



## Síntesis de los trabajos paleobotánicos del Cretácico en México

Uxue Villanueva-Amadoz<sup>1,\*</sup>, Laura Calvillo-Canadell<sup>2</sup>, Sergio Rafael Silvestre Cevallos-Ferriz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estación Regional del Noroeste (ERNO-UNAM), Instituto de Geología, 83000, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>2</sup> Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM, Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510, México, D.F., México.

\* uxue@geologia.unam.mx

### Resumen

Nuevas investigaciones sobre las asociaciones florísticas del Cretácico en México, revelan un panorama más completo de la flora en ese momento y de su evolución hasta la actualidad. Los escasos estudios paleobotánicos continentales existentes para el Cretácico Inferior siguen inéditos y se restringen a estudios de macroflora en Colima, Oaxaca y Puebla, citas de impresiones de hojas en Chihuahua y Sonora y trabajos palinológicos realizados en los estados de Baja California, Durango y Michoacán. La razón de la escasez de datos para este periodo se debe principalmente a que en esta época la mayor parte de México permanecía sumergida. Sin embargo, son más numerosos los trabajos de flora fósil centrados en el Cretácico Superior principalmente en la Formación Olmos (Coahuila), y en menor medida, provenientes de las formaciones Cerro del Pueblo (Coahuila), El Gallo (Baja California), Sierra Madre (Chiapas), Tarahumara, Grupo Cabullona (Sonora) y otros trabajos aislados inéditos. En esta síntesis también se incluyen nuevos datos paleobotánicos de gran relevancia del Cretácico de México, incluyendo macroflora del Cenomaniano en la localidad de El Chango (Chiapas) y registros de macro y microflora en la localidad de Esqueda en la Cuenca de Cabullona (Sonora).

Palabras clave: Paleobotánica, paleopalínología, Cretácico, México.

### Abstract

*New investigations of Cretaceous floristic assemblages in Mexico reveal a more complete picture of the flora at that time and its evolution up to the present. The scarce continental paleobotanical studies for the Early Cretaceous remain unpublished and are restricted to macroflora studies in Colima, Oaxaca and Puebla, citations of leaf impressions in Chihuahua and Sonora and palynological works in the states of Baja California, Durango and Michoacan. The reason for the paucity of data for this period is mainly due to the fact that at this time most of Mexico remained submerged. In contrast, palynological studies focused on the Late Cretaceous are more numerous and are mainly centered on the Olmos Formation (Coahuila) and, to a lesser extent, there are studies from the Cerro del Pueblo (Coahuila), El Gallo (Baja California), Sierra Madre (Chiapas), and Tarahumara (Sonora) formations, the Cabullona Group (Sonora) and other isolated unpublished works. New contributions to the Cretaceous of Mexico are provided, mainly by Cenomanian macroflora from the locality of El Chango (Chiapas) and new macro- and microflora records from Esqueda in Cabullona Basin (Sonora).*

*Keywords: Paleobotany, paleopalynology, Cretaceous, Mexico.*

## 1. Introducción

La paleobotánica constituye una herramienta fundamental para el estudio de las unidades continentales del Cretácico (145-65 millones de años atrás) mexicano, permitiendo realizar reconstrucciones paleogeográficas, paleoambientales y paleoecológicas. La evolución de la flora ha sido observada fundamentalmente en Estados Unidos, Canadá y Europa, sin embargo, poco se conoce del cambio florístico producido en México durante el Cretácico debido a la escasez de trabajos paleobotánicos. Mucha de la información queda restringida a los numerosos trabajos existentes centrados en la geología de las diferentes áreas de la República en los cuales se reportan restos de plantas o presencia de troncos, la mayoría silicificados, pero sin mencionar el estado de conservación ni si se tratan de restos de plantas o impresiones/compresiones distinguibles. En el presente trabajo se realizó una síntesis de los trabajos más importantes publicados con el fin de tener una visión más exhaustiva del conocimiento actual de las plantas fósiles durante este período geológico.

Para entender los patrones de distribución de la flora actual, se observaron paralelamente los procesos geológicos que tuvieron lugar a lo largo de la historia de México que ha sido muy activa (Cevallos-Ferriz y González-Torres, 2005; Cevallos-Ferriz *et al.*, 2012). Entender la interacción que ha existido entre las cinco placas tectónicas (placas Norteamericana, Rivera, Pacífico, Cocos y Caribe) que han configurado la fisiografía actual es indispensable para comprender la biodiversidad actual de la flora mexicana.

