means of our knowledge of the past.*

Eduard W. Berry

# **INTRODUCCION**

## CARACTERIZACION GENERAL DE LAS PALMERAS

Las palmeras, Arecaceae (Palmae), son la única familia de las monocotiledóneas que combinan caracteres tales como el hábito arborescente, una amplia lámina foliar y un sistema vascular bien desarrollado que tiene vasos en todos los órganos vegetativos. Este síndrome funcional las aproxima a las dicotiledóneas leñosas, sin embargo, las palmeras carecen de un tipo de crecimiento secundario del tipo de las dicotiledóneas (Cronquist, 1988).

El aspecto característico de las palmeras está dado por un eje erecto en cuya región apical hay una corona de hojas. Intercaladas entre las hojas, se encuentran las inflorescencias generalmente ramificadas. Sus raíces, al igual que en el resto de las monocotiledóneas típicas, forman un sistema fibroso (ver pág. 9) de raíces adventicias.

La ramificación de las palmeras puede ser monopodial - cuando se presentan como tallos solitarios - o simpodial cuando forman agrupamientos debido a la ramificación de rizomas. En cualquiera de estos dos casos pueden ser arbóreas, arbustivas, trepadoras o simplemente tener el tallo postrado (Dransfield, 1984).

Las hojas son pecioladas. Los pecíolos de las hojas envainan al tallo como en una típica monocotiledónea. Usualmente, el pecíolo se prolonga y forma el eje central de la lámina formando un raquis en las hojas pinnadas. Sin embargo, en las verdaderas hojas palmadas existe el caso extremo contrario, donde no hay prolongación del pecíolo. El estado intermedio está representado por las hojas costapalmadas, donde el eje se extiende penetrando ligeramente en la lámina de la hoja, y es corto, en cuyo caso forma una hástula en la superficie adaxial. La lámina de la hoja es plicada, puede ser reduplicada, en forma de V de cabeza, con los haces vasculares en la superficie adaxial, o induplicada, es decir V normal, y haces vasculares en la superficie abaxial. La inflorescencia, por lo general, presenta ramificaciones (Dahlgren *et al.*, 1985), y rara vez se presenta como espiga solitaria. La espiga se subtiende sobre una

o más brácteas. Comúnmente, las flores son unisexuales, mientras que las plantas pueden ser tanto monoicas como dioicas. Cuando el gineceo es apocárpico tienen de 1 a 3 carpelos; pero si es sincárpico es trilobular, con un solo óvulo funcional en cada lóculo. El androceo está formado por 3, 6 o más estambres, generalmente adnados, frecuentemente dispuestos en dos verticilos (Tomlinson, 1979). Tienen un perianto compuesto por dos verticilos diferenciados, cáliz y corola (Uhl & Dransfield, 1987). Dentro del grupo de las monocotiledóneas, el polen de las palmeras es de los más variables, aunque el tipo de apertura con mayor distribución es el monosulcado. Los frutos pueden ser bayas o drupas. El pericarpo puede ser leñoso, siendo el más común aquel con una pared fresca o carnosa (Dahlgren et al, 1985).

En la actualidad las palmeras se distribuyen en las franjas tropicales e intertropicales (Uhl & Dransfield, 1987). Forman parte de la vegetación del dosel medio en las selvas altas perenifolias, y subperenifolias; se les encuentra también en zonas semidesérticas (Rzedowski, 1978), en algunas ocasiones son parte de la vegetación secundaria (González-Medrano, com. pers.). Forman palmares como en la costa norte de la península de Yucatán (Quero-Rico, 1989) donde crecen *Pseudophoenix sargentii* Cook, *Thrinax radiata* Loddiges ex J. A.J., H. Schultes y *Coccothrinax readii* Quero. En otras épocas su distribución era más amplia y aparentemente siempre relacionada con zonas húmedas y calientes.

Allitudinalmente crecen desde el nivel del mar en zonas transicionales a marinas, *Coccothrinax* Sargent, en las dunas costeras y de inundación, hasta altitudes de ambientes montañosos como *Ceroxylon utile* (Karsten) H. A. Wendland que en Colombia se encuentra a más de 4000 m sobre el nivel del mar (Uhl & Dransfield, 1987). En Malasia, en el delta del Ganges y en algunas regiones de Australia, *Nypa fruticans* Wurmb, habita en condiciones estuarinas, formando comunidades de tipo de los manglares (Moore, 1973).

## TALLOS DE PALMERAS

Generalmente, el tallo no presenta ramificaciones, salvo en algunos casos como en la región aérea del tallo de *Hyphaene* Beccari, de la subfamilia Coryphoideae, y *Nypa* Wurmb de la subfamilia Nypoideae que se dicotomizan en la región del rizoma (Tomlinson & Moore, 1966; Tomlinson, 1971). Morfológicamente, el tallo es variable, puede ser delgado como en *Reinhardtia* Liebmann, o ancho como en *Corypha* Linnaeus, y variar de corto a alto.

El responsable del crecimiento en grosor del tallo y por lo tanto del hábito arbóreo, es el parénquima del tejido fundamental a través del aumento en volumen y división de sus células, además del crecimiento en grosor de la pared de las fibras de los haces vasculares (Rich, 1987; Tomlinson, 1991). El tallo, una vez que se ha formado completamente, no incrementa su diámetro (Uhl & Dransfield, 1987), razón por la que generalmente es constante a lo largo del individuo.

En cuanto a su anatomía, el córtex corresponde a la región exterior a los haces vasculares, formada generalmente por una banda anular de esclereidas o fibras. El término córtex, a pesar de que su uso se limita con mayor frecuencia a gimnospermas y dicotiledóneas, es empleado aquí para designar a la región exterior al estele representada por una zona de células distintas a las formadoras del atactostele, e interior a la región epidérmica. El atactostele está dividido en tres regiones, donde los haces vasculares y fibrosos están esparcidos de forma diferencial en el tejido parenquimatoso, estas regiones se distinguen con base en la densidad y orientación de los haces. La región exterior generalmente es angosta, está formada por una alta densidad de haces vasculares y fibrosos con orientación preferencial del área vascular en dirección a la región interna; le sigue una región transicional y, la región interior o región central, que tiene una baja densidad de haces vasculares cuya área fibrosa tiene por lo general un diámetro radial menor comparado con aquellos de la región exterior y su área vascular tiene una orientación variable (Mohl, 1824; Sahni,

1964). Estas 3 regiones equivalen a lo que Sahni (1964) ha denominado región dérmica, región subdermal, y región central.

Los haces fibro-vasculares o simplemente vasculares, como serán referidos con mayor frecuencia a lo largo de esta tesis, están típicamente constituidos por una área vascular donde se localizan los vasos de metaxilema y protoxilema, inmersos en parénquima; una área fibrosa representada por un fascículo compacto de fibras que pueden ser plurilaminadas o no (Figuras I y II); entre el área fibrosa y el área vascular se localiza el floema. Rodeando a los haces vasculares, el parénquima del tejido fundamental puede organizarse de manera especial. Cuando delimitando al haz hay células alargadamente arqueadas que siguen el contorno del haz se le llama parénquima tabular; y cuando el parénquima se proyecta de forma radial a partir del haz, se le denomina parénquima radiante.

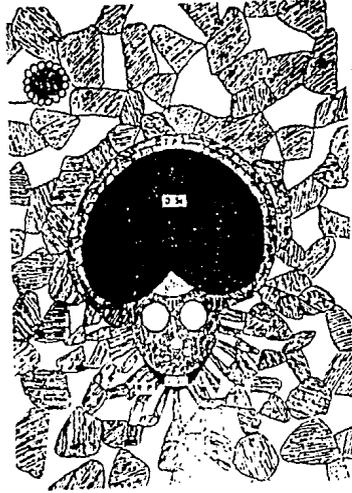
## **RAICES DE MONOCOTILEDONEAS, EN ESPECIAL DE PALMERAS**

La primera raíz en desarrollarse de la plántula de cualquier monocotiledónea vive sólo por un corto período, después es sustituida por un sistema radicular formado por raíces adventicias que parten del eje caulinar, y se ramifican formando un sistema homogéneo referido como sistema radicular fibroso (Esau, 1977).

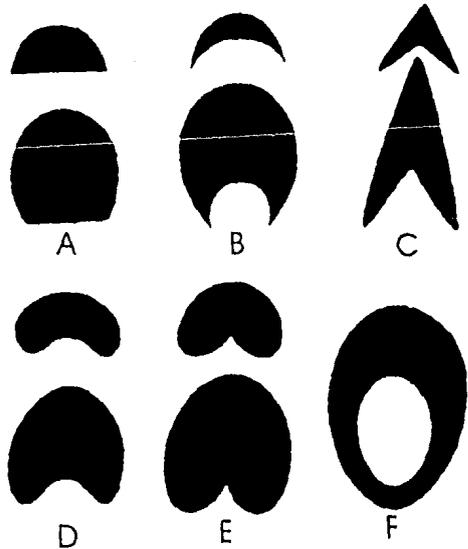
Morfológicamente, las raíces son clasificadas por Mahabálé & Udwadia (1960) en: (1) contrafuertes, estructuras plagiotrópicas, con respecto al tallo, que se extienden a lo largo de una gran distancia entre el tallo y el suelo, produciendo raíces de segundo y tercer orden; (2) raíces aéreas, que forman un anillo en la región epibasal del tallo, constituyendo una gruesa capa de raíces que crecen hacia el suelo en varias direcciones; (3) pneumatóforos, o proyecciones de las raíces de segundo o tercer orden con geotropismo negativo; y (4) raíces normales de absorción, que son raíces de segundo y tercer orden que corresponden a las zonas subterráneas.

Anatómicamente, en corte transversal, desde la parte externa hacia la médula,

**Figura I.** Corte transversal de un haz fibro-vascular o vascular del tallo de una palmera rodeado por tejido fundamental, G. P.; parénquima radiante, R.P.; parénquima tabular, T.P.; DScl área fibrosa del haz vascular; VScl Fibras opuestas al área fibrosa del haz vascular envainando al área vascular. (Esquema tomado de Sahní, 1964).



**Figura II.** Distintas formas del área fibrosa del haz vascular:  
A, Complanata; B, Lunaria; C, Sagittata;  
D, Reniforme; E, Cordata; F, Vaginata;  
(Esquema tomado de Sahní, 1964)



una raíz de palmera, al igual que la de otras monocotiledóneas, está compuesta, por epidermis, córtex y estele. La epidermis de las palmeras no desarrolla pelos radiculares (Drabble, 1904) y está formada por células de pared delgada y por células mucilaginosas cutinizadas en la pared periclinal exterior. En el córtex generalmente se distinguen tres zonas, una externa angosta de tejido compacto, una amplia zona media formada por aerénquima y otra interna de tejido compacto. Los espacios aéreos del aerénquima son de origen lisógeno, salvo en el caso de *Nypa* donde son de origen esquizógeno (Tomlinson, 1961). Casi todas las palmeras presentan elementos lignificados, fibras o braquiesclereidas, en el córtex. Las fibras pueden estar agrupadas formando haces esparcidos a lo largo del córtex medio, o pueden presentarse de forma poco conspicua como unidades aisladas esparcidas en la misma zona. Generalmente, se encuentran estegmatas y cristales de oxalato de calcio asociados a las fibras que de manera común forman filas, salvo en el género *Verschaffeltia* Wendland, donde pueden distribirse de forma aislada (Tomlinson, 1961). Otros elementos comunes en esta zona son los canales de mucílago y los rafidios. La endodermis, por lo general presenta suberización uniforme y conspicua en las paredes periclinales internas y en las paredes anticlinales. Sin embargo, existen algunas especies de palmeras en las que la banda de Caspari es difícil de observar, como en *Nypa* (Tomlinson, 1961). En algunos grupos, la endodermis no se presenta como una capa celular continua. Las Arecoidales presentan endodermis discontinua, delimita meriesteles en forma de C (Tomlinson, 1961). El estele de las raíces de las monocotiledóneas se caracteriza por tener xilema poliarco. El número de vasos de metaxilema es variable en las palmeras, pudiendo ser mayor a 60 (Bierhorst, 1971). En el área del estele también es frecuente la presencia de fibras formando una vaina continua que rodea a los elementos traqueales, delimitando al parénquima medular central.

En su parte apical las raíces presentan un manto celular que forma a la caliptra, por debajo de ésta, están las células meristemáticas, divididas en una delgada capa

de células externas, un grupo central de células que da origen al procambium y, una zona de células de color oscuro que eventualmente da origen al tejido fundamental (Esau, 1977).

Las raíces adventicias de monocotiledóneas forman raicillas de segundo y tercer orden, a partir de la división de células pericíclicas, que continúan con el mismo desarrollo de las raíces de primer orden.

Cormack (1896), Drabble (1904) y Tomlinson (1961), distinguen cinco tipos de raíces con base en su complejidad estelar: (1) el tipo característico de las raíces ramificadas con estele cilíndrico, xilema poliarco, y centro ocupado por tejido fundamental fibroso; (2) el tipo de las raíces subterráneas que tienen un estele cilíndrico y médula acanalada compuesta de células de pared delgada; (3) el tipo usual en las raíces subterráneas, con estele cilíndrico, médula acostillada y vasos aislados rodeados por una vaina fibrosa, que algunas veces incluye haces de fibras aisladas y en muy raras ocasiones haces de floema en la médula; (4) el tipo común en la región cercana a la zona de inserción del tallo, formado por un estele acostillado, no cilíndrico y medulado que generalmente incluye vasos en la región medular, y (5) el del tipo de las raíces gruesas que funcionan como contrafuertes y las raíces anchas que se encuentran cerca de la inserción con el tallo, parcialmente poliestélicas, con estele disectado en un número de haces separados, meriosteles, o tienen, como en el caso de algunas *Areceae*, actinosteles y endodermis interrumpidos, como en el caso de *Verschaffeltia* Wendland y *Areca* Linneaus.

## LOS ELEMENTOS TRAQUEALES DE LAS PALMERAS

Los elementos vasculares, en especial los elementos de vaso de metaxilema, suelen tener placa de perforación simple y transversa en las raíces. En contraste, los tallos tienen placa de perforación oblicua y escaleriforme, mientras en los pecíolos

los elementos de vaso son muy largos con placa de perforación muy oblicua. Debido a esto, se dice que de acuerdo a los caracteres polarizados por Cheadle (1943 a, 1943 b y 1944) los elementos de vaso son más especializados en las raíces y menos especializados hacia los pecíolos (Klotz, 1978 a).

Los elementos traqueales del pecíolo son los únicos caracteres de los ejes vegetativos que son considerados como de valor diagnóstico (Klotz, 1978 b).

## ASPECTOS DEL ESTUDIO DE LA HISTORIA DE LAS PALMERAS

Desde la clasificación hecha por Linnaeus en el *Species Plantarum* de 1753, las palmeras han sido consideradas como un grupo natural aunque en varias ocasiones se les ha relacionado con Pandanaceae, Cyclanthaceae y Araceae (Tomlinson, 1979). Los primeros trabajos de recopilación fueron hechos en el siglo XIX por Martius (1824, 1849-53) en su libro *Palmarum Familia*, y posteriormente en la *Historia Naturalis Palmarum* donde incluye descripciones morfológicas, anatómicas y una sección referente al registro fósil hecha por Unger, donde reporta 14 tallos, láminas e inflorescencias. Martius (1824) en su primer trabajo clasifica de manera artificial a las palmeras en seis series, que en el segundo trabajo (Martius, 1849) eleva a categoría de familias: (i) Arecinae, (ii) Borassinae, (iii) Coryphinae, (iv) Cocolinae, (v) Lepidocarynae, (vi) Palmae Heteroclitae. Trabajos posteriores son los de: J. D. Hooker (1883, no consultado; cf. Moore, 1973) *Genera Palmarum* donde reconoce seis tribus con 132 géneros (Moore, 1973); y, Drude en Engler & Prantl (1887) *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* publica lo que se considera como la primera clasificación filogenética de las palmeras (Moore, 1973). En el siglo XX los trabajos de Beccari (1908 a 1933; cf. Moore, 1973) hacen una monografía de las palmeras Arecoidales del viejo mundo. Posteriormente Moore (1973) en *The Major Groups of Palms and Their Distribution* hace una nueva clasificación de la familia pero sin carácter nomenclatural.

La clasificación de las palmeras se ha basado principalmente en la morfología floral, aunque las características anatómicas de las hojas, y de las demás partes vegetativas han aportado también datos importantes para evaluar relaciones filogenéticas (Tomlinson, 1961; Klotz, 1978 b). El trabajo anatómico más importante es sin duda alguna el de Tomlinson (1961), donde distingue, tomando en consideración solamente características anatómicas, a: (i) Arecoides, excluyendo a muchos géneros anómalos, (ii) Iriatoides, (iii) Chameroides, (iv) Bactroides, (v) Cocoides, (vi) Lepidocaryoides, (vii) Borassoides, (viii) Sabaloides, (ix) Phoenicoides, (x) Nypoides, (xi) Phytelephantoides; y (xii) géneros inciertos. Otros trabajos de relevancia anatómica y arquitectónica son los de Tomlinson & Zimmerman (1969) y Zimmerman & Tomlinson (1965, 1972, 1974).

El trabajo monográfico más reciente es el de Uhl y Dransfield (1987) donde se reconoce a seis subfamilias: (i) Coryphoideae, (ii) Calamoideae, (iii) Nypolideae, (iv) Ceroxyloideae, (v) Arecoideae y (vi) Phytelephantoideae.

## **EL REGISTRO FOSIL**

Hacia el Cretácico Superior se distinguen ya varias formas de angiospermas parecidas a aquellas que se encuentran hoy en día, comenzando en este momento una gran radiación, que hace que la flora de este período tenga una ligera similitud con la de la flora actual. Sin embargo, la semejanza es sólo superficial (Stanley, 1989). Ejemplo de tal diversificación en el Cretácico Superior es la presencia de algunos grupos con características de sus órganos aislados parecidos a los órganos de plantas actuales. Daghljan (1981) reconoce que la primera familia moderna de las monocotiledóneas en distinguirse en el registro fósil es la de las palmeras representadas por hojas, tallos y polen en el Santoniano - Coniaciano? (Tabla 1). Algunos autores reportan que el polen de palmeras se distingue desde el Cretácico Temprano (Walker & Walker, 1984), aunque Muller (1981) indica la presencia de macrofósiles y polen

EJEMPLAR	AUTOR	EDAD	LOCALIDAD	PARTES DISPONIBLES	PRINCIPALES CARACTERISTICAS ANATOMICAS	SIMILAR A
<i>Palmoxylon astron verum</i>	Stenzel referido en Stenzel (1904)	Cretácico	Tlacolula	tallo rodeado por raíces no muy bien conservadas	parénquima ligeramente alargado proyectándose al rededor de las haces vasculares; haces regularmente distribuidos.	
<i>Palmoxylon astron radicatum</i>	Stenzel referido en Stenzel (1904)	Cretácico	Tlacolula	parte inferior de un tallo muy bien conservado con raíces	las raíces tienen velamen; córtex parenquimatoso; endodermis; estele con una corona de vasos; existe la tendencia del parénquima a estar en dirección tangencial	cocos
<i>Palmoxylon cellulosum</i>	Knowlton referido en Félix (1890)	Cretácico	Tlacolula			
<i>Palmoxylon tenue</i>	Stenzel referido en Stenzel (1904)	Cretácico	Tlacolula	tallo		
<i>Palmoxylon angiorhizon</i>	referido en Stenzel (1904)			red de raíces aisladas	circulo doble de vasos de metaxilema	
<i>Sabalites</i>	Weber (1978)	Cretácico Superior	Formación Olmos	hoja		<i>Sabal</i>
<i>Phoenicites</i>	Weber (1978)	Cretácico Superior	Formación Olmos	hoja		<i>Phenix</i>
	Weber (1978)	Cretácico Superior	Formación Olmos	inflorescencia		<i>Manicaria</i>

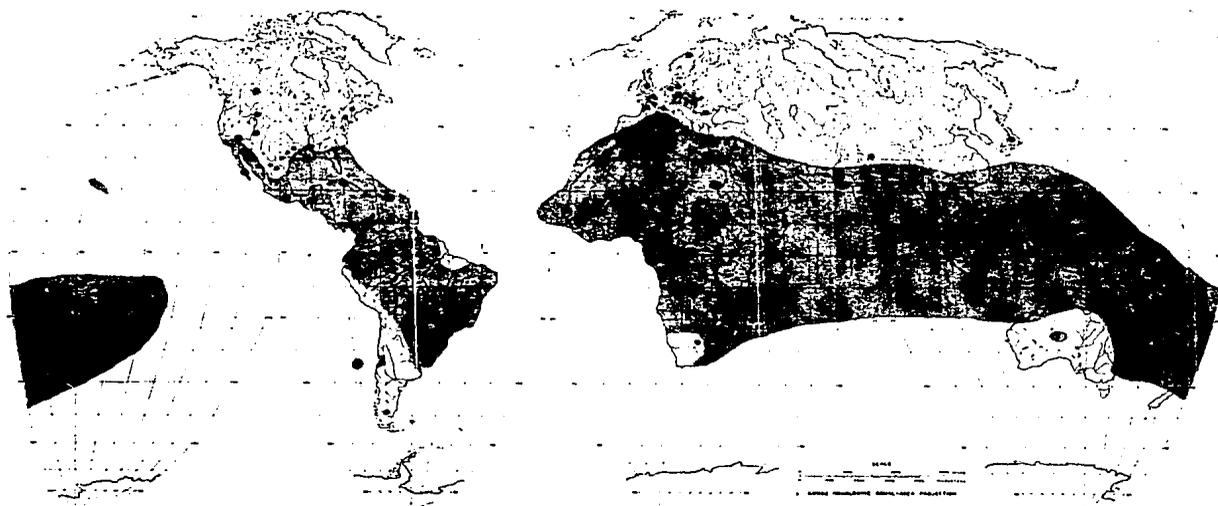
Tabla No. 2 Registros de palmeras fósiles reportados para México.

desde el Aptiano temprano, añadiendo que la mayor diversidad se encuentra en el Cretácico Superior.

Los macrofósiles de palmeras en el registro fósil son muy comunes, tanto en su distribución estratigráfica como geográfica (Figura III). Estas muestran un incremento en su diversidad a lo largo del tiempo (Daghlian, 1981). Ejemplo de tal diversificación es la presencia de hojas costapalmadas que se conocen en el Santoniano; hojas palmadas verdaderas y hojas pinadas aparecen en el Maastrichtiano (Weber, 1978; Moore & Uhl, 1982; Figura IV).

Los fósiles de palmeras incluyen raíces denominadas *Rhizopalmoxyton* Felix (Felix, 1883); pecíolos a los que se les asigna el nombre de *Palmocaulon* Deshpande (Deshpande, 1960); flores dentro del género *Palmanthium* Schimper (Schimper, 1870); inflorescencias conocidas como *Palmostrobus* Mahabalé (Mahabalé, 1950); frutos llamados *Palmocarpon* Miquel (Miquel, 1853); semillas denominadas *Palmospermum* Reid y Chandler (Reid y Chandler, 1933), y hojas a las que se les asignaba el nombre *Palmophyllum* Conwentz (Conwentz, 1886). Sin embargo a lo largo del tiempo se han distinguido más géneros de hojas (p. ej. Read & Hickey, 1972).

Los tallos permineralizados de palmeras se conocen desde los inicios de la Paleobotánica. Estos primero se describieron bajo el nombre de *Endogenites* Brongniart y fueron referidos posteriormente como *Palmacites* Brongniart. Fue Schenk en 1882 quien para referirse a fósiles de tallos de palmeras propuso el género *Palmoxyton*. Sin embargo, se le ha atribuido no sólo a ejes y partes vegetativas de palmeras, sino a otros ejemplares parecidos a ellas (Mahabalé, 1959). A pesar de ello Stenzel (1904) y Prakash & Boureau (1968) sugieren que *Fasciculites* Cotta debe ser el género-forma de plantas con una organización vascular semejante a la de las palmeras, ya que están compuestas por fascículos traqueales inmersos en tejido fundamental, pero en las que no se puede confirmar su adscripción a las palmeras. Aparentemente este nombre ha sido utilizado también para referirse a órganos con organización semejante a la de las monocotiledóneas, pero del Paleozoico (cf. Cotta, 1832). Tidwell (1975)



**Figura III.** Distribución de Palmeras actuales y fósiles. Los puntos indican los registros del género *Palmoxyton* reportados. El sombreado gris, indica la distribución que tienen en el presente las palmeras vivientes. (Mapa adaptado de Prakash & Boureau, 1968 y de Uhl & Dransfield, 1987 tomado de Moore, 1973).

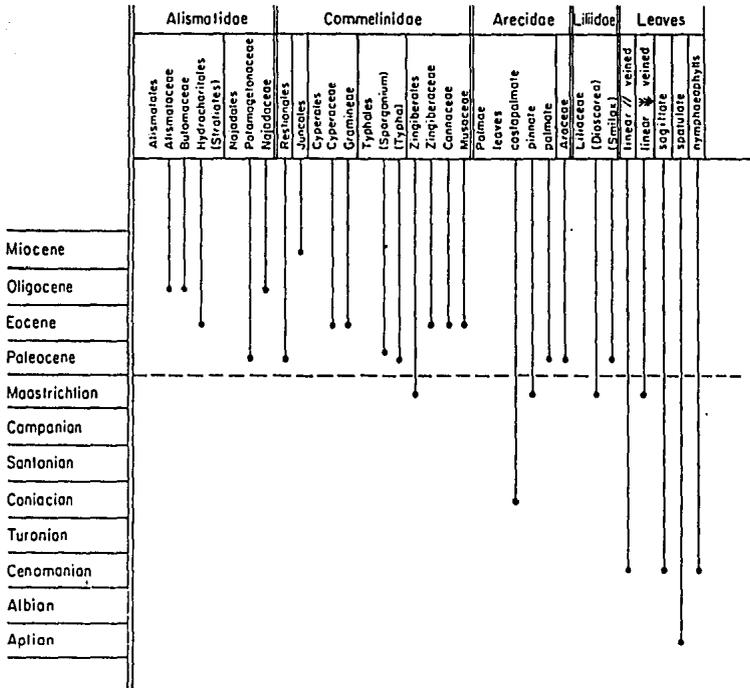


Figura IV. Rangos estratigráficos de las familias de monocotiledoneas reconocidas por Daghlán (1981).

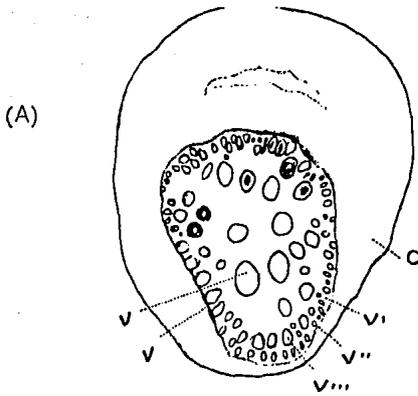
por su parte se refiere a éste como un término más laxo, referente a monocotiledóneas arbóreas en general.

Se han considerado como características diagnósticas de los tallos de palmeras al tejido fundamental (cf. Kaul, 1935), y a la forma de los haces vasculares de acuerdo a la disposición que adoptan los fascículos de fibras con respecto a los elementos traqueales (Stenzel, 1904).

## **REGISTRO FOSIL DE PALMERAS EN MEXICO**

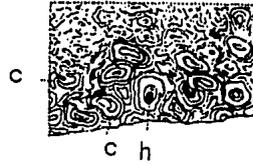
Desde fines del siglo XIX y principios de siglo XX se conocen varios fragmentos permineralizados de tallos aislados y en conexión orgánica con raíces, estos últimos de la región epibasal. Estos fueron reportados en *Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Republik Mexico* (Felix & Nathorst, 1899) y en *Fossile Palmenhölzer* (Stenzel, 1904; LAMINA No. 1).

También existen ejemplares preservados como compresiones carbonosas, tal es el caso de dos tipos de hojas y una inflorescencia del Cretácico Superior de Coahuila (Weber, 1978; Tabla 2).



