

ANGIOSPERMAS CRETÁICAS DE LA LOCALIDAD “EL CHANGO”, CHIAPAS, MÉXICO

Griselda Guerrero-Márquez¹, Laura Calvillo-Canadell², Sergio R.S. Cevallos-Ferriz³
 y Javier Avendaño.Gil⁴

RESUMEN

La vegetación del Cretácico en México es conocida principalmente en Baja California, Sonora, Coahuila y recientemente en la localidad “El Chango”, Chiapas, donde se han reportado peces, moluscos, crustáceos, etc., y en los últimos años se recolectaron cientos de hojas de coníferas, varios conos, y alrededor de sesenta ejemplares de angiospermas. Esto hace que Chiapas sea el cuarto estado en que se reportan macrofósiles de angiospermas cretácicas. En esta localidad, la relación que hay entre angiospermas y gimnospermas es consistente con la edad sugerida para la Formación Sierra Madre, Aptiano-Albiano, y representa el registro más antiguo de angiospermas reportadas hasta el momento en México. Para identificar taxonómicamente, los fósiles fueron observados bajo microscopio estereoscópico y microscopio electrónico de barrido. Se han reconocido hojas de dicotiledóneas, monocotiledóneas y frutos, que han sido relacionados con las familias Bignoniaceae, Combretaceae, Arecaceae, Myrtaceae, entre otras, no obstante, la comparación detallada debe continuar para alcanzar propuestas taxonómicas mejor fundamentadas.

Palabras clave: Angiospermas, Chiapas, Cretácico, Fósiles, México.

ABSTRACT

Cretaceous vegetation of Mexico is known primarily in Baja California, Sonora, Coahuila and recently in the town “El Chango”, Chiapas, where there have been fish, molluscs, crustaceans, etc., but in recent years also collected hundreds of sheets conifers, several cones, and about sixty specimens of angiosperms. Chiapas is the fourth state of Cretaceous angiosperm macrofossils reported. In this locality the relationship between angiosperms and gymnosperms is consistent with the suggested age for the Sierra Madre Formation, Aptian-Albian, and represents the oldest record of angiosperms reported so far in Mexico. For identification taxonomically fossils were observed under a stereoscopic microscope and SEM. Were recognized dicot, monocot and fruits, which have been linked with families Bignoniaceae, Combretaceae, Arecaceae, Myrtaceae, among others, however, the comparison must continue to reach to better proposed taxonomic.

Key words: Angiosperms, Chiapas, Cretaceous Fossils, Mexico.

INTRODUCCIÓN

El Cretácico fue un periodo importante para las plantas vasculares terrestres con flor ya que comenzaron su radiación adaptativa, la cual se extendió hasta el punto de provocar grandes desplazamientos ecológicos donde Cycadophytas, Gynkgophytas y otros grandes grupos de gimnospermas declinaron en abundancia relativa y diversidad, y fueron remplazados en la mayoría de los hábitats y regiones geográficas (Upchurch & Dilcher, 1990).

1. Facultad de Ciencias, UNAM, Circuito Interior, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, 04510 México D. F. Email: gris.g.marquez@gmail.com

2 y 3. Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM, Circuito interior, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, 04510 México D. F.

2. Email: lccanadell@mac.com

3. Email: scrscfpb@unam.mx

4. Coordinación Técnica de Investigación, Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural y Facultad de Biología y Escuela de Arqueología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
 Email: javierdchiapas@hotmail.com

En el Cretácico, el territorio que hoy ocupa México, la mayoría de la tierra continental estaba cubierta por el mar (Eguiluz de Antuñano *et al.*, 2000). Sin embargo, registros de granos de polen de Winteraceae y Laurales en sedimentos del Aptiano/Albiano de Michoacán y Colima, así como de Hamamelidaceae y Araceae en Durango sugieren la presencia de áreas expuestas en la parte central de México. Posiblemente éstos representan islas en las que las angiospermas fueron capaces de establecerse. En la parte Norte de México se ubica la más extensa y conocida zona continental donde la vida podría haberse establecido en el Cretácico Superior, la llamada Paleopenínsula de Coahuila. En esta región hay registros de las familias Arecaceae, Musaceae, Strelitziaceae, Ranunculaceae, Menispermaceae, Hamamelidae, Phytolacaceae, Rhamnaceae, entre otras (Cevallos-Ferriz y González-Torres, 2005). Existieron comunidades donde se mezclaron plantas cuyo origen se sugiere fue tanto en el hemisferio Sur como en el Hemisferio Norte (Ramírez y Cevallos-Ferriz, 2000).