El estudio del Cretácico es muy interesante ya que se produjeron importantes hitos en la evolución de la flora. Los sucesivos cambios climáticos que se produjeron durante este período geológico, favorecidos por dos importantes transgresiones marinas a nivel global que tuvieron lugar en el Aptiano y en el Albiano superior con una elevación máxima del nivel del mar en el Turoniano (Haq *et al.*, 1987), implicaron cambios en la composición florística. Dentro de la evolución de la flora, destaca la importante radiación de las angiospermas (o plantas con flor). Esta radiación representa uno de los cambios más radicales en la evolución de los ecosistemas terrestres del Mesozoico, con un cambio de dominancia en la vegetación de las gimnospermas al dominio de las angiospermas. Este cambio está constituido por varias fases evolutivas durante la primera mitad del Cretácico y se observa mejor en el registro fósil de la microflora debido a la escasez de restos de macroflora en este periodo. Una primera fase abarcaría la aparición de angiospermas en el Valanginiano-Hauteriviano inferior (~ 139-133 Ma) caracterizadas por granos de polen monosulcados/monocolpados (Hughes *et al.*, 1991; Kujau *et al.*, 2013), seguida por una segunda fase caracterizada por la aparición de granos tricolpados durante el Aptiano temprano y tricolporados durante el Albiano tardío (Brenner, 1963; Doyle e Hickey, 1976;

Doyle y Robbins, 1977; Hugues, 1994). En una tercera fase durante el Cenomaniano (~ 100 Ma) se produjo un aumento en la diversidad y abundancia de granos de angiospermas junto con la aparición de granos triporados del grupo de los Normapolles que caracterizan las floras de Europa y costa este de Norteamérica (Góczán *et al.*, 1967; Kedves y Diniz, 1983; Tschudy, 1973, 1975). Este cambio florístico concluyó en la dominancia de las angiospermas sustituyendo a los helechos y a las gimnospermas durante el Campaniano-Maastrichtiano (Cretácico Superior) definiendo la Provincia florística de *Aquilapollenites* caracterizada por la presencia de granos de polen con protuberancias ecuatoriales típicos de la costa oeste de Norteamérica (Nichols, 1994; Nichols *et al.*, 1982). Finalmente, durante el límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg) se produjo una de las grandes crisis de la historia de la Tierra, debido al impacto meteorítico que tuvo lugar en Chicxulub en la Península de Yucatán (México) el cual afectó especialmente en la fauna y en gran medida a las plantas (Nichols y Johnson, 2008).

Hasta la fecha, la flora Mesozoica ha sido la más ampliamente estudiada con representates en el Triásico, Jurásico y Cretácico. Una aproximación de la flora del Mesozoico en México fue realizada por Burckhardt (1930), Knowlton (1918), Lamotte (1944), Maldonado-Koerdell (1950), Cevallos-Ferriz y Ramírez (2004) y Weber (2008), sin embargo, muchos autores se han centrado en estudios de flora triásica (Ward, 1889; Aguilera y Ordóñez, 1893; Silva-Pineda, 1979) y, para este mismo período, otros más específicamente en los Estados de Hidalgo (Silva-Pineda, 1963), Oaxaca (Wieland, 1913, 1914, 1926, entre otros; Knowlton, 1918), Puebla (Mülleried, 1933; Galván-Mendoza, 2000), Sonora (Newberry, 1876; Humphreys, 1916; Silva-Pineda, 1961) y Veracruz (Díaz-Lozano, 1916). Se han descrito numerosas floras del Jurásico (Silva-Pineda, 1978) en Guerrero (Silva-Pineda y González-Gallardo, 1988; Garibay-Romero, 1994), Oaxaca (Delevoryas y Gould, 1973; Person y Delevoryas, 1982; Arambarri-Reyna, 1987; Garibay-Romero, 1994; Morales-Lara, 1996; Aguilar-Arellano, 2004; Adame-Juárez, 2007; Pérez-Crespo, 2011; Silva-Pineda *et al.*, 2011), Puebla (Silva-Pineda, 1969; Velasco de León, 1990) y Veracruz (Díaz-Lozano, 1916; Silva-Pineda, 1992), por citar los más importantes. Otros trabajos de síntesis bibliográfica para el Mesozoico corresponden con trabajos de tesis de licenciatura inéditos (Barrera-Escorcia, 1982; González-Gallardo, 1985; Díaz-Pedroza, 1994, este último trabajo basado en el anterior) y dos síntesis específicas de la presencia de angiospermas fósiles en México (Cevallos-Ferriz y Ramírez, 1998; Ramírez y Cevallos-Ferriz, 2000). Desde los primeros trabajos a la actualidad se ha ampliado de forma significativa el conocimiento del paisaje vegetal en el Mesozoico y es necesaria una revisión de los mismos para obtener una visión más completa y real de la evolución de las plantas.