*Palmoxylon angiorrhizon*

(A')



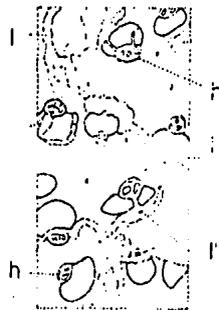
*Palmoxylon angiorrhizon*

(B)

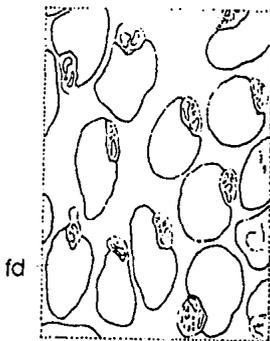


*Palmoxylon astron-radicatum*

(C)

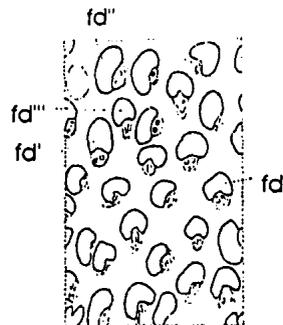


*Palmoxylon astron-verum*



*Palmoxylon cellulosum*

(E)



*Palmoxylon tenue*

ORGANO	ESPECIE	AUTOR	EDAD	FORMACION
polen	<i>Nypa fruticans</i>	Muller (1964)	Senomiano de Borneo	
polen	<i>Thrinax</i>	Machin (1971)	Eoceno de Inglaterra	
polen	<i>Lepidocarioideo</i> ( <i>Mauritia, Calamus, Eugeissona</i> )	Muller (1970)	Barrera Cretácica Temprana de Borneo	
polen	<i>Eugeissona</i>	Muller (1964)	Mioceno Temprano	
polen	<i>Nypa</i>	Reportado por Müller (1981) de varios autores	Maastrichtiano de Suramérica	
polen	<i>Spinizonocolpites prominatus</i> = ( <i>S. echinatus</i> )	Reportado por Müller (1981) de varios autores	Maastrichtiano de Suramérica	
polen	<i>S. baculatus</i>	Reportado por Müller (1981) de varios autores	Maastrichtiano	
hoja	<i>Sabal magothiensis</i>	Christopher (1979)	Creatácico Superior	Magothy
hoja	<i>Sabal magothiensis</i>	Berry (1911)	Santoniano, Conaciano	
hoja	<i>Sabalites</i>	Oyama & Matsuo (1964)	Senomiano	
hoja	<i>Sabal</i>	Chandler (1964)	Eoceno	London Clay
hoja	<i>Serenoa</i>	Chandler (1964)	Eoceno	London Clay
hoja	<i>Livistona</i>	Chandler (1964)	Eoceno	London Clay
fruto	<i>Nypa</i>	Tralau (1964)	Paleoceno de Brasil, Eoceno de Norteamérica	
fruto	<i>Coryphoide</i>	Koch (1972)	Límite Cretácico-Terciario de Groenlandia	
fruto	<i>Oncosperma</i>	Chandler (1964)	Eoceno	London Clay
fruto	<i>Caryitisperma</i>	Chandler (1964)	Eoceno	London Clay
tallo	<i>Palmoxylon cliffwoodensis</i>	Berry (1916)	Crétacico Superior	

**Tabla No. 1** Registros más antiguos de palmeras reportados por Daghlion (1981) y Muller (1981).

**LAMINA No. 1**

Registros de ejes vegetativos de palmeras fósiles preservados como permineralizaciones reportados para México por Stenzel (1904).

c: córtex.

fd, fd', fd'', fd''': Haz vascular típico.

h:Estele.

l, l': *lacuna*, espacio vacío.

r: raíz.

v, v', v'', v''': vaso.

# OBJETIVOS

## OBJETIVOS

El conocimiento de las floras que han existido a lo largo de la historia geológica en el territorio que hoy ocupa México es de crucial importancia en el entendimiento de la composición y distribución de las floras que lo habitan en el presente. El objetivo principal de esta tesis es contribuir a este conocimiento describiendo ocho *Arecaceae* con base en sus órganos vegetativos. Estas plantas vivieron en el norte del país en distintos tiempos geológicos. Los órganos están preservados como permineralizaciones por lo que su descripción y determinación se hacen con base a sus caracteres anatómicos. El presente trabajo tiene como objetivos particulares: La descripción anatómica de ocho ejemplares de *Arecaceae* fósiles del norte del país, su comparación anatómica con órganos del mismo tipo de especies actuales y fósiles, y la determinación de los órganos descritos.

## **MATERIALES Y METODOS**

## MATERIAL FOSIL

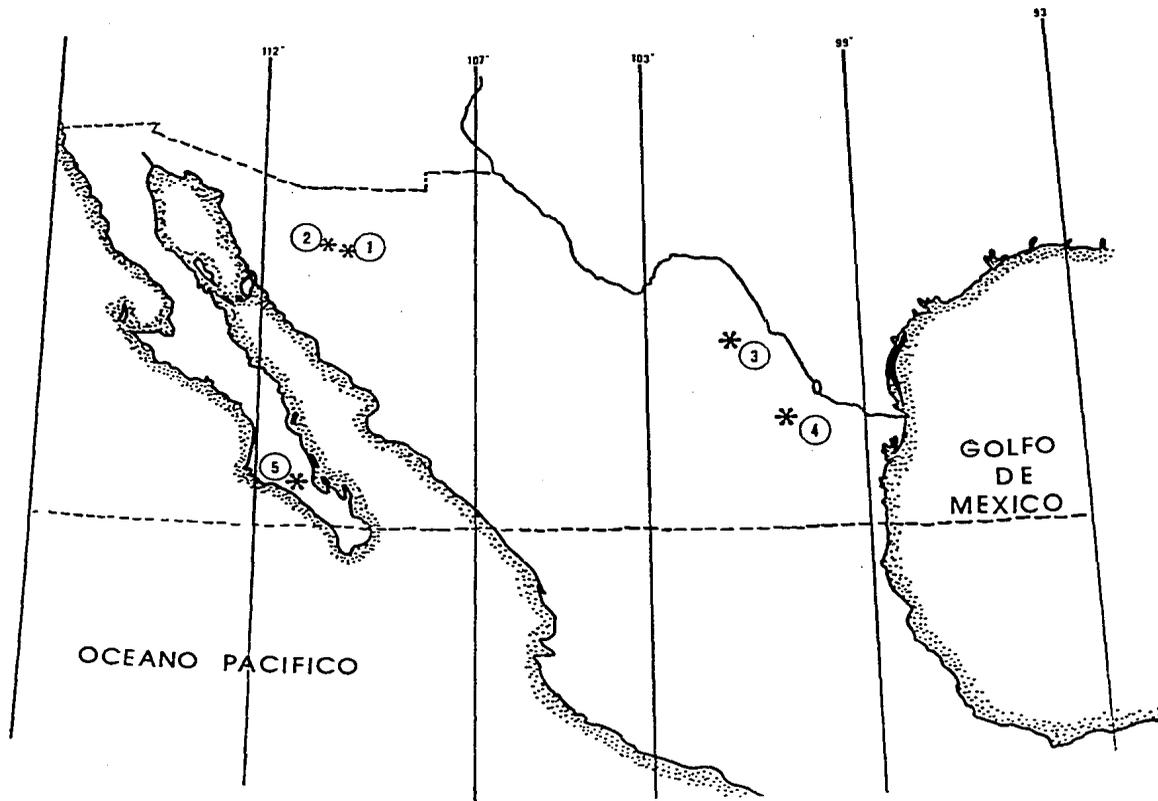
El material estudiado fue colectado de dos localidades diferentes con pedernal, en Sonora, (i) en la Unidad Salto del Alamo, denominado pedernal de Huepac y (ii) de una secuencia de calizas con pedernal llamada Teguachi. Otros ejemplares corresponden a muestras que se encontraban depositadas en museos, como las cuatro muestras de la Formación Olmos que se encontraban en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM; una muestra de la Formación Cook Mountain depositada en el Museo Paleontológico de la Universidad de Nuevo León y, por último una muestra de la Formación El Cien, recolectada por un investigador del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de Baja California Sur (Figura V).

El material de Sonora corresponde a dos nuevas localidades con material permineralizado en pedernal. Observaciones preliminares de geología física hacen suponer que los sedimentos portadores del material fósil de Teguachi y Huepac, sean correlacionables entre sí. Sin embargo, su reciente descubrimiento e incipiente investigación hacen que se pueda decir muy poco de la geología de los sitios.

Huepac ha tenido mayor atención de nuestra parte, dado que este fue el punto inicial de este trabajo como proyecto de tesis enmarcado en el proyecto sobre la anatomía de plantas fósiles de México que Sergio R. S. Cevallos Ferriz está llevando a cabo.

Huepac es el nombre del poblado más cercano a la localidad, que se ubica a 14.5 Km al norte del mismo. Se localiza en la región centro-noreste del estado de Sonora, entre los 29° y 30° de latitud Norte y los 110° y 111° de longitud oeste (Figura VI).

El pedernal donde se encuentran incluidas las raíces forma parte de la Unidad Salto del Alamo. Esta está definida como una secuencia compuesta por calizas, grauwacas arcósicas y calizas estromatolíticas. La secuencia también contiene rocas



**Figura V.** Mapa de las localidades del Norte del país con registros de palmeras fósiles.

1.- Huepac, Unidad Salto del Alamo. Edad: Cretácico Superior-Paleogeno.

2.- Teguachi. Edad: Cretácico Superior-Paleogeno.

3.- Formación Olmos. Edad: Maastrichtiano.

4.- Formación Cook Mountain. Edad: Eoceno.

5.- Formación El Cien. Edad: Oligoceno-Mioceno.

## AREA DEL PLANO

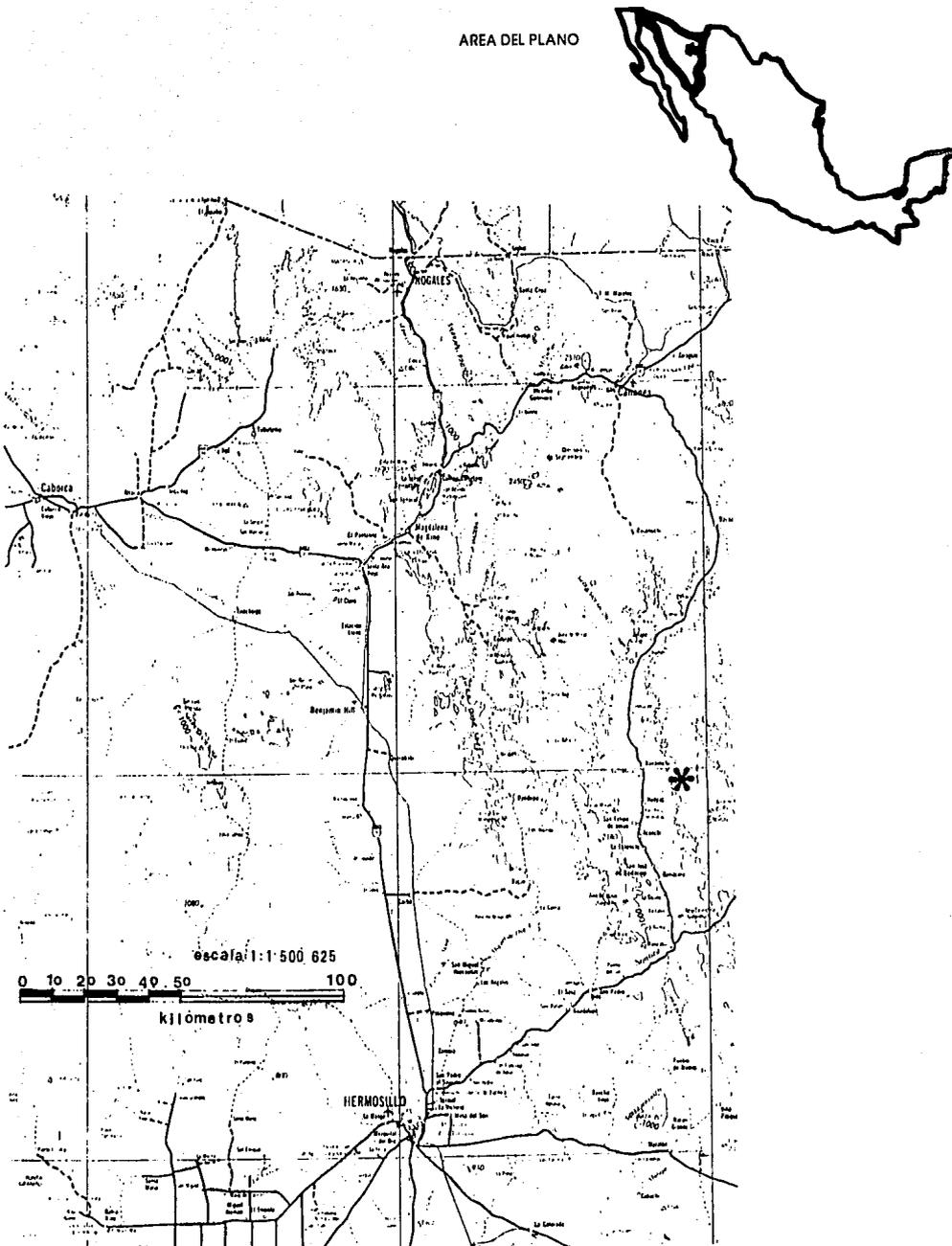


Figura VI. Mapa de localización de Huevo. Este mapa corresponde a una reducción de la carta topográfica Tijuana 1: 1000 000 editada por el Instituto Nacional de Geografía e Informática.

volcánicas de composición andesítica, derrames y conglomerados (Figura VII ). El pedernal se encuentra en tres horizontes, uno, en medio del horizonte volcánico y los otros dos entre las calizas estromatolíticas.

El pedernal fosilífero tiene una variación en color que va del gris blancuzco al negro. Es frecuente encontrar fracturas en el pedernal con infiltraciones de calizas rojas.

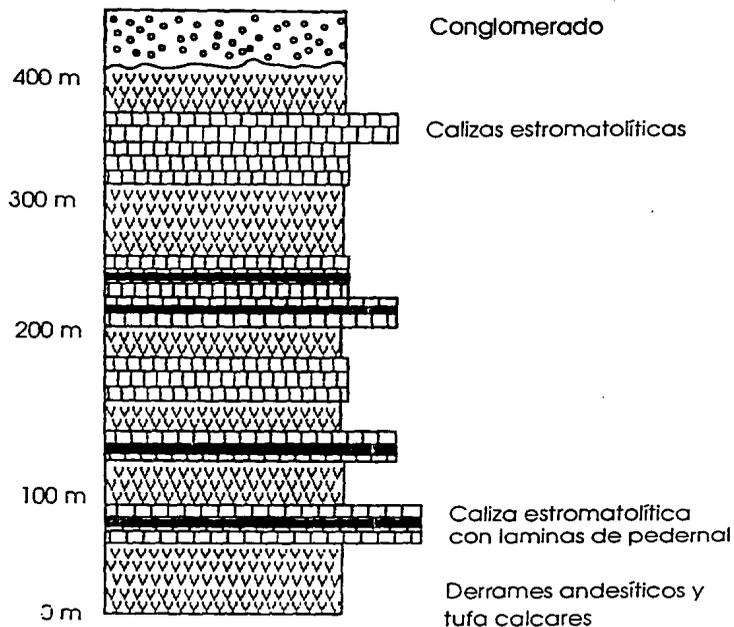
La evidencia geológica acerca de la edad del pedernal de Huepac que hasta el momento se tiene, está discutida en la tesis de licenciatura de Bojorquez & Rosas (1989) y una revisión más reciente aun de César Jacques (com. pers. inédita). Los primeros asignaron una edad de Cretácico Temprano, basados en la presencia de *Nannoconus steinmanni* y *N. globolous*. A pesar de ello, un estudio preliminar de polen, hecho con la ayuda de Enrique Martínez cuestiona dicha información ya que se han encontrado palinomorfos de taxa que aparecen hasta el Eoceno i. e. Agavaceae y Caryophyllaceae entre otras, pero también se observan elementos típicos del Cretácico (Figura VIII) por lo que si bien es cierto que la edad de la localidad por el momento es incierta cabe la posibilidad de que corresponda al Terciario.

En esta localidad los elementos más conspicuos quizás sean las raíces aisladas aquí descritas con cinco muestras de rocas rodadas, y una muestra *in situ*. En las muestras rodadas era posible distinguir a simple vista la estructura de las raíces. El pedernal de las muestras rodadas es de color gris mientras que el del material *in situ* es de color negro.

De Teguachi, sólo se cuenta con datos aportados a través de una comunicación verbal de José Luis Rodríguez, quién informó del pedernal ahí localizado en una secuencia de lentes de pedernal gris con calizas anaranjadas. Se carece la ubicación exacta de la localidad. De Teguachi se describe un tipo de raíz con una muestra de campo proporcionada por José Luis Rodríguez de pedernal gris mezclado con calizas de color anaranjado al intemperismo.

Trabajos recientes sobre estas secuencias volcano-sedimentarias de Sonora los

Columna Estratigráfica de la Unidad  
Scito del Alamo



3316000



334000

**Figura VII.** Columna estratigráfica y mapa geológico de las localidades muestreadas del Pedernal de Huepac (Krs, Cretácico Superior sedimentario; Ksv, Cretácico Superior volcánico; Tc, Terciario; ---, Camino de terracería; o, Sitios de colecta).

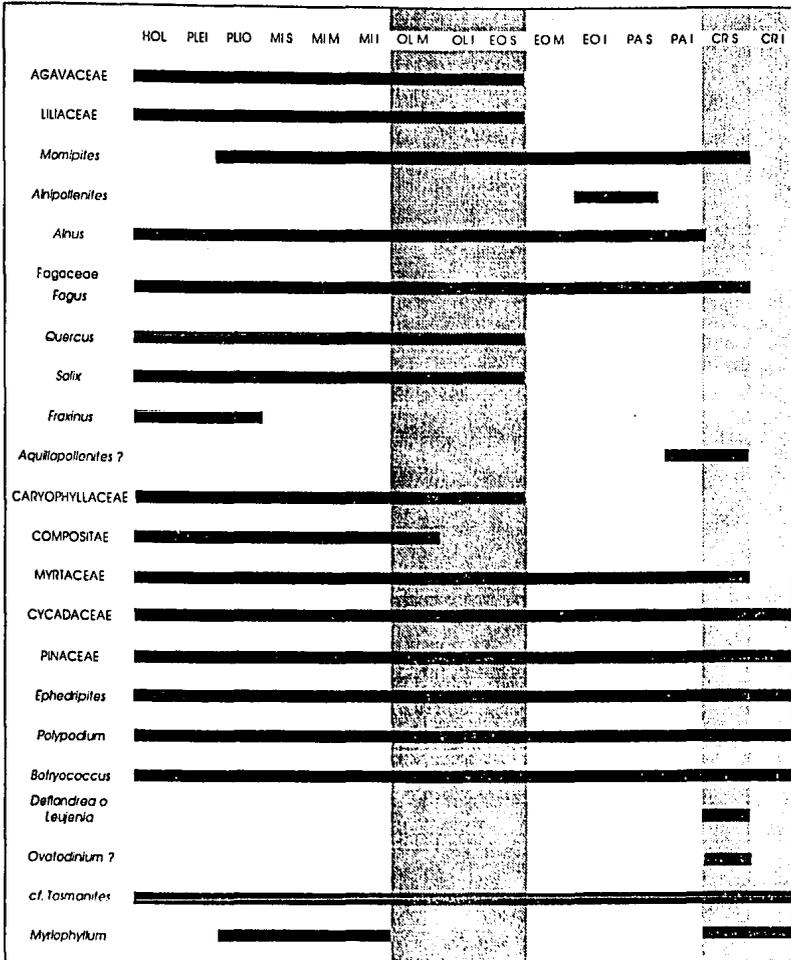


Figura VIII. Rangos estratigráficos para los tipos de polen reportados para el Pederal de Huepac.

sugieren que los afloramientos con pedernal corresponden a la parte superior de la Formación Tarahumara, proporcionando una edad de Cretácico Superior (Amaya, M. & González, 1993; Roldán- Quintana, J., 1993). Debe insistirse en que las escasas observaciones paleobotánicas realizadas a la fecha sugieren una edad paleógena con mayor fuerza.

Las muestras de la Formación Olmos, pertenecen a una colecta de maderas (Weber, 1972) realizada por Reinhard Weber y depositada en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, como láminas delgadas bajo los números de catálogo 35 - N, 651 - A , 651 - A y C - 4.

La Formación Olmos se ubica al Noreste del estado de Coahuila, entre los paralelos 26° y 28° norte y los meridianos 100° y 102° oeste (Figura IX). La edad de esta Formación ha sido determinada como Maastrichtiano inferior o medio (Weber, 1972). El ambiente de depósito de esta Formación se ha caracterizado como deltáico-lagunar (Weber, 1972).

Un tallo en conexión orgánica con raíces de la región epibasal de la Formación Cook Mountain ( Zullo, 1984 ) del Eoceno de Nuevo León (Figura V), fue donado para su estudio por el Museo de Paleontología de la Universidad de Nuevo León. El tallo está permineralizado en sílice. La superficie intemperizada de la muestra es de color beige, mientras que la roca pulida es de color negro. Esta muestra fue colectada en el kilómetro 14 de la carretera Monterrey-Nuevo Laredo, entre los 24° y 27° de latitud Norte y los 100° y 101° de longitud oeste. Se carece de más datos que caractericen a esta localidad. La formación tiene una distribución muy amplia en el sureste de Los Estados Unidos de América y noreste de México, es parte de una secuencia marina del Eoceno.

Un fragmento de atactostele de la Formación El Cien de Baja California Sur, se describe con base en tres láminas delgadas correspondientes a dos cortes transversales y uno longitudinal oblicuo. Estas fueron donadas para su estudio por José Luis León de la Luz del CIB de La Paz, Baja California Sur. Esta Formación se localiza entre

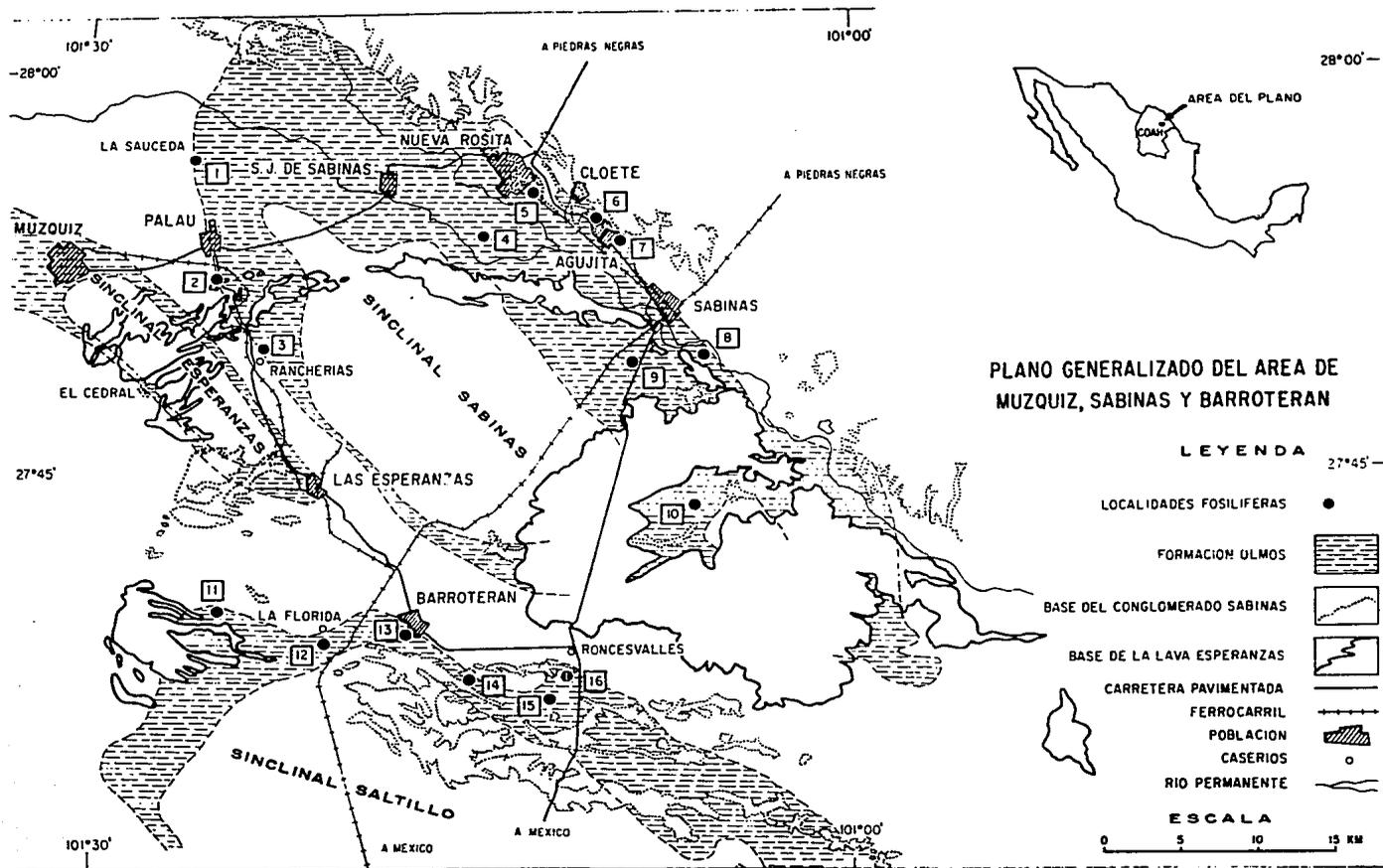


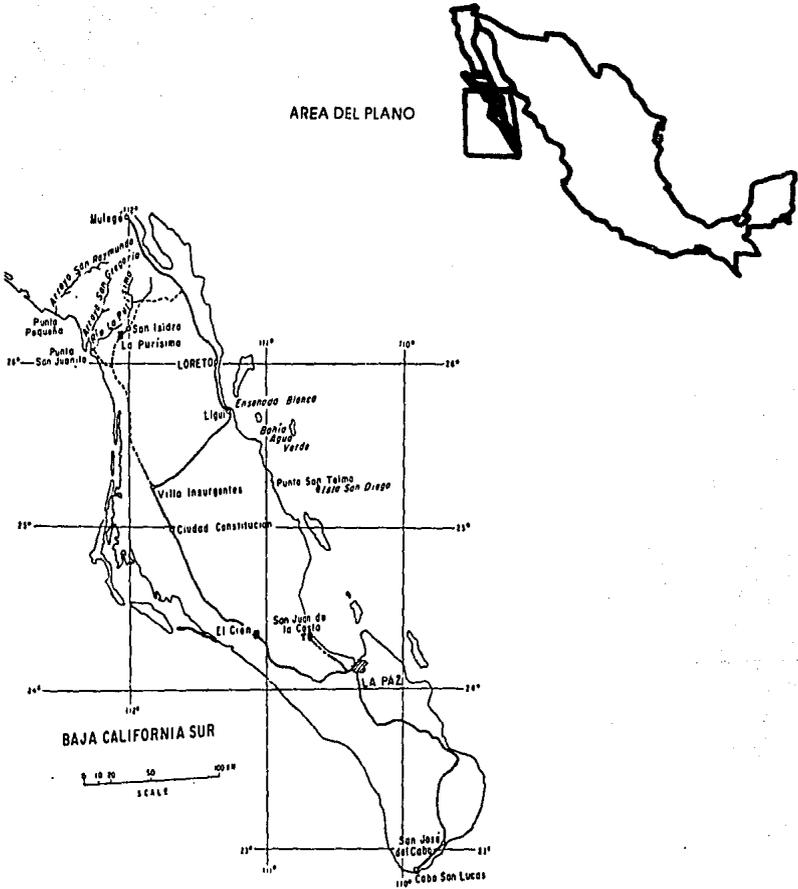
Figura IX. Mapa de localización de la Formación Olmos. Mapa tomado de Weber, 1972.