En cuanto a la parte Sur de México, recientemente en la localidad “El Chango” del estado de Chiapas, Formación Sierra Madre, se han recolectado angiospermas fósiles por

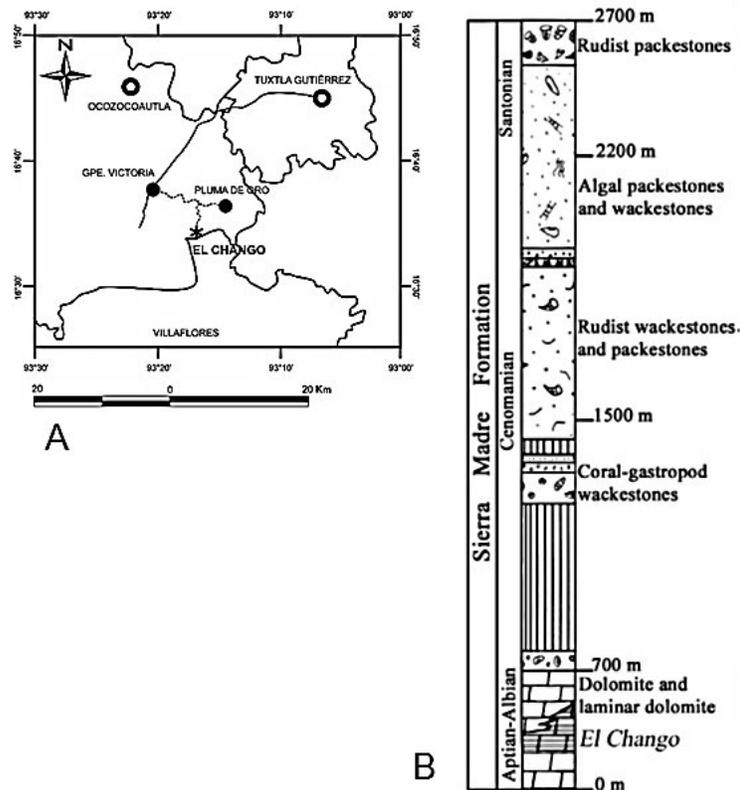


Figura 1. A. Ubicación de la localidad El Chango B. Sección estratigráfica de la Formación Sierra Madre, mostrando la posición relativa de la cantera El Chango (modificado de Vega *et al.* 2007; Alvarado-Ortega, 2009).

lo que el objetivo de este trabajo es describirlas y proponer sus afinidades taxonómicas.

MÉTODO

Sitio de estudio: La localidad El Chango está situada en las coordenadas N 16°34'14" y W 93°16'11" a 30 km al suroeste de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, y data del Aptiano-Albiano (Alvarado-Ortega, 2009; Vega *et al.* 2007). Se han recolectado aproximadamente 60 fósiles de angiospermas en seis colectas que iniciaron en el 2010. Estos depósitos corresponden a la base de la Formación Sierra Madre, constituida por dolomitas y calizas depositadas principalmente en facies marinas someras (Steele y Waite, 1986; Fig. 1). Aquí se han encontrado fósiles de una gran variedad de peces, moluscos, crustáceos e insectos, así como plantas, siendo las gimnospermas más abundantes que las angiospermas.

Determinación taxonómica: El material fósil fue limpiado y separado de acuerdo a su estado de conservación. Los fósiles mejor conservados fueron observados en microscopio estereoscópico Olympus SZH y bajo luz ultravioleta para observar relieves, así como en el microscopio electrónico de barrido (MEB). Se hicieron dibujos con cámara lúcida y se tomaron fotografías de cada fósil, y a partir de estas observaciones se realizó su

descripción. En el caso de las hojas, la descripción de los caracteres se basó en el manual de arquitectura foliar (Leaf Architecture Working Group, 1999).

Agrupamos el material estudiado en hojas, posibles frutos y rarezas. Los fósiles fueron comparados con taxa actuales con ayuda de recursos bibliográficos y electrónicos, con ejemplares del Herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología, UNAM, y del herbario virtual de Kew. Las hojas actuales que presentaron mayor similitud con los fósiles fueron sometidas a la técnica de aclarado que consiste en decolorar la hoja y teñir las venas para tener claro el patrón de venación, carácter útil para la identificación.