## 2. Datos paleobotánicos del Cretácico en México

Se han descrito escasas especies de flora para el Cretácico, y es mucho más evidente en el Cretácico Inferior, debido a que la mayor parte de México se encontraba sumergida (Goldhammer y Johnson, 1999; Eguiluz-de-Antuñano *et al.*, 2000).

### 2.1. Cretácico Inferior

Los estudios paleobotánicos (macroflora y microflora) centrados en el Cretácico Inferior se detallan a continuación ordenados alfabéticamente según el estado en el cual se localizan.

#### 2.1.1. Macroflora

##### 2.1.1.1. Chihuahua. Formaciones Cuchillo, Benigno, Walnut y Finlay

Ferreiro (1975) indica la presencia de plantas fósiles a lo largo de la sección realizada de facies de plataforma marina somera (Formaciones Cuchillo, Benigno, Walnut, Finlay), sin mencionar la relación estratigráfica que guardan dichas plantas, en la Sierra de La Cueva-Sinclinal Boquillas (Barrera-Escorcia, 1982), si bien Ferreiro (1975) no describe ni hace mención de la Formación Cuchillo en el texto. La Formación Cuchillo fue definida en las cercanías del poblado Cuchillo Parado, en la depresión de la Sierra Cuchillo Parado por Burrows (1910) y este autor la describió como una unidad constituida de yeso, caliza y arcilla. Su contenido faunístico (*Dufrenoya justinae* Hill, *Exogyra texana* Roemer, *Exogyra quitmanensis* Cragin y géneros *Exogira* Say, *Hypacanthoplites* Spath y *Ostrea* Linnaeus) permite asignarle una edad de Aptiano superior-Albiano inferior (Monreal y Longoria, 1999; López-Doncel *et al.*, 2005). Según Ramírez y Acevedo (1957) esta formación representa facies lagunares y depósitos cercanos a la costa con transgresiones marinas. Haenggi (2002) añadió que existió un desarrollo local de *sabkhas*. La Formación Benigno suprayacente fue descrita en el Arroyo Benigno en la parte oeste de la Sierra de los Fresnos por Nichols (1958), sin embargo, no estableció esta sección como localidad tipo, por lo que Monreal y Longoria (1999) propusieron otra sección tipo diferente. Nichols (1958) describió la formación como una secuencia de calizas masivas y nodulares con areniscas calcáreas con contenido en *Orbitolina texana* que la atribuye al Albiano; Monreal y Longoria (1999) interpretaron esta unidad como depósitos someros de plataforma con salinidad normal con intervalos clásticos.

La unidad descrita como “Walnut” correspondería en edad y lateralmente con la parte superior de la Formación Cox en Texas según Underwood (1980). Richardson (1904) propuso la Formación Cox para denominar las rocas que afloran en las Montañas Finlay y Cox en el condado Rim Rock, Trans Pecos (Texas), sin designar la localidad tipo de la unidad, por lo que Brunson (1954) propuso informalmente la sección de Fowlkes Brothers Ranch,

cerca del borde norte de las Montañas Finlay. En México la formación Walnut aflora en en distintos lugares de la Sierra de Chihuahua: al oeste de La Mula-Sierra Blanca, de La Parra, de la Cieneguilla, Cañón de Navarrete, El Cuervo, Pinos, Pilares, Fresnos, Cuchillo Parado (Haenggi, 1966). Se dividen 3 miembros en el Cañón de Navarrete: el inferior constituido por areniscas gris amarillentas calcáreas y cuarcífera de grano fino con intercalaciones de lutitas grisáceas; el miembro medio por calizas grises oscuras con intercalaciones de lutitas grises y finalmente, el miembro superior representa una intercalación de margas grises, lutitas, areniscas cuarcíferas y calizas (Haenggi, 1966). La formación Walnut fue interpretado en el cañón anteriormente mencionado como ambientes de depósito marino, litoral y continental con varias fluctuaciones del nivel del mar (Haenggi, 1966) y fechado mediante fauna marina como Aptiano-Albiano medio (Monreal y Longoria, 1999).