24° y 25° de latitud norte y los 112° y 111° de longitud oeste (Figura X). La secuencia consiste de horizontes de composición andesítica, tobas, calizas, areniscas y conglomerados. La edad de la Formación ha sido asignada al Oligoceno tardío-Mioceno temprano (Applegate, 1986).

## **TECNICAS EMPLEADAS EN EL MATERIAL FOSIL**

Las muestras anteriores fueron preparadas para su estudio, por medio de la técnica de "peel" modificada para ácido fluorhídrico ( Joy et al., 1956; Basinger & Rothwell, 1977). Dicha técnica consiste en la preparación de cortes histológicos a través del contacto de una superficie pulida del ejemplar al ácido fluorhídrico, para de esta manera disolver los silicatos y dejar libre a la materia orgánica; se neutraliza el ácido fluorhídrico con una solución sobresaturada de bicarbonato de calcio; se enjuaga la muestra con agua corriente, y se deja secar la región crítica. Ya expuesta la capa de materia orgánica, se transfiere a una película de acetato de celulosa, utilizando acetona como adherente. Una vez obtenidos los cortes se tiñen con azul de Toluidina al 5 % (solución acuosa) y se montan en una resina sintética soluble en xileno (Coberbond y Permout) para su posterior observación.

Cuando lo anterior no fue posible se hicieron láminas delgadas. Técnica que consiste en adherir al portaobjetos por medio de una resina sintética un bloque regular, correspondiente a una sección de la muestra; posteriormente este bloque se desbasta hasta obtener una sección delgada y traslúcida que permita la observación microscópica del ejemplar; y finalmente esta sección es cubierta por un cubreobjetos adherido con resina natural, bálsamo de Canadá en este caso.



**Figura X.** Mapa de localización de la Formación El Cien. Mapa tomado de Applegate, 1986.

## TECNICAS DEL MATERIAL ACTUAL

En las comparaciones del material fósil con el actual fue necesario preparar cortes histológicos de raíces de palmeras pertenecientes a los géneros *Coccothrinax* Sargent de la península de Yucatan, *Brahea* Martius ex Endlicher de Tepexi de Rodríguez, Puebla y, *Sabal* Martius de Veracruz. *Coccothrinax* fue elegida por las condiciones ambientales en que actualmente crece, cercana a la línea de costa. Este tipo de ambiente es posiblemente semejante al del ambiente de depósito donde se encuentran las raíces fósiles de Huepac. Por su parte *Brahea* y *Sabal* se ubican dentro de la subfamilia Coryphoideae que de acuerdo con los caracteres reportados por Tomlinson (1961) tienen características coincidentes con las raíces de Huepac.

La técnica utilizada consistió en la fijación del material en FAA, inmediatamente después de su colecta y su posterior lavado en agua corriente durante tres horas. Dada la gran cantidad de fibras que presenta el material fue necesario hervir las muestras en agua destilada durante intervalos escalonados de dos a tres horas en cinco ocasiones; posteriormente, el material fue deshidratado secuencialmente en alcoholes que van de 96 % a 30% (Johansen, 1940) e incluido en paraplast. Las secciones del material se cortaron con grosor de 27  $\mu\text{m}$  a 30  $\mu\text{m}$  en un microtomo de deslizamiento, y fueron teñidas con azul de toluidina (solución acuosa al 5%) y con verde rápido-safranina.

Material actual, ya seccionado y teñido para observación de *Opsiandra gomez-pompeae* Quero fue proporcionado por Estela Sandoval Zapotilla y Hermilo Quero del Jardín Botánico del Instituto de Biología, UNAM.

## CRITERIOS DE MEDICION

- Los parámetros de medición, diámetro, anchura, y longitud de las células por lo general se midieron a partir de uno de los bordes externos de la pared celular al otro

## **RESULTADOS**

borde exterior de la pared celular.

- El diámetro de los elementos traqueales, se consideró como el diámetro máximo de la luz, fue medido de un borde interior al borde interior opuesto.

- El diámetro del estele corresponde al diámetro que va del borde exterior de la pared celular de una de las células de la endodermis al borde exterior de la pared celular de la célula opuesta de la endodermis.

- La densidad de haces vasculares por  $\text{cm}^2$  se realizó marcando un cuadro de  $1 \text{ cm}^2$  en las preparaciones que tenían cortes transversales y el posterior conteo por observación directa en un microscopio estereoscópico. En el caso donde sólo existía una preparación en corte transversal únicamente se pudo medir una vez, en los otros casos la medición se hizo con cuatro repeticiones.

## **UBICACION DEL MATERIAL**

El material utilizado para la realización de este trabajo está depositado en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo los números de catálogo por asignar.

## **NOTA ACLARATORIA**

Los nombres asignados en este trabajo sistemático no tienen ninguna validez de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura Botánica, por lo que su uso se restringe a un ejercicio práctico de la forma de descripción y denominación de nuevas especies.

## DESCRIPCION SISTEMATICA

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Subclase:** Arecidae

**Orden:** Arecales

**Familia:** Arecaceae (Palmae) Jussieu

**Género:** *Palmoxylon* Schenk

**Especie:** *Palmoxylon vasculare* sp. nov.

Ricalde-Moreno et Cevallos-Ferriz

**Derivación del nombre:** El epíteto específico hace referencia a la presencia de haces vasculares formados sólo por elementos de conducción en la zona periférica de la tactosteles.

**Holotipo:** MNL- P1 y MNL- P2.

**Localidad:** kilómetro 14, carretera Monterrey-Nuevo Laredo, Formación Cook Mountain.

**Edad:** Eoceno

**Diagnosis:** Tallo con raíces y porción proximal del pecíolo. Tallo con atactosteles en el que se distinguen dos regiones, distribución homogénea de haces vasculares con densidad de 61 a 72 haces vasculares/cm<sup>2</sup>. Región periférica, formada por tejido fundamental compacto de células esclerenquimáticas entre las que hay haces vasculares constituidos básicamente por elementos traqueales. Región interna, formada por tejido fundamental laxo, compuesto de células de parénquima alargadas, con haces vasculares formados por un área fibroso de tipo reniforme rodeado con parénquima tabular y células radiales en toda la periferia del haz; hay también canales y haces fibrosos bordeados por estégmatas. Pecíolo delimitado abaxialmente por una hipodermis compacta con células anticlinalmente alargadas, con grosor aproximado de 10 capas de células, tejido fundamental compacto con células de formas irregulares que varían de alargadas a poliédricas, con tres tipos de haces vasculares, el tipo típico, los haces vasculares de forma circular y los haces disociados. Haces fibrosos presentes. Hipodermis con una protuberancia

en forma de quilla, con un haz vascular circular con delgada región fibrosa de forma lunaría. Raíces poliarcas con número variable de vasos rodeados por fibras alrededor de la médula donde a su vez se encuentran vasos rodeados por fibras. Tejido medular en ocasiones desaparecido. Endodermis con engrosamientos en forma de U. Córtex dividido en tres zonas, una interna compacta, una media aerenquimatosa, y una externa compacta. Exterior a esta última se encuentra una hipodermis formada por células esclerotizadas alargadas.

**Descripción:** La muestra representa la parte epibasal del tallo, y consta de tres órganos, tallo, pecíolo y raíces. El tallo tiene forma de cilindro angosto, el pecíolo envainante y las raíces que rodean al tallo, se proyectan en forma perpendicular, estas últimas atraviesan al pecíolo. El tallo tiene un diámetro máximo de 15 cm, un espesor que varía de 1.4 cm a 2.8 cm. La zona de las raíces tiene una anchura mínima de 1.3 cm en la parte superior y una máxima de 3 cm en su parte basal (Figura 1).

El eje caulinar está formado por tres regiones caracterizadas por los tipos y organización de células que las componen, además de la disposición de tres tipos distintos de haces vasculares, un haz fibroso y canales intercelulares (Figura 2). Estos elementos están incluidos en tejido fundamental compuesto por dos tipos de células. Hacia la periferia del atactostele (Figura 2), el tejido fundamental se compone de células esclerenquimáticas dispuestas en una banda anular continua de aproximadamente 10 células de espesor. La forma de las esclereidas es cilíndrica con uno de los extremos ensanchados. El diámetro de estas células varía de 30  $\mu\text{m}$  a 60  $\mu\text{m}$  ( $X= 43.75 \mu\text{m}$ ) y su longitud va de 150  $\mu\text{m}$  a 230  $\mu\text{m}$  ( $X= 207.77 \mu\text{m}$ ). Inmersos en esta región hay haces vasculares que en corte transversal tienen forma que varía de circular a elíptica. Se presentan con una densidad promedio de 72 haces vasculares/cm<sup>2</sup>. Interior a la región esclerenquimática del tallo, el tejido fundamental está formado por células de pared delgada y los haces vasculares tienen una densidad promedio de 61 haces vasculares/cm<sup>2</sup> (Figura 2).

El área vascular de los diferentes tipos de haces vasculares tienen una constitución básica formada por elementos de conducción y parénquima en el que se encuentran

inmersos. En general el área vascular está acompañada por una cubierta parcial fibrosa localizada al margen de uno de sus polos. Los haces vasculares, en corte transversal, tienen el área vascular orientada hacia el centro del tallo. Tanto los haces vasculares, como los fibrosos, se encuentran dispuestos en su mayoría verticalmente a través del eje caulinar, sin embargo, son frecuentes aquellos que se proyectan hacia la periferia siguiendo una dirección oblicua o tangencial (Figura 1). Haces vasculares distintos se localizan dependiendo de la región atactostélica en la que se encuentren. La constitución básica de éstos sufre modificaciones graduales, en la disposición y número de los elementos celulares que los constituyen, en dirección centrífuga. En la región exterior del atactostele, en corte transversal, son de forma casi completamente circular, mientras que hacia el interior son de forma ovoidal. En la región más central de que se dispone, los haces vasculares son típicos, es decir, que están formados por xilema, floema y una vaina fibrosa, delimitados del resto del tejido fundamental por una, dos o varias capas de células de parénquima tabular.

Hacia la periferia del atactostele, en la región de tejido esclerenquimático, los haces vasculares están constituidos principalmente por elementos traqueales. Estos haces, en corte transversal, tienen forma que varía de circular a elíptica, sus diámetros van de 200  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$  ( $x = 345.47 \mu\text{m}$ ; Figura 3). A pesar de que en algunas ocasiones los haces están constituidos principalmente por elementos de vaso, en su gran mayoría se encuentran claramente polarizados, es decir, formados por elementos de vaso que ocupan dos terceras partes del haz vascular y el resto es ocupado por un espacio vacío correspondiente al lugar donde estaba el floema. Estos haces no presentan área fibrosa anexa. Cuando los haces están polarizados en dos zonas hay una hilera de células de pared delgada que ayuda a delimitar al xilema del floema (Figura 3). En corte transversal estas células de pared delgada son de forma ovoidal, con un diámetro periclinal que varía de 5  $\mu\text{m}$  a 17  $\mu\text{m}$  ( $x = 12.14 \mu\text{m}$ ) y un diámetro anticlinal de 27.5  $\mu\text{m}$  a 45  $\mu\text{m}$  ( $x = 32.14 \mu\text{m}$ ). Los elementos de vaso, tienen engrosamientos anulares y placas de perforación simple que varía de transversa a oblicua y diámetro que varía de 25  $\mu\text{m}$  a 60  $\mu\text{m}$  ( $x = 47.5 \mu\text{m}$ ; Figura 4). Los haces vasculares están

bordeados por 3 o más capas de células cilíndricas y arqueadas, con punteaduras simples, y longitud radial que en corte transversal varía de  $35\ \mu\text{m}$  a  $100\ \mu\text{m}$  ( $x=59.17\ \mu\text{m}$ ). La capa más interior tiene células menos alargadas que el resto del parénquima que bordea al haz vascular.

En la parte interna de la región esclerenquimática, se encuentran intercalados con los haces elipsoidales, haces vasculares con un área fascicular fibrosa anexa. Estos últimos están formados por un área vascular semejante al del tipo de haz anterior pero bordeada por células de pared gruesa de forma rectangular, vistas en corte transversal. El área fascicular fibrosa tiene forma elipsoidal interrumpida, lunaría, ya que está truncada en el límite con el área vascular, que es de forma circular en corte transversal. El haz vascular con el área fibrosa anexa a su vez esta delimitado por parénquima tabular.

Por dentro de la región esclerenquimática el tejido fundamental es menos laxo que en la región central y tiene haces vasculares típicos. El diámetro radial de estos haces, varía de  $1175\ \mu\text{m}$  a  $1625\ \mu\text{m}$  ( $x=1414.29\ \mu\text{m}$ ; Figura5). El área vascular esta formada por los vasos de metaxilema en un número casi constante de dos, y tienen punteaduras opuestas. Estos tienen diámetros que van de  $50\ \mu\text{m}$  a  $100\ \mu\text{m}$  ( $x=72.25\ \mu\text{m}$ ). Las células de parénquima que rodean los vasos, son de forma poliédrica con una longitud anticlinal en corte transversal que varía de  $37\ \mu\text{m}$  a  $67\ \mu\text{m}$  ( $x=53\ \mu\text{m}$ ) y periclinal de  $10\ \mu\text{m}$  a  $17.5\ \mu\text{m}$  ( $x=15.5\ \mu\text{m}$ ), en corte longitudinal las células son de forma rectangular, su longitud varía de  $22\ \mu\text{m}$  a  $165\ \mu\text{m}$  ( $x=61.25\ \mu\text{m}$ ). Bordeando a todo el haz vascular hay otro tipo de parénquima, éste es de forma ovoidal tanto en corte transversal como longitudinal (Figura6), su diámetro en corte transversal varía de  $50\ \mu\text{m}$  a  $145\ \mu\text{m}$  ( $x=80.53\ \mu\text{m}$ ). El área fibrosa está formada por un fascículo de fibras plurilaminadas (Figura7) arregladas de manera compacta cuyos diámetros varían de  $30\ \mu\text{m}$  a  $120\ \mu\text{m}$  ( $x=74.26\ \mu\text{m}$ ) y sus longitudes varían de  $420\ \mu\text{m}$  a  $500\ \mu\text{m}$  ( $x=475\ \mu\text{m}$ ). En la periferia del área fibrosa del haz vascular, adheridos a las paredes periclinales de las fibras externas se encuentran estégmatas alineados de manera uniforme (Figura8), cubriendo parcialmente al haz. Los estégmatas tienen diámetros que varían de  $17.7\ \mu\text{m}$  a  $25\ \mu\text{m}$  ( $x=22.71\ \mu\text{m}$ ). En el lugar donde debían unirse las dos áreas del

haz vascular hay un espacio vacío delimitado por fibras de un lado y por parénquima anexo a la región vascular por el otro. Este espacio corresponde a la zona del floema. Rodeando a todo el haz hay dos tipos de células de parénquima. La primera capa, en corte transversal, está formada por células cuya forma varía de isodiamétricas a rectangulares. La segunda capa, exterior a la anterior, está compuesta por células alargadas que radian a partir del haz con un ángulo casi recto respecto al área vascular y de manera oblicua (de ángulos agudos) en el área fibrosa. El parénquima radia como las patas de un artrópodo, en especial los de una araña. Estas células en corte transversal tienen una longitud radial de  $50\ \mu\text{m}$  a  $165\ \mu\text{m}$  ( $x= 105.89\ \mu\text{m}$ ) y un ancho de  $45\ \mu\text{m}$  a  $50\ \mu\text{m}$  ( $x= 48.75\ \mu\text{m}$ ), mientras que en corte longitudinal tienen longitud de  $17\ \mu\text{m}$  a  $65\ \mu\text{m}$  ( $x= 30.39\ \mu\text{m}$ ).

En la región interna del atactostele, el tejido fundamental está formado por células de parénquima con formas diversas. Estas células de pared delgada circunscriben a todos los tipos de haces, y el parénquima adopta las formas que convienen para llenar el espacio entre los haces vasculares y los canales que incluye. En corte transversal, la forma de las células de parénquima fundamental que son más comunes son los polígonos alargados. Estas células tienen diámetro, en corte transversal, que varían de  $55\ \mu\text{m}$  a  $130\ \mu\text{m}$  ( $x= 90\ \mu\text{m}$ ). En la zona periférica de esta región el tejido se observa con mayor cohesión que hacia la zona central donde tiene un arreglo más laxo, tiene la apariencia de ser un tejido aerenquimatoso formado fundamentalmente por células alargadas que se proyectan en todas direcciones .

El haz vascular típico, hacia la parte central de la región interna del atactostele, donde el parénquima adquiere un arreglo más laxo, presenta algunas variantes en la forma del área vascular. En corte transversal tiende a ser triangular (Figura9) y tiene un número de vasos de metaxilema variable de 2 a 5 aunque el más frecuente es de 2. Además, se distinguen claramente elementos de protoxilema con engrosamientos anulares, cuyos diámetros van de  $15\ \mu\text{m}$  a  $55\ \mu\text{m}$  ( $x= 31.5\ \mu\text{m}$ ) y elementos de vaso de metaxilema con rangos de diámetro iguales a los de los haces vasculares típicos.

Entre los haces vasculares típicos, en la región de tejido fundamental laxo, se

encuentran haces circulares de fibras (Figura 10), que en corte transversal tienen diámetros que varían de 160  $\mu\text{m}$  a 200  $\mu\text{m}$  ( $x= 181.66 \mu\text{m}$ ). Las fibras individuales tienen diámetros menores que aquellas del área fibrosa anexa a los haces, su diámetro varían de 5  $\mu\text{m}$  a 20  $\mu\text{m}$  ( $x= 12.14 \mu\text{m}$ ). Adheridos a las paredes periclinales de las células periféricas del haz fibroso hay estégmatas (Figura 12) alineados de forma compacta a manera de coraza a lo largo de todo el haz. Alrededor del haz, las células de parénquima del tejido fundamental alargadas se proyectan radialmente (Figura 11) a partir de los estégmatas.

Los canales están intercalados irregularmente en la parte interior a la región esclerenquimática. Estos constan de dos ciclos celulares que delimitan una luz circular (Figura 13). El diámetro de la luz varía de 42.5  $\mu\text{m}$  a 45  $\mu\text{m}$  ( $x= 44.17 \mu\text{m}$ ). En corte transversal el ciclo interior está formado por células rectangulares, de pared delgada, ondulante, arqueada con longitud de arco que varía de 32.5  $\mu\text{m}$  a 62.5  $\mu\text{m}$  ( $x= 45.5 \mu\text{m}$ ), mientras que su ancho es de 12.5  $\mu\text{m}$  a 37.5  $\mu\text{m}$  ( $x=21.66 \mu\text{m}$ ). El número de constituyentes celulares de este primer ciclo es por lo general de 4. Al interior de estas células hay contenidos oscuros de forma globular, en corte transversal. El ciclo celular exterior está formado por células de pared delgada, de forma rectangular y más pequeñas que las anteriores. En corte transversal su lado menor varía de 12.5  $\mu\text{m}$  a 28  $\mu\text{m}$  ( $x= 18.88 \mu\text{m}$ ) y el mayor de 16  $\mu\text{m}$  a 32.5  $\mu\text{m}$  ( $x= 23.25 \mu\text{m}$ ).

El peciolo no tiene un límite interior claro. Existe un espacio vacío en la muestra, entre la zona esclerenquimática del atactosteles y la zona donde el mesófilo es atravesado por las raíces. Sin embargo, existe una región limitante exterior que corresponde al lado abaxial del peciolo, ésta está formada por una zona de 10 células de grosor (Figura 14). Está formada por células anticlinalmente alargadas de forma rectangular, de paredes ligeramente más gruesas y lumenes más angostos que el resto del tejido fundamental, sugiriendo que se trata de una hipodermis. Esta región limitante abaxial, tiene una protuberancia en forma de quilla (Figura 14) que contiene un haz vascular circular. El mesófilo del peciolo envainante está compuesto fundamentalmente por células de parénquima compacto, de forma poliédrica, con pared delgada y haces vasculares

semejantes a los típicos del tallo, haces disociados (Figura 15) y un haz circular poco común. Este último está formado por numerosos elementos traqueales, con una región fibrosa de tipo lunaría muy angosta con células de parénquima radlante. En esta zona están dispersos también un gran número de haces fibrosos, canales y cúmulos o agrupamientos de células. Estos últimos posiblemente sean nidos de fibras o esclereidas, formados por células de pared ligeramente más gruesa que el resto del parénquima acompañante y su tamaño es menor con respecto al resto del parénquima entre el que se encuentran arreglados de manera compacta.

Los haces disociados (Figura 15) son aquellos en los que no se ve una estructura con unidad discreta, es decir, no tienen un tipo de parénquima que delimite al haz, circunscribiéndolo dentro del resto del mesófilo. Los elementos celulares, fibras y parénquima anexo, están dispersos entre el tejido fundamental.

Los haces vasculares semejantes a los típicos (Figura 16) del tallo se diferencian por tener dos capas de parénquima tabular, además de la variabilidad existente, en el tamaño y número de los elementos de metaxilema que pueden llegar hasta cuatro vasos. La capa delimitante más interna tiene células con paredes más delgadas en contraste con la externa, cuyas células tienen contenidos oscuros y son de forma rectangular pero las paredes son gruesas.

En el peciolo existe otro tipo de haz vascular, poco común, formado por varios elementos traqueales incluidos entre células de parénquima de forma poliédrica y delimitados por células de parénquima de forma ovoidal. Al exterior de esta capa celular hay células de parénquima alargadas tangencialmente que se encuentran radiando uniformemente.

Los haces fibrosos del peciolo, tanto en dimensiones como en constituyentes, son semejantes a los del tallo (Figura 17).

Los canales de esta región están formados por un ciclo de células de forma esferoidal. Los diámetros de estas células varían de 20  $\mu\text{m}$  a 30  $\mu\text{m}$  ( $x = 25 \mu\text{m}$ ). La luz que bordean tiene un diámetro que varía de 80  $\mu\text{m}$  a 140  $\mu\text{m}$  ( $x = 110 \mu\text{m}$ ). La dirección que siguen estos

canal es variable y que se les encuentra tanto en cortes transversales como longitudinales en forma circular y ovoidal. Es importante señalar que la forma y tamaño de las células de los canales se corresponden con las de los estégmatas y al interior hay células semejantes a las fibras, por lo que pudiera tratarse de haces fibrosos mal conservados.

Atravesando la región del pecíolo hay numerosas raíces poliarcas con variación en el número de vasos que presentan en el estele (Figura 18). Del exterior hacia el centro están formadas por una epidermis con células de pared gruesa y forma elipsoidal en corte transversal, exodermis compuesta por fibras, córtex dividido en una región aerénquimata central delimitada por dos bandas anulares de parénquima compacto, una hacia el interior y otra hacia el exterior del aerénquima y, el estele caracterizado por tener un anillo de vasos de metaxilema al interior de la endodermis rodeados cada uno por fibras y por tener en la región central de la médula vasos también envainados por fibras.

Las fibras de la exodermis tienen diámetros que varían de 10  $\mu\text{m}$  a 12.5  $\mu\text{m}$  ( $x=6.78 \mu\text{m}$ ).

Interior a la exodermis, el córtex externo está formado por células de parénquima que en corte transversal son de forma poliédrica a más o menos isodiamétrica y en corte longitudinal son rectangulares. Están arregladas de manera compacta, dispuestas en 3 a 4 capas celulares. Regularmente dispersas en este córtex se encuentran células de pared delgada, de forma esferoidal, con contenido oscuro homogéneo. Los diámetros de las células de parénquima compacto varían de 25  $\mu\text{m}$  a 35  $\mu\text{m}$  ( $x=28.5 \mu\text{m}$ ), mientras que las que tienen contenidos oscuros varían de 20  $\mu\text{m}$  a 35  $\mu\text{m}$  ( $x=26.46 \mu\text{m}$ ). El tejido característico del córtex medio es el aerénquima compuesto por células de forma ovoidal con diámetros máximo y mínimo que varían de 45  $\mu\text{m}$  a 75  $\mu\text{m}$  ( $x=62 \mu\text{m}$ ) y de 35  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$  ( $x=43 \mu\text{m}$ ) respectivamente. Estas forman una red tridimensional homogénea. El córtex interno está formado por tejido compacto, con células de forma poliédrica en corte transversal y diámetros que varían de 30  $\mu\text{m}$  a 65  $\mu\text{m}$  ( $x=49 \mu\text{m}$ ), y en corte longitudinal son rectangulares, con longitud que varía de 35  $\mu\text{m}$  a 70  $\mu\text{m}$  ( $x=50 \mu\text{m}$ ). El espesor de esta región celular varía de 5 a 7 capas celulares.

En el tejido fundamental de la raíz hay un tercer tipo de canal formado por una luz con diámetro de 150  $\mu\text{m}$  bordeado por dos ciclos de células de pared delgada con punteaduras simples. La forma de las células del primer ciclo celular, en corte transversal, varía de cuadrangular a rectangular y el segundo está formado por células más pequeñas de pared gruesa y con contenidos oscuros.

La endodermis en corte transversal está formada por células de forma cuadrangular con engrosamientos uniformes que bordean tanto a las paredes periclinales como a las anticlinales. Las dimensiones de las células individuales en corte transversal son de 10  $\mu\text{m}$  a 20  $\mu\text{m}$  ( $x= 13.75 \mu\text{m}$ ). El periciclo está formado por una capa de células de pared delgada que varían de forma poliédrica a esferoidal. El xilema está constituido por haces vasculares que forman un anillo alrededor de la médula. Los vasos de metaxilema están compuestos por elementos que frecuentemente no tienen una consecución de uno a uno, sino que en algunas ocasiones un elemento de vaso es seguido por dos elementos de vaso. Cuando se presenta esta característica las placas de perforación suelen ser oblicuas, mientras que los elementos de vaso de consecución simple tienen placa de perforación simple y transversal. Las punteaduras de los elementos de vaso son opuestas. El diámetro de los elementos de vaso varía de 60  $\mu\text{m}$  a 220  $\mu\text{m}$  ( $x= 131.75 \mu\text{m}$ ) y su longitud va de 75  $\mu\text{m}$  a 340  $\mu\text{m}$  ( $x= 233.64 \mu\text{m}$ ). El número de vasos puede llegar hasta 45 por raíz (Figura 19).

Los vasos están rodeados por fibras cuyos diámetros varían de 10  $\mu\text{m}$  a 20  $\mu\text{m}$  ( $x= 15 \mu\text{m}$ ). Los vasos junto con las fibras envainantes forman una banda anular que delimita a la médula. Esta está formada por células de parénquima en corte transversal varían de forma cuadrangular a circular, con diámetros que van de 10  $\mu\text{m}$  a 30  $\mu\text{m}$  ( $x= 17.5 \mu\text{m}$ ). En la médula se encuentran también vasos de metaxilema envainados por fibras (Figura 18). El número de vasos de metaxilema que se encuentra en la región medular es variable, a pesar de ello es común encontrar raíces con cuatro vasos al centro de la región medular.

Las raíces se encuentran en varias ocasiones partiendo directamente del tallo. Es decir, existe continuidad entre el tejido fundamental del tallo y el tejido fundamental de la raíz.

**Comparación:** *Palmoxylon vasculare*, de Nuevo León, es conocido con base en tres órganos, raíz, tallo y porción basal del pecíolo. La anatomía de sus órganos no encuentra un patrón igual entre las palmeras fósiles previamente reportadas, y su tallo se distingue de las palmeras actuales por presentar en la zona esclerenquimática haces vasculares formados únicamente por elementos vasculares, es decir, sin vaina fibrosa. La presencia de canales verticales en la planta de Nuevo León contrasta con la prácticamente ausencia de éstos en las palmeras fósiles, aunque éstos se encuentran en las palmeras actuales. Es notorio también que entre las palmeras fósiles con las que *Palmoxylon vasculare* comparte algunos caracteres (Tabla 3), en ninguna se presentan fibras plurilaminadas que son típicas de la planta de Nuevo León.

Las palmeras descritas con base en su tallo por Tidwell (1973) tienen cierta semejanza con *P. vasculare*. La similitud se encuentra en el arreglo del parénquima compacto del córtex externo, en la presencia de dos a tres vasos de metaxilema por haz vascular, en la organización del tejido fundamental alrededor de los haces vasculares en forma tabular y radiante, en la presencia de haces fibrosos, y en la forma reniforme de la vaina fibrosa en el haz vascular. *Palmoxylon coelli* Tidwell tiene aun mayor parecido con el tallo de la planta de Nuevo León por tener estégmatas y mayor frecuencia de haces fibrosos hacia la región central. Sin embargo, estas palmeras de la Formación Green River, en Wyoming, se distinguen de *P. vasculare* por tener parénquima compacto en la región central del tallo, mientras que en la planta de Nuevo León éste es notoriamente más laxo. Además, aparentemente la vaina fibrosa de los haces vasculares en *P. coelli* es del mismo tamaño en todas direcciones, mientras que en *P. vasculare* existe una gradación en el tamaño, siendo de mayor tamaño hacia la periferia y disminuyendo hacia el centro (Tabla 3).

Otra palmera conocida en base a su tallo y raíz, y que tiene algunas semejanzas con *P. vasculare* es *P. anchorus* Stevens del Cretácico de Nueva Jersey. El diámetro de las fibras de la vaina fibrosa de los haces vasculares, que es de tipo reniforme en *P. anchorus*, tienen el mismo gradiente de tamaño y distribución que en *P. vasculare* (Stevens, 1912). Además, las raíces de estas plantas tienen exodermis y los vasos están rodeados por esclerénquima

ESPECIE	EDAD	ZONA CORTICAL	ZONA SUBSERIAL	ZONA DEMAL	ZONA CENTRAL	PARENQUIMA	Parénquima tabular	Parénquima radial	ESTEGMATAS	REGION FIBROSA	RAIZ	PECIOLLO
<i>Palmyton vasculare</i>	Eoceno	Tajo Fundamental, (H) Compacto formado por esclerencias. Tipo de haces vasculares. (H) de células o elípticos formados solo por elementos fibrosos. Densidad de haces vasculares por centímetro cuadrado. (d) = 75	Hizo subserial: Dentro del folio solo se distinguen 2 zonas		Hizo formado por células de pared delgado. H: típicos y trazas foliadas. d = 61 Hv = 2 Nms = 1 (+) C = (+)	células alargadas e isodiamétricas	(+)	(+)	(+)	reniforme lunaria	Esofemas (e) de células de pared gruesa. Cortes externo (ce) de células de pared delgadas isodiamétricas compactas. Cortes medio (cm): escleromas reticulados. Cortes interno (ci) compacto. Estiles (E) haces vasculares insertos en una capa de fibras.	H: compacto formado por células poligonales de formas irregulares. Hv: típicos y dispersos y circulares con vaina fibrosa. Nms = muy variable; haces blancos = (+); cortices = (+)
<i>Ulla dalmatensis</i> (Ehren & Sclater, en prensa)	Eoceno Cuesta de Canadá	Reacción fibro-vascular. (F-v) = No vasos de metaxilema. (Hm) = + de 8, con haces frecuentes. Haces fibrosos. (D) = (+)	H: homogéneo, compacto con espacios intercalares. Hv: trazas foliadas. d = 7. F-v = 7. Nms = (+)		H: grandes espacios escleróticos delimitados por una red de parénquima. Hv: típicos y trazas foliadas. d = 5. Nms = 1-6, con filides abundantes. Hf = (+)	isodiamétricas y alargadas	(-)	(-)	(+)	lunaria y reniforme	e: no reportado; ce, compacto; cm: células con contenidos azules o alendrinos rosados	H: compacto formado por células poligonales de formas irregulares. Hv: típicos y dispersos. Nms = muy variable, 2-4 ó más. H: (+). C: (+)
<i>Palmyton maebae</i> (Ogura, 1952)	Indiaria Japon		H: parénquima lignoso en disposición tangencial a los estiles. Hv: típicos y trazas foliadas. Hf reniforme. de 41. F-v = 7, vasos con engrosamientos escleróticos		Hizo onduloso: No está regionalizado esta descripción	células cilíndricas tangencialmente alargadas	(+)	(+)		reniforme	e: ?; ce: consiste de una delgada capa de células de parénquima 1 ó 4 capas con células con contenidos azules, cm con células cilíndricas radiales. E: sección escleroneumática y laminada sinuosa. Múltiples en algunas ocasiones destruida e: capa compacta de fibras.	H: compacto formado por células poligonales de formas irregulares. Hv: típicos y dispersos. Nms = muy variable, 2-4 ó más. H: (+). C: (+)
<i>Palmyton patagonicum</i> (Barnes, 1968)	Paleoceno Patagonia		H: tajo compacto con células radialmente alargadas y células con contenidos azules. Hv: típicos y escasos. de 7. F-v = 7. Nms = 7. Hf (+)	H: células cilíndricas radialmente alargadas (así se ven las formas que contienen). Hv: típicos y trazas foliadas con un engrosamiento de la forma creciente de 2 a 3 filas de fibras. de 147. F-v = 1. Nms = 7. Hf (-)	H: lignoso con células con contenidos azules. Hv: típicos. de 7. F-v = 5. Nms = 2. Hf (+)	isodiamétricas poligonales y alargadas	(-)	(+)	(+)	reniforme	ce: formado por células redondas o células con contenidos acuosos/azules en hilos longitudinales; cm: pequeñas zonas gruesas radiales. E: Presenta una zona fibrosa externa rodeada por 3 haces vasculares. H: parénquima macizo con algunos vasos rodeados por fibras.	
<i>Palmyton maebae</i> (Barn & Menon, 1963)	Deccan Intertrappean India		H: ?; Hv: típicos. de 7. F-v = 2 ó 1 ó 1; Nms = 2 ó 3. Hf (+)	H: compuesto por células alargadas. Hv: típicos. de 50 ó 65. F-v = 2 ó 1 ó 1; Nms = 2 ó 3. Hf (+)		células alargadas e isodiamétricas	(-)	(+)	(+)	reniforme cordata	e: de células de pared delgada al exterior y células de pared gruesa 1 ó 2 ó 4 capas de parénquima compacto; cm: con espacios azules radiales de diversas formas e: ?; ce: tajo compacto de células con pared gruesa; cm: células redondas de pared delgada con cavidades azules y haces fibrosos; ci: hilo compacto; parénquima de 3 capas celulares. E: 22 haces vasculares. E: gran vaso de metaxilema está rodeado por células de parénquima y entre los haces vasculares hay células poligonales de pared gruesa. Múltiple con células de pared delgado y vasos al interior de 1 ó 4 rodeados por células de paredes gruesas escleróticas = escleromas: 6 capas celulares. ce: 2 ó 4 capas compactas de células de pared delgado; cm: con espacios azules; ci: 2 ó 3 capas de parénquima.	
<i>Palmyton surajagi</i> (Kumar, 1956)	Deccan Intertrappean India	H: lignoso, células discontinuas tangencialmente alargadas. Hv: típicos. de 7. F-v = 5 ó 1 ó 1; Nms = 2 ó 3. Hf (+) por que pueden ser grupos de esclerencias	H: compacto de células isodiamétricas y alargadas. de 90 ó 95. F-v = 7. Nms = 1 ó 4 más frecuentes de 2. Hf (+)	H: lignoso: Hv: típicos y trazas foliadas. de 48. F-v = 5. Nms = 2 ó 3. Hf (+)	H: lignoso: Hv: típicos y trazas foliadas. de 48. F-v = 5. Nms = 2 ó 3. Hf (+)	células alargadas y poligonales	(-)	(+)	(+)	reniforme orbicular y reniforme	e: ?; ce: tajo compacto de células con pared gruesa; cm: células redondas de pared delgada con cavidades azules y haces fibrosos; ci: hilo compacto; parénquima de 3 capas celulares. E: 22 haces vasculares. E: gran vaso de metaxilema está rodeado por células de parénquima y entre los haces vasculares hay células poligonales de pared gruesa. Múltiple con células de pared delgado y vasos al interior de 1 ó 4 rodeados por células de paredes gruesas escleróticas = escleromas: 6 capas celulares. ce: 2 ó 4 capas compactas de células de pared delgado; cm: con espacios azules; ci: 2 ó 3 capas de parénquima.	
<i>Palmyton coturnum</i> (Ehrhard & Saranga, 1968)	Deccan Intertrappean India	H: células de parénquima cilíndricas radialmente alargadas. Hv: típicos. de 7. F-v = 2 ó 1 ó 1; Nms = 7. Hf (+)	H: tajo y compacto de células alargadas y poligonales. Hv: típicos y trazas foliadas. de 50 ó 60. F-v = 1 ó 1 ó 1. Nms = 7.	H: ?; Hv: típicos y trazas foliadas. de 48. F-v = 1 ó 7. Nms = 2 ó 3. Hf (-)	H: células alargadas y poligonales. Hv: trazas foliadas y típicos. de 18 ó 20. F-v = 3 ó 4 ó 4. Nms = 2 ó 7. Hf (+)	células alargadas y poligonales	(-)	(-)	(-)	cordata	e: ?; ce: tajo compacto de células con pared gruesa; cm: células redondas de pared delgada con cavidades azules y haces fibrosos; ci: hilo compacto; parénquima de 3 capas celulares. E: 22 haces vasculares. E: gran vaso de metaxilema está rodeado por células de parénquima y entre los haces vasculares hay células poligonales de pared gruesa. Múltiple con células de pared delgado y vasos al interior de 1 ó 4 rodeados por células de paredes gruesas escleróticas = escleromas: 6 capas celulares. ce: 2 ó 4 capas compactas de células de pared delgado; cm: con espacios azules; ci: 2 ó 3 capas de parénquima.	



en ambas. Sin embargo, la forma y organización del tejido fundamental es contrastante en estas dos plantas. En *P. vasculare* existe una región de tejido fundamental compacto hacia la periferia que se vuelve laxo hacia el interior, mientras que en *P. anchorus* es compacto en todo el tallo. Otra diferencia se encuentra en el aerénquima del córtex medio de las raíces que en *P. anchorus* se organiza radialmente y tiene esclereidas (Stevens, 1912), mientras que en *P. vasculare*, tiene organización reticular y carece de esclereidas.

*Palmoxylon maedae* Ogura también se conoce con base en sus tallos y raíces. El tallo de esta planta tiene básicamente el mismo haz vascular típico que *P. vasculare*, y comparten además el presentar de 2 a 3 vasos de metaxilema por haz vascular, tener haces fibrosos rodeados por estégmatas y la baja frecuencia de haces vasculares/cm<sup>2</sup>. El tejido fundamental de esta planta japonesa, de edad y localidad inciertas, se organiza de forma muy similar a *P. vasculare*, formando un patrón que semeja a las patas de un artrópodo. Sin embargo, los tallos de estas plantas se distinguen entre sí porque en la planta japonesa no se reporta tejido fundamental compacto hacia la periferia del tallo. Además, las raíces de *P. vasculare* y *P. maedae* son diferentes porque el aerénquima del córtex medio es radial en la planta japonesa y reticular en la planta de Nuevo León, y la exodermis en ambas plantas tiene grosor distinto (Ogura, 1952).

El tallo y la raíz de *Palmoxylon surangei* Lakhanpal de la serie Deccán Intertrappean de la India también comparten algunas características con *P. vasculare* (Tabla 3). El tejido fundamental del tallo en las dos plantas está formado por células que varían de isodiamétricas a alargadas, y las zonas de tejido compacto y laxo están bien representadas en su córtex externo y medio. Además los haces vasculares son semejantes en la forma reniforme de la vaina fibrosa, en el número de vasos de metaxilema y en la presencia de parénquima radiante, aunque *P. surangei* no tiene parénquima tabular (Lakhanpal, 1956). Sin embargo, aparentemente la planta de la India tiene grupos de fibras mal conservados que en ocasiones parecen ser canales (Lakhanpal, 1956). No obstante esta situación es semejante en la planta de Nuevo León, aunque en este caso se describen como haces

fibrosos. Otras diferencias entre estas plantas son, por ejemplo, la frecuencia de haces vasculares/cm<sup>2</sup> que en las distintas regiones del tallo no concuerdan y aunque la vaina fibrosa de los haces vasculares es básicamente reniforme en el material de la India, existen algunas desviaciones de este patrón, pudiendo ser cordata, o lo que Lakhanpal (1956) llama de piriforme a orbicular. Por otra parte, las raíces de la palmera de la serie Deccan Intertrappean no tiene exodermis; haces fibrosos en el córtex medio, y el estele tiene por lo general 22 haces vasculares. En contraste, la raíz de *P. vasculare* tiene exodermis bien desarrollada, carece de haces fibrosos y su estele puede tener hasta 45 haces vasculares.

La palmera sudamericana reportada por Romero (1968) del Paleoceno de Patagonia, *Palmoxyloa patagonicum* Romero, comparte con *P. vasculare* la presencia de haces vasculares elipsoidales formados casi exclusivamente por tejido vascular hacia la periferia del tallo, en la región esclerenquimática (Tabla 3), la organización de los haces vasculares típicos en ambas plantas es similar, aunque en *P. patagonicum* no hay parénquima tabular, el número de vasos de metaxilema por haz vascular tiene variación semejante, de dos a cuatro en *P. patagonicum* y de dos a cinco en *P. vasculare*. Los tallos difieren, no obstante, en que mientras los estégmatas de la planta de Nuevo León son únicamente esféricos, en la planta de la Patagonia son esféricos o cónicos, y la presencia de células con contenidos oscuros en el córtex de *P. patagonicum* contrasta con su ausencia en *P. vasculare*. El parecido de estas plantas es llamativo. Su diferencia principal radica en la organización de aerénquima del córtex medio, que si bien es reticular en ambos casos, los espacios aéreos en la planta sudamericana son de mayor tamaño (Romero, 1968).

Aunque en general existen caracteres compartidos entre esta nueva planta y otros fósiles, siempre hay diferencias entre ellas. Aun más, aunque el parecido puede ser muy cercano entre *P. vasculare* y *P. patagonicum*, el desconocimiento de otros órganos no permite reconocerlos como coespecíficos. De la planta de Nuevo León se conocen detalles de la porción basal del pecíolo, mientras que en la planta argentina se desconocen. El trabajo de Erwin y Stockey (en prensa) muestra sin lugar a duda como el tallo de un

palmera fósil puede indicar relación con un grupo de palmera actual, mientras que su hoja sugiere una relación distinta. Entonces, hasta que no se conozca más detalle de las hojas de estas dos palmeras fósiles es conveniente tratarlas por separado. Además, su edad y distribución geográfica son lo suficientemente distintas como para evitar su asignación a la misma especie, sin mayor entendimiento de las plantas.

**Género:** *Palmoxylon* Schenk

**Especie:** *Palmoxylon livistiforme* sp. nov.

Ricalde-Moreno et Cevallos-Ferriz

**Derivación del nombre:** El epíteto específico hace referencia a la similitud que guarda con el género de la palmera actual *Livistona*.

**Holotipo:** Baja No. 1

**Localidad:** Formación El Cien

**Edad:** Oligoceno-Mioceno

**Diagnosis:** Tallo con atactostele formado por tejido fundamental de células alargadas intercaladas con células isodiamétricas en la zona cercana al xilema del área vascular del haz. El tejido fundamental es compacto en la periferia y laxo en la región central de la muestra. Tanto haces vasculares como fibrosos son rodeados por parénquima tabular, y en el área del xilema de los haces vasculares hay células alargadas en posición radial.

**Descripción:** En el fragmento de tallo con el que se cuenta es posible observar haces vasculares, haces fibrosos y el tejido fundamental en el que se encuentran incluidos formando un atactostele (Figura20).

Los haces vasculares están muy próximos entre sí, contándose 29 haces por centímetro cuadrado. Estos están incluidos en tejido fundamental formado por parénquima compacto cuando la separación entre los haces vasculares es de cuatro a ocho células, sin embargo, cuando la distancia entre ellos es mayor, el parénquima formador de tejido fundamental se organiza laxamente. Todos los haces vasculares tienen el área vascular del haz orientada hacia la región central del tallo (Figura20).

Los haces vasculares son del tipo típico (Figura 21). En corte transversal están formados por un área vascular de forma elíptica, envainada parcialmente por un área fibrosa de forma reniforme. Los haces vasculares en corte transversal varían en dimensiones, los hay muy compactos con un diámetro radial de 1625  $\mu\text{m}$ , hasta elongados de 2000  $\mu\text{m}$ , pasando por los casos intermedios de 1775  $\mu\text{m}$ . La relación fibro-vascular es de 1:4.

El xilema de los haces vasculares está constituido generalmente por dos grandes elementos traqueales con diámetros que varían de 75  $\mu\text{m}$  a 175  $\mu\text{m}$  ( $X= 130.71 \mu\text{m}$ ; Figura 22). En algunas ocasiones están acompañados por otros de diámetro más pequeño que varía de 45  $\mu\text{m}$  a 60  $\mu\text{m}$  ( $X= 55 \mu\text{m}$ ) localizados en el área más distal a la región fibrosa (Figura 22). Los engrosamientos de los elementos traqueales observados son anulares (Figura 23). Los elementos traqueales en su conjunto, están rodeados por células de pared delgada, que forman una vaina de 3 a 5 capas celulares de grosor. En corte transversal éstas células tienen forma que varía, de poligonal a circular, con diámetros dentro de los rangos de 15  $\mu\text{m}$  a 40  $\mu\text{m}$  ( $X= 27 \mu\text{m}$ ). A partir de ellas radian células de parénquima alargadas, con pared delgada y forma rectangular, cuya longitud radial varía de 110  $\mu\text{m}$  a 335  $\mu\text{m}$  ( $X= 171.88 \mu\text{m}$ ) y una anchura que va de 35  $\mu\text{m}$  a 95 ( $X= 68.57 \mu\text{m}$ ).

Entre el xilema y el área fibrosa existe un espacio de forma ovoidal que corresponde al lugar donde se encontraba el floema en vida de esta planta.

El área fibrosa del haz vascular está constituida por un fascículo compacto de fibras con diámetros que van de 50  $\mu\text{m}$  a 70  $\mu\text{m}$  ( $X= 60 \mu\text{m}$ ).

Envainando completamente al haz vascular hay una capa de parénquima tabular, formado por células de pared delgada, alargadas y arqueadas, que delimitan al haz del parénquima del tejido fundamental.

Pequeños fascículos de fibras de forma circular en corte transversal, con diámetros que van de 70  $\mu\text{m}$  a 130  $\mu\text{m}$  ( $X= 97.67 \mu\text{m}$ ), se localizan en el tejido fundamental (Figura 24), intercalados con los haces vasculares. La conservación de las células que los forman no es muy buena impidiendo distinguir de cuantas fibras está formado el haz. Estos haces están bordeados por células de pared delgada, de forma circular en corte transversal. Es a partir

de estas células que radian células alargadas del tejido fundamental al igual que en el caso de la región del xilema (Figura 24).

El tejido fundamental cuando está laxamente organizado, tiene como unidad básica células rectangulares. Las células forman una red en la que se unen entre sí por el lado de menor longitud, y cuando el tejido fundamental se encuentra en la zona cercana a la región del xilema del haz vascular, las células alargadas se unen entre sí a través de otras células pequeñas de forma circular. Las células alargadas tienen en corte transversal una longitud que va de 150  $\mu\text{m}$  a 210  $\mu\text{m}$  ( $X = 174.28 \mu\text{m}$ ) y una anchura que va de 60  $\mu\text{m}$  a 80  $\mu\text{m}$  ( $X = 68.57 \mu\text{m}$ ), mientras que en las células pequeñas el diámetro varía de 30  $\mu\text{m}$  a 60  $\mu\text{m}$  ( $x = 27.33 \mu\text{m}$ ).

**Comparación:** El fragmento de tallo de *Palmoxylon livistoforme*, de Baja California Sur, corresponde a la porción periférica del atactostele, interior a la región esclerenquimática. Esta región se caracteriza por tener una alta densidad de haces vasculares/ $\text{cm}^2$  y por tener vainas fibrosas en los haces vasculares de mayor tamaño hacia la periferia del tallo que hacia la región central. La presencia de tejido fundamental aerenquimático y compacto en la muestra confirma la ubicación espacial de ésta dentro del tallo, ya que éste es típico de la región periférica del atactostele.

En *Palmoxylon livistoforme* es muy característica la presencia de tejido fundamental formado por células alargadas, que forman espacios aéreos prominentes, así como el ordenamiento tabular y radiante del tejido fundamental en las regiones fibrosa y vascular respectivamente de los haces vasculares (Tabla 4). Este mismo patrón es encontrado en ocho palmeras fósiles previamente descritas (Tabla 4); aunque existen algunas diferencias en la distribución del parénquima. La presencia de parénquima radiante y tabular alrededor de los haces fibrosos es la característica que permite limitar aun más el parecido de esta palmera fósil de Baja California Sur, con otras previamente descritas. Por ejemplo aunque en *P. hungaricum* Greguss (Greguss, 1959) y *P. lacunosum* Unger el parénquima del tejido fundamental se arregla de manera radiante alrededor de los haces de fibras,

ESPECIE	EDAD	ZONA CORTICAL (zona esclerenquimática)	ZONA DERMAL (zona esclerenquimática)	ZONA SUBDERMAL	ZONA CENTRAL	PARENQUIMA	ESTEGMATAS	REGION FIBROSA
<i>Palmoxyton livistiforme</i> (Ricalde-Moreno & Cevallos-Feritz)	Oligoceno - Mioceno  Baja California, México		tejido fundamental (ff): compacto; tipo de haces vasculares (tv): tipicos; densidad de haces vasculares por cm cuadrado (d) = 29; relación fibro vascular (f-v) = ?; No. devasos de metaxilema (Nmx) = 2; haces fibrosos (hf): (+) con parénquima radiante	ff: laxo; tv: tipicos; d= 29; f-v= 2; hf: con parénquima radiante		células alargadas e isodiamétricas; parénquima tabular (pt): (+) parénquima radiante (pr): (+) en la región vascular	(-)	reniforme
<i>Palmoxyton fladungi</i> (Stenzel, 1904)			ff: compacto ?; tv: tipicos; d= ?; f-v = 5:1; Nmx = ?; hf= (-)			células de forma polihédrica- alargadas; pt: (+) pr: (+) en la región vascular		vaginata
<i>Palmoxyton arcolense</i> (Ramanujam, 1953)	Terciario?  Sur de la India		ff: compacto; tv: tipicos; d= 110; f-v= 15:1; Nmx= 1 elíptico; hf: (-)	ff: laxo; tv: tipicos y trazas foliares; d= 50 a 65; tv= 5:1 a 8:1; Nmx= 2; hf: (-)	ff: laxo; tv: tipicos y trazas foliares; d= 20 a 25; f-v= 2:1 a 3:1; Nmx= 2; hf: (-)	células rectangulares; pt (+); pr: (+) en la región vascular <i>ona la presencia de este tipo No menciona la presencia de este tipo de parénquima , pero se distingue en las fotografías</i> células elongadas; pt: (+) pr: (+) en la región vascular	(-)	reniforme
<i>Palmoxyton hungaricum</i> (Greguss, 1959)	Mioceno inferior  Hungria		ff: laxo con células con contenidos oscuros; tv: tipicos y trazas foliares; d= ?; f-v= ?; Nmx= 2; hf: (+) con parénquima radiante	<u>Nota aclaratoria:</u> <i>No esta regionalizada esta descripción</i>		células alargadas; pt: (+) pr: (+) en la región vascular	(+)	reniforme
<i>Palmoxyton lacunosum</i> (Descripción basada en los esquemas y dibujos de Berry)	Eoceno (edad basada en el ejemplar de Berry)		ff: laxo; tv: tipicos; d= ?; f-v= 2:1; Nmx= 2; hf: (+) con	<u>Nota aclaratoria:</u> <i>No esta regionalizada esta descripción</i>		células alargadas; pt: (+) pr: (-) en la región vascular	(-)	lunaria, reniforme v

1797	número	oscuros;	esta descripción	pr: (+) en la	(+)
<i>Palmoxylon lacunosum</i> (Descripción basada en los esquemas y dibujos de Stenzel, 1903 y sobre todo en los esquemas de Berry, 1924)	Eoceno (edad basada en el ejemplar de Berry)	tv: típicos y trazas foliares; d= ?; f-v= ?; Nmx= 2; hf: (+) con parénquima radiante	<u>Nota aclaratoria:</u> No esta regionalizada esta descripción	células alargadas; pt: (+) pr: (-) en la región vascular	(-)
<i>Palmoxylon khalasa</i> (tomado de Sahni, 1964)	India	ff: laxo; tv: típicos; d= ?; f-v= 2:1; Nmx= 2; hf: (+) con parénquima radiante	ff: laxo; tv: típicos?; d= ?; f-v= ?; Nmx= 3 a 4; hf: (-);	células alargadas; pt: (+) pr: (+) en la región vascular	(-)
<i>Palmoxylon deccanense</i> (tomado de Sahni, 1964)	Deccan Intertrappean  India		ff: laxo; tv: típicos; d= 28 a 45; f-v= 8:1 a 15:1; Nmx= 2; hf: (-)	células de formas variadas; pt: (-) pr: (+) en la región vascular; ausentes	(-)
<i>Palmoxylon coleii</i> (Tidwell, 1973)	Eoceno  Wyoming, EUA	ff: ?; tv: típicos; d= 230; f-v = 8:1; Nmx= 2 a 3; hf: (+)	ff: ?; tv: típicos y trazas foliares; d= 160; f-v= 6:1; hf: (+)	ff: compacto; tv: típicos; d= 115; f-v= 2.5:1 a 3:1; Nmx= 2; hf: (+)	(+)
<i>Palmoxylon kamalan</i> (Kulkarni & Mahabalié, 1973)	Deccan Intertrappean  India	ff: lagunar; tv: típicos; d= 40 a 50; f-v= ?; Nmx= 1; hf: (-)	ff: lagunar; tv: típicos y trazas foliares; d= 20 a 24; f-v= 1:1 a 2:1; Nmx= 2; hf: (-)	células del tejido fundamental en forma de V, T y alargadas; pt: (+) pr: (+) en la	(-)

nunca lo hace como en *P. livistoforme*, de manera radiante y tabular en el mismo haz. Además, en las palmeras previamente descritas no hay células de morfología claramente distinta que sirvan de unión entre el parénquima radiante del haz vascular y las células del aerénquima, como sucede en el material de Baja California Sur.

Cuatro de las palmeras fósiles de la Tabla 4 han sido comparadas con el género actual *Livistona* R. Brown, *Palmoxylon deccanense* Sahni, *P. khalasa* Sahni, *P. arcotense* Ramanujam y *P. hungaricum* (Sahni, 1964; Greguss, 1959; Ramanujam, 1953). Además de estas palmeras, y basada en el esquema de Berry (1924), es mi opinión que *P. lacunosum* también tiene semejanza en el arreglo del tejido vascular y fundamental con *Livistona*. Aunque del material de Baja California Sur no se conocen otros órganos que permitan dar más apoyo a una posible relación entre esta planta, y otros fósiles, con *Livistona* u otro miembro cercano de este grupo, es evidente que este patrón anatómico estaba bien desarrollado en el Terciario Superior y posiblemente estaba presente hacia el final del Cretácico como lo sugieren las palmeras de la India.

**Género:** *Palmoxylon* Schenk

**Especie:** *Palmoxylon largum* sp. nov.

Ricalde-Moreno et Cevallos-Ferriz

**Derivación del nombre:** El epíteto específico hace referencia a la longitud de las células del tejido fundamental.

**Holotipo:** 35N - 1, 35N - 4 y 35N - 5

**Localidad:** No. 9 de la Formación Olmos (Weber, 1972)

**Edad:** Cretácico Superior (Maastrichtiano)

**Diagnosis:** Fragmento de tallo correspondiente al atactostele con tejido fundamental compacto, compuesto por células cilíndricas onduladas y alargadas radialmente. Tiene haces vasculares típicos, con el área fibrosa tipo reniforme y, el área vascular con dos vasos de metaxilema bordeados por una capa de células de pared delgada, de forma elíptica en corte transversal. Rodeando al haz vascular el parénquima del tejido fundamental

radia formando ángulos que varían de rectos a agudos. Al rededor de la región fibrosa forman un capuchón, mientras que en el área vascular radian en forma de penacho. Trazas foliares con el área vascular del haz rodeada por tres capas de fibras.

**Descripción:** El fragmento con el que se cuenta representa una porción muy pequeña del tallo. En él se distingue el tejido fundamental y dos tipos de haces vasculares con densidad promedio de 31 haces vasculares/cm<sup>2</sup>. Están orientados en su mayoría en la misma dirección, con el xilema hacia la región central del tallo (Figura25).

El primer tipo de haz vascular es el típico, formado por un área vascular y otra fibrosa que guardan una relación en tamaño aproximada de 1:3 (Figura26). El diámetro del área vascular varía de 175  $\mu\text{m}$  a 400  $\mu\text{m}$  ( $x=281 \mu\text{m}$ ) y el del área fibrosa varía de 700  $\mu\text{m}$  a 1125  $\mu\text{m}$  ( $x=865 \mu\text{m}$ ). Este tipo de haz tiene generalmente 2 vasos de metaxilema rodeados cada uno por una capa de células de pared delgada, que en corte transversal son de forma elíptica (Figura 27). El eje mayor de estas células varía de 22.5  $\mu\text{m}$  a 37.5  $\mu\text{m}$  ( $x=29.5 \mu\text{m}$ ) y el eje menor varía de 12.5  $\mu\text{m}$  a 22.5  $\mu\text{m}$  ( $x=18.44 \mu\text{m}$ ). Los elementos de vaso de metaxilema tienen punteaduras opuestas y transicionales y placas de perforación simples y transversas. Entre los dos vasos de metaxilema, hay otros elementos traqueales más pequeños que tienen engrosamientos anulares (Figura28) y espirales y luz de forma triangular. Sus diámetros varían de 30  $\mu\text{m}$  a 60  $\mu\text{m}$  ( $x=33.33 \mu\text{m}$ ). Tanto los vasos como los elementos traqueales se encuentran incluidos en células de parénquima de pared delgada, con forma poliédrica y eje mayor que varía de 35  $\mu\text{m}$  a 42.5  $\mu\text{m}$  ( $x=37 \mu\text{m}$ ) y eje menor que varía de 15  $\mu\text{m}$  a 25  $\mu\text{m}$  ( $x=20.5 \mu\text{m}$ ).

Entre el área del xilema y el área fibrosa hay un espacio de forma romboidal que corresponde al área donde estaba el floema en vida de la planta.

Rodeando parcialmente al área vascular, está el área fibrosa. Las fibras tienen adheridos en su parte exterior, en las paredes periclinales, estégmatas con diámetros que varían de 15  $\mu\text{m}$  a 25  $\mu\text{m}$  ( $x=20 \mu\text{m}$ ). Estos no sólo se encuentran ordenados de manera continua y regular a lo largo de la periferia del haz, sino que están intercalados entre las fibras de esta área.

El segundo tipo de haz vascular corresponde al de las trazas foliares (Figura30), guarda una relación de tamaño diferente al anterior, el área vascular es tan solo ligeramente más larga que la fibrosa, 1.3:1, está formada por numerosos elementos traqueales que en corte transversal, tienen luces de forma diversa cuyo diámetro varía de 25  $\mu\text{m}$  a 115  $\mu\text{m}$  ( $x = 72 \mu\text{m}$ ). El parénquima acompañante del área del xilema es de forma poliédrica, como en el haz anterior. Delimita al área del xilema del haz una banda de tres capas celulares de grosor formada por fibras.

El tejido fundamental es compacto y está compuesto de células cilíndricas de parénquima de pared delgada (Figura31). Estas se encuentran orientadas de manera radial (Figura26 y 29), se proyectan rítmicamente, de forma ondulante a lo largo de todo el córtex, su longitud varía de 200  $\mu\text{m}$  a 710  $\mu\text{m}$  ( $x = 427.78 \mu\text{m}$ ), y su diámetro de 50  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$  ( $x = 64.44 \mu\text{m}$ ).

El parénquima del tejido fundamental delimita directamente a los diferentes haces vasculares. Las células alargadas se unen en su lado más angosto, curvándose para tener una disposición paralela a la región fibrosa. En la región vascular las células del tejido fundamental se proyectan de forma pseudoradial, semejando la forma de un penacho (Figura26).

**Comparación:** *Palmoxylon largum* del Cretácico Superior de Coahuila está basado en un fragmento de tallo que representa también a la porción central del eje vegetativo. Sin embargo, en este material los haces vasculares siempre tienen la misma orientación, siendo en esta ocasión la baja densidad de haces vasculares/cm<sup>2</sup> lo que sugiere la posición topográfica dentro del tallo (Sahni, 1943).

La presencia de tejido fundamental compacto compuesto por células de parénquima muy largas y ondulantes y la presencia de una vaina fibrosa muy grande en relación al área vascular en los haces vasculares son características importantes de este material de Coahuila. Entre las palmeras fósiles, sólo *Palmoxylon fladungi* (Unger) Felix tiene cierto parecido con *P. largum*. La relación fibro-vascular es semejante entre las dos plantas, las células del tejido fundamental son largas aunque no claramente ondulantes en *P.*

*fladungi*, en el haz vascular el área fibrosa es reniforme y el área vascular está rodeada por células del tejido fundamental formando una estructura semejante a un penacho, las dos plantas carecen de estégmatas y haces fibrosos (Stenzel, 1904). Sin embargo, en *P. fladungi*, cuya procedencia se desconoce (Stenzel, 1904), el tejido fundamental de la región central es laxo, mientras que en la planta de Coahuila es compacto, y la densidad de haces vasculares/cm<sup>2</sup> en ambas plantas es distinta (Stenzel, 1904). Sugiriendo como en los otros casos de palmeras del Norte de México, que se trata de una nueva especie.

**Género:** *Palmoxylon* Schenk

**Especie:** *Palmoxylon commune* sp. nov.

Ricalde-Moreno et Cevallos-Fertiz

**Derivación del nombre:** El epíteto específico hace referencia a la presencia de los elementos comunes al género-forma.

**Holotipo:** 651A - 1, 651A - 2 y 651A - 3.

**Localidad:** No. 9 Formación Olmos (Weber, 1972)

**Edad:** Cretácico Superior (Maastrichtiano)

**Diagnósis:** Fragmento de tallo correspondiente al atactosteles, con tejido fundamental compacto de células radialmente alargadas y paredes irregulares; haces vasculares típicos, compuestos por un área fibrosa de tipo lunaria con fibras plurilaminadas y, un área vascular, con dos vasos de metaxilema, aunque pueden llegar hasta ocho; tiene un haz disociado en el que los elementos traqueales y las fibras están aislados en el tejido fundamental.

**Descripción:** Se cuenta con un fragmento de tallo en el que se conservo el tejido fundamental y dos tipos de haces vasculares.

Los haces vasculares están orientados en su mayoría con el xilema apuntando hacia el centro del tallo (Figura 32). Tienen una densidad promedio de 48 haces vasculares/cm<sup>2</sup>

El haz vascular corresponde al típico, formado por un área vascular y otra fibrosa que guardan una relación de tamaño aproximada de 1:3 (Figura 33). En corte transversal, el

diámetro del área vascular varía de  $230\ \mu\text{m}$  a  $330\ \mu\text{m}$  ( $X=271.66\ \mu\text{m}$ ) y el del área fibrosa varía de  $750\ \mu\text{m}$  a  $900\ \mu\text{m}$  ( $x=816.66\ \mu\text{m}$ ). Este tipo de haz vascular tiene generalmente dos grandes elementos traqueales, aunque pueden llegar hasta ocho muy próximos entre sí, de tal manera que en su vecindad no permiten la existencia de parénquima acompañante. Los elementos traqueales tienen engrosamientos escalariformes. El diámetro de éstos tiene un rango que varía de  $80\ \mu\text{m}$  a  $125\ \mu\text{m}$  ( $x=132.5\ \mu\text{m}$ ). El xilema está rodeado por las células de pared delgada y forma poliédrica. Estas células de parénquima están dispuestas en dos ciclos. Las células individuales, en corte transversal, varían de  $25\ \mu\text{m}$  a  $55\ \mu\text{m}$  ( $x=37.08\ \mu\text{m}$ ) de diámetro.

Entre el xilema y el área fibrosa, hay un espacio que corresponde al área en donde estaba el floema. El espacio tiene forma cóncava, creciente, que delimita al área vascular de la fibrosa. En la zona del floema es frecuente encontrar fragmentos celulares arreglados de manera reticular, cuyas paredes tienen constricciones. Entre estas es frecuente encontrar gránulos con el mismo grado de refringencia que las paredes de los otros elementos celulares.

Envainando parcialmente al área vascular está el área fibrosa, de forma lunaria, formada por un fascículo de fibras plurilaminadas. En el área exterior del haz, adheridos a las paredes periclinales de las fibras, células de pared con forma de sombrero, con diámetro entre  $17.5\ \mu\text{m}$  a  $25\ \mu\text{m}$  ( $x=20\ \mu\text{m}$ ), alineadas de manera continua y regular representan a los estégmatas (Figura 34). En algunas ocasiones estas células se observan entre las fibras.

El segundo tipo de haz vascular corresponde a una traza foliar. El área fibrosa está formada por fibras plurilaminadas arregladas en su parte central de manera compacta y hacia la periferia por fibras entremezcladas con el parénquima del tejido fundamental. Lo mismo ocurre con los elementos traqueales que se encuentran entremezclados con el tejido fundamental. Este tipo de haz no se presenta como un elemento con unidad discreta ya que no existe un parénquima que lo delimite, o en su caso las células componentes del haz no están agrupadas de manera compacta.

El tejido fundamental compacto, constituido por células de parénquima que tienen

paredes delgadas y ondulantes. En corte transversal, son de forma rectangular, radialmente alargadas, con longitud radial que varía de 40  $\mu\text{m}$  a 180  $\mu\text{m}$  ( $x=165.72 \mu\text{m}$ ).

**Comparación:** *Palmoxylon commune*, igual a la especie anterior, es conocido por un fragmento de tallo en el que el tejido fundamental está formado por células alargadas de pared delgada, y organizado de manera compacta, con una baja densidad de haces vasculares/ $\text{cm}^2$ , por lo que al igual que las dos palmeras anteriores de Coahuila la muestra representa a la porción central del eje vegetativo (Sahni, 1943).

Las paredes sinuosas del tejido fundamental y lo radialmente alargado de sus células, son características que no habían sido reportadas previamente en las palmeras fósiles, ni en sus pocos representantes actuales estudiados con detalle. Sin embargo, *Palmoxylon densum* Unger, del Terciario de Asia oriental, es semejante a la planta de Coahuila en tener células alargadas en el tejido fundamental, aunque éstas no son sinuosas; el área fibrosa de los haces vasculares es de tipo reniforme y en el área vascular del haz vascular existen generalmente dos grandes vasos de metaxilema en ambos (Stenzel, 1904). No obstante, esta similitud entre las plantas, existen otras características que las separan aun más. La presencia de haces fibrosos y estégmatas alrededor de éstos en *P. densum* son caracteres importantes para separar a las dos palmeras (Stockmans & Willière, 1943).

**Género:** *Palmoxylon* Schenk

**Especie:** *Palmoxylon fibrosum* sp. nov.

Ricalde-Moreno et Cevallos-Ferriz

**Derivación del nombre:** El epíteto específico hace referencia al gran número de haces fibrosos que presenta el ejemplar.

**Holotipo:** 650 - A1, 650 - A2 y 650 - A3.

**Localidad:** No. 9 de la Formación Olmos (Weber, 1972)

**Edad:** Cretácico Superior (Maastrichtiano)

**Diagnóstico:** Fragmento de tallo correspondiente al atactostele formado por tejido fundamental compacto de células radialmente alargadas con paredes irregularmente onduladas. Haces vasculares típicos, formados por un área fibrosa de forma elíptica por fibras plurilaminadas y, una vascular con número de elementos traqueales variables. Haces fibrosos con un número de fibras plurilaminadas variable, de 3 a 13.

**Descripción:** En el fragmento de tallo con el que se cuenta se distinguen haces vasculares, fibrosos y el parénquima del tejido fundamental (Figura 35).

Los haces vasculares que conservan aun su región vascular son pocos, de manera que la orientación que presentan no puede ser determinada con precisión, sin embargo, los haces completamente conservados tienen en su mayoría la misma orientación, con el xilema en dirección a la región central del tallo. La densidad de los haces vasculares es de 83 haces vasculares/cm<sup>2</sup>.

Los haces vasculares corresponden al tipo típico (Figura 36), formado por un área vascular unida a otra fibrosa. Los haces vasculares tienen diámetro radial que varía de 960  $\mu\text{m}$  a 1250  $\mu\text{m}$  ( $X= 1094.29 \mu\text{m}$ ), y la proporción fibro-vascular es de 4.5:1. El diámetro radial del área vascular varía de 165  $\mu\text{m}$  a 260  $\mu\text{m}$  ( $X= 198.33 \mu\text{m}$ ) mientras que el de la región fibrosa varía de 780  $\mu\text{m}$  a 950  $\mu\text{m}$  ( $X=880 \mu\text{m}$ ). Los haces vasculares están incluidos en el tejido fundamental compacto formado por células de pared delgada de forma irregular radialmente alargadas.

Alrededor de los elementos traqueales de mayor tamaño, en algunas ocasiones, hay una capa celular formada por células más pequeñas que en corte transversal varían de elípticas a poligonales, y tienen una pared celular con el mismo grado de refringencia que los elementos traqueales (Figura 36). En otras ocasiones se observa un halo con refringencia diferente alrededor de los elementos traqueales. Los elementos traqueales que están presentes con mayor frecuencia en esta zona son 2, pero su número puede llegar hasta 8 (Figura 38). Sus diámetros se encuentran entre 52  $\mu\text{m}$  y 160  $\mu\text{m}$  ( $X= 111.67 \mu\text{m}$ ). Es muy poco frecuente encontrar un espacio vacío que indique la posición donde se localizaba el floema. De manera general los elementos traqueales están unidos directamente al área

fibrosa del haz vascular.

El área fibrosa del haz vascular está formada por un fascículo compacto constituido por fibras plurilaminadas de diámetros semejantes que varían de  $40\ \mu\text{m}$  a  $55\ \mu\text{m}$  ( $X=50.16\ \mu\text{m}$ ), mientras que su longitud es más variable de  $50\ \mu\text{m}$  a  $420\ \mu\text{m}$  ( $X=197.22\ \mu\text{m}$ ). Bordeando al área fibrosa del haz en corte longitudinal hay células de pared delgada que varían en forma de rectangulares a cóncavas (Figura 37) su longitud varía de  $7\ \mu\text{m}$  a  $13\ \mu\text{m}$  ( $x=6.7\ \mu\text{m}$ ). Es frecuente encontrar áreas fibrosas de haz vascular sin su región vascular debido a la preservación.

Entre los haces vasculares hay numerosos haces fibrosos, formados por 3 a 13 células (Figura 39). Las fibras que forman estos haces son también plurilaminadas, y su tamaño es similar a aquéllas del área fibrosa del haz vascular. Bordeando a estos haces en corte longitudinal hay también pequeñas células de pared delgada, que varían de circulares a rectangulares como en el área fibrosa del haz vascular.

**Comparación:** *Palmoxylon fibrosum* representa a la tercera palmera de Coahuila. Aunque tiene gran semejanza con *P. commune*, existen diferencias entre ellas que permiten separarlas claramente. La presencia de haces fibrosos y estégmatas alrededor de la región fibrosa de los haces vasculares de *P. fibrosum*, permite reconocer que se trata de dos plantas (Stockmans & Willière, 1943). Estas mismas características acercan a *Palmoxylon fibrosum* con *P. densum*, *P. antiguense* Unger *P. simperi* Tidwell y *P. pristina* Tidwell (Tidwell, 1970).

La pared sinuosa del tejido fundamental y la presencia de fibras plurilaminadas en *P. fibrosum* son las características principales que distinguen a la planta de Coahuila de las otras cuatro palmeras. Otras características distintivas entre *P. fibrosum* y *P. densum* incluyen, por ejemplo, la presencia de parénquima radiante alrededor de los haces fibrosos y la diferente ubicación de los estégmatas en la planta de Asia oriental (Stenzel, 1904). Aunque las células de parénquima fundamental son ligeramente sinuosas en *P. antiguense*, éstas no están alargadas de manera tan obvia como en *P. fibrosum*. Además, las fibras de los haces

vasculares de la palmera de Coahuila tienen gradación en cuanto a su diámetro, éstas son de menor tamaño hacia la zona que limita con la región vascular del haz y de mayor tamaño hacia el polo opuesto. Este comportamiento anatómico estructural no se encuentra en las plantas de las islas de Antigua y Cuba. Las palmeras del Oligoceno de Utah descritas por Tidwell (1970) son distintas del material de Coahuila por tener dos o más ciclos de células de parénquima rodeando a la región vascular del haz vascular, y la relación fibro-vascular es menor en *P. simperi* y *P. pristina* (1:1.7 a 1:2.7) que en *P. fibrosum* (1:3).

**Género:** *Palmoxylon* Schenk

**Especie:** *Palmoxylon polymorphum* sp. nov.

Ricalde-Moreno et Cevallos-Ferriz

**Derivación del nombre:** El epíteto específico hace referencia a la gran cantidad de características que reúne el ejemplar y que son comparables sólo de manera aislada con varios géneros - forma.

**Holotipo:** TC4 - T9

**Localidad:** No. 9 de la Formación Olmos (Weber, 1972)

**Edad:** Cretácico Superior (Maastrichtiano)

**Diagnóstico:** Tallo con atactostele formado por tejido fundamental compacto, de células isodiamétricas de dos distintos tamaños. Haces vasculares con número variable de elementos metaxilema, de dos a más de diez. Área vascular de los haces vasculares delimitada por una capa de fibras. El área fibrosa del haz vascular es de forma cordata con tres capas de parénquima tabular.

**Descripción:** Fragmento de un tallo de palmera con numerosos haces vasculares discretos inmersos en tejido parenquimático compacto formado por células poliédricas (Figura 40), en corte transversal, de las cuales se distinguen dos tipos de acuerdo a su tamaño.

Los haces vasculares presentan una densidad promedio de 40 haces vasculares/cm<sup>2</sup>. Están orientados en su mayoría en la misma dirección, con el xilema hacia la región central

de tallo, sólo algunos tienen orientación opuesta y otros más están girados.

Los haces vasculares aunque pueden incluirse dentro del tipo típico, son muy variables, compartiendo muchas características con las trazas foliares. Están formados por una región vascular de forma ampliamente abobada, con un diámetro que varía de  $250\ \mu\text{m}$  a  $550\ \mu\text{m}$  ( $X=356.43\ \mu\text{m}$ ) y una región fibrosa de forma cordata con un diámetro de  $550\ \mu\text{m}$  a  $1000\ \mu\text{m}$  ( $X=712.86\ \mu\text{m}$ ). La relación fibro-vascular es de 2:1.

Cada uno de los haces está formado por un área vascular constituida por numerosos elementos traqueales, el número es variable, de dos en escasas ocasiones (Figura 41) y más de 10 por lo general (Figura 42). No sólo el número de elementos que integran esta área es variable, también lo es el tipo de elementos traqueales que los constituyen. Existen desde los elementos de protoxilema con engrosamientos anulares y placas de perforación simple transversa (Figura 45), de diámetro que varía desde  $25\ \mu\text{m}$  a  $80\ \mu\text{m}$  ( $X=53.44\ \mu\text{m}$ ) y largo desde  $60\ \mu\text{m}$  hasta  $130\ \mu\text{m}$  ( $X=95\ \mu\text{m}$ ), hasta los elementos traqueales con punteaduras opuestas (Figura 44), placas de perforación desconocidas con diámetro variable de  $30\ \mu\text{m}$  a  $150\ \mu\text{m}$  ( $X=74.69\ \mu\text{m}$ ) y longitudes de  $85\ \mu\text{m}$  a  $135\ \mu\text{m}$  ( $X=111.647\ \mu\text{m}$ ). Elementos de vaso con punteaduras transicionales, engrosamientos escalatiformes (Figura 43), y placa de perforación escalatiforme, y oblicua, diámetros variables de  $35\ \mu\text{m}$  a  $80\ \mu\text{m}$  ( $x=51\ \mu\text{m}$ ), y longitud que varía de  $35\ \mu\text{m}$  a  $65\ \mu\text{m}$  ( $x=51.25\ \mu\text{m}$ ) son comunes. Los elementos traqueales con engrosamientos anulares y aquellos con punteaduras opuestas tienen muy alta frecuencia. En los elementos de vaso son comunes tálides con paredes celulares delgadas.

Rodeando al xilema hay parénquima con células poligonales de pared delgada que en corte transversal tienen, y diámetro que varía de  $7.5\ \mu\text{m}$  a  $21\ \mu\text{m}$  ( $X=13.75\ \mu\text{m}$ ). Rodeando y delimitando al área del xilema, hay una banda de fibras que tiene grosor de 2 a 3 capas celulares (Figura 42). Esta vaina fibrosa sólo se presenta en los haces que comparten características con las trazas foliares.

Envainando parcialmente al área vascular está el área fibrosa, de forma cordata, formada por fibras plurilaminadas de muy diversos diámetros. Las fibras de menor diámetro

formada por fibras plurilaminadas de muy diversos diámetros. Las fibras de menor diámetro se localizan en la parte central del fascículo, limitante con el área vascular, mientras que las de mayor diámetro se localizan en la periferia. Además de la gradación en tamaño se observa también que las fibras en corte transversal hacia la periferia del haz se alargan radialmente (Figura42).

La capa celular más periférica del haz vascular en esta región fibrosa está formada por células de pared delgada y forma esférica (Figura41). Estas células están adheridas a las paredes periclinales de las fibras externas del haz, y alineadas de manera continua y uniforme. El diámetro de estas células varía de 12.5  $\mu\text{m}$  a 27.5  $\mu\text{m}$  ( $X= 19.13 \mu\text{m}$ ) la posición, forma y tamaño de estas células sugiere que se trata de estégmatas.

Rodeando a la región fibrosa del haz hay una capa de tres células de grosor formada por parénquima tabular (Figura41 y 42), células de pared delgada, alargadas, arqueadas siguiendo la forma del haz vascular. En corte transversal estas células tienen una longitud de 75  $\mu\text{m}$  a 95  $\mu\text{m}$  ( $X= 82.5 \mu\text{m}$ ) y una anchura de 15  $\mu\text{m}$  a 67.50  $\mu\text{m}$  ( $X= 38.53 \mu\text{m}$ ) mientras que en corte longitudinal son rectangulares con un grosor de 22.5  $\mu\text{m}$  a 42.5  $\mu\text{m}$  ( $X= 31.67 \mu\text{m}$ ).

Las células de parénquima del tejido fundamental adedañas al xilema del haz vascular son de forma poliédrica y en algunos casos tienden a orientarse radialmente. Las células del tejido fundamental tienden a ser poligonales de pared delgada y son de dos tipos (Figura46); el primero de mayor tamaño, las células varían de 25  $\mu\text{m}$  a 125  $\mu\text{m}$  ( $X= 61.77 \mu\text{m}$ ), mientras que en el segundo, las células son más pequeñas de diámetros que varían de 12.5  $\mu\text{m}$  a 35  $\mu\text{m}$  ( $X= 18.21 \mu\text{m}$ ).

**Comparación:** El fragmento de tallo de una de las palmeras de Coahuila, *Palmoxylon polymorphum*, representa a la zona central de este eje vegetativo. La presencia de haces vasculares con su región vascular orientada en ocasiones hacia el centro y a veces hacia la periferia es una característica de la porción central del tallo de las palmeras (Mohl, 1824; Sahni, 1943; Waterhouse & Quinn, 1978, Figura 12; Tomlinson, 1991 ; Schoute, 1912). Muchas

de las palmeras reportadas en el registro fósil representan, como en este caso de Coahuila, un fragmento de tallo. De éstas, aquellas con tejido fundamental compacto formado por células isodiamétricas con pequeños y escasos espacios intercelulares, haces vasculares con número variable de vasos de metaxilema (2 a 8), con protoxilema claramente distinguible, y con vaina fibrosa en los haces vasculares que varía de reniforme a lunaria son comparadas con *P. polymorphum* (Tabla 5).

Aunque aparentemente estas especies se parecen al material de Coahuila, son claramente distintas porque *P. polymorphum* tiene dos tipos de haces vasculares, mientras que las especies de la Tabla 5 solamente tienen uno.

**Género:** *Rhizopalmoxyton* Felix

**Especie:** *Rhizopalmoxyton huepaciense* sp. nov.

Ricalde-Moreno et Cevallos-Ferriz

**Derivación del nombre:** El epíteto específico hace referencia a la localidad de donde proviene el material.

**Holotipo:** S3 C Top- 4, S2 - 16, S1A- 14

**Localidad:** Localidad No. 2 (Figura VI )

**Edad:** Cretácico Superior/Paleógeno

**Diagnosis:** Sistema radicular fibroso, formado por raíces aisladas, poliarcas, de tres tamaños diferentes correlacionables con su estructura. Epidermis de células poliédricas isodiamétricas de pared delgada; córtex externo con 7 a 10 capas celulares de células poliédricas de pared delgada y algunas células con contenidos oscuros intercaladas con las anteriores; córtex medio formado por amplia zona aerenquimática de origen esquizo - lisogénico, con arreglos radiales e intercalaciones de células con contenidos oscuros que forman filas de 3 a 10 células a lo largo del eje; córtex interno con células de pared delgada en raíces

ESPECIE	EDAD	ZONA CORTICAL	ZONA DERMAL	ZONA SUBDERMAL	ZONA CENTRAL	HACES FIBROSOS	PARENQUIMA FUNDAMENTAL células isodiamétricas de dos tamaños diferentes	PARENQUIMA TABULAR	PARENQUIMA RADIANTE	TIPO DE LA REGION FIBROSA variable de reniforma a lanana
<i>Palmarylon polymorphum</i> (Realde-Moreno & Cevallos-Ferriz, 1993)	Cretácico Superior, Maastriichtiano	Noreste de México	tejido fundamental (tr) compacto; tipo de haces (hv) típicos con dos variantes a pesar de que una de las variantes tiene tantos elementos traqueales que podría confundirse con trazas foliares; densidad de haces fibra - vasculares por centímetro cuadrado (d) = 40; relación fibra - vascular (f-v) = 2:1; Número de elementos de melaxsima (Nmx) = muy variable de 2 a 10		(+)	(+)		(+)	al rededor de la región fibrosa	
<i>Palmarylon palmicites</i> (Sprengel) Stenzel (Berry, 1918)	Oligoceno	Panamá	tr: células de pared delgada sin espacios intercelulares con células con contenidos oscuros, células isodiamétricas pentagonales y hexagonales; tv: típicos; d: 0.6 a 0.75; f-v = 1:1; ht (-)	<u>Nota aclaratoria:</u> (-) No esta regionalizada esta descripción			(-)	(-)	(-)	reniforma
<i>Palmarylon lacunosum</i> (Stenzel, 1904)	?		tr: laxo; tv: típica; d = ?; f-v = 1.5:1 a 2:1; htm = 2 a 3 (variable)	<u>Nota aclaratoria:</u> No esta regionalizada esta descripción	(+)	alargadas e isodiamétricas	(+)	(+)	(-)	reniforma
<i>Palmarylon stellatum</i> (Stenzel, 1904)	?		tr: compacto; tv: típicos; d = ?; f-v = 1.5:1 a 2:1; Nmx = 2 con engrosamientos anulares	<u>Nota aclaratoria:</u> No esta regionalizada esta descripción	(+)	isodiamétricas y alargadas	(+)	(+)	(-)	reniforma a lanana
<i>Palmarylon sundaram</i> (Rao & Menon, 1964)	Deccan Intertrappean	India	tr: ; tv: típicos y trazas foliares; d = 80 a 100; f-v = 0.5:1 a 1:1; Ntrv = 2; Nmx = 6 - 8; ht (-)	<u>Nota aclaratoria:</u> No esta regionalizada esta descripción			(-)	(-)	(-)	reniforma

Tabla No. 5 Registros fósiles comparables con *Palmarylon polymorphum* de la Formación Olmos de Coahuila.

de dimensiones más pequeñas y por células de pared delgada hacia el exterior y fibras hacia el interior en raíces de mayor tamaño. Estele poliarco con 3 a 45 haces vasculares rodeados por células de pared delgada, alargadas y con médula formada por células de pared delgada que en raíces de mayor tamaño algunas veces se encuentra lisada.

**Descripción:** La raíz esta formada por tres regiones claramente distinguibles: epidermis, córtex y estele. La estructura anatómica es prácticamente igual en todos los ejemplares observados de una muestra de 29 raíces cuyo diámetro varía de 930  $\mu\text{m}$  a las 4375  $\mu\text{m}$ , ( $x=2086.8 \mu\text{m}$ ). El córtex, y en especial el córtex medio e interno, presentan variaciones que ayudan a distinguir tres patrones de la raíz que se correlacionan con sus diámetros: (i) de 930  $\mu\text{m}$  a 1075  $\mu\text{m}$  (Figura47), (ii) de 1076  $\mu\text{m}$  a 1850  $\mu\text{m}$  (Figura48), y (iii) de 1851  $\mu\text{m}$  a 4375  $\mu\text{m}$  (Figura49).

La epidermis está formada por una capa celular, cuyas células se caracterizan por tener forma poliédrica, pared delgada y estar cutinizada sobre su pared periclinal externa que tiene forma domal. Su diámetro en corte transversal varía de 25  $\mu\text{m}$  a 37  $\mu\text{m}$  ( $x= 28.5 \mu\text{m}$ ), mientras que su longitud varía de 30  $\mu\text{m}$  a 60  $\mu\text{m}$  ( $x= 45 \mu\text{m}$ ).

El córtex esta formado por tres regiones distintas. Al interior de la epidermis está el córtex externo, caracterizado por tener células parenquimatosas poliédricas, de pared delgada, dispuestas en cuatro capas celulares en las raíces de la categoría (i) (Figura50) y llegando hasta 10 capas celulares en la categoría (iii). El tejido de esta región hacia el exterior de la raíz se encuentra organizado de manera compacta, y sus células tienden a ser poliédricas mientras que hacia el interior se vuelve un poco más laxo. En corte transversal sus células internas son casi circulares y tienen diámetro que varía de las 15  $\mu\text{m}$  a 25  $\mu\text{m}$  ( $x= 20 \mu\text{m}$ ). En corte longitudinal las células son rectangulares con longitud de 50  $\mu\text{m}$  a 90  $\mu\text{m}$  ( $x= 70 \mu\text{m}$  ). Entre estas células se encuentra disperso otro tipo celular de pared delgada pero con contenidos oscuros y forma que varía en corte transversal de triangular a poligonal, aunque tienden a ser típicamente circulares. Están organizadas en agrupamientos dispuestos en hileras de 3 a 10 células de alto y una célula de grosor. Estas células con contenidos oscuros tienen dimensiones mayores con respecto a las células de

parénquima entre las que se encuentran. Su diámetro en corte transversal varía de  $20\ \mu\text{m}$  a  $50\ \mu\text{m}$  ( $x=30\ \mu\text{m}$ ). En corte longitudinal son de forma rectangular y miden de  $30\ \mu\text{m}$  a  $60\ \mu\text{m}$  de longitud ( $x=45\ \mu\text{m}$ ).

El tejido característico del córtex medio es el aerénquima. Tiene como unidad básica células esféricas y ovoidales de pared delgada, aunque en las partes donde el tejido es compacto las células son de forma poliédrica, cuyo diámetro varía entre  $15\ \mu\text{m}$  y  $130\ \mu\text{m}$  ( $X=48.80\ \mu\text{m}$ ). Los espacios aéreos siempre tienen disposición radial. Incluidos en este tejido se encuentran dispersas células de pared delgada, con forma circular o cuadrangular tanto en corte longitudinal como transversal, y con contenidos oscuros. La constitución de los contenidos oscuros es variable, opaca en algunas ocasiones y traslúcida en otras, además, su textura varía de granular y cristalina a homogénea (Figura51). Existe un espacio hialino periférico al contenido oscuro que corresponde al lumen libre de la célula. Forman agrupamientos de células dispuestas en hileras celulares con 3 a 10 células de altura y una de anchura (Figura52). Su diámetro en corte transversal varía de  $20\ \mu\text{m}$  a  $90\ \mu\text{m}$  y ( $x=55\ \mu\text{m}$ ).

En la raíz con patrón de tipo (i) los espacios aéreos, en corte transversal, del córtex medio son continuos desde el córtex externo hasta el córtex interno. Están limitados anticlinalmente por células de parénquima que forman hileras radiales de una célula de grosor. En corte longitudinal estas hileras aparecen apiladas una sobre otra formando diafrágmata. Las formas y arreglos de las células de parénquima en corte transversal son variables. En algunas ocasiones las células circulares forman hileras, en otras, las paredes periclinales están adelgazadas (varían de  $2\ \mu\text{m}$  a  $3\ \mu\text{m}$ ) con respecto a las anticlinales (que varían de  $3\ \mu\text{m}$  a  $6\ \mu\text{m}$ ), y también se les encuentra sin las paredes periclinales formando células alargadas radialmente producto de la lisis de estas últimas. En la zona de lisis se observan estructuras semejantes a invaginaciones de la pared, a manera de constricciones (Figura47), que corresponden a restos de la pared celular. El diámetro de las células esféricas en corte transversal varía de  $15\ \mu\text{m}$  a  $40\ \mu\text{m}$  ( $x=25.5\ \mu\text{m}$ ). La longitud radial de las células producidas por la por la fusión a través de la lisis de sus paredes celulares periclinales,

varía de las 40  $\mu\text{m}$  a las 130  $\mu\text{m}$  ( $x = 85 \mu\text{m}$ ). Este primer tipo de raíz generalmente no presenta, o muy rara vez, células con contenidos oscuros en el córtex medio.

Las células de parénquima del córtex medio en el patrón de raíz (ii) están dispuestas de manera más compacta que en el caso anterior. Los espacios aéreos son por lo tanto menos conspicuos (Figura48), sobre todo hacia la región epidérmica. Las células con contenidos oscuros se presentan con mayor frecuencia que en el patrón de raíz (i). Las células de parénquima en la parte exterior del córtex medio, en corte transversal, al igual que en el patrón de raíz (i), están organizadas en hileras radiales por células intactas, hileras radiales de células con adelgazamientos en la pared periclinal, y células alargadas radialmente producto de la lisis de las paredes periclinales y unión de las anticlinales.

La región externa del córtex medio de la raíz con patrón tipo (iii) (Figura49) está formada por varias capas de parénquima cuyas células están arregladas de manera compacta y tienden a ser ovoidales con pared delgada. Su diámetro varía de 15  $\mu\text{m}$  a 130  $\mu\text{m}$  ( $x = 95 \mu\text{m}$ ), mientras que su longitud varía de 90  $\mu\text{m}$  a 200  $\mu\text{m}$  ( $x = 180 \mu\text{m}$ ). En la zona interna de la región externa las células están dispuestas de manera más laxa, formando una zona transicional hacia la región típicamente lagunar. La región constituida por el aerénquima está formada tridimensionalmente por una red, constituida por diafragmas contruidos por una sola unidad celular tan larga como la concatenación de 4, 5, o a veces más células de parénquima esferoidal. Los espacios aéreos son menos alargados proporcionalmente al diámetro de la raíz que en los patrones de raíz (i) y (ii). Las células con contenidos oscuros se presentan con mayor frecuencia que en las categorías anteriores y están dispersos homogéneamente a lo largo de todo el córtex.

El tejido que compone al córtex interno es compacto. En corte transversal de las raíces con patrón (i) y (ii) está compuesto por células de parénquima de forma poliédrica con pared delgada, dispuestas en 2 ó 4 capas celulares. Entre estas se encuentran células con contenidos oscuros, pero en este caso la región del lumen celular dejada libre por los contenidos es más angosta. Su tamaño, en corte transversal, varía de 17.5  $\mu\text{m}$  a 40.5  $\mu\text{m}$  ( $x = 34.29 \mu\text{m}$ ). En las raíces con patrón tipo (iii) el córtex interno está formado en su parte

exterior por células de parénquima semejantes a la de los patrones anteriores, pero en la región interior se compone de fibras (Figura53). El grosor de ésta última región varía de 7 a 10 capas celulares.

La endodermis en corte transversal está formada por células rectangulares con aristas curvas y engrosamientos en forma de U (Figura54), con sus arcos orientados hacia la epidermis. El tamaño de las células endodérmicas, en corte transversal, varía de  $5\ \mu\text{m}$  a  $10\ \mu\text{m}$  ( $x=6.75\ \mu\text{m}$ ). El periciclo está formado por una capa de células de pared delgada cuya forma varía de poliédrica a esferoidal con diámetro, que en corte transversal, varía de  $12.5\ \mu\text{m}$  a  $22.5\ \mu\text{m}$  ( $x=18\ \mu\text{m}$ ).

El xilema está compuesto por haces vasculares discretos, dispuestos en un anillo alrededor de la médula, cada uno en forma de V con un gran vaso de metaxilema (Figura54). Los puntos de protoxilema están constituidos por 5 a 8 elementos traqueales que, en corte transversal, forman pequeños trapecios. La base menor del polígono está orientada hacia la región medular, en donde se localiza el metaxilema, y está rodeado por pequeñas células de parénquima con forma elíptica en corte transversal. Los elementos de vaso tienen placa de perforación simple y horizontal (Figura55), y punteaduras escalariiformes opuestas y transicionales (Figura56 y 57). La anchura de estos elementos varía de  $2.5\ \mu\text{m}$  a  $12.5\ \mu\text{m}$  ( $x=6.5\ \mu\text{m}$ ). El número de vasos de metaxilema varía dependiendo del tamaño de la raíz, en el patrón (i) hay de 2 a 4 vasos y en el (iii) hay hasta 45 vasos dispuestos en dos ciclos. El diámetro de los elementos de vaso de metaxilema varía de  $65\ \mu\text{m}$  a  $180\ \mu\text{m}$ , ( $x=124\ \mu\text{m}$ ) y su largo varía de  $300\ \mu\text{m}$  a  $580\ \mu\text{m}$  ( $x=280\ \mu\text{m}$ ). Frecuentemente, los vasos de metaxilema de las raíces del patrón (iii) presentan tilosis. En corte longitudinal, rodeando al metaxilema hacia la región de la endodermis, se observan células muy alargadas de pared delgada sin punteaduras (Figura 58).

El floema no se distingue a pesar del buen estado de preservación, posiblemente se confunde con el parénquima de la región periférica del estele, sin embargo, debió estar intercalado entre los puntos de protoxilema hacia la endodermis.

La médula está formada por parénquima continuo. En algunas ocasiones las raíces con patrón (i) presentan células oscuras de pared delgada dispersas en esta región. En las

raíces de mayor tamaño, patrón (iii), la médula con frecuencia está lisada.

Las raíces se encuentran frecuentemente en estado de división. Aunque existen cortes a diferentes niveles, se carece de la secuencia completa de la división. La nueva raíz, comienza a desarrollarse a partir del periciclo de la raíz progenitora. En un estadio temprano del desarrollo se observa una proyección de tejido parenquimatoso partiendo del periciclo que se dirige hacia el córtex. De los cortes observados no se alcanza a apreciar; si la proyección de la nueva raíz parte de la región opuesta a los polos de protoxilema o en su caso de las células que se encuentran entre éstos. La proyección tiene la organización, en corte longitudinal, de una raíz del mismo tipo que la produce. Está constituida por células de parénquima rectangulares, de pared delgada, arregladas de forma compacta, y con intercalaciones de células con contenidos oscuros alineadas también en hileras de una célula de grosor y de una a tres células de alto. La proyección está delimitada por una hilera de células que continúan a aquellas formadoras de la endodermis de la raíz madre. Estas células son cuadradas en la raíz hija, cerca de su origen en la raíz madre, y se van elongando hasta formar células rectangulares conforme se alejan de la raíz progenitora. El córtex periférico de la raíz madre está formado por tejido desorganizado, comparado con aquel formador del córtex medio de la región opuesta a la división.

**Género:** *Rhizopalmoxyton* Felix

**Especie:** *Rhizopalmoxyton teguachiense* sp. nov.

Ricalde-Moreno et Cevallos-Ferriz

**Derivación del nombre:** El epíteto específico hace referencia al sitio de colecta del ejemplar Teguachi, en la región Noreste del estado de Sonora, México.

**Holotipo:** T1B Top 4 - 2', T1B Top 5 - 1' y T1B Top 6 - 2

**Localidad:** Teguachí (Figura VI)

**Edad:** Cretácico Superior/Paleógeno

**Diagnosis:** Raíz aislada, con epidermis; córtex externo compacto con células de pared delgada y 3 a 4 capas de grosor; córtex medio con aerénquima formado por células de

pared delgada de forma circular en corte transversal; córtex interno de 3 a 5 capas celulares de grosor, con células periclinalmente alargadas, de forma ovoidal; endodermis, con células de forma cuadrangular; periciclo de una célula de grosor; y estele formado por un anillo de haces vasculares, cada uno con un gran vaso de metaxilema. Haces vasculares rodeados por células alargadas de pared aparentemente delgada y con contenidos oscuros de constitución globular.

**Descripción:** La raíz tiene un diámetro promedio de 4075  $\mu\text{m}$ . Su epidermis es poco conspicua (Figura 59), de células de pared delgada, isodiamétricas, con depósitos de cutícula en su pared periclinal externa. Le sigue un córtex externo muy delgado, con 3 a 4 capas de células isodiamétricas de pared delgada de 20  $\mu\text{m}$  a 25  $\mu\text{m}$  ( $x=22$   $\mu\text{m}$ ; Figura 60).

El córtex medio está formado por células isodiamétricas de pared delgada que varían de 25  $\mu\text{m}$  a 46  $\mu\text{m}$  ( $x=30$   $\mu\text{m}$ ). Estas están dispuestas radialmente formando diafragmas reticulados de una a dos células de grosor (Figura 61). Entre estas células, en los puntos de unión de la redícula hay células con contenidos oscuros de constitución globular (Figura 61). En corte transversal son de forma rectangular, y se encuentran formando hileras de dos a siete células de alto y una célula de grosor (Figura 62).

El córtex interno está formado por tres a cuatro células ovoidales de pared ligeramente gruesa y lumen amplio. Las células tienen un eje mayor de 40  $\mu\text{m}$  a 65  $\mu\text{m}$  ( $x=46.67$   $\mu\text{m}$ ), un eje menor de 15  $\mu\text{m}$  a 35  $\mu\text{m}$  ( $x=23.83$   $\mu\text{m}$ ), y están periclinalmente alargadas.

La endodermis está formada por una capa de células rectangulares con engrosamientos en forma de U (Figura 63). Una segunda capa de células ovoidales forma el periciclo. Los vasos del metaxilema se disponen hasta en 4 círculos concéntricos. Los vasos se disponen de menor a mayor tamaño hacia el interior, tienen lumenes elípticos con eje mayor de 75  $\mu\text{m}$  a 230  $\mu\text{m}$  ( $x=156.88$   $\mu\text{m}$ ), y placa de perforación simple y oblicua (Figura 64). Entre los vasos y formando el tejido medular hay células de pared aparentemente delgada que en corte transversal tienden a ser isodiamétricas, con diámetro de 10  $\mu\text{m}$  a 27  $\mu\text{m}$  ( $x=16.40$   $\mu\text{m}$ ), mientras que en corte longitudinal son alargadas como fibras. En

algunas ocasiones la región central de la médula está lisa.

**Comparación:** Las raíces fósiles aisladas pueden compararse tanto con material fósil como con material actual. Se conocen 20 distintos tipos de raíz fósil, unas como elementos aislados y la gran mayoría unidas a tallos (Tabla 6). En cuanto a raíces de palmeras actuales, se tienen descripciones detalladas de aproximadamente 100 raíces de estas plantas (v. gr. Drabble, 1904; Mahabalé & Udwardia, 1960; Tomlinson, 1961). En ambos casos se acepta que éstas tienen hipodermis. Aunque su ausencia es frecuente en el material fósil, ésta es explicada como perdida durante el proceso de fosilización. Los dos tipos de raíz de Sonora, *Rhizopalmoxyton huepaciense* y *Rhizopalmoxyton teguachiense* no tienen una hipodermis bien desarrollada. Sin embargo, el córtex externo está formado al menos parcialmente por células de pared ligeramente más gruesa. Posiblemente la diferencia entre hipodermis y córtex externo se refiera al uso de los términos por los autores. Aún más, en la palmera fósil más completa conocida en el mundo, las autoras no reconocen una hipodermis (Erwin & Stockey, en prensa).

Las raíces de palmeras de Sonora no tienen fibras en el córtex medio, siendo que éstas representan una característica muy constante entre las raíces de palmeras actuales, aunque existen sus excepciones como por ejemplo, *Nypa* (Mahabalé & Udwardia, 1960; Tomlinson, 1961). En el registro fósil existen algunos reportes de raíces sin fibras en el córtex medio, que en base a esto son comparadas con *Nypa*. La ausencia de vasos en la médula es muy característico de las raíces de Huepac y Teguchi. En el registro fósil, palmeras sin vasos en la médula también se han comparado algunas veces con *Nypa* (v. gr. Stockmans & Willière, 1943; Ogura, 1952; Rao & Menon, 1966; Verma, 1974). Aunque estos caracteres sugieren cierto parecido de las plantas de Sonora con *Nypa*, otros caracteres no apoyan esta relación. Por ejemplo, el córtex medio en *Nypa* es muy homogéneo, está formado por un sólo tipo celular ordenado en hileras radiales y los espacios aéreos son muy largos, van del córtex externo al interno. En contraste, en las plantas de Sonora, el córtex medio tienen dos tipos celulares y los espacios aéreos son reticulares, salvo en el patrón tipo (i) de Huepac. De acuerdo con Mahabalé & Udwardia *Nypa* tiene epiblema, tejido que

ESPECIE	AUTOR	EDAD	EXODERMIS	HIPODERMIS	CORTEX	PERICICLO Y ENDODERMIS	ESTELE
<i>Angorhizon</i>	Stenzel (1904)				Córtex externo de tejido compacto con células esclerotizadas. Córtex medio más delgado que el anterior de células de pared delgada 'isodiamétricas'. Córtex interno formado por células de pared delgada 'isodiamétricas'		2 ciclos de vasos
<i>Palmoxylon ikartum</i>	Stenzel (1904)				Córtex interno de tejido compacto con células esclerotizadas. Córtex medio más delgado que el anterior, con células de pared delgada isodiamétricas. Córtex interno formado por células de pared delgada isodiamétricas.		de tipo estelado
<i>Palmoxylon macrohizon</i>	Stenzel (1904)				Córtex externo células de 1/60 mm. Córtex medio de células de pared delgada exagonales formando endurcias		los vasos se encuentran en filas radiales de 3 a 5 vasos y en la médula hay algunos vasos aislados
<i>Palmoxylon radicansum</i>	Stenzel (1904)				Córtex externo células de 1/60 mm. Córtex medio de células de pared delgada exagonales 2 ciclos de vasos con médula libre de vasos		
<i>Rhopalmoxylon itycurum</i>	Koeniguer (1909)	Mio - Plioceno	células comprimidas	de 2 a 3 capas celulares	Córtex externo muy desarticulado de células de pared delgada poliedricas con escleritidas y numerosos haces fibrosos. Córtex medio zona lagunar más desarticulada hacia la periferia	con engrasamientos en forma de U	9mm de diámetro floema alterna con el xilema. tiene lagunas irregulares hacia el periciclo: médula formada por células de pared delgada
<i>Palmoxylon anchuras</i>	Stevens (1912)	Cretácico Superior		la capa que limita a la parte exterior consiste de células comprimidas de pared delgada	Córtex externo numerosos haces (4 a 10) de células alargadas de pared gruesa lignificada y lumen angosto; Córtex medio esclerénquima radialmente arreglado, largos espacios aéreos separados por 1 a 6 capas de células de parénquima; Córtex interno de delgadas paredes significadas cortas en preparación a su profundidad	Endodermis de 1 capa Exodermis de 1 a 2 capas	de 50 a más haces vasculares rodeados por células esclerénquimatosas; la región central, médula consistió de parénquima lignificada con espacios aéreos y en algunas ocasiones vasos rodeados por esclerénquima médula rodeada por un anillo de 15 a 19 vasos de metaxilema Vasos de 66 µm X 56 µm; la médula está formada por células de pared delgada con una cavidad central
<i>Palmoxylon seriatum</i>	Sahní (1964)	Cretácico Superior		'grosor de 7 mm'	Córtex externo compacto; Córtex medio con espacios radiales; Córtex interno de tejido compacto		
<i>Nypa</i>		Deccan Intertrappean		epiblastema	Córtex externo 5 a 6 células de grosor de paredes gruesas; Córtex medio laguna separados por regiones tan delgadas que generalmente tienen solo una célula de grosor; Endodermis con células radicalmente alargadas		
<i>Palmoxylon surangei</i>	Lankhansal (1956)	Deccan Intertrappean			Córtex externo hileras compactas de células de paredes gruesas; Córtex medio tienen células con contenidos oscuros y células de pared delgada que radian cabales que están porcosas; Córtex interno formado por tejido compacto	endodermis de una capa celular y de dos capas de células de pared delgada	22 capas de xilema y vasos en la médula cada uno rodeado por escleritidas
<i>Palmoxylon sclerodermum</i>	Sahní (1943)	Deccan Intertrappean			Córtex externo células depared gruesa; Córtex medio compacto con algunas células con contenidos oscuros y espacios aéreos	endodermis de una capa y periciclo de 1 a 2 capas de células de pared delgada	24 vasos y médula esclerénquimatosas
<i>Palmoxylon coriata</i>	Trivedi & Surange (1968)			células de pared gruesa con contenidos oscuros	Córtex externo con 1 a 4 capas de células de pared delgada con arreglo compacto; Córtex medio pequeños espacios aéreos separados por capas radiales de 1 células de ancho; Córtex interno de células de pared delgada alargadas de	de 1 célula de grosor	de 18 a 20 haces vasculares

				pared delgada	espacios aéreos separados por 1 a 6 capas de células de parénquima; Córtex interno de delgadas paredes lignificadas con en preparación a su profundidad		médula consiste de parénquima lignificado con espacios aéreos y en algunas ocasiones vasos, rodeados por esclerénquima
<i>Palmoxylon saritum</i>	Sahni (1944)	Cretácico Superior	'grasa de 7 mm'		Córtex externo compacto; Córtex medio con espacios radiados; Córtex interno de tejido compacto		médula rodeada por un anillo de 15 a 19 vasos de metaxilem
<i>Nypa</i>		Deccan Intertrappean	epibema		Córtex externa 5 a 6 células de grosor de paredes gruesas; Córtex medio logunzi separados por regiones tan delgadas que genéticamente tienen solo una célula de grosor; Endodermis con células radicilmente alargadas		Vasos de 66 µm X 50 µm la médula está formada por células de pared delgada con una cabidadad central
<i>Palmoxylon surangei</i>	Larkhanpal (1956)	Deccan Intertrappean			Córtex externo hileras compactas de células de paredes gruesas; Córtex medio llenen células con contenidos oscuros y células de pared delgada que rodean cabidades que están perdidas; Córtex interno formado por tejido compacto	endodermis de una capa celular y de dos capas de células de pared delgada	22 arcos de xilema y vasos en la médula cada uno rodeado por escleroides de pared delgada
<i>Palmoxylon sclerodermium</i>	Sahni (1943)	Deccan Intertrappean			Córtex externo células dispersas; Córtex medio compacto con algunas células con contenidos oscuros y espacios aéreos	endodermis de una capa y periciclo de 1 a 2 capas de células de pared delgada	24 vasos y médula esclerénquimatoza
<i>Palmoxylon cordata</i>	Trivedi & Surange (1956)			células de pared gruesa con contenidos oscuros	Córtex externo con 1 a 4 capas de células de pared delgada con arreglo compacto; Córtex medio pequeños espacios aéreos separados por capas radiales de 1 células de ancho; Córtex interno de células de pared delgada arregladas de manera compacta	de 1 célula de grosor	de 18 a 20 haces vasculares
<i>Palmoxylon portogonicum</i>	Romero (1956)	Paleoceno	formado por fibras compactas		Aparecen células con contenidos oscuros redondas o alargadas, en general dispuestas en hileras longitudinales en las raíces maduras hay espacios aéreos radialmente alargados en el córtex medio	una célula de espesor con engrosamiento en forma de U y periciclo de una capa de grosor	fibras en la zona externa
<i>Rhizopalmoxylon behrii</i>	Tidwell (1972)	Eoceno	una capa		Córtex externo de 1 a 4 capas de parénquima de pared delgada (8mm de grosor); espacios aéreos radiales células arregladas radialmente de 1 a 3 células de grosor de 2 mm de ancho; Córtex interno células de parénquima oblonga compactas de pared delgada con braquescleroides	las células de la endodermis tienen contenidos oscuros	exarco con 26 haces cada uno con 2 a 3 vasos de metaxilem, médula forada por parénquima de pared delgada
<i>Rhizopalmoxylon blackii</i>	Tidwell (1972)	Eoceno				1 célula de grosor	2 anillos concéntricos de vasos
<i>Rhizopalmoxylon scottii</i>	Tidwell (1972)	Eoceno			Córtex externo de parénquima compacto; Córtex medio aerenquima con fibras en algunas ocasiones; Córtex interno de 4 células de ancho que se vuelven más pequeñas hacia el interior	engrosamiento en forma de U	xilema exarco, cada vaso envainado por parénquima
<i>Palmoxylon rooi</i>			hipodermis externa con células de pared delgada en ek exterior (2 - 3 capas) e interna con células de pared gruesa (2 - 3 capas)		Córtex externo con células de pared delgada de 2 a 3 capas celulares; perdida con largos espacios aéreos separados por células de pared delgada; Córtex interno de células parénquimatosas	con engrosamiento en forma de U	médula aerenquimatoza algunas veces esclerificadas
<i>Palmoxylon moedae</i>	Ogura (1952)				Córtex externo no preservado; Córtex medio largo radialmente extendido con espacios intercelulares separados por tres capas de parénquima; Córtex interno de células de pared delgada con arreglo compacto	endodermis de una capa	de 27 a 39 arcos de xilema, los vasos están rodeados por esclerénquima y la médula está formada por parénquima de pared delgada

TABLA No. 6 Registros fósiles de raíces de palmeras.

no ha sido observado en el material de Sonora. Además, en *Nypa* existe una conspicua capa continua de células de pared gruesa que delimita al córtex interno de la hipodermis (Tomlinson, 1961). Esta capa tampoco se observó en las raíces de las plantas de Huepac y Teguachi. Los elementos de vaso en *Nypa* tienen placas de perforación escalariforme (Tomlinson, 1961), mientras que ésta en el material de Sonora es simple. Finalmente Tomlinson (1961) reporta la presencia de estégmatas en *Nypa* y éstos no se observan en las plantas de las raíces de Sonora.

Cierto parecido existe entre las raíces fósiles de Sonora y *Sabal adansonii* Guersent. Estas comparten el patrón de distribución de los elementos vasculares que dejan una médula libre que en ocasiones puede estar desintegrada, y la organización del córtex medio en forma radial. Sin embargo, en el córtex medio de la planta actual hay esclereidas que no se observaron en el material de Huepac y Teguachi, y en el material fósil no se distingue una hipodermis, que está bien diferenciada en la planta actual (Drabble, 1904). Otra planta actual, *Attalea speciosa* Mart., con córtex medio organizado radialmente, xilema alrededor de una médula libre y haces vasculares en forma de "V" o "I" en corte transversal (Mahabalé & Udawadia, 1960), recuerda la organización anatómica de las raíces de Sonora. Sin embargo, la presencia de una hipodermis lignificada, y rafidios en el córtex medio distinguen a las raíces de éstas plantas.

La raíz de Huepac, *Rhizopalmoxyton huepaciense*, tiene gran similitud con las raíces de *Palmoxyton rutherfordi* Stockmans et Willière. Su anatomía en general es muy similar y destaca el hecho de tener células esclerotizadas en el córtex interno, como sucede en las raíces del patrón tipo (iii) de Huepac. No obstante, éstas pueden distinguirse por la presencia de fibras rodeadas por estégmatas en las raíces de *Palmoxyton rutherfordi* (Stockmans & Willière, 1943).

El material de *Rhizopalmoxyton teguachiense* parece único entre las raíces fósiles de palmeras, ya que no hay ninguna en el registro fósil que tenga tantos ciclos de metaxilema, que además dejen una médula muy reducida por lo que sin embargo, es especialmente parecida a la raíz de *Raphia hookerii* C. Mann & H. Wendl. por tener hasta cuatro ciclos

de metaxilema que aumentan de tamaño centripetamente. No obstante, pueden distinguirse porque en la planta actual la médula está formada por fibras y este tipo de células están presentes también en el córtex medio.

## **DISCUSSION**

## DISCUSION

La estructura anatómica de los 7 tallos descritos corresponde claramente al de las monocotiledóneas. La disposición de los haces vasculares dispersos en el tejido fundamental forma el típico atactostele de estas plantas. Uno de los tallos tiene raíces en conexión orgánica, lo que obviamente demuestra que éstas son también de plantas monocotiledóneas. Sin embargo, las otras dos raíces están aisladas de otro órgano vegetal que corrobore su asignación a este grupo. No obstante, la organización espacial de los haces vasculares en estas raíces, formando un círculo, es mucho más común en las monocotiledóneas aunque no exclusivo de ellas, sugiriendo que la asignación de las raíces a este grupo es correcta. Raíces de otros grupos de plantas pueden ser distinguidas con cierta facilidad. Por ejemplo, las raíces de *Rhizophora mangle* L., una dicotiledónea, tienen organización anatómica similar, pero pueden fácilmente ser distinguidas por tener felógeno, con el típico arreglo radial de sus células, y presentar pelos absorbentes (Cohen & Spackman, 1980). La ausencia de pelos absorbentes en las raíces fósiles es otra característica compartida con algunas monocotiledóneas (Drabble, 1904; Dahlgren & Clifford, 1982).

El grupo de las monocotiledóneas es muy amplio y variado, sin embargo, varias de las características de los órganos descritos sugieren que los nueve de órganos descritos tienen características que los relacionan con Arecaceae (Palmae). Aunque una sola característica no define al grupo, varias de ellas en conjunto sí permiten su reconocimiento. La organización dispersa de los haces vasculares, su alta densidad por cm<sup>2</sup>, la presencia de parénquima radiante y tabular delimitando a los haces vasculares, la presencia de una sola vaina de fibras, la presencia de estégmatas en forma de sombrero o esféricos, y la ausencia de una zona medular hueca son típicos de los tallos de Arecaceae (Palmae). En las raíces descritas no se han observado pelos absorbentes, ni velamen. Los primeros son típicos de Commelinidae, Alismatidae, Arecidae, Bromeliales y Zingiberales, mientras que el segundo es característico de Liliidae y Arecidae (Dahlgren, 1982). De esta manera las

raíces asignadas a Arecaceae (Arecaceae) cumplen con las características esperadas, aunque las raíces de la planta semejante a Liliales, o Alismatales son distintas a lo esperado.

Trabajos recientes sobre anatomía de monocotiledóneas fósiles (v. gr. Pakrash, 1960; Delevoyas, 1964; Trivedi & Surange, 1968; Koeniguer, 1970; Tidwell, 1972, 1973; Erwin & Stockey, 1991a, 1991b, 1992) han demostrado la posibilidad de reconocer a los diferentes grupos de monocotiledóneas en base a observaciones anatómicas de sus órganos vegetativos. En este trabajo se corrobora claramente esta posibilidad pudiendo diferenciar plantas que se relacionan con Arecaceae (Palmae). Son las múltiples aportaciones hechas sobre anatomía de plantas actuales lo que ha facilitado este trabajo (v.gr. Tomlinson, 1961, 1979, 1991; Zimmerman & Tomlinson, 1972, 1974; Wagner, 1977; Waterhouse & Quinn, 1978; Zimmerman & Sperry, 1983; Rich, 1987; Weiner & Liese, 1990 y 1993).

El uso de *Palmoxylon* como cajón donde se pone todo aquello que tenía semejanza con monocotiledónea, o con lo que no se podía ser más preciso, como lo sugiere Tidwell (1975), debe quedar en el pasado. Aun más, con el fin de reestablecer el significado original de *Palmoxylon* (ver Stenzel, 1904), es conveniente la reevaluación de los más de 200 reportes de este género. Existen algunos ejemplos, en los que la descripción del material y/o sus ilustraciones no dejan lugar a duda de la necesidad de reinvestigarlos (v. gr. Stenzel, 1904; Sahni, 1968). En este trabajo el uso de *Palmoxylon* se refiere a órganos de plantas que obviamente pertenecen a Arecaceae (Palmae).

Aunque es mucho más lo que se sabe ahora acerca de la anatomía de las palmeras actuales, sigue siendo escaso su entendimiento en cuanto a diversidad y variabilidad anatómica (Uhl, 1972; Uhl & Dransfield, 1987; Erwin & Stockey, en prensa). En el registro fósil esto se refleja en que si bien el género *Palmoxylon* ha sido en muchas ocasiones y debe seguir siendo usado para referir ejes vegetativos aéreos de Arecaceae (Palmae), no puede ser más preciso taxonómicamente. El trabajo de Erwin & Stockey (en prensa) muestra de forma por demás clara como en el Eoceno medio (hace 49 millones de años), una palmera tenía tallos con características de un grupo de Arecaceae (Palmae) actual

y las hojas de esta misma planta tienen características de otro grupo de Arecaceae (Palmae). Cuando se cuenta con tan sólo el tallo, la raíz o el tallo y las raíces de una palmera para su identificación, esta falta de entendimiento en la diversidad y variabilidad, representa algunas limitaciones a vencer. Con el fin de solventar este problema, de acuerdo al conocimiento de la época, se han sugerido a través del tiempo algunos caracteres como importantes para la identificación del material fósil (Stenzel, 1904; Kaul, 1935). El primer intento para fijar normas de clasificación de palmeras fósiles se basó en la distribución de los haces vasculares en relación a su ubicación en el tallo, y la forma de la región fibrosa (Stenzel, 1904; Sahni, 1943; Sahni, 1964). Tiempo después, en 1935, Kaul sugiere que el uso de estas características es artificial y propone algunas características del tejido fundamental como taxonómicamente importantes, añadiendo que esto permitiría dividir a *Palmoxylon* en grandes grupos naturales. Sin embargo, Uhl y Dransfield, (1987) notan que los patrones de organización reconocidos por Stenzel (1904), *Mauritia*, *Corypha*, y *Cocos*, encuentra su contraparte en grupos naturales de palmeras actuales.

Dos de las palmeras del norte de México y tres del sur pueden ser ubicadas en estos grupos: En el grupo de patrón *Corypha* se pueden incluir a *P. livistiforme*, *P. cellulosum* Knowlton y *P. astron* Stenzel, mientras que *P. vasculare* y *P. tenue* Stenzel concuerdan con el patrón de *Cocos*.

Por otra parte, en la anatomía, la utilización del parénquima fundamental, pudiera cuestionarse debido a que el crecimiento en grosor en las palmeras se debe al aumento en volumen y división de estas células, y aparentemente, el estado de cohesión del tejido fundamental varía dependiendo de las condiciones ambientales en que se desarrolle la planta (Waterhouse y Quinn, 1978; Rich, 1987). No obstante, el uso del parénquima fundamental anexo a los haces vasculares ha sido demostrado útil taxonómicamente en algunos grupos de palmeras, como en los ratanes, en donde pueden distinguirse géneros con la ayuda de este carácter (Weiner & Uiese, 1993).

La organización anatómica de las nuevas palmeras del norte de México sugiere que para poder distinguir a estas plantas fósiles se deben tomar en cuenta características de

la zona esclerenquimática, tejido fundamental y vascular. Si bien el problema de las palmeras fósiles no queda resuelto con este método, el enfoque de la diversidad se acerca mucho más a la realidad.

El trabajo con las palmeras del Norte de México encuentra que la gran mayoría de las descripciones de las plantas fósiles de este grupo se basan en su descripción en corte transversal (v. gr. Stevens, 1912; Sahani, 1943; Boureau, 1947; Tidwell, 1970, 1973, 1975). Sólo en algunos casos la descripción incluye observaciones en corte longitudinal (v. gr. Stenzel, 1904; Stockmans & Willièrè, 1943; Erwin & Stokey, en prensa) y aun en éste caso pocas son las descripciones detalladas (v. gr. Stockmans & Willièrè, 1943; Erwin & Stockey, en prensa). Otro problema es que cada autor da énfasis a diferentes características. Esta situación hace que las comparaciones sean limitadas y en ocasiones éstas no se puedan llevar a cabo. Es necesario ante esta situación uniformizar el criterio de descripción de la anatomía de las palmeras. Ante la falta de unidad de criterio para escoger los caracteres idóneos, aquí se propone una lista larga de caracteres que deben ser incluidos en las descripciones (Tabla 7). Conforme descripciones detalladas se acumulen se permitirá ir distinguiendo el valor y utilidad de cada uno de los caracteres y se podrá intentar entonces hacer lo más natural posible la clasificación del género *Palmoxylon*.

Ahora se puede afirmar que a través del tiempo geológico, el territorio nacional ha sido habitado por cuando menos 13 palmeras que no han podido relacionarse con las palmeras actuales. *Palmoxylon livistoforme* de Baja California Sur se conoce tan sólo por su tallo, al igual que *P. largum*, *P. commune*, *P. polymorphum*, y *P. fibrosum* de Coahuila y *P. cellulosum*, *P. astron verum*, y *P. tenue* de Oaxaca. Las diferencias anatómicas entre éstas son claras, y no dejan lugar a duda el que representan a plantas distintas (Tabla 8). Cabe aclarar que *P. cf stellatum* Felix fue en 1904 transferido a *P. astron* (Felix, 1893; Stenzel, 1904). *Palmoxylon astron radicatum* Stenzel y *P. angiorhizon* Stenzel, de Oaxaca representan a otras palmeras conocidas por sus tallos y raíces. Estas dos palmeras son claramente distintas entre sí y en relación con las nueve plantas anteriores (Tabla 8). La palmera fósil mejor conocida de México es *P. vasculare* de Nuevo León, de las que se conocen el tallo

## TABLA NO. 7

LISTA DE CARACTERES ANATOMICOS TOMADOS EN CUENTA EN LA DISCRIMINACION DE SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS ENTRE ATACTOSTELES DE PALMERAS FOSILES Y RECIENTES

1. tejido fundamental compacto en la periferia
2. tejido fundamental laxo en la región central
3. tejido fundamental laxo en las dos regiones
4. células del tejido fundamental isodiamétricas
5. células del tejido fundamental alargadas ( en una proporción de cuando menos 1.5 veces el ancho de largo)
6. células del tejido fundamental tanto isodiamétricas como alargadas
7. tejido fundamental en corte transversal tipo A, "cells are weakly branched leaving regular rounded intercellular spaces between them" (Weiner & Liese (1993)).
8. tejido fundamental en corte transversal tipo B, pequeñas células redondeadas con espacios intercelulares de forma irregular (*ibid*)
9. tejido fundamental en corte transversal tipo C, células de pared delgada, largas y redondas con pequeños espacios intercelulares (*ibid*)
10. tejido fundamental en corte longitudinal tipo A, células rectangulares de tamaños constantes regularmente ordenadas en filas (*ibid*)
11. tejido fundamental en corte longitudinal tipo B, células rectangulares alargadas intercaladas con células cuadrangulares o isodiamétricas (*ibid*)
12. haces fibrosos con estegmatas
13. haces fibrosos sin estegmatas
14. parénquima tabular rodeando a todo el haz fobrovascular (corte transversal)
15. parénquima tabular solo en la región fibrosa
16. parénquima radiante en todo el derredor del haz fibrovascular (como las patas de una araña)
17. parénquima radiante solo en la región vascular (en forma de diadema)
18. estegmatas bordeando a la región fibrosa
19. células con contenidos oscuros
20. fibras plurilaminadas
21. fibras normales
22. forma de la región fibrosa complanata
23. forma de la región fibrosa lunarla
24. forma de la región fibrosa sagittata
25. forma de la región fibrosa reniforme
26. forma de la región fibrosa cordata
27. forma de la región fibrosa vaginata
28. tñlides
29. engrosamientos escalariformes
30. engrosamientos anulares
31. engrosamientos espirales
32. punteaduras opuestas
33. punteaduras alternas
34. transicionales

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- 35. placas de perforación simples
- 36. placas de perforación compuestas
- 37. placas de perforación oblicuas
- 38. placas de perforación transversas
- 39. fibras opuestas a la región fibrosa del haz fibrovascular, envainando a la región vascular
- 40. canales
- 41. tipo parecido a (0) Mauritia
  - (1) Corypha
  - (2) Cocos
- 42. células de pared gruesa en el tejido fundamental
- 43. haces solo formados por elementos traqueales
- 44. 1.1 densidad de haces vasculares zona cortical
- 45. 1.2 densidad de haces vasculares zona dérmica
- 46. 1.3 densidad de haces vasculares zona subdermal
- 47. 1.4 densidad de haces vasculares zona central
- 48. 2.1 zco relación fibro-vascular
- 49. 2.2 zd relación fibro-vascular
- 50. 2.3 zsd relación fibro-vascular
- 51. 2.4 zce relación fibro-vascular
- 52. 3.1 diámetro de los vasos protoxilema
- 53. 3.2 diámetro de los vasos metaxilema
- 54. 4.1 No. de vasos de metaxilema por haz ( 1 - 2 )
- 55. 4.2 No. de vasos de metaxilema por haz ( 2 - 4 )
- 56. 4.3 No. de vasos de metaxilema por haz ( 4 a más )

raíces y un pedazo de pecíolo. Finalmente, dos palmeras se conocen tan sólo con base en sus raíces, *Rhizopalmoxyton teguachiense* y *R. huepaciense* de Sonora (Tabla 8). Seguramente más trabajo en el área carbonífera de Coahuila, permitirá conocer de manera más completa a dos de las cuatro palmeras que se conocen del lugar, ya que de esta zona fosilífera se han colectado dos tipos de hojas, semejantes a *Sabalites Saporta* y *Phoenicites Brongniart*, y una inflorescencia o infrutescencia que ha sido comparada con *Manicaria Gaertner* (Weber, 1978). Granos de polen monosulcados, probablemente relacionados con *Arecaceae* (Palmae) fueron encontrados en el análisis polínico hecho de algunas muestras de Huepac, sugiriendo también que trabajo posterior podrá aportar más datos biológicos de la palmeras de este lugar.

Otros registros de fósiles relacionados con palmeras, pero las que hay aun que confirmar, incluyen hojas en el sur de Coahuila y en Nuevo León, (com. pers. del grupo Antares, 1992), tallos en Durango (com. pers. Hernández-Campos, 1993) y una hástula y una posible semilla de Puebla.

ESPECIE	EDAD	TALLO TEJIDO FUNDAMENTAL COMPACTO	TEJIDO FUNDAMENTAL LAXO	HAZ VASCULAR TÍPICO	HAZ VASCULAR COMPUESTO SOLO POR ELEMENTOS TRAQUEALES	HACES FIBROSOS	PARENQUIMA TABULAR	PARENQUIMA RADIANTE	BAJZ EXODERMIS	CORTEJ MEDIO RETICULAR	CORTEJ MEDIO RADIAL
<i>Palmoxylon astron verum</i> Stenzel (1904)	Cretácico			(+)			(-)	(+)			
<i>Palmoxylon astron radicatum</i> Stenzel (1904)	Cretácico			(+)			(-)	(+)			(+)
<i>Palmoxylon cellulosum</i> Stenzel (1904)	Cretácico			(+)							
<i>Palmoxylon tenue</i> Stenzel (1904)	Cretácico			(+)							
<i>Palmoxylon anglorhizon</i> Stenzel (1904)				(+)							
<i>Palmoxylon vasculare</i>	Eoceno	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	
<i>Palmoxylon livistofornis</i>	Oligoceno- Mioceno	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)			
<i>Palmoxylon largum</i>	Cretácico Superior	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)			
<i>Palmoxylon commune</i>	Cretácico Superior	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)			
<i>Palmoxylon fibrosum</i>	Cretácico Superior	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)			
<i>Palmoxylon polymorphum</i>	Cretácico Superior	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)			
<i>Rhizopalmoxylon huepacliense</i>	Cretácico Superior - Paleogeno								(+)	(+)	(+)
<i>Rhizopalmoxylon teguachiense</i>	Cretácico Superior - Paleogeno								(-)		(+)

Tabla No. 8 Registros de ejes vegetativos de palmeras fósiles referidos para México

## **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

Nota: Las publicaciones que no fueron consultadas de forma directa están señaladas con asterisco al principio de la cita.

- **Amaya-Martínez, R. & Gonzalez, M. M.C.** (1993) Las rocas volcánicas de la Formación Tarahumara y su relación con las secuencias volcano sedimentarias en la porción centro-oriental del estado de Sonora. Memorias del III Simposio de la Geología de Sonora y Areas adyacentes. Sonora '93. Hermosillo Sonora México. 29 - 30 de Marzo de 1993. Instituto de Geología, UNAM y Departamento de Geología de la Universidad de Sonora.
- **Applegate, S. P.** (1986) The El Cien Formation, strata of Oligocene and early Miocene age in Baja California Sur. Univ. Nat. Autón. México. Instituto de Geología. Revista. 6 (2): 145 - 162.
- **Basinger, J. F. & Rothwell, G. W.** (1977) Anatomically preserved plants from the Middle Eocene (Allenby Formation) of British Columbia. Canadian Journal of Botany. 55 (14): 1984 - 1990.
- \*- **Beccari, O.** (1933) Asiatic palms - Corypheeae, Annals of the Royal Botanical Garden (Calcutta) 13: 1- 356.
- \*- **Beccari, O.** (1955) Palmae subfamiliarum conspectus in O. Beccari & R. E. G. Pichi-Sermolli. Subfamiliae Arecoidearum Palmae Gerontogaeae tribum et generum conspectus. Webbia, 11: 11 - 112.
- **Berry, E. W.** (1917) The Flora of the Catahoula sandstone. United States Geological Survey Professional Paper 98: 227 - 243.
- **Berry, E. W.** (1918) The fossil plants from the Canal Zone. United States Nat. Bull. 103: 44.
- **Berry, E. W.** (1924) The middle and upper Eocene Floras of Southeastern North America. U.S. Geological Survey. Professional Paper. 92 : 51- 52 plate XLVII.
- **Bierhorst, D. W.** (1971) Morphology of vascular plants. New York. Macmillan. 560 p.
- **Bojórquez, J. A. & Rosas, J. A.** (1988) Geología de la hoja de Aconchi H12D13 Municipio de Aconchi, Sonora, México. Universidad de Sonora, Escuela de Geología. 18-25. (Tests inédita).
- **Boureau, E.** (1947) Sur La présence du *Palmoxylon aschersoni* Schenk dans les couches Tertiaires de la Vallée du Chélif (Algérie). Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, 2e série. t. XIX, No. 2, 230 - 23.

- **Cheadle, V.I.** (1943 a) Vessel specialization in the late metaxylem of various organs in the Monocotyledoneae. *American Journal of Botany* 30: 484 - 490.
- **Cheadle, V. I.** (1943 b) The origin and certain trends of specialization of the vessel in the Monocotyledoneae. *American Journal of Botany* 30: 11 - 17.
- **Cheadle, V. I.** (1944) Specialization of vessels within the xylem of each organ in the Monocotyledoneae. *American Journal of Botany* 31: 81 - 92.
- **Cohen, A. D. & Spackman, W.** (1980) Phylogenetic organic sediments and sedimentary environments in the Everglades-Mangrove complex of Florida. *Palaeontographica, Abt. B.* 172: 125 - 149.
- **Cormack, B.G.** (1896) On polystelic roots of certain palms. *Transactions of the Linnean Society of London, Botany, Ser. 2, 5:* 275 - 286.
- \*- **Conwentz, H.** (1886) *Die Flora des Bernsteins. 2. Die Angiospermen des Bernsteins.* Danzig. 140 p.
- \*- **Colta, C. en Bernhard** (1832) *Die Dendrolithen in beziehung auf ihren ineren Bau: Desden und Leipzing.* Arnoldische Buchhandlung. 89. 18 pls.
- **Cronquist, A.** (1988) *The evolution and classification of flowering plants. Second Edition.* The New York Botanical Garden. 469 p.
- **Daghlian, C. P.** (1981) A review of the fossil record of Monocotyledons. *The Botanical Review.* 47 ( 4 ): 517 - 555.
- **Dahlgren, R. M. T. & Clifford, H. T.** (1982) *The Monocotyledons: a comparative study.* Academic Press. London. 378 p.
- **Dahlgren, R. M. T., Clifford, H. T. & Yeo, P. F.** (1985) *The families of the Monocotyledons. Structure, evolution and taxonomy.* Springer- Verlag. Berlin. 520 p.
- **Delevoryas, T.** (1964) Two petrified angiosperms from the Upper Cretaceous of South Dakota. *Journal of Paleontology.* 38(3): 584 - 586.
- \*- **Deshpande, P. K.** (1960) Ph. D. Thesis. University of Poona, India.
- **Drabble, E.** (1904) On the anatomy of the roots of palms. *Transactions of the Linnean Society of London, Botany, Ser. 2, 6:* 427 - 490 .
- **Dransfield, J.** (1984) The palm flora Gunung Mulu National Park, pages 41 - 75 in A. C. Jerny (ed.) *Studies on the Flora Of Gunung Mulu National Park, Sarawak.* Forest Department, Kuching, Sarawak

- **Drude**, O. (1887) *Palmae*. En Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam. II 3: 1 - 93.
- **Erwin**, D. M. & **Stockey**, R. A. (1991a) Silicified Monocotyledons from the middle Eocene Princeton Chert (Allenby Formation) of British Columbia, Canada. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 70 : 147 - 162.
- **Erwin**, D. M. & **Stockey**, R. A. (1991b) *Soleredera rhizomorpha* gen. et sp. nov. , A permineralized Monocotyledon from the middle Eocene Princeton Chert of British Columbia, Canada. *Botanical Gazette*. 152 (2) : 231 - 247.
- **Erwin**, D. M. & **Stockey**, R. A. (1992) Vegetative body of a permineralized Monocotyledon from middle Eocene Princeton Chert of British Columbia. *Courier Forschungs-Institut Senckenberg*, 147: 309 - 327.
- **Erwin**, D. M. & **Stockey**, R. A. *en prensa*. Permineralized monocotyledons from the middle Eocene Princeton Chert (Allenby Formation) of British Columbia, Canada: Arecaceae.
- **Esau**, K. (1977) *Anatomy of seed plants*. 2nd edition. John Wiley & Sons United States of America 547 p.
- \*- **Felix**, J. (1883) Die fossilen Hölzer Westindiens. *Samm. Palaeont. Abh.* 1 (1) : 1 - 29.
- **Felix**, J. & **Nathorst**, A. H. (1899) Versteinerungen aus den mexikanischen Staat Oaxaca No. Felix, J. Fossile Hölzer von Tlacolula; in Felix, J. & Lenk .A. Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Republik Mexiko. Leipzig Bd. 2: 46 - 51.
- **Greguss**, P. (1959) A palm trunk from the lower Miocene coal basin of Salgótarján. *The Palaeobotanist*. 8 (1 - 2) : 19 - 21.
- \*- **Hooker**, J. D. (1883) *Palmae*. En *Bentham & J. D. Hooker, Gen. Plant.* 3: 870 - 948.
- **Jaques-Ayala**, C. (1992; com. pers. escrita) sobre la fisonomía y geología de posibles localidades paleobotánicas sonorenses, en especial Huepac. Estación Regional del Noreste del Instituto de Geología, UNAM.
- **Johansen**, D. A. (1940) *Plant Microtechnique*. Mc Graw Hill, New York. 523 p.
- **Joy et al.** (1956) A rapid cellulose peel technique in paleobotany.-- *Annals of Botany (London)*. N. S. 20: 635 - 637.
- **Kaul**, N. K. (1935) A classification of palms based upon ground - tissue of the stem. *Proceedings 22nd Indian Science Congress, Calcutta*. 285 - 286.
- **Kaul**, N. K. (1942) A palm stem from the Miocene of Antigua, *Phytelephas sewardii*, sp. nov. *Proceedings of the Linnean Society of London*. Oct. 3 - 4.

- Kaul, K.N. (1943) A fossil palm stem from South Africa (*Palmoxylon du toltii*) sp. nov. Proceedings of the Linnean Society of London. 156: 197 - 198.
- Klotz, L. H. (1978a) Form of the perforation plates in the wide vessels of metaxylem in palms. Journal of the Arnold Arboretum 59(2): 103 - 128.
- Klotz, L. H. (1978b) The number of wide vessel in petiolar vascular bundles of palms: anatomical feature of systematic significance. Principes. 22: 64 - 69.
- Koeniguer, J.C. ( 1970) Sur quelques structures de Palmiers du Mio - Pliocène de Lybie. Quatre-vingt-quatorzième Congrès National des Sociétés Savantes. Section des Sciences. Tome III. 175 - 189.
- Kulkarni, K. M. & Mahabalé, T. S. (1973) *Palmoxylon kamalam* Rode from Kondhall, district, Nagpur, M. S. , and its relevance with other palms. Palaeobotanist. 20 (2): 170 - 178.
- Lakhnupal, R. N. (1956) *Palmoxylon surangei*, a new species of petrified palms from the Deccan Intertrappean Series. Palaeobotanist. 15 - 21.
- Mahabalé, T. S. (1950) Some new fossil plants from the Deccan Intertrappean. Palaeobotany in India. VII Journal Indian Botanical Society., 29( 1 ): 1 - 46.
- Mahabalé, T. S. (1959) Resolution of the artificial palm genus, *Palmoxylon*: a new approach. Paleobotanist. 7(1): 76 - 83.
- Mahabalé, T. S. (1966) Evolutionary trends in the Palmae with special reference to fossil palms. Palaeobotanist. 14 (1-3) : 214 - 225.
- Mahabalé, T. S. & Udwadia, N. N. (1960) Studies on palms: Part IV - Anatomy of palm roots. Proceedings of the National Institute of Science of India. Part B Biological Sciences. 26 (2): 72 - 104.
- Martius, C. F. P., von (1824) *Palmarum Familla*. Munich.
- Martius, C. F. P., von (1849 - 53) *Historia naturalis Palmarum*, 3 vols. , Leipzig.
- Menon, Vimala (1965) A new petrified palm wood from the Deccan Intertrappean Beds of Mohgaon Kalan. Palaeobotanist. 13 (1) : 101 - 108.
- \*- Miquel, F. A. (1853) De Fossile planten van het krijt. Geol. Kaart Nederlandsche vern: 1 - 7 Haarlem
- Mohl, H. (1824) De palmarum structura. En: von Martius, Historia Naturalls Palmarum, 3 vol. Munich.

- **Moore, H. E.** (1973) The Major Groups of Palms and Their Distribution. *Gentes Herbarum* 11(2): 27 - 141.
- **Moore, H. E. & Uhl, N.** (1973) The Monocotyledons: their Evolution and Comparative Biology. VI Palms and the origin and evolution of Monocotyledons. *The Quarterly Review of Biology.* 48 (September): 414 - 436.
- **Moore, H. E. & Uhl, N. W.** (1982) Major trends of evolution In palms. *The Botanical Review.* 48 (1): 1 - 69.
- **Muller, J.** (1981) Fossil pollen records of extant angiosperms. *The Botanical Review* 47 (1): 1 - 146.
- **Ogura, Y.** (1952) A fossil palm in Kenroku park at Kanazawa. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan.* 8 : 223 - 231.
- **Parthasathy, M. V. & Tomlinson** (1967) Anatomical features of metaphloem in stems of *Sabal, Cocos* and two other palms. *American Journal of Botany.* 54 (9): 1143 - 1151.
- **Prakash, U. & Boureau, Ed.** (1968) Bois fossiles de Palmiers. *Mémoires de la section des sciences du C.T.H.S., Paris.* 2, 130 - 146.
- **Prakash, U.** (1960) Studies in the Deccan Intertrappean Flora: two palm woods from the Mohgaon Kalan. *Palaeobotanist.* 7 (2) : 136 - 142.
- **Quero-Rico, H. G.** (1989) Flora genérica de Arecacéas de México. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- **Ramanujam, C. G. K.** (1953) *Palmoxylon arcotense* sp. nov. , A fossil palm resembling the living genus *Livistona* from South India. *Palaeobotanist.* 89 - 91.
- **Rao, A. R. & Achuthan, V.** (1973) A review of fossil palm remains from India. *Palaeobotanist.* 20 (2): 190 - 202.
- **Rao, A.R. & Menon, V.K.** (1963) *Palmoxylon maheshwarii*- A petrified palm wood from the Deccan Intertrappean beds. *Proceedings National Institut Sciences. India.* 29, B (4): 423 - 433.
- **Rao, A. R. & Menon, V. K.** (1966) A new species of petrified palm stem from the Deccan Intertrappean series. *Palaeobotanist.* 14 (1,2,3): 256 - 263.
- **Rao, A. R. & Menon, V.K.** (1964) On a new specimen, probably of *Palmoxylon sundaram* (Sahni) from Mohgaon Kalan, Madhya Pradesh. *Proceedings Indian Academy of Science* LIX, B, plate.V. 137 - 145.

- Rao, A. R. & Menon, V. K. (1963) *Palmoxylon maheshwarii*, a petrified palm wood from the Deccan Intertrappean beds. Proc. Nat. Inst. Sci. India Serie B 29 (4): 423 - 433.
- Read, R. W. & Hickey (1972) A revised classification of fossil palm-like leaves. Taxon. 21(1): 129 - 137.
- \*- Reid, E. M. & Chandler, M. E. J. (1933) The London Clay Flora. London.
- Rich, P. M. (1987) Developmental anatomy of the stem of *Wellia georgii*, *Iriarteia gigantea* and other arborescent palms: implications for mechanical support. American Journal of Botany. 74 (6): 792 - 802.
- Roldán-Quintana, J. (1993) Nuevos datos sobre la geología de la Hoja Dura en Sonora centro-oriental. En las Memorias del III Simposio de la Geología de Sonora y Areas Adyacentes. Sonora '93. Hermosillo, Sonora, México. 29 - 31 de Marzo de 1993. Instituto de Geología, UNAM, Departamento de Geología Universidad de Sonora.
- Romero, L. J. (1968) *Palmoxylon patagonicum*  
N. Sp. del Terciario Inferior de la Provincia de Chubut, Argentina. Amegliniana Revista de la Asociación Paleontológica Argentina. 5(10): 417 - 432.
- Rzedowski, J. (1978) Vegetación de México. Ed. LIMUSA, México, D.F. 432 p.
- Sahni, B. (1943) A new species of petrified palm stems, *Palmoxylon sclerodermum* sp. nov. from the Deccan Intertrappean Series, Journal Indian Botanical Society, 22(2-4): 209 - 224.
- Sahni, B. (1964) Revisions of Indian Fossil Plants. Part III Monocotyledons. Birbal Sahni Institute of Palaeobotany, Lucknow - India. 89 p.
- Scott, R.A. et al. (1972) 'Precretaceous' angiosperms from Utah: evidence for Tertiary age of the palm woods and roots. American Journal of Botany 59(9): 886 - 896.
- \*- Schimper, W. P. (1870) Traité de Paléontologie végétale ou la flore du monde primitif. 2: p 1 - 552.
- Shete, R. H. & Kulkarni, A. R. (1980) *Palmocaulon hyphaeneoides* sp. nov. from the Deccan Intertrappean Beds of Wardha District, Maharashtra, India. Palaeontographica. Abt. B. 172: 117 - 124.
- Stanley, (1989) Earth and life through the time. 2nd ed. New York: W. H. Freeman. 689 p.
- Stenzel, K. G. (1904) Fossile Palmenhözer en Uhlig, V. und von Arthaber, G. (1903) Beiträge zur Paläontologie und Geologie. Österreich - Ungarns und des Orients. K. U. K. Hof - und Universitäts - Buchhändler. Wien und Leipzig 15: 287 p.

- **Stevens, N. E.** (1912) A palm from the Upper Cretaceous of New Jersey. *American Journal of Science*. 34(174): 421 - 437.
- **Stevens, E. N.** (1921) Two Petrified Palms from Interior North America. *The American Journal of Science*. 1: 431 - 443 p.
- **Stockmans, F. & Willièrè, Y.** (1943) *Palmoxyloons Parisièliens de la Belgique*. Mémoires du Musée Royal D'Histoire Naturelle de Belgique. Mémoire No. 100. 76 p.
- **Tidwell, W. D. et al.** (1970) Pre-Cretaceous flowering plants: further evidence from Utah. *Science*. 170 (October): 547 - 548.
- **Tidwell, W. D.** (1972) Fossil palm materials from the Tertiary Dipping Vat Formation of Central Utah. *The Great Basin Naturalist*. 32(1): 1- 15.
- **Tidwell, W. D.** (1973) Three new species of *Palmoxyloon* from the Eocene Green River Formation, Wyoming. *The Great Basin Naturalist*. 33(2): 61- 76.
- **Tidwell, W. D.** (1975) Common fossil plants of western North America. Brigham Young University Press. E.U.A. 148 - 149.
- **Tomlinson, P. B.** (1961) *Anatomy of the monocotyledons. II Palmae*. Oxford at the Clarendon Press. 345 p.
- **Tomlinson, P. B.** (1971) The shoot apex and its dichotomous branching in the *Nypa* palm. *Annals of Botany (London)*. 35: 865 - 879.
- **Tomlinson, P. B.** (1979) Systematics and ecology of the Palmae. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 10:85 - 107.
- **Tomlinson, P. B.** (1991) *The structural biology of palms*. Oxford University Press. New York. 477p.
- **Tomlinson, P. B. & Moore, H. E. Jr.** (1966) Dichotomous branching in palms? *Principes* 10 (1): 21 - 29.
- **Tomlinson, P. B. & Zimmerman, (1969)** Vascular anatomy of monocotyledons with secondary growth - an introduction. *Journal of the Arnold Arboretum*. 50 (2): 159 - 179.
- **Trivedi, B.S. & Surange, S.R.** (1968) *Palmoxyloon cordatum*, a new species of petrified palm stems from the Deccan Interrappean series of India. *Palaeobotanist*. 17: 258 - 264 p.
- **Trivedi, B. S. & Surange, S. R.** (1970) *Palmoxyloon mohgaonensis*, a new species of petrified palm stems from the Deccan Interrappean Series of India. *Palaeobotanist*. 18(1): 1- 7.

- Uhl, N. W. & Dransfield J. (1987) *Genera Palmarum*. A classification of palms based on the work of Harold E. Moore, Jr. Allen Press, Lawrence, Kansas. 610 p.
- Verma, C. L. (1974) Occurrence of fossil *Nypa* root from the Deccan Intertrappean Beds of M. P. , India *Current Science*. 43 (9): 289 - 290 .
- Wagner, P. (1977) Vessel types of the monocotyledons: a survey. *Botaniska Notiser* 130: 383 - 402.
- Walker, J. W. & Walker, A. G. (1984) Ultrastructure of lower Cretaceous angiosperm pollen and the origin and early evolution of flowering plants. *Annals Missouri Botanical Garden* 71: 464 - 521.
- Waterhouse, J. T. & Quinn, C. J. (1978) Growth patterns in the stem of the palm *Archontophoenix cunninghamiana*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 77: 73 - 93 .
- Weber, R. (1972) La vegetación maestrichtiana de la Formación Olmos de Coahuila, México. *Bolletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 33: 5 - 19.
- Weber, R. (1978) Some aspects of the Upper Cretaceous Angiosperm Flora of Coahuila, México. en *Cour. Forsch.- Inst. Senckenberg*, 30. Frankfurt am Main, 1.3:38 - 46.
- Weiner, G. & Liese, W. (1990) Rattans-stem anatomy and taxonomic implications . *IAWA Bulletin N. S. , 11 ( 1 )*: 61 - 70.
- Weiner, G. & Liese, W. (1993) Generic identification key to rattan palms based on stem anatomical characters *IAWA Journal*, 14 (1): 55 - 61.
- Zimmerman, M. H. & Sperry, J. S. (1983) Anatomy of the palm *Rhapis excelsa*, IX. Xylem structure of the leaf insertion. *Journal of the Arnold Arboretum*. 64: 599 - 609 p.
- Zimmerman, M. H. & Tomlinson, P. B. (1965) Anatomy of the palm *Rhapis excelsa* L. Mature vegetative axis *Journal of the Arnold Arboretum*. 46 : 159 - 180.
- Zimmerman, M. H. & Tomlinson, P. B. (1972) The vascular system of monocotyledonous stems. *Botanical Gazette*. 133 (2): 141 - 155.
- Zimmerman, M. H. & Tomlinson, P. B. (1974) Vascular patterns in palm stems: variations of the *Rhapis principle*. *Journal of the Arnold Arboretum*. 55: 402 - 424.
- Zullo, V. A. (1984) Cirriped assemblage zones of the Eocene Claibornian and Jacksonian stages, Southeastern Atlantic and gulf coastal plains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 47: 167 - 193.

# LAMINAS

Las letras en las fotografías indican las siguientes abreviaciones:

CCo: Células con contenidos oscuros.

E: Estegmatas.

Ecl: Zona esclerenquimática.

ev: Espacio vacío.

F: Fibras.

Fl: Floema.

H: Hipodermis.

Hf: Haz fibroso.

Hv: Haz vascular.

Mx: Metaxilema.

P: Parénquima.

p: Punteaduras.

Pc: Parénquima compacto.

Pr: Parénquima radiante.

Pt: Parénquima tabular.

T: Tíldes.

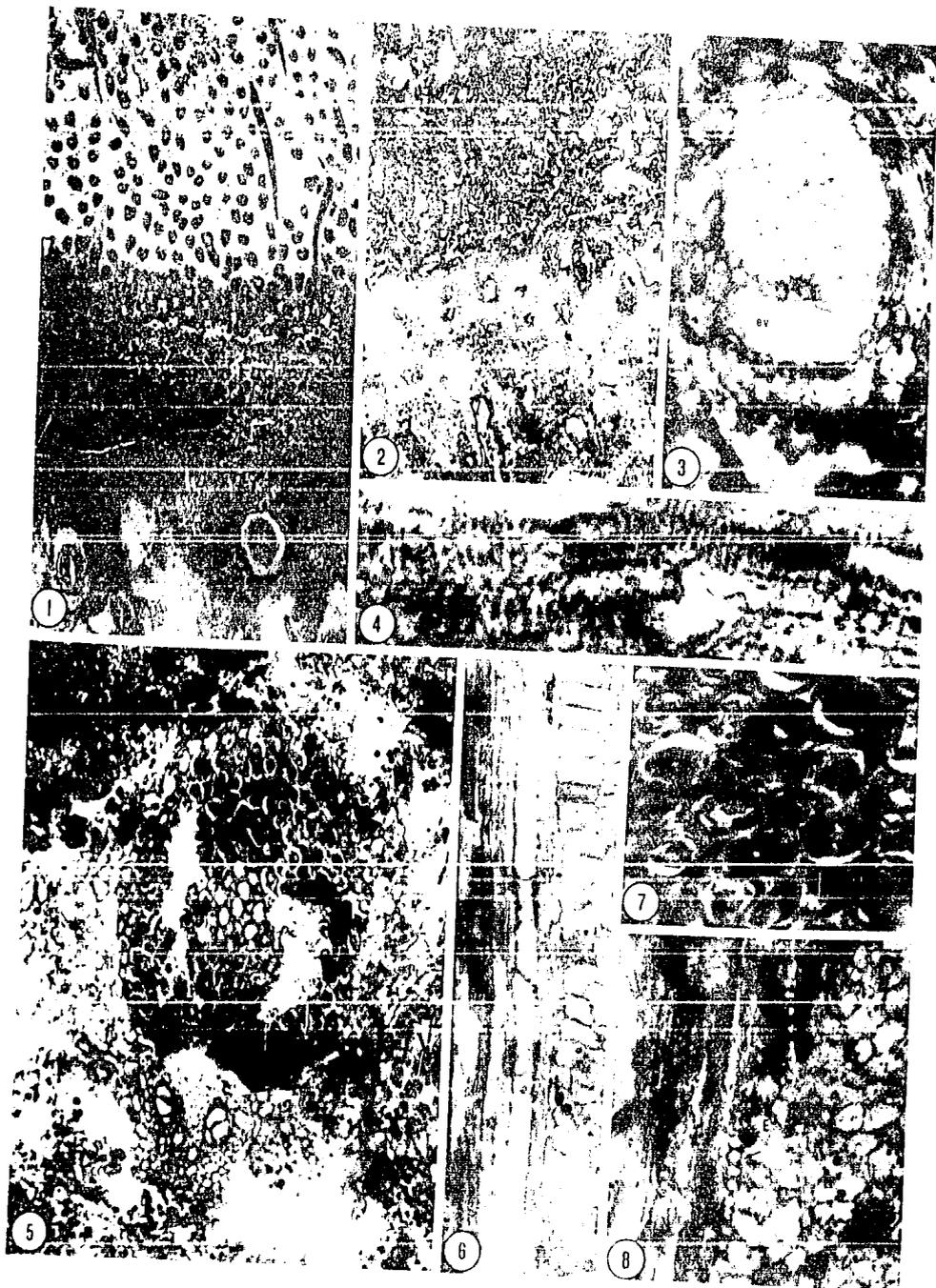
T<sub>1</sub>: Células de parénquima grandes.

T<sub>2</sub>: Células de parénquima pequeñas.

**LAMINA 1**

*Palmoxylon vasculare* sp. nov.

- Fig. 1. Detalle de la superficie pulida de la muestra mostrando, en corte transversal, al atactosteles y las raíces (3 X).
- Fig. 2. Tallo. Fotomicrografía en corte transversal de la zona esclerenquimática y la zona interna del atactosteles (7 X).
- Fig. 3. Tallo. Haz vascular de la zona esclerenquimática formado solo por elementos traqueales (18 X).
- Fig. 4. Tallo. Engrosamientos espirales de los elementos de protoxilema de los haces vasculares típicos (15 X).
- Fig. 5. Tallo. Haz vascular típico (7 X).
- Fig. 6. Tallo. Vasos de la región vascular del haz vascular en corte transversal (8 X).
- Fig. 7. Tallo. Fibras plurilaminadas (16 X).
- Fig. 8. Tallo. Estegmatas alineados bordeando a la región fibrosa del haz vascular (13 X).



**LAMINA 2**

*Palmoxylon vasculare* sp. nov.

Fig. 9. Tallo. Haz vascular típico con la región vascular de forma triangular (7 X).

Fig. 10. Tallo. Haz fibroso en corte transversal (28 X).

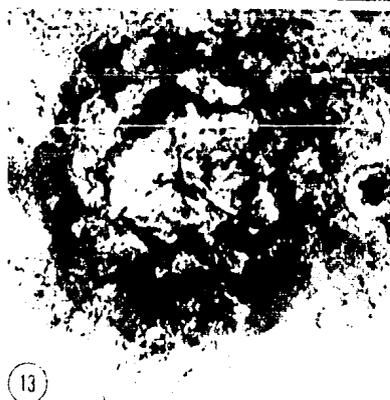
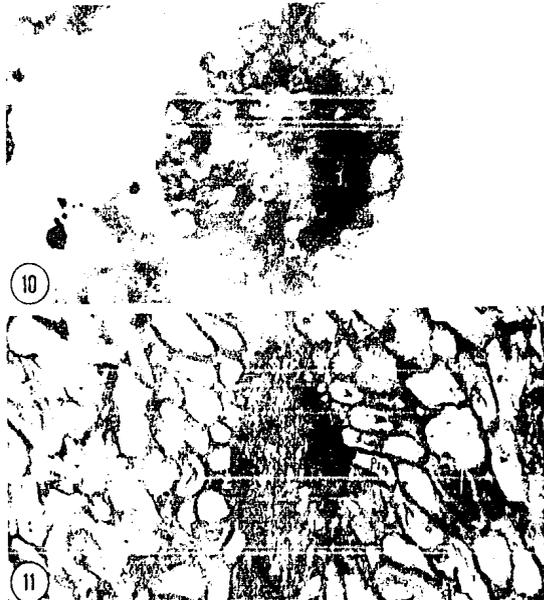
Fig. 11. Tallo. Haz fibroso bordeado por estegmatas y parénquima radiante en corte oblicuo (28 X).

Fig. 12. Tallo. Haz fibroso simulando un canal (28 X).

Fig. 13. Tallo. Canal (61 X).

Fig. 14. Pecíolo. Hipodermis y protuberancia en forma de quilla con un haz vascular al centro (44 X).

Fig. 15. Pecíolo. Haz vascular disociado (13 X).



**LAMINA 3**

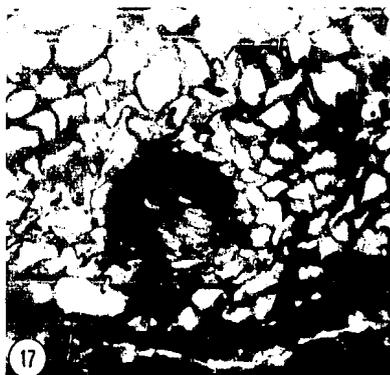
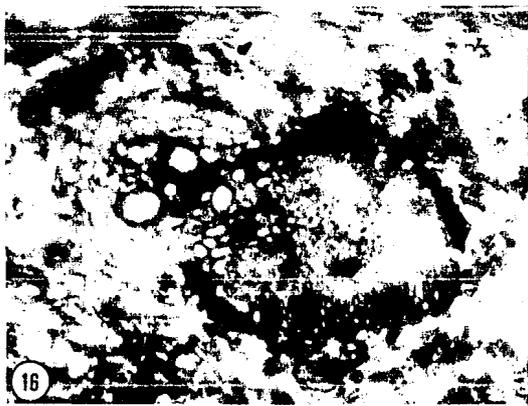
*Palmoxylon vasculare* sp. nov.

Fig. 16. Pecíolo. Haz vascular semejante al típico (28 X).

Fig. 17. Pecíolo. Haz fibroso (28 X).

Fig. 18. Raíz. Exodermis; córtex externo; córtex medio aerénquimatoso; estele con vasos medulares rodeados por fibras (3 X).

Fig. 19. Raíz. Vasos en corte longitudinal con placas de perforación simple transversa (10 X).



**LAMINA 4**

*Palmoxylon livistoforme* sp. nov.

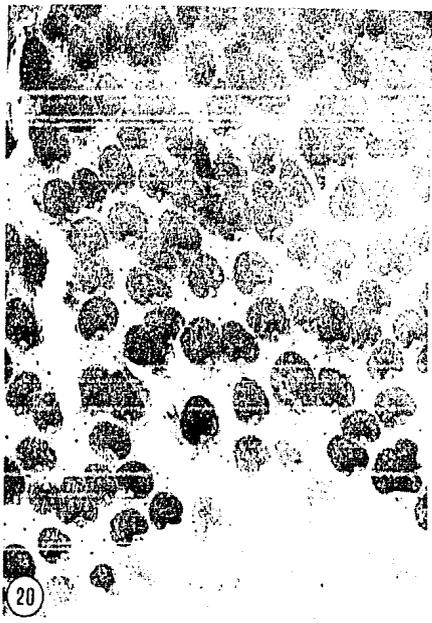
Fig. 20. Vista general de un corte transversal del atactostele (4 X).

Fig. 21. Haz vascular típico con parénquima tabular en la región fibrosa y parénquima radiante en la región vascular del haz (32 X).

Fig. 22. Región vascular del haz (64 X).

Fig. 23. Engrosamientos espirales de los elementos traqueales (160 X).

Fig. 24. Haz fibroso con parénquima radiante (64 X).



**LAMINA 5**

*Palmoxyton largum* sp. nov.

Fig. 25. Vista general de un corte transversal del atactostele (5 X).

Fig. 26. Haz vascular típico con parénquima radiante en la región vascular del haz (52 X).

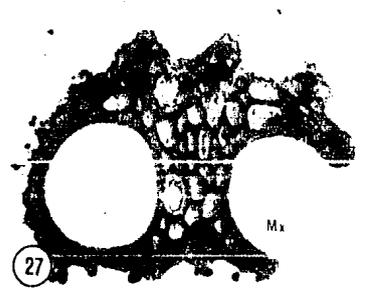
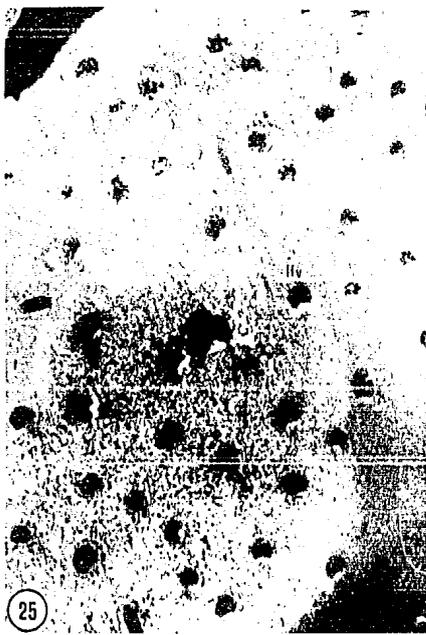
Fig. 27. Región vascular del haz vascular (260 X).

Fig. 28. Engrosamientos espirales de los elementos traqueales (325 X).

Fig. 29. Corte longitudinal del haz vascular (34 X).

Fig. 30. Traza foliar (35 X).

Fig. 31. Células de parénquima fundamental alargadamente onduladas (78 X).



**LAMINA 6**

*Palmoxylon commune* sp. nov.

Fig. 32. Vista general de un corte transversal del atactostele (17 X).

Fig. 33. Haz vascular típico (77 X).

Fig. 34. Corte longitudinal del haz vascular y del parénquima fundamental (77 X).



**LAMINA 7**

*Palmoxylon fibrosum* sp. nov.

Fig. 35. Vista general de un corte transversal del atactostele (5 X).

Fig. 36. Haz vascular típico con células con el mismo grado de refringencia que los elementos traqueales (66 X).

Fig. 37. Células alineadas de forma cuadrangular rodeando a la región fibrosa del haz vascular (70 X).

Fig. 38. Corte longitudinal de un haz vascular y del parénquima fundamental (43 X).

Fig. 39. Haz fibroso de fibras plurilaminadas (200 X).



**LAMINA 8**

*Palmoxylon polymorphum* sp. nov.

- Fig. 40. Vista general de un corte transversal del atactostele (14 X).
- Fig. 41. Haz vascular típico (33 X).
- Fig. 42. Haz vascular típico (36 X).
- Fig. 43. Elementos traqueales con engrosamientos escalariformes (156 X).
- Fig. 44. Elementos traqueales con punteaduras opuestas (225 X).
- Fig. 45. Elementos traqueales con engrosamientos espirales (200 X).
- Fig. 46. Células de parénquima fundamental de dos tamaños (196 X).



**LAMINA 9**

*Rhizopalmoxyton huepacensis* sp. nov.

Fig. 47. Corte transversal de la raíz tipo (i) (8 X).

Fig. 48. Corte transversal de la raíz tipo (ii) (11 X).

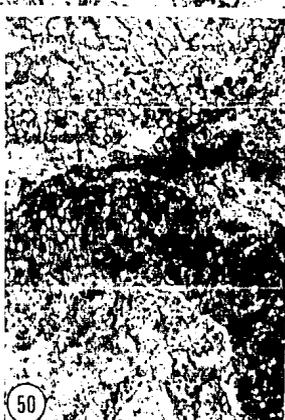
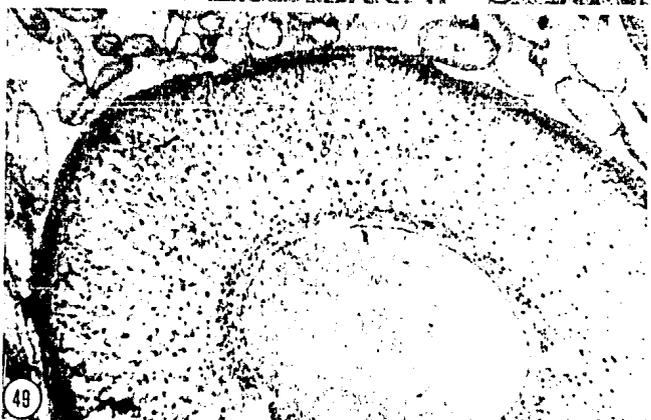
Fig. 49. Corte transversal de la raíz tipo (iii) (3 X).

Fig. 50. Banda de células epidérmicas y córtex externo con células con contenidos oscuros (50 X).

Fig. 51. Células con contenidos oscuros del córtex medio con diferentes constituciones granular (g), cristalina (c) y homogénea (h) (33 X).

Fig. 52. Alineamiento de células con contenidos oscuros y vasos con tilides (15 X).

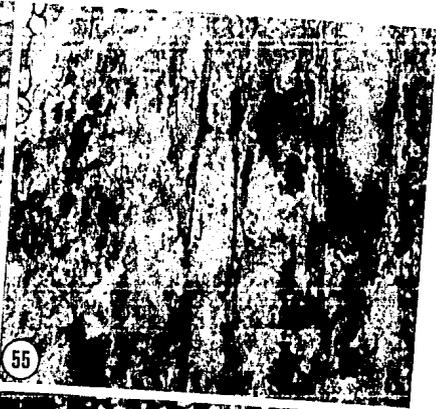
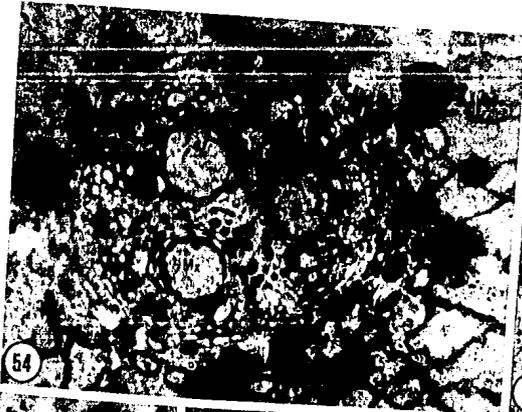
Fig. 53. Fibras del córtex interno de la raíz tipo (iii) en corte transversal (83 X).



**LAMINA 10**

*Rhizophalmoxylon huepaciense* sp. nov.

- Fig. 54. Corte transversal del estele de la raíz tipo (i). Engrosamientos en forma de "U" (u), Endodermis (e), Vasos de metaxilema (MX) (45 X).
- Fig. 55. Vasos con placas de perforación simple transversa (44 X).
- Fig. 56. Punteaduras opuestas (50 X).
- Fig. 57. Punteaduras transicionales (44 X).
- Fig. 58. Células alargadas rodeando a los vasos (22 X).



**LAMINA 11**

*Rhizopalmoxyton teguachiense* sp. nov.

Fig. 59. Corte transversal de la raíz (15 X).

Fig. 60. Células epidérmicas y córtex externo (32 X).

Fig. 61. Córtex medio de células con contenidos oscuros y córtex interno (23 X).

Fig. 62. Células con contenidos oscuros alineadas en corte longitudinal (8 X).

Fig. 63. Vasos con placas de perforación simples oblicuas (70 X).

Fig. 64. Estele con la médula lisada (45 X).