RESULTADOS

Hojas

Este grupo fue dividido en dos subgrupos de acuerdo al tipo de venación, paralela vs. reticular.

Dentro del grupo de las *monocotiledóneas*, aquellas con venación paralela (Figura 2), se reconocieron cuatro morfotipos:

A: Tiene margen entero, base cunneada, ápice redondeado y el tamaño de las hojas van desde cuatro a 25 centímetros (fig. 1-2).

B: Tiene margen entero y base cuneada, pero a diferencia del anterior presenta un ápice agudo (fig. 2.3).

C: Tiene base cuneada, margen entero, ápice redondeado y una vena media muy marcada (fig. 2.4).

D: Tiene base cuneada, margen entero, ápice agudo y a diferencia de las anteriores tiene una lígula que va desde la base hasta poco menos de la mitad de la hoja (fig. 2.5).

Los fósiles con presencia carbonosa en su superficie fueron observados en el MEB y permitieron observar detalles de la epidermis, principalmente los fósiles de morfotipo A. El MEB evidenció un arreglo celular poco regular, en el que sin embargo, se pueden distinguir ciertas líneas celulares paralelas, así como una tendencia a organizar estructuras circulares conformadas por cuatro células que parecen delimitar un poro (Fig. 2.6-8). Cabe señalar que no hay evidencia morfológica de tricomas, aparatos estomáticos o idioblastos.

En el grupo de las *dicotiledóneas*, aquellas con venación reticular (Fig. 3), se reconocieron cuatro morfotipos:

E: Tiene base decurrente, margen entero, ápice redondeado, vena media muy marcada (fig. 3.1-3).

F: Tiene margen entero, base decurrente, ápice agudo y vena secundaria intramarginal (fig. 3.4).

G: Se conoce la mitad proximal de la hoja, la base es decurrente, tiene margen entero, venación distinguible hasta el tercer orden; tiene vena primaria pinnada, venación secundaria eucamptodroma y vena intramarginal (fig. 3.5).

H: Tiene base decurrente, ápice agudo, margen entero, vena primaria pinnada y venación secundaria y terciaria visibles (fig.3.6-7).

Frutos

Representados por cinco morfotipos distintos:

I: Frutos alargados cuya longitud varía de los cinco a 10 centímetros y en promedio un centímetro de ancho, tienen un pecíolo ancho y corto, base decurrente, ápice de forma redondeada a obtusa, margen entero y venación paralela (fig. 4.1).

J: Tiene base decurrente ligeramente sesgada, margen entero y venación reticular donde se distinguen tres venas principales. Presenta pequeñas estructuras ovaladas de pared gruesa que sugieren la presencia de semillas en la parte central de la estructura (fig. 4.2).

K: miden en promedio 13 centímetros de largo y cuatro de ancho, tienen pecíolo de seis centímetros de largo en cuya base hay una estructura gruesa parecida a una lígula.