La Formación Finlay fue descrita como una unidad de calizas en en el flanco norte de las montañas Finlay (Texas) por Richardson (1904) y posteriormente por Brunson (1954), sin embargo, Haenggi (1966) estudió esta formación en el área El Cuervo (Chihuahua) describiéndola como una unidad constituida por calizas grisáceas con estratificación delgada a masiva y que localmente contiene nódulos y delgadas bandas de pedernal. La abundante fauna marina sugiere una edad de Albiano medio (López-Ramos, 1980), y esta formación ha sido interpretada como un ambiente intramareal a submareal (Cantú-Chapa, 1993).

##### 2.1.1.2. Colima. Formación Cerro de la Vieja y depósitos sin asignación estratigráfica formal

Angermann (1907) localizó una interesante macroflora en Rincón del Moreno (Coquimatlán), cerca de la estación de Rosario en Colima, similar a la descrita por Fontaine (1889) en Potomac, con una predominancia de gimnospermas taxodiáceas y cheirolepidiáceas (*Taxodium* Richard y *Frenelopsis* Schenk) aunque entre ellas destaca la presencia de hojas de angiospermas de los géneros *Sapindopsis* Fontaine y *Rogersia* Fontaine, géneros reportados en la Formación Patuxent (subzona IIB) por Doyle e Hickey (1976), que posiblemente correspondería con una de las angiospermas más antiguas de México. Estos autores le atribuyeron una posible edad Albiana por la presencia en los mismos niveles de la ammonita *Macroscaphites* Meek. Weber (1980) reexaminó el material recolectado por Angermann y únicamente determinó el género *Brachyphyllum* Brongniart y posiblemente *Podomazites* Braun mal conservado. Desafortunadamente, la macroflora de angiospermas reportadas por Angermann nunca fue publicada ni fotografiada en las colecciones del Museo del Instituto de Geología.

Corona-Esquivel y Henríquez (2004) reportaron un estudio palinológico en la parte superior de la Formación Cerro de la Vieja en Coquimatlán con la presencia de los géneros de granos de polen *Tricolpites* y *Retimonocolpites*,

asignándole una edad albiana que no queda justificada ya que no se reportaron las morfoespecies indicativas de dicha edad.

2.1.1.3. Oaxaca. Formación Las Vigas y depósitos sin asignación estratigráfica formal.

Los registros paleobotánicos más antiguos del Cretácico en México corresponden con coníferas descritas por Ferrusquía-Villafranca y Comas-Rodríguez (1980, 1988) provenientes de un depósito marino somero estudiado en el municipio de Huajuapán de León, estado de Oaxaca, probablemente de edad Berriasiana tardía-Hauteriviana temprana, se caracterizó en base a ammonites, pero sin especificar la Formación a la cual pertenecen. Weber (1980) examinó estos restos paleobotánicos asignándolos al morfógenio *Pagiophyllum* Heer emend Harris. Otros registros de coníferas fueron mencionadas *Pseudofrenelopsis* Nathorst emend. Watson y posiblemente dos especies de *Sequoia*: *S.* cf. *S. ambigua* Heer y *S.* cf. *S. reichenbachi* (Geinitz) Heer y restos de coníferas no identificables provenientes del Neocomiano del Cerro de la Virgen cerca de Tlaxiaco en Oaxaca por Nathorst (en Felix y Nathorst, 1899).

También hay descrita madera fósil sin identificar en facies litorales de la Formación Las Vigas (Neocomiano-Aptiano) en el flanco norte de la Sierra de Las Chorreras, aumentando en cantidad hacia el lugar denominado Plataforma del Diablo (Ferreiro, 1975), que no pudo ser localizado por Barrera-Escorcía (1982), Cuchillo Parado y Puerto Frío (Reyes, 1975) en la Sierra Cuchillo Parado (localidad 6 en Barrera-Escorcía, 1982). La Formación Las Vigas fue definida por Burrows (1910) en el valle del Río Conchos en Chorreras (Chihuahua) como una alternancia de areniscas calcáreas grises y lutitas y posteriormente fue redefinida por Imlay (1936) en el cañón Taraises (Durango) sugiriendo facies cercanas a la costa y posiblemente marinas. Este último autor interpretó este depósito como facies cercanas a la costa y posiblemente marinas y le confirió una edad de Aptiano inferior por la presencia de *Dufrenoya* Chatin, ammonita del Aptiano superior, en la Formación Cuchillo suprayacente.

#### 2.1.1.4. Puebla

##### 2.1.1.4.1. Formación San Juan Raya

En el Estado de Puebla hay dos formaciones con restos paleobotánicos. La Formación San Juan Raya, definida por Aguilera (1906) en la localidad del mismo nombre y redefinida por Barceló-Duarte (1978) en la Barranca del Salitrillo donde las rocas no se encontraban ni plegadas ni falladas, se han reportado troncos fósiles. Este depósito corresponde con facies de plataforma con abundante fauna marina que permite asignar al Aptiano (Buitrón-Sánchez y Barceló-Duarte, 1980).

##### 2.1.1.4.2. Formación Tlayúa

Además, se describieron plantas fósiles en la Formación Tlayúa (Applegate, 1996). Applegate (1996) y Applegate

y colaboradores (2006) describieron una gran diversidad de micro y macrofósiles en la Cantera Tlayúa, considerada como *Konservat-Lagerstätte* incluyendo cianobacterias, algas, plantas, invertebrados (foraminíferos, celenterados, poliquetos, amonites, belemnites, pelecípodos, gasterópodos, rudistas, equinodermos, artrópodos) y vertebrados fósiles (peces holósteos y teleósteos, reptiles), siendo los peces el grupo más abundante. Estos depósitos corresponden con calizas laminadas de la Formación Tlayúa descrita en la Cantera Tlayúa aproximadamente 2 km al noreste del poblado de Tepexi de Rodríguez por Pantoja-Alor (1992) y sobre ésta, se apoyan de forma discordante las formaciones Tepexi el Viejo y Balsas (Eoceno-Oligoceno). Este autor dividió la formación en tres miembros (Inferior, Medio y Superior). Se asigna una edad de Albiano por la presencia en el Miembro Inferior del rudista *Toucasia polygyra* Alencáster y de los ostréidos del género *Chondrodonta* Stanton, Albiano medio-Albiano tardío para el Miembro Medio de la Formación Tlayúa en base a bioestratigrafía belemnites del género *Neohibolites* Stolley: *Neohibolites praeultimus* Spaeth, *N.* aff. *minimus* Miller y *N. minimus clavaformis* Seibertz y Buitrón (Seibertz y Buitrón, 1987a, b; Seibertz y Spaeth, 2002); géneros de ammonites *Mortonoceras* Meek., *Hysterocheras* Hyatt y *Anisoceras* Pictet (Cantú-Chapa, 1987); foraminíferos bentónicos (Kashiyama et al., 2004) y datos magnetoestratigráficos (Benammi et al., 2003, 2004). El Miembro Superior se determinó como Cenomaniano, en base a miliólidos de la especie *Dicyclina schlumbergeri* Munier-Chalmas (Fernández-Becerra, 1985; Pantoja-Alor, 1992) aunque Pantoja-Alor mostró su desacuerdo considerándolo de edad Albiana tardía.

Dentro de las plantas no vasculares Applegate et al. (1984) y Espinosa-Arrubarrena et al. (1996) reportaron en la Formación Tlayúa algas calcáreas, así como ejemplares de algas pardas similares a *Sargassum* Agardh y de tipo "taloides" (ambos dentro del grupo Phaeosphyceae). Además estos autores reportaron en el grupo de las plantas vasculares destacan las bennettitales (cf. *Zamites* Brongniart), Coniferophyta (cf. *Araucaria* de Jussieu, cf. *Frenelopsis* Schenk y cf. *Brachyphyllum* Brongniart) y restos de madera silicificada.

#### 2.1.1.5. Sonora

##### 2.1.1.5.1. Unidades informales Tulito y Nopal

Cevallos-Ferriz (1983, 1992) reportó madera fósil de *Brachyoxylon* Jeffrey en las unidades Tulito y Nopal (Aptiano-Albiano) en Lampazos, población perteneciente al municipio de Tepache.

##### 2.1.1.5.2. Formación Cintura

Grijalva-Noriega (1996) estudió la Formación Cintura en la localidad de Cabullona dividiéndola en tres miembros (Inferior o Marquechi, Medio o San Marcos y Superior o San Juan), haciendo referencia la presencia de impresiones de hojas fósiles en el Miembro San Juan (Grijalva-Noriega, 1996). El ambiente de depósito de esta formación es de

facies fluviales, planicies aluviales, a planicies de marea (González-León, 1994b; Jacques-Ayala, 1995). En el Miembro San Juan se encontraron restos de madera silicificada e impresiones de hojas de angiospermas, una de ellas pinnada con folíolos lanceolados de márgenes dentados. García-Barragán y Jacques-Ayala (2011) reportaron restos de plantas fósiles y abundantes troncos silicificados (figuran un tronco de 1.10 m de longitud y 25 cm de diámetro) en las areniscas correspondientes también al Miembro San Juan de la Formación Cintura (Albiano) a 2 km al norte de la falda norte de la sierra San Antonio en Arizpe (Sonora). Además García-Barragán y Jacques-Ayala (2011) observaron plantas fósiles en las Formaciones Mural (Aptiano-Albiano) y El Tuli (Cenomaniano?-Campaniano).

### 2.1.2. Datos paleopalinológicos

#### 2.1.2.1. Baja California

Hay varios trabajos de quistes de dinoflagelados del Cretácico Inferior en Baja California. Helenes (1984) estudió las asociaciones de quistes de dinoflagelados del Cretácico Inferior desde el Valanginiano al Eoceno Medio de sondeos realizados en el área de Sebastián Vizcaíno-Guerrero Negro en la cuenca de Sebastian Vizcaino y fechó la parte superior de la Formación Alisitos como Albiano tardío considerando la presencia de los siguientes taxones: *Ascodinium diversum* (Davey) Helenes, *Apteodinium conjunctum* Eisenack y Cookson, *A. grande* Cookson y Hughes, *Cribroperidinium auctifcum* (Brideaux) Stover y Evitt, *C. intricatum* Davey, *Subtilisphaera zawia* Below y *Tanyosphaeridium variecalamum* Davey y Williams. Este mismo autor describió la nueva especie *Exochosphaeridium alisitosense* de la misma Formación proveniente de un sondeo al noreste de Guerrero Negro (Helenes, 2000). La Formación Alisitos, aflora en los alrededores del Rancho Alisitos al sureste de El Rosario en Baja California (Santillán y Barrera, 1930), está constituida por rocas volcánicas, volcanoclasticas, metavolcánicas, metasedimentarias y caliza (Payne *et al.*, 2004) y se propuso un ambiente en el depósito someros sublitoral, incluyendo facies arrecifales (Allison, 1963). Fue fechada como Aptiano-Albiano en base a fauna marina (Allison, 1974).

#### 2.1.2.2. Durango. Formación Gran Tesoro

Aranda-García *et al.* (1988) asignaron una edad de Jurásico Inferior a la unidad 2 de Aranda (1985) que correspondería a la Formación Gran Tesoro en la Serranía de Santa María del Oro en Durango, basándose en una asociación palinológica con *Classopollis classoides* Pflug emend. Pocock y Jansonius, *C. kieseri* Reyre, y acritarcas del género *Micrhystridium* Deflandre, entre otras especies y/o géneros, sin embargo, estos taxones tienen un rango estratigráfico más amplio ya que se conocen desde el Triásico. Esta Formación descrita en el área de Indé-Santa María del Oro por Russel (1924) con un contenido de pizarras carbonosas, ha tenido asignaciones de edad muy controvertidas, que van de Ordovícico (Russel, 1924) al

Pérmico-Triásico (Main, 1950). Posteriormente, Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1996) reportaron, aunque sin figurar, dos morfoespecies (poliplicado asignado al género *Jugella* Mchedlishvili y Shakhmundes cf. *Spathiphyllum* Schott y *Tricolpites* Cookson ex Couper emend. Jarzen y Dettmann) adicionales provenientes de la misma muestra estudiada originalmente por Aranda-García *et al.* (1988), atribuyéndole una edad de Barremiano-Aptiano por la presencia del grano de polen de angiosperma tricolpado. Sin embargo, este tipo de granos aparecen a partir del Aptiano inferior y fueron reportados en Israel y Reino Unido (Brenner, 1996; Hughes, 1994). El género *Jugella* (Araceae) se conoce desde el Berriasiano en Centroeuropa, sin embargo, difiere del género *Spathiphyllum*, que aparece en el Albiano, por ser monocolpado (Friis *et al.*, 2004). Recientemente, Eