

PLANTAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR DE COAHUILA

Sergio R.S. Cevallos Ferriz¹

RESUMEN

El estudio de las plantas del Cretácico Superior de Coahuila ha permitido reconocer una diversa flora que parece compartir elementos con flora de latitudes mayores, pero a la vez muestra una pequeña pero clara diferencia en la composición de la vegetación que creció hace 70 a 65 millones de años en la Formación Olmos de la Cuenca Carbonífera y en la Formación Cerro del Pueblo en la Cuenca de Parras. Seguramente el entendimiento del cambio de flora y vegetación en la región a través del tiempo geológico explicará en forma más completa y dinámica el paisaje actual del estado.

Palabras clave: Coahuila, Cretácico Superior, Plantas fósiles, Formación Cerro del Pueblo, Formación Olmos.

ABSTRACT

The study of Upper Cretaceous plants in Coahuila has allowed recognition of a diverse flora that seems to share elements with higher latitude floras; even more, it also demonstrates a small but clear difference in vegetation composition growing some 70 to 65 million years ago in the Olmos Formation of the Carboniferous basin and the Cerro del Pueblo Formation of the Parras basin. Certainly, comprehension of the flora en vegetation change through geologic time in the region will explain in a more complete and dynamic way the extant scenery in the state.

Keywords: Coahuila, Fossil plants, Upper Cretaceous, Cerro del Pueblo Formation, Olmos Formation.

INTRODUCCIÓN

Las angiospermas o plantas con flor, como comúnmente se les conoce, son el resultado de una serie de procesos evolutivos a través del tiempo, los cuales han permitido que desde su origen durante el Cretácico temprano, hayan radiado, diversificado y permanecido hasta la actualidad. El estudio de polen, flores, frutos, semillas, hojas, folíolos y maderas fósiles, ha contribuido notablemente en el entendimiento sobre el origen y evolución de este grupo de plantas, así como con la aportación de nuevos caracteres para estudios filogenéticos (e.g., Dilcher, 1974; Hickey 1973, 1977; Hickey y Wolfe, 1975; Hickey y Talor, 1991; Weber, 1973, 1975, 1976; Wolfe, 1975, 1987; Wheeler y Baas, 1991; Tiffney 1985a, 1985b). Dos son las hipótesis que por mucho tiempo sirvieron de modelo para explicar el origen de este grupo, que sigue

¹ Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Circuito de la Investigación Científica, Del. Coyoacan, 04510 México D.F.

hasta la fecha representando un fenómeno biológico por resolver. Hacia inicios del siglo pasado Arber y Parkin, (1907, 1908) propone que la flor es homóloga a un estróbilo bisexual con numerosos ovarios y órganos polínicos dispuestos en espiral. El perianto estaría formado por partes conspicuas y la polinización la realizarían insectos (e.g., cucarachas o escarabajos). Esta propuesta conocida como la hipótesis euantial ha sido ejemplificada con miembros de Magnolidae. En contraste, tiempo después Wettstein (1935) discute a la flor como homóloga a los órganos reproductivos unisexuales de una gimnosperma. Bajo esta perspectiva las flores eran pequeñas, anemófilas, unisexuales y simples. Además, normalmente se organizaban como largas inflorescencias, y cada flor estaría compuesta por un solo carpelo contenedor de un solo óvulo unitegumentado. Miembros de Hamamelidae (Fagales, Juglandales, Myricales) servían de modelo para ejemplificar esta hipótesis conocida como pseudoantial.

Decisión sobre que hipótesis explica mejor el origen de las angiospermas no se ha alcanzado, pero tanto el registro fósil como los análisis cladísticos y del reloj molecular sugieren que el grupo se había diferenciado desde hace 132 a 135 millones (e.g., Hickey y Doyle, 1977; Magallón-Puebla *et al.*, 1999). El registro de polen más temprano y aceptado proviene de estratos de la Formación Helez (Valangiano-Hauteriviano) de Israel y del Barremiano de Inglaterra (Hughes, 1976; Brenner, 1996). Algunos de estos granos son monosulcados y tienen forma de barco del tipo de los que posiblemente se relacionan con monocotiledóneas o algunas dicotiledóneas magnoliáceas. Estos granos son asignados a los géneros de polen disperso *Clavatipollenites*, *Retimonocolpites* y *Liliacidites*. La presencia de estos tipos de polen se relaciona con la presencia de hojas de paleohierbas y eudicotiledóneas (Hickey y Doyle, 1977). La diversificación de polen es similar a la diversificación de tipos de hojas (Hickey y Wolfe, 1975). La adquisición de los caracteres de la flor y de la madera ha sido discutida con mayor detalle en tiempos relativamente más recientes (Taylor y Hickey, 1996).

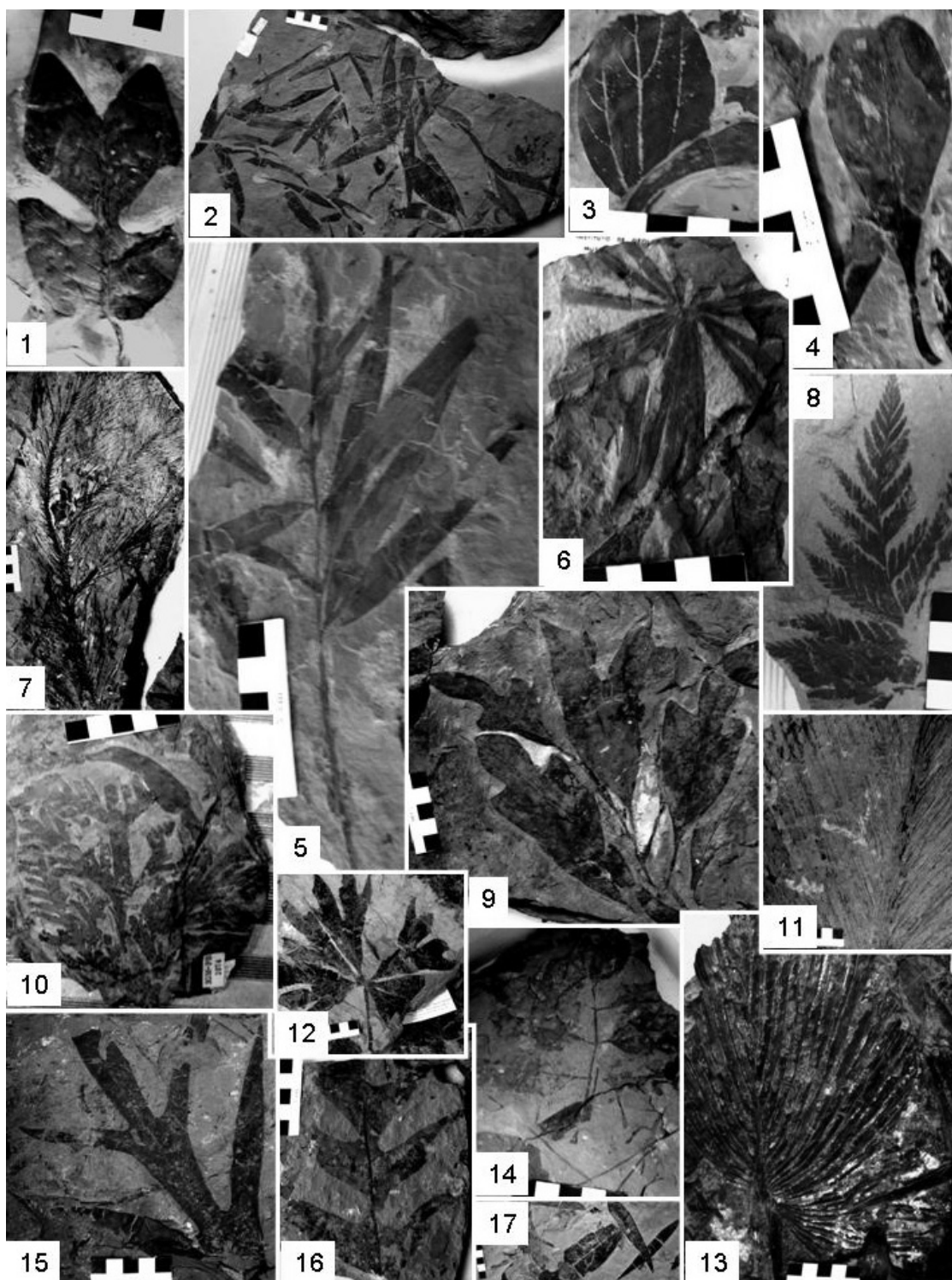
Las rocas más comunes en Coahuila tienen edad cretácica y por ello pueden ser importantes en el estudio de las plantas con flor de este tiempo. La rápida diversificación de las angiospermas seguramente ocurrió durante el Cretácico Inferior, al mismo tiempo en que los mamíferos se vuelven más comunes, y comenzaban a reemplazar a los dinosaurios (Gandolfo, 2002). Los cambios geológicos que se dan en las tierras emergidas de México de aquel tiempo seguramente promovieron importantes cambios biológicos que conllevaron la

“modernización” radical de los ecosistemas terrestres en la región, que son la base del origen de la flora y vegetación actual de México (Cevallos-Ferriz y Ramírez-Garduño, 1998).

El material fósil conocido de Coahuila que ha aportado al entendimiento de las plantas con flor de este tiempo en la región sur de América del Norte se han recolectado en dos formaciones principalmente, la Formación Cerro del Pueblo y la Formación Olmos. El material se ha conservado como impresiones, compresiones carbonosas y permineralizaciones. Las observaciones que se hagan sobre este material deben entenderse como parte de los procesos biológicos que un grupo de plantas, en su mayoría extintas, estaban desarrollando en ese momento para lograr con el tiempo volverse el grupo dominantes en casi la totalidad de los ecosistemas.

FÓSILES DE PLANTAS

Hojas (figuras 1-17). Desafortunadamente las hojas recolectadas en Coahuila carecen de cutículas que son muy importantes para establecer la relación taxonómica de estos órganos; sin embargo, el estudio de estas hojas a través su arquitectura seguramente aportará al mejor entendimiento de los niveles de organización alcanzados por las plantas en aquel tiempo. Por ejemplo, una primera aproximación que se puede hacer es que varios de los tipos de hojas recolectados en Coahuila recuerdan a los tipos de hoja conocida hacia el norte de América del Norte. Es evidente en este caso la presencia de palmeras que en la Formación Olmos están representadas por dos tipos de hojas, *Phoenocites* y *Sabalites* (figuras 11, 13), mientras que en la Formación Cerro del Pueblo hasta el momento solo se ha recolectado de forma abundante la segunda (Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1994). Otras hojas, como una de tipo compuesta a la que aun falta por corroborar algunas características recuerda la arquitectura foliar del grupo de Anacardiaceae (figura 14), en donde pertenecen el mango, el pistache, la mala mujer, etc., pudiera atestiguar la edad mínima de la familia (Martínez Millán, 2004). Seguramente las plantas que produjeron estas hojas están relacionadas con las plantas del Cretácico inferior que son pequeñas, simples y con venación pinada en el Neocomiano de Siberia (120 millones de años), o con aquellas del grupo Potomac de América del Norte que se recolectan en sedimentos del Barremiano-Aptiano, en donde las angiospermas representan el 2 % de toda la flora (Hickey, 1973; Hickey y Doyle, 1977; Hickey y Wolfe, 1975; Taylor y Hickey,



Figuras 1-17. Impresiones carbonizadas de la Formación Olmos (Material recolectado por el Dr. R. Weber)

1 *cf. Liriodendron*. **2-4** Hojas dispersas indeterminadas. **5** Rama con hojas indeterminadas. **6** Verticilo con hojas largas. **7** Rama de conífera. **8** Helecho indeterminado. **9** Rama con hojas tipo protolauraceae. **10** *Brachyphyllum*. **11** Fragmento de hoja de *Phoenocites* (palmera). **12** *Manihotites*. **13** Fragmento de hoja de *Sabalites* (palmera). **14** Hoja compuesta indeterminada. **15-16** Hojas dispersas tipo protolauraceae. **17** Hojas dispersas indeterminadas. Escala en centímetros.

1996). De esta región varios géneros, entre ellos *Fico-phyllum*, *Proteaephyllum*, *Vitiphyllum*, *Celastrophyllum*, han sido reconocidos, otros dos géneros estarían asociados con las monocotiledóneas: *Acaciaephyllum* y *Plantaginopsis*. En América del Norte es a partir de este momento que las angiospermas comienzan a diversificarse rápidamente, representando el 25 % de la flora en el Cretácico Inferior de Patapsco. Las hojas de ese momento pueden ser palmadas, semejantes a las de Platanaceae como *Araliaephyllum* y *Araliopsoides* o enteras y sin lóbulos con venación pinnada como en *Betulites* y *Populites*. Es importante señalar que Weber (1972) sugiere que dentro del material que el recolectó en la Formación Olmos hay ejemplares que recuerdan a Betulaceae, Salicaceae, Lauraceae o Moraceae, entre otras, pero cuya identificación definitiva requiere de nuevas observaciones (figuras 1–13). El material de la Formación Olmos recolectado por Weber representa sin duda la colección más completa de estas plantas para México, y aparentemente el poco material recolectado en la Formación Cerro del Pueblo incluye varias formas muy parecidas a las de la Formación Olmos.

Flores y frutos (figuras 18–35). El registro más antiguo de un fruto corresponde con el de *Nyssidium* (con caracteres similares al género *Nyssia*) del Barremiano, aunque también tiene parecido con folículos de *Cercidiphyllum* (Crane *et al.*, 1991; McIver, 2002). No obstante, hay quienes argumentan que se parece también a semillas de las cycadeoideas. Material proveniente del Albiano de Australia ha sido discutido como una angiosperma; el fósil se caracteriza por tener un tallo delgado, con hojas expandidas en cuyas axilas se observa una retícula muy laxa interpretada como inflorescencias. Esta es interpretada como una probable cima, en la que los ovarios de las flores están asociados con brácteas adosadas al eje principal, además, parece haber dos bractéolas que parecen ser axilares a la bráctea que rodea al menos a un ovario. El ovario es pequeño, oblongo y termina en un estigma que carece de estilo (Taylor y Hickey, 1990, 1992). El material se ha comparado con inflorescencias de las familias Piperaceae, Saururaceae y Chloranthaceae (Taylor y Hickey, 1990, 1992). Otros frutos y parte de flores de Hamamelidae y Rosidae fueron encontrados en sedimentos del Grupo Potomac. Además de que flores bisexuales han sido reportadas de depósitos del Albiano de Rusia (Gandolfo, 2002).

Crane y Dilcher (1984) han descrito materiales del límite Cretácico Inferior-Superior colectados en

sedimentos de la Formación Dakota. Por ejemplo, en *Lesqueria* el gineceo está compuesto por numerosos folículos dispuestos helicoidalmente sobre un receptáculo, formando una cabeza esférica; cada folículo tiene un pedúnculo y dos extensiones semejantes a estilos y supuestamente tienen dehiscencia longitudinal. En cada folículo las semillas se ordenan en dos líneas con 10 a 20 de éstas (Crane y Dilcher, 1984). La morfología de los folículos es similar a la de los carpelos de muchas Magnoliidae, sin poder hasta el momento ser más precisos en su determinación taxonómica.

Otro fósil importante de esta formación es *Archaeanthus*, también considerado miembro de Magnoliidae. *Archaeanthus* consiste de una rama masiva terminada en una flor, o de folículos dispuestos en espiral (carpelos conduplicados) que se abren a lo largo de la sutura adaxial. Los 10 a 18 óvulos maduros que contienen los folículos se ordenan en dos líneas, una en cada lado de la sutura. Debajo del receptáculo se observan tres tipos diferentes de cicatrices interpretadas como probablemente pertenecieran a los estambres si son pequeñas, o pertenecieran a las partes del perianto si se cuentan de 6-9, y si es una sola se interpreta como perteneciente a la bráctea de la flor. No hay duda que *Archaeanthus* tiene caracteres compartidos con distintos géneros del orden Magnoliales y demuestra claramente la presencia de las angiospermas para el Cenomaniano (Dilcher y Crane, 1994). Este hallazgo estaría dando valor a la teoría de Arber y Parkin (1907) sobre el origen de la flor. Asociadas a *Archaeanthus* se recolectaron además a las siguientes partes que se consideran forman parte de esta estructura reproductora, *Archeopetala* (perianto), *Kalymmanthus* (brácteas florales) y *Liriophyllum* (hojas).

Otros fósiles interesantes de América del Norte son *Caloda*, *Prisca* y la flor de Rose Creek recolectados en la Formación Dakota, de edad Cenomaniana. *Caloda* consiste de una inflorescencia con un eje principal con varios ejes secundarios dispuestos helicoidalmente, cada eje secundario está terminado en un receptáculo pequeño con carpelos conduplicados sostenidos por un corto pedúnculo. Los carpelos son aplanados lateralmente, tienen una sutura adaxial y una sola vena abaxial. Esta inflorescencia es semejante a la de algunos miembros de Hamamelidales y Najadales, pero puede también ser considerado por sus características como un miembro primitivo de Piperales, donde las flores son unisexuales, las partes del perianto son pequeñas o nulas y están dispuestas en racimos muy densos (Dilcher y Kovach, 1986). *Prisca* representa racimos formados por folículos. Estos son en verdad carpelos conduplicados que contienen

óvulos con dos tegumentos. Los racimos son simples, compuestos por brácteas y pedúnculos alternos o receptáculos, cada uno de los cuales lleva a los folículos dispuestos en espiral. Los folículos son elípticos a globosos, en el interior llevan entre 2-6 óvulos ortótropos sostenidos dentro del lado interno de los márgenes con el micrópilo orientado hacia el interior del folículo. Los óvulos no sobrepasan los 0.8 mm de longitud. No hay evidencia de perianto o androceo (Retallack y Dilcher, 1981). Sin dudas pertenece a un grupo extinto. La flor de Rose Creek está representada por estructuras reproductivas pentámeras, con simetría radial y pétalos alternando con lóbulos del cáliz, el cual tiene forma de copa. Los cinco estambres están fusionados en la base del receptáculo. El gineceo está compuesto por cinco carpelos dispuestos en forma de anillo sobre un receptáculo. Tiene en general morfología similar a la de las flores polinizadas por insectos (Basinger y Dilcher, 1984). Sus caracteres permiten compararla con familias de la subclase Rosidae (Saxifragales, Rosales, Rhamnales).

La presencia de flores pequeñas como, por ejemplo, las descritas por Friis (1990), Friis y Skaby (1982), Crane, Herendeen *et al.* (1994, 1999); Crepet *et al.* (2001) y Gandolfo *et al.* (1997, 1998, 2000, 2004), entre otros (con granos tricolpados, flores unisexuales, pequeñas, con perianto inconspicuo) en sedimentos relativamente coetáneos con los materiales de la Formación Dakota, estarían confirmando la existencia de plantas anemófilas y las polinizadas por insectos al mismo tiempo – aunque se ha discutido que la anemofilia y polinización por insectos se diferencian tempranamente durante el proceso de evolución de las angiospermas (e.g., Crepet y Nixon, 1994, 1998).

Aunque de la Formación Olmos se conocen flores, frutos, inflorescencias o infrutescencias bien conservadas su estudio detallado no se ha realizado (figuras 34–35). Entre ellas, destaca la inflorescencia/infrutescencia con más de un metro de longitud de una palmera (e.g., Weber, 1972) (figura 34). En contraste, las estructuras reproductivas recolectadas en varias localidades de la Formación Cerro del Pueblo han sido estudiadas con mayor detalle (e.g., Pérez-Hernández *et al.*, 1997; Pérez-Hernández y Cevallos-Ferriz, 1998; Rodríguez de la Rosa y Cevallos-Ferriz, 1994; Pérez Hernández *et al.*, 1997; Pérez Hernández y Cevallos-Ferriz, 1998; Estrada-Ruiz, 2004) (figuras 18–32). Estas representan en su mayoría a plantas monocotiledóneas, detacando por su abundancia los frutos de Zingiberales (Rodríguez-de la Rosa y Cevallos-Ferriz, 1994). Uno de ellos representa a una de las comunidades más antiguas de este tipo de planta extinta

y cercanamente emparentada con *Musa*, el plátano (Musaceae), *Striatornata sanantoniensis* Rodríguez de la Rosa y Cevallos-Ferriz (figura 18), mientras que el otro tipo de fruto seguramente también representa a una planta extinta que aparentemente se relaciona con la planta del ave del paraíso (Strelitziaceae), aunque su afinidad taxonómica más precisa es incierta, *Tricostatocarpon silvapinedae* Rodríguez de la Rosa y Cevallos-Ferriz (figura 19). Estos frutos sugieren que en el orden la forma de dispersión de las semillas cambió de la realizada mediante agua o viento en frutos con muchas (cientos) semillas hace 70 millones de años, a llevada a cabo por animales como sucede en los representantes actuales de este grupo, que poseen frutos “carnosos” con número de semillas reducido y algunas con arilo (Rodríguez de la Rosa y Cevallos-Ferriz, 1994). Frecuentemente se recolectan en esta formación infrutescencia poligonales que se han separado como representando a dos tipos de plantas distintas, dependiendo del número de fruto que cada una tiene (Estrada-Ruiz, 2004) (figuras 21–22). La comparación morfológica y anatómica que se ha hecho de éstos sugiere que representan especies distintas del mismo género, pero este último es de difícil ubicación en categorías taxonómicas superiores, aunque comparte mayor similitud con miembros del orden Arales, en especial con plantas de Araceae (Estrada-Ruiz, 2004). Otras dos infrutescencias son parecidas a las producidas por algunas eudicotiledóneas, Phytolaccaceae y Fagales (Pérez Hernández *et al.*, 1997; Pérez Hernández y Cevallos-Ferriz, 1998) (figuras 20, 23). Infrutescencias con frutos aparentemente “carnosos”, pentacarpelares, dispuestos en espiral, y con una sola semilla por carpelo son comparados de manera muy cercana con los frutos de *Phytolacca* (Pérez Hernández *et al.*, 1997; Pérez Hernández y Cevallos-Ferriz, 1998) (figura 20). Son tan parecidos que ni la edad que separa al fósil de las plantas actuales cuestiona la inclusión del fósil en este género de plantas actuales. Una última infrutescencia conocida de la Formación Cerro del Pueblo parece representar a una planta extinta cuyos caracteres se encuentran mejor representados en las Fagales (figura 23), pero para precisar su posición taxonómica, como en el caso de *Tricostatocarpon*, mayor información sobre la planta completa es requerida. La impresión de un fruto triangular con proyecciones finas, que recuerdan espinas, semejan los frutos de Ceratophyllaceae (figura 25), sin embargo, más observaciones son necesarias para corroborar esta afinidad por ahora tentativa (Ramírez-Garduño y Cevallos-Ferriz, 1998). Recientemente también se describió un tipo de flor pequeña, pentámera, con copa

floral cuya construcción sigue el plan arquitectónico de la flor de Rhamnaceae (Calvillo Canadell, 2000) (figuras 29–30).

Semillas dispersas también han sido recolectadas o encontradas dentro de coprolitos en la Formación Cerro del Pueblo. De acuerdo con Rodríguez de la Rosa y Cevallos-Ferriz (1998), dos de ellas representan a plantas acuáticas o subacuáticas. Una de ellas es operculada y tiene un integumento con tres capas que forma un ala discreta, recordando la construcción de las semillas de algunas Lythraceae (figura 32), que después son muy comunes en el registro fósil del Terciario (Rodríguez de la Rosa y Cevallos-Ferriz (1998). El segundo tipo de semilla tiene una característica particular, la presencia de una cámara calazal, que entre las plantas actuales sólo es conocida en un género, *Caltha*, de Ranunculaceae (figura 28). Aparentemente, ésta facilita la dispersión de la semilla en el agua, sirviendo de flotador (Rodríguez de la Rosa y Cevallos-Ferriz, 1998. Otras dos semillas recuerdan a miembros de Cleomaceae y Magnoliaceae, pero mayores detalles requieren de estudios comparativos cuidadosos entre semillas de plantas fósiles y actuales (figura 31).

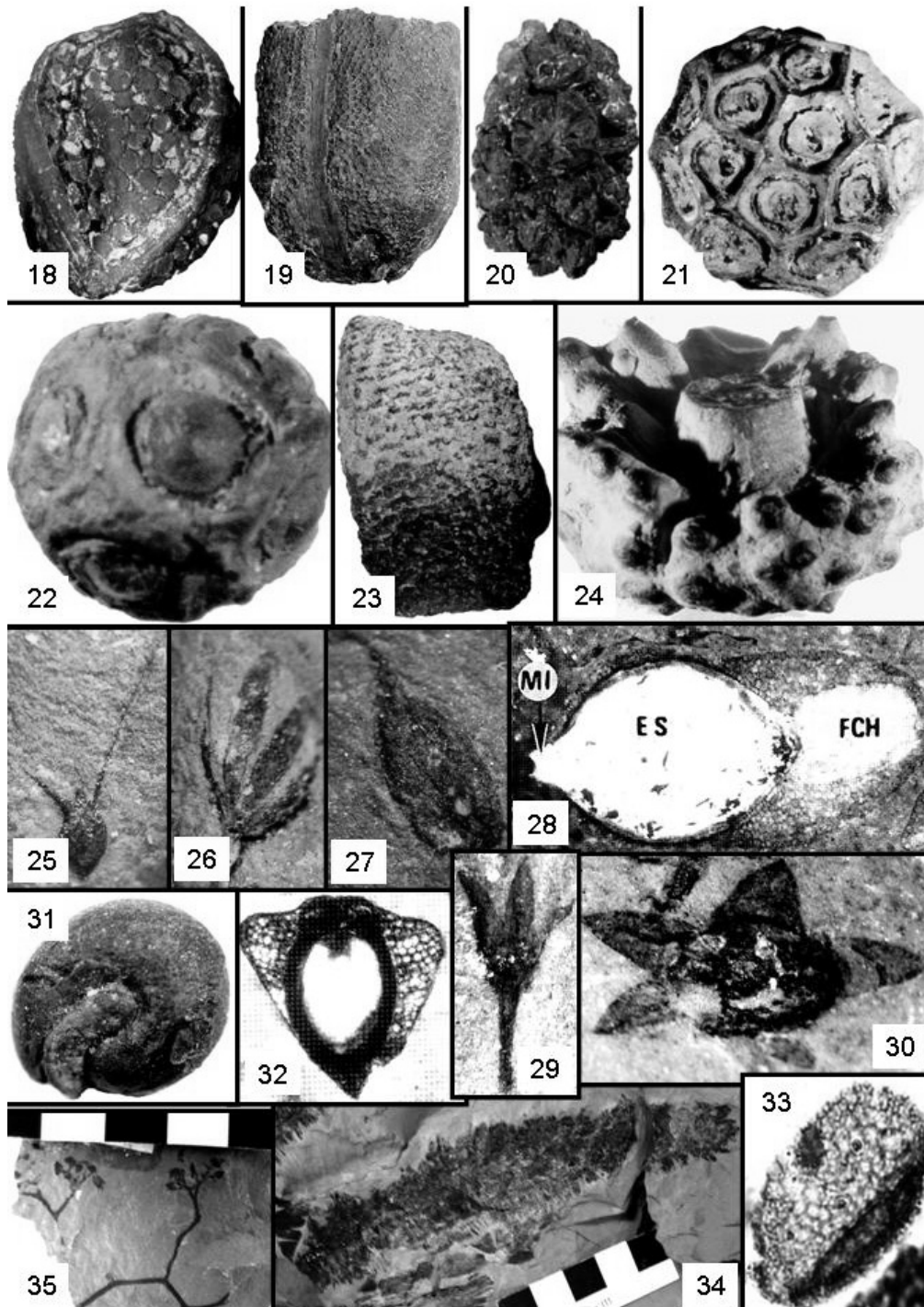
Polen (figura 33). Una fuente muy importante de información sobre las plantas del pasado, no solo del Cretácico, es el polen (figura 33). Desafortunadamente este ha sido utilizado en México principalmente para estudios bioestratigráficos en donde la identificación taxonómica del material quedó muchas veces relegado a segundo término. No obstante, los estudios de Rueda-Gaxiola (1967), Martínez-Hernández *et al.* (1980) y Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1996) señalan claramente que en la Formación Olmos coexistieron gimnospermas y angiospermas. Aun más, hacen evidente que si bien las gimnospermas no son el grupo dominante su diversidad es alta e interesante en esta paleoflora (Rueda-Gaxiola, 1967; Weber, 1972, 1975). En esta formación también se han reportado granos de polen monosulcados con estructura tectada-columelar -pared más elaborada y lisa y tricolpado, triangular tricolporoides y triporados, que primero se reportan del Barremiano-Cenomaniano (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996). Como sucede en muchas paleofloras de la época, y en yacimientos más antiguos con edad de Aptiano y Albiano, el polen semejante al de Laurales es también conspicuo. No obstante, el registro más antiguo de polen de angiosperma proviene del Valangiano-Hauteriviano de Israel (Hill, 1996).

Madera (figuras 36–43). Las maderas permineralizadas de la Formación Olmos han permitido documentar la presencia de plantas gimnospérmicas que producían xilema secundario semejante al de las Podocarpaceae, Taxodiaceae y Cheirolepidaceae, además de demostrar la presencia *Paraphyllanthoxylon*, un tipo de madera que pudiera relacionarse con familias como Lauraceae, Burseraceae, Anacardiaceae, Falcourtiaceae, entre otras (Cevallos-Ferriz, 1992; Cevallos-Ferriz y Weber, 1992). Sin embargo, es importante notar que si bien no se han encontrado en conexión orgánica, tanto madera como hojas y polen pueden relacionarse con los mismos grupos, lo que sugiere que estos estuvieron presentes en esta región hace unos 70 a 65 millones de años. Recientemente se recolectaron otros dos tipos de maderas que continúan mostrando la presencia de un importante componente arbóreo dentro de la comunidad (Estrada Ruiz *et al.*, 2004) (figuras 36–43). Una de estas seguramente representa un tipo de planta extinta relacionada con Fagaceae (figuras 40–43), mientras que la otra tiene afinidad con Malvales (figuras 36–39). Algunos de estos tipos de maderas también han sido reportados de afloramientos contemporáneos del otro lado de la frontera, en el parque nacional del Big Ben (Wheeler y Baas, 1991), Nuevo México. Es importante señalar aquí, que al menos tres diferentes tallos, algunos con un manto de raíces, de palmeras son conocidos de la Formación Olmos (Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1994). Desafortunadamente, las maderas recolectadas en la Formación Cerro del Pueblo no están bien conservadas, pero aquellos ejemplares en los que se ha podido observar algo de estructura recuerdan más bien el tallo de las monocotiledóneas.

Antes, las maderas cretácicas de angiospermas eran consideradas raras y escasas, especialmente aquellas del Cretácico temprano; no obstante, Nishida reporta una madera con elementos de vaso con placas de perforación escalariformes, que se cree que es una característica que aparece durante el Albiano (Nishida, 1969). También, del Cretácico Inferior de Arizona se ha recolectado maderas de angiospermas que aun requieren de estudios detallados (Wheeler com. pers., 2002).

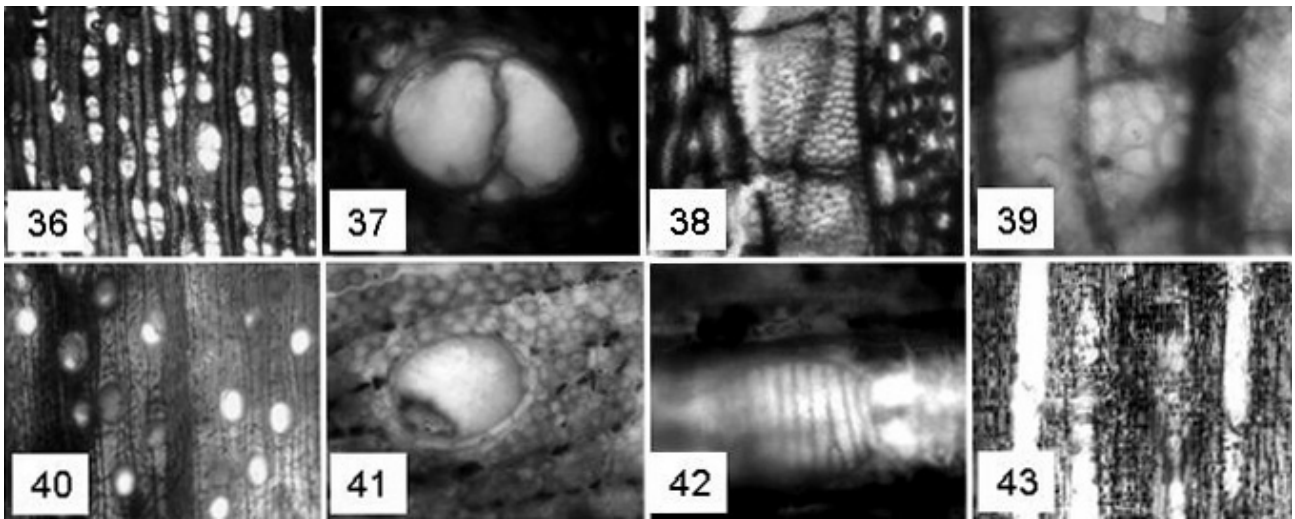
IMPLICACIONES DEL REGISTRO FÓSIL

Es bueno conocer este registro histórico de la vida que a menudo es negado o utilizado con reserva para explicar la historia de la vida. Junto con el registro fósil hay otros enfoques de investigación que permiten adentrarse en diversos aspectos de la vida pasa-



Figuras 18 -35. Permineralizaciones e impresiones carbonosas de estructuras reproductores de las Formaciones Cerro del Pueblo y Olmos

18 *Tricoſtatocarpón silvapinedae* (Musaceae). **19** Fragmento de *Striatornata sanantoniensis* (insertae sedis). **20** Infrutescencia de Phytolaccaceae. **21-22** Infrutescencias de Arales. **23** Infrutescencia de Fagales. **24** Infrutescencia indeterminada. **25** cf. Ceratophyllaceae. **26-27** Frutos tipo aquenio. **28** *Eocaltha* (Ranunculaceae). **29-30** Impresiones de flores semejantes a las de Rhamnaceae. **31** Semilla semejante a las de Cleomaceae. **32** Semilla semejante a las de Lythraceae. **33** Grano de polen semejante al de Liliaceae. **34** Porción de una inflorescencia indeterminada de palmera. **35** Sistemas de ramas terminados con flores/frutos indeterminados.



Figuras 36 – 43. Maderas de la Formación Olmos

36–40 Madera de planta extinta relacionada con Malvales. **40–43** Madera de planta extinta relacionada con Fagales. **36** Corte transversal mostrando porosidad. **37** Acercamiento de un elemento de vaso. **38** Corte tangencial mostrando elementos de vaso con punteaduras alternas y placa de perforación simple. **39** Punteaduras de vaso-radio. **40** Corte transversal mostrando porosidad. **41** Acercamiento de un elemento de vaso. **42** Corte tangencial mostrando placa de perforación escalariforme. **43** Corte radial con radios heterocelulares.

da, pero hasta el momento el único acercamiento que analiza evidencia directa de la vida sigue siendo la paleontología. Por ello, Calvillo-Canadell (2005) resume que las plantas fósiles proveen evidencia directa de la vida pasada, aportan la edad mínima conocida de la existencia de un grupo determinado, apoyan su historia biogeográfica, sirven como taxones adicionales que proveen nuevos caracteres o nuevos estados de carácter, y amplían la distribución temporal y espacial de los taxones. Pero esto no se hace solo y únicamente mediante la acumulación de trabajo como el que aquí se esboza logrará entender cada vez más la vida del pasado.

Por ejemplo, aunque en primera instancia los fósiles del Cretácico Superior de Coahuila recuerdan en forma cercana a los fósiles descritos para otras localidades de América del Norte es necesario establecer hasta que punto comparten el mismo tipo de plantas y a que se debe que no compartan otros. De la misma forma es necesario documentar que elementos comparten y cuales les dan características particulares a las comunidades que se desarrollaron en el momento de depósito de las Formaciones Olmos y Cerro del Pueblo. Esto permitirá esbozar no solo características de las plantas sino de su forma de asociación y en cierta medida permitiría evaluar, aunque de manera preli-

minar, la plasticidad y adaptabilidad de los elementos que formaron la flora del Cretácico Superior. No es menos importante el proponer una hipótesis que explique por que plantas de grupos que ahora son típicas del Hemisferio Sur crecieron ampliamente durante el Cretácico Superior en el Hemisferio Norte, como lo sugieren los representantes de Zingiberales y Arales. Relevante sería estudiar el tipo de interacciones que hace aproximadamente 70 millones de años se daban entre los organismos, por ejemplo, plantas-animales, hongos-plantas, o entre el medio y los organismos, por ejemplo, agua (precipitación, transpiración)-plantas, temperatura (mes más frío, mes más caliente)-plantas, y explorar el resultado de estas interacciones. Desde luego, muchos de estos problemas biológicos ya se discuten en otras partes del mundo y Coahuila ofrece la oportunidad de sumarse a estos grupos de trabajo, como lo hacen los integrantes del Laboratorio de Paleobotánica del Instituto de Geología, UNAM. Desafortunadamente, en México apenas se inician este tipo de trabajos que permitirán a los interesados conocer de forma más completa y dinámica la vida.

Seguramente al realizar estos estudios se podrá ir entendiendo ¿cómo, por qué y cuándo? la vegetación calido húmeda que se recolecta en sedimentos del Campaniano y Maastrichtiano de Coahuila cambió

en forma drástica para dar lugar al variado paisaje más bien seco y caliente en zonas bajas y frío y húmedo en las zonas altas que hoy caracterizan al estado.

LITERATURA CITADA

- Arber, E.A.N., Parkin, J., 1907, On the origin of angiosperms: Botanical Journal of the Linnean Society of London 38, 29–80.
- Arber, E.A.N., Parkin, J., 1908, Studies on the evolution of angiosperms. The relationship of angiosperms to the Gnetales: Anals of Botany (London), 22, 489–515.
- Basinger, J. F., Dilcher, D. L., 1984, Ancient bisexual flowers, Science, 224, 11–13.
- Brenner, G.J., 1996, Evidence of the earliest stage of angiosperm pollen evolution: A paleoequatorial section of Israel, in Taylor, D.W., Hickey, L. J. (eds.), Flowering plant, origin, evolution & phylogeny: New York, Chapman & Hall, 91–115.
- Calvillo, C. L., 2000, Determinación taxonómica de estructuras reproductivas y vegetativas de plantas fósiles de Tepexi de Rodríguez Puebla: Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, 64 p.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., Weber, R., 1992, Dicotyledonous wood from the Upper Cretaceous (Maastrichtian) of Coahuila: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Revista, (10), 65–70.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1992, Tres maderas de gimnospermas cretácicas del norte de México: Anales Instituto de Biología Univ. Nac. México, Serie Botánica, 63(2), 111–137.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., Ricalde-Moreno, O.S., 1994, Palmeras fósiles del Norte de México: Anales del Instituto de Biología, serie Botánica, 66, 1–106.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., Gómez-Núñez, R., Aguillón-Martínez, M., 1994, Upper Cretaceous fruits from General Cepeda, México: A type similar to Pandanaceae (resumen), in IV International Organization of Paleobotany Conference, Contributions Papers and Poster Sessions, 134.
- Cevallos-Ferriz, S. R. S., Ramírez-Garduño, J. L., 1998, Las plantas con flores en el registro fósil: Ciencias, 52, 46–57.
- Crane, P.R., Manchester, S.R., Dilcher, D.L., 1991, Reproductive and vegetative structure of *Nordenskioldia* (Trochodendraceae), a vesselless dicotyledon from the early Tertiary of the northern hemisphere: American Journal of Botany, 78, 1311–1334.
- Crane, P.R., Dilcher, D.L., 1984, *Lesqueria*: An early angiosperm fruiting axis from the mid-Cretaceous: Ann. Missouri Bot. Gard., 71, 384–402.
- Crepet, W. L., Nixon, K. C., 1994, Flowers of Turonian Magnoliidae and their implications: Plant Systematics and Evolution, 8 (Supplement), 73–91.
- Crepet, W.L., Nixon, K. C., 1998, Fossil Clusiaceae from the Late Cretaceous (Turonian) of New Jersey and implications regarding the history of bee pollination: American Journal of Botany, 85, 1122–1133.
- Crepet, W.L., Nixon, K. C., Gandolfo, M. A., 2001, Turonian flora of New Jersey, USA: Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 7, VII International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, 61–69.
- Dilcher, D.L., 1974, Approaches to the identification of angiosperm leaves: The Botanical Review, 40 (1).
- Dilcher, D.L., Crane, P.R., 1984, *Archaeanthus*: An early angiosperm from the Cenomanian of the Western Interior of North America: Ann. Missouri Bot. Gard., 71, 351–383.
- Dilcher, D.L., Kovach, W. L., 1986, Early angiosperm reproduction: *Caloda delevoryana* gen. et sp. nov., a new fructification from the Dakota Formation (Cenomanian) of Kansas: American Journal of Botany, 73, 1230–1237.
- Estrada Ruiz, E., 2004, Frutos permineralizados del Cretácico Superior del estado de Coahuila, México: Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, 67 p.
- Estrada-Ruiz, E., Martínez-Cabrera, H.I., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2004, Descripción taxonómica de dos maderas fósiles de la Formación Olmos (Maastrichtiano), Coahuila, México (resumen), en Memorias del XVI Congreso Nacional de Botánica.
- Friis, E. M., 1990, *Silvianthemum suecicum* gen. et sp. nov., a new saxifragalean flower from the Late Cretaceous of Sweden: Biologiske Skrifter,

- 36, 1–35.
- Friis, E.M., Skarby, A., 1982, *Scandianthus* gen. nov., angiosperm flowers of saxifragalean affinity from the Upper Cretaceous of southern Sweden: *Annals of Botany* 50, 569–583.
- Herendeen, P.S., Crepet, W. L., Nixon, K. C., 1994, Fossil flowers and pollen of Lauraceae from the Upper Cretaceous of New Jersey: *Plant Systematics and Evolution*, 189, 29–40.
- Gandolfo, M.A., Nixon, K. C., Crepet, W. L., Ratcliffe, G. E., 1997, A new fossil Gleicheniaceae from Late Cretaceous sediments of New Jersey: *American Journal of Botany*, 84, 483–493.
- Gandolfo, M.A., Nixon, K. C., Crepet, W. L., Ratcliffe, G. E., 2000, Soriophores of the genus *Lygodium* from the Late Cretaceous of New Jersey: *Plant Systematics and Evolution*, 221, 113–123.
- Gandolfo, M.A., Nixon, K. C., Crepet, W. L., Stevenson, D. W., Friis, E. M., 1998, Oldest known fossil flowers of monocotyledons: *Nature*, 394, 532–533.
- Herendeen, P.S., Magallón-Puebla S., Lupia R., Crane P.R., Kobylinska, J., 1999, A preliminary conspectus of the Allon flora from the Late Cretaceous (Late Santonian) of Central Georgia, U.S.A: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86, 407–471.
- Hickey, L. J., Taylor, D. W., 1991, The leaf architecture of *Ticodendron* and the application of foliar characters in discerning its relationships: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 78, 105–130.
- Hickey, L. J., 1973, Classification of the architecture of dicotyledonous leaves: *American Journal of Botany*, 60, 17–33.
- Hickey, L. J., 1977, Stratigraphy and paleobotany of the Golden Valley Formation (Early Tertiary) of western North Dakota: *Geological Society of America Memoir*, 150.
- Hickey, L.J., Doyle, J.A., 1977, Early Cretaceous fossil evidence of angiosperm evolution: *The Botanical Review*, 43, 3–104.
- Hickey, L. J., Wolfe, J.A., 1975, The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 62(3), 538–589.
- Hill, C. R., 1996, A plant with flower-like organs from the Wealden of the Weald (Lower Cretaceous), southern England: *Cretaceous Research*, 12, 27–38.
- Hughes, N.F., 1976, *Paleobiology of angiosperm origins*: Cambridge, Cambridge University Press.
- Hughes, N. F., 1994, *The Enigma of Angiosperm Origins*: Cambridge, Cambridge University Press, 303 p.
- Magallón-Puebla, S., Crane, P. R., Herendeen, P. S., 1999, Phylogenetic pattern diversity and diversification of eudicots: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86, 297–372.
- Martínez-Hernández, E., Ramírez-Arriaga, E., 1996, Paleocorología de angiospermas de la flora mexicana durante el Mesozoico y Terciario. Algunas evidencias palinológicas: *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 58, 87–97.
- Martínez-Hernández, E., Almeida-Leñero, L. Reyes-Salas, M., Betancour-Aguilar, Y., 1980, Estudio palinológico para la determinación de ambientes en la cuenca Fuentes-Río Escondido (Cretácico Superior), región de Piedras Negras, Coahuila: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 4(2), 167–185.
- Martínez-Hernández, E., Ludlow Wieches, B., Sánchez López, M., 1980, *Palinología y sus aplicaciones geológicas Cuenca Carbonífera de Fuentes-Río Escondido, Coahuila*: Ediciones del Sector Salud. Comisión Federal de Electricidad.
- McIver, E.E., 2002, The paleoenvironment of *Tyrannosaurus rex* from southwestern Saskatchewan, Canada; *Can. J. Earth Sci.*, 39, 207–221.
- Nishida, M., 1969, A petrified trunk of *Bucklandia choshiensis* sp. Nov. From the Cretaceous of Choshi, Chiba Prefecture: *Phytomorphology*, 19, 28–34.
- Pérez-Hernández, B.R., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1998, Infrutescencia compleja del Cretácico (Campaniano) de México (resumen), en *Resúmenes VII Congreso Latinoamericano de Botánica*, p. 264.
- Pérez-Hernández, B.R., Rodríguez-de La Rosa, R., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1997, Permineralized infructescence from the Cerro del Pueblo

Plantas del Cretácico superior de Coahuila

- Formation (Campanian), near Saltillo, Coahuila, México: *Phytolaccaceae*: American Journal of Botany, abstracts, 84(6), 139.
- Ramirez-Garduño, J.L., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1998, Determinación taxonómica del género *Ceratophyllum* (Ceratophyllaceae) a través de caracteres morfológicos del fruto: Resúmenes del VI Congreso Nacional de Paleontología. p. 49.
- Retallack, G., Dilcher, D.L., 1981, Early angiosperm reproduction: *Prisca reynoldsii*, gen. et sp. nov. from mid-Cretaceous coastal deposits in Kansas, U.S.A.: *Palaeontographica*, Abt. B., 179, 103-137.
- Rodríguez-de la Rosa, R., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1994, Upper Cretaceous Zingiberalean fruits with in situ seeds from Southeastern Coahuila, México: *International Journal of Plant Sciences*, 155(6), 786-805.
- Rodríguez-de la Rosa, R., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1998a, Paleobiological implications of Campanian coprolites: *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 142, 231-254.
- Rueda-Gaxiola, J., 1967, Contribution al etude palynologique et pétrographique du charbon cretacé du Bassin de Sabinas, Coahuila, Mexique: Tesis. Faculté des Sciences. Université de Lille. 3 vols.
- Taylor, D.W., Hickey, L. J., 1990, An Aptian plant with attached leaves and flowers: implications for angiosperm origin: *Science*, 247, 702-704.
- Taylor, D.W., Hickey, L. J., 1992, Phylogenetic evidence for the herbaceous origin of angiosperms: *Plant Systematics and Evolution*, 180, 137-156.
- Taylor, D.W., Hickey, L. J. (eds.), 1996, Flowering plant, origin, evolution & phylogeny, New York, Chapman & Hall.
- Tiffney, B.H., 1985a, Perspectives on the origin of the floristic similarity between eastern Asia and eastern North America: *Journal Arnold Arboretum*, 66, 73-94.
- Tiffney, B.H., 1985b, The Eocene North Atlantic land bridge: Its importance in Tertiary and modern phytogeography of the Northern Hemisphere: *Journal Arnold Arboretum*, 66, 243-273.
- Weber, R., 1972, La vegetación Maastrichtiana de la Formación Olmos de Coahuila, México: *Boletín Sociedad Geológica Mexicana*, 33, 5-19.
- Weber, R., 1973, *Salvinia coahuilensis* n. sp. del Cretácico Superior de México: *Ameghiniana*, *Rev. Asoc. Paleont. Argentina*, 10, 173-190.
- Weber, R., 1975, *Aachenia knoblachi* n. sp. - an interesting conifer from the Upper Cretaceous Olmos Formation of northeastern Mexico: *Palaeontographica*, Abteilung B, *Paläophytologie*, 152, 76-83.
- Weber, R., 1976, *Dorfiella auriculata* f. gen. nov., sp. nov. Un género nuevo de helechos acuáticos del Cretácico Superior de México: *Bol. Asoc. Latinoamericana Paleobot. Palinol.*, 3, 1-13.
- Wettstein, R.R. von, 1935, *Handbuch der systematischen Botanik*. 3rd ed. Franz. Deutidae, Leipzig.
- Wheeler, E.A., Baas, P., 1991, A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy: *International Association of Wood Anatomists Bulletin*, n. ser., 4, 79-88.
- Wolfe, J. A., 1975, Some aspects of plant geography of the Northern Hemisphere during the Late Cretaceous and Tertiary. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 62: 264-279.
- Wolfe, J. A., 1981, Vicariance biogeography of angiosperms in relation to paleobotanical data, in Nelson, G., Rosen, D. E. (eds.), *Vicariance Biogeography*, New York, Columbia University Press, 413-427.