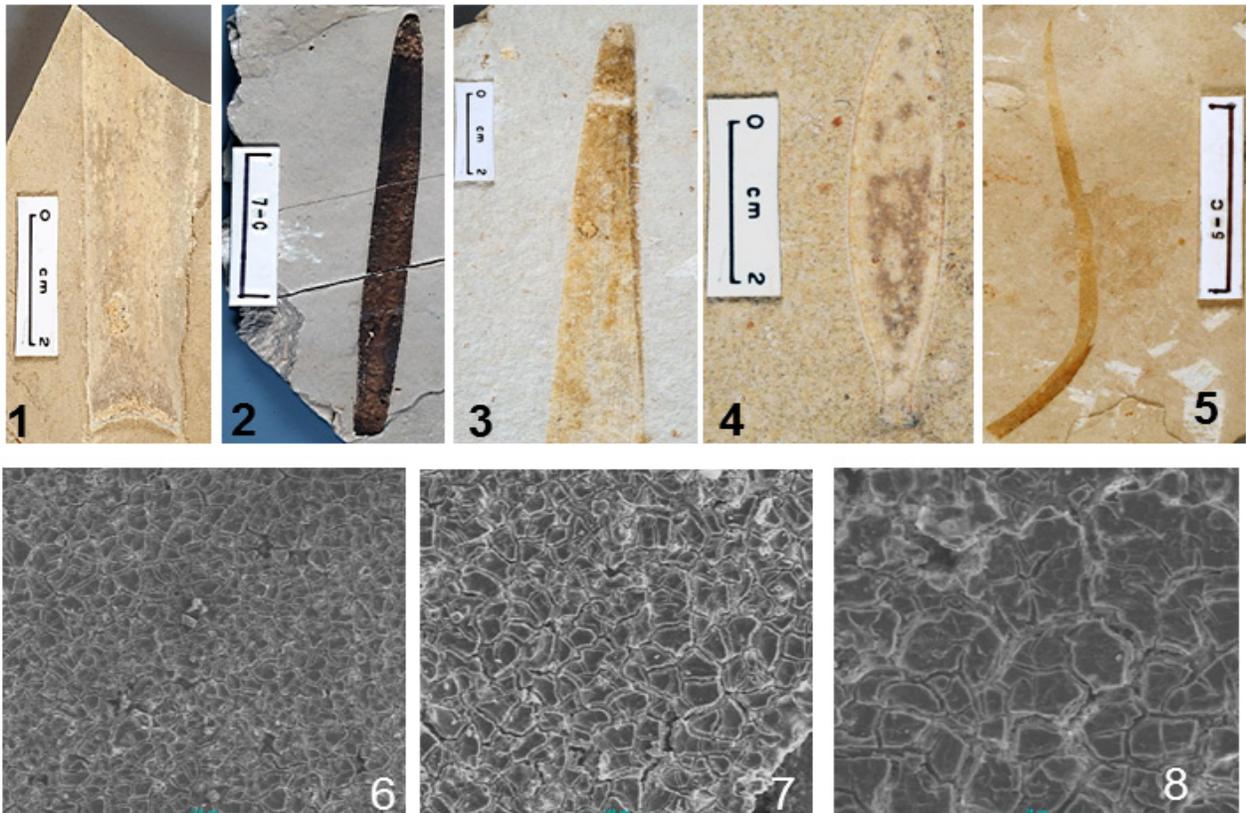


Figura 2. Monocotiledóneas. 1 y 2. Morfotipo A; 3. Morfotipo B; 4. Morfotipo C; 5. Morfotipo D; 6, 7 y 8. Observaciones en el MEB del morfotipo A.

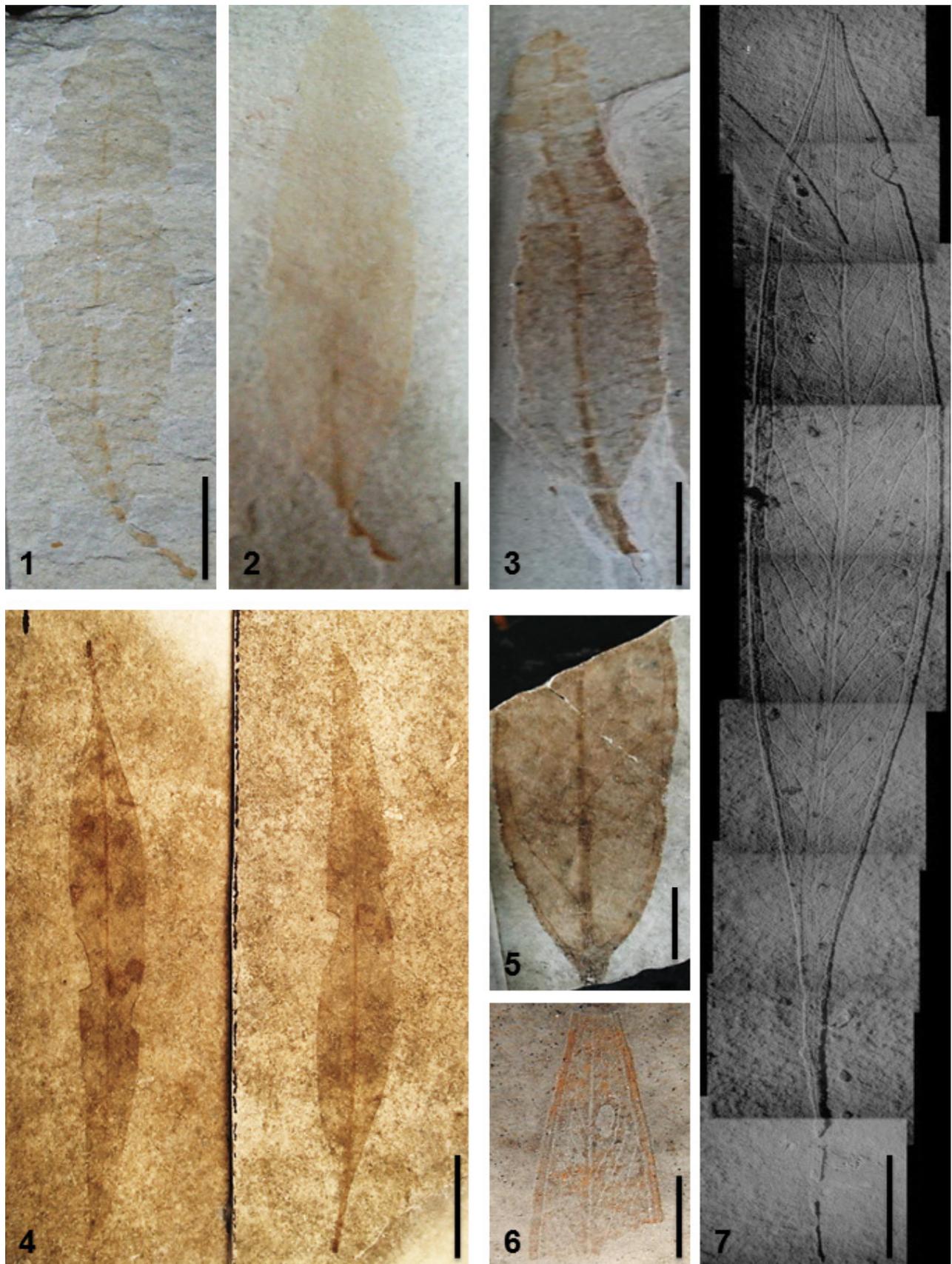


Figura 3. Dicotiledóneas. 1, 2 y 3. Morfotipo E; 4. Morfotipo F; 5. Morfotipo G; y 6 y 7. Morfotipo H (escala 2cm).

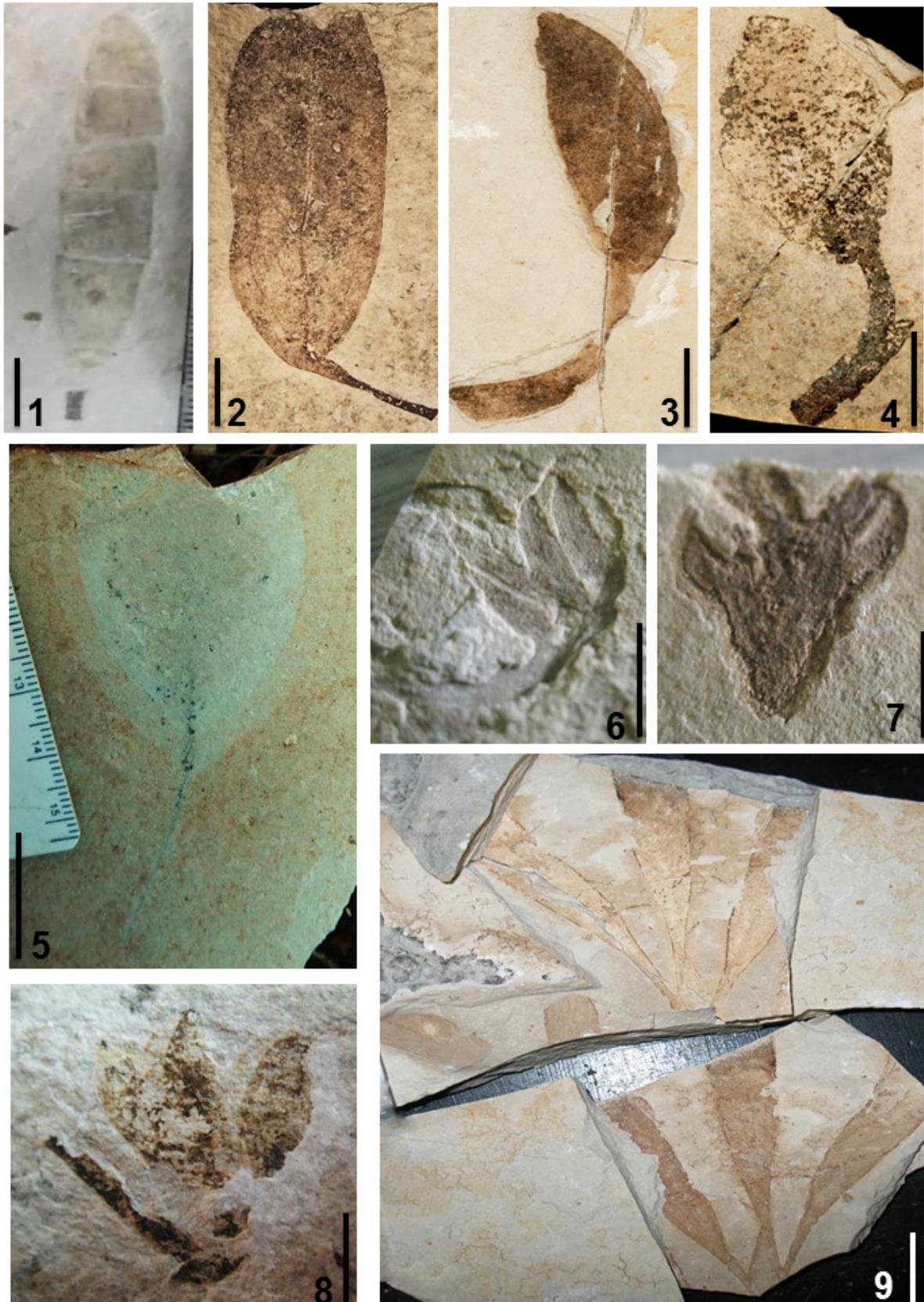


Figura 4. Frutos: 1. Morfotipo I; 2. Morfotipo J; 3. Morfotipo K; 4. Morfotipo L y 5. Morfotipo M; Rarezas: 6. Morfotipo N; 7. Morfotipo Ñ; 8. Morfotipo O y 9. Morfotipo P. (escala 1 cm).

La parte dorsal del fruto es recta y ligeramente arqueada, la parte ventral en cambio es curva, de manera que el fruto es más ancho por la mitad que en los extremos. Algunos ejemplares tienen una abertura que va de la base hacia la parte media (fig. 4.3).

L: Las características de este morfotipo son similares a las del anterior en cuanto a talla y las características del pecíolo, sin embargo, la forma del fruto es ovalada y mide 6 cm de ancho (en promedio) y tiene una base compleja y ápice redondeado. En el centro del fruto se aprecia un oscurecimiento que va de la base al ápice (fig. 4.5).

M: fósil incompleto de forma ovalada, mide cuatro centímetros de ancho y tres de largo. Se distinguen tres capas y un pecíolo muy delgado que llega al centro del fruto (fig. 4.6).

Rarezas

Estos fósiles no presentan características suficientes para saber a qué órgano pertenecen.

Miden alrededor de dos centímetros y algunas de ellas tienen una estructura de tipo estrella, morfotipo N, en la que se observan ejes que parten de un mismo punto que presentan venación paralela y uno de los ejemplares presenta una estructura parecida a un tallo sumamente delgado y largo (fig. 4.6).

Otros ejemplares constituyen el morfotipo Ñ, presentan un eje principal grueso del que salen algunos ejes más cortos y delgados con ápice agudo (fig. 4.7).

Con características similares, el morfotipo O presenta además una estructura parecida a una lígula en la base del punto de unión de los ejes (fig. 4.8).

El último fósil de éste grupo, el morfotipo P, es completamente distinto, mide 18 centímetros y tiene cuatro hojas principales que se doblan y bifurcan. Tienen margen entero y vena media, sin embargo no se observa ápice ni base (fig. 4.9).

DISCUSIÓN

Dentro de las monocotiledóneas, todos los morfotipos fueron relacionados con géneros de pastos marinos. Por ejemplo, de la familia Hydrocharitaceae los géneros más parecidos fueron, *Thalassia*, ya que sus hojas presentan base, margen, venación y forma alargada de similares a las de los fósiles; y *Halophila*, que tiene forma ovalada y la característica vena media más gruesa que las demás (fig. 2.1-3).

Otra familia que presenta características similares a los fósiles es Cymodoceae, en donde las hojas de *Halodule* tienen

ápice y base, así como lígula similar a los fósiles (fig. 2.5).

Al igual que el fósil, algunos ejemplares de pastos marinos actuales fueron observados en el MEB. El que presentó mayor similitud con los fósiles y en especial con el morfotipo A fue *Thalassia testudinum*. En esta especie el arreglo epidérmico consta de líneas celulares paralelas entre sí, y cada línea se distingue por presentar poros alineados formados por la unión de cuatro o cinco células. Estos caracteres aunque de manera poco clara, fueron observados también en el fósil, además, ambos carecen de estructuras estomáticas y tricomas. Esta comparación anatómica de la epidermis confirma el parentesco entre los fósiles y miembros actuales de pastos marinos, por lo que preliminarmente se atribuyen los fósiles a la familia Hydrocharitaceae.

En contraste, dentro de las dicotiledóneas, el morfotipo E no fue relacionado con ninguna familia actual debido a que no presenta venación secundaria visible y los caracteres son insuficientes para sugerir alguna afinidad (fig. 3.1-3).

Sin embargo, los morfotipos F, G y H fueron comparados con Sapindales, Myrtales y Malpighiales (fig. 3.4-7). Algunas semejanzas entre las hojas fósiles y actuales incluyen la forma de la hoja, el tipo de margen, de venación primaria y secundaria, así como la vena intramarginal. Pero también hay diferencias como la forma de la base, del ápice y la venación terciaria, por lo que el trabajo de biología comparada debe continuar.

Los frutos del morfotipo I fueron comparados con miembros de Gentianales y Lamiales debido a que los frutos son rectos, alargados y tienen venación paralela, sin embargo, la forma del ápice, de la base y la longitud del fruto fósil son distintos (fig. 4.1). El Morfotipo J, pudo haber tenido la apariencia que hoy presentan algunos frutos globosos de la familia Solanaceae y/o la familia Fabaceae, debido a que tiene morfología que recuerdan vainas, como por ejemplo, la venación reticular y semillas pequeñas junto a la vena media, pero se debe ampliar la descripción y observaciones en microscopio para constatar que no se trate de una hoja y que la interpretación de algunas de las estructuras como semillas sea correcta (fig. 4.2).

Al principio los morfotipos K, L y M fueron tratados individualmente y relacionados con familias como Araceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Combretaceae etc. debido a su tamaño y forma ovalada, y en algunos casos no se pudo establecer afinidad alguna con familias actuales. Sin embargo, después de una ardua investigación bibliográfica, se encontró dentro de las Proteales un caso en el que los frutos son ovalados, dehiscentes y con semillas generalmente aladas y planas, y que en el proceso de dispersión de la semilla el fruto presenta morfologías distintas, antes y después de liberarlas, lo que llevó a interpretar de una manera distinta a estos morfotipos,

entendiéndolos como estructuras de la misma planta pero en distintos momentos de su ciclo de vida (fig. 4.3-5). Es importante mencionar que para edad de las rocas de esta localidad los frutos fósiles encontrados son de talla grande.

Dentro del grupo denominado rarezas, las características del morfotipo N recuerdan a la flor fósil de *Leeffructus* encontrado en China en sedimentos de hace aproximadamente 125 millones de años, sin embargo, presenta cierto parecido también con hongos del género *Geastrum* debido a su forma estrellada (fig. 4.6).

El morfotipo Ñ es relacionado (como algunas hojas) con *Cymodoceae*, ya que presenta una inflorescencia llamada cima muy parecida a este morfotipo (fig. 4.7).

El morfotipo O, debido a que presenta una estructura parecida a una lígula que sobresale de la base, se ha comparado con la copa floral de algunas *Myrtaceae* (fig. 4.8).

El último fósil de éste grupo, el morfotipo P, ha sido relacionado con varias plantas fósiles y actuales, con base en que sus hojas no presentan lóbulos como tales sólo adelgazamientos en algunas zonas. Formas similares pueden encontrarse en helechos como *Lygodium palmatum*, las plántulas de algunas *Proteales*, el fósil *Ginkgoites australis* y *Manihotites*, este último se ha reportado en el Cretácico del Norte de México. Sin embargo, la venación es distinta con todas ellas así como la forma de la lámina ya que en el fósil no se observan dicotomías (fig. 4.9).

Los grupos con los que los fósiles presentan similitudes tienen una distribución templada, tropical y subtropical en la actualidad, lo que no contradice a los trabajos realizados con los peces, crustáceos y moluscos fósiles de la misma localidad. Además, las afinidades taxonómicas con dos familias de pastos marinos, aplicando actualismo biológico, sugiere que probablemente el ambiente marino era tranquilo, ya que actualmente podemos observar que en las praderas de pastos marinos el oleaje disminuye debido a que las hojas funcionan como estabilizadoras y retenes naturales de arena, lo que permite una rápida sedimentación de lodos y material orgánico y además contribuye a reducir la erosión de las playas. Así mismo, los pastizales sirven como áreas de crianza, sustrato y refugio para especies de animales como poliquetos, moluscos, artrópodos y peces.

CONCLUSIONES

Se puede afirmar que localidad presenta una importante diversidad de formas foliares y de estructuras reproductivas que podrán dar luz sobre el tipo de vegetación que habitaba en lo que hoy es el Sur del territorio mexicano durante el Cretácico. Las angiospermas son poco abundantes en la localidad pero con el trabajo de extracción del material fósil

que se realiza cada año, las afinidades que ahora proponemos seguirán siendo revisadas a detalle.

Cabe mencionar que a pesar de la edad de estos sedimentos, la mayoría de las hojas tienen un excelente grado de conservación lo cual permite observarlas a detalle, otro aspecto que llama la atención es el gran tamaño de los frutos.

A medida que se incrementa el esfuerzo en campo, se podrá reconstruir a las plantas para entender aspectos de su ciclo de vida, más allá de la parte taxonómica, como lo muestran los frutos fósiles de esta localidad y la probable asociación de distintos órganos aislado en un tipo de planta. Por ejemplo, un tipo de hoja con un tipo de rareza, u otras hojas con algunos frutos. Estas posibles asociaciones señalan la necesidad de profundizar la descripción de los morfotipos para lograr una acertada determinación taxonómica y conjuntar esfuerzos entre los distintos especialistas para reconstruir a las plantas con flor más antiguas de México y proponer el paleoambiente en el que crecieron.

Las características de las angiospermas de esta edad difícilmente encajan dentro de algún grupo específico de plantas actuales dificultando así su identificación, sin embargo, la combinación de ciertos caracteres ayudará a entender un poco más la variedad morfológica presente durante la radiación de este grupo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Laboratorio de Paleobotánica del IG UNAM por el apoyo en la extracción del material, a Javier Avendaño Gil por su hospitalidad a su equipo de trabajo del Museo de Paleontología *Eliseo Palacios Aguilera*, a Enoch Ortíz M. quién colaboró en la extracción del material y su limpieza, a la orientación otorgada por los doctores Den Hartog, John Kuo y del Maestro en Ciencias Ricardo Wong del Departamento de Biología Comparada de la Facultad de Ciencias UNAM, así como a miembros del MEB de la FC y del IG UNAM.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarado-Ortega, J., Ovalles-Damián, E. and Blanco-Piñón, A. 2009. The Fossil Fishes from the Sierra Madre Formation, Ocozocoautla, Chiapas, Southern Mexico. *Paleontología Electrónica* Vol. 12, Issue 2; 4^o: 22p.
- Cevallos-Ferriz, Sergio R.S., y González-Torres, E., 2005. En: Vega, F.J. *et al.*, Studies on Mexican Paleontology. Topics in Geobiology. Vol. 24. Diciembre 2005.
- Cevallos-Ferriz, S., González-Torres, E. y Calvillo-Canadell, L. 2012. Perspectiva Paleobotánica y Geológica de la biodiversidad en México. *Acta Botánica Mexicana* 100: 317-350.
- Eguiluz de Antuñano, A., M. Aranda-García y R. Marrett. 2000. Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 53: 1-26.

-
- Ramírez, J.L. y Cevallos-Ferriz, S., 2000. Consideraciones sobre las angiospermas (plantas con flor) fósiles en México. GEOS, Unión Geofísica Mexicana, A.C.
- Steele, D.R. 1986. Contributions to the stratigraphy of the Sierra Madre Limestone (Cretaceous) of Chiapas. Part 1. Physical stratigraphy and petrology of the Cretaceous Sierra Madre Limestone, west-central Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín, 102:1-101.
- Upchurch Jr., Garland R. y Dilcher David L. (1990) Cenomanian Angiosperm Leaf Megafossils, Dakota Formation, Rose Creek Locality, Jefferson County, Southeastern Nebraska. U.S. Geological Survey Bulletin 191 5.
- Vega Francisco J., Fernando Álvarez & Gerardo Carbot-Chanona Albian penaeoidea (Decapoda, Dendrobranchiata) from Chiapas, southern Mexico 3rd Symposium On Mesozoic And Cenozoic Decapod Crustaceans Museo di Storia Naturale di Milano May 23-25, 2007.
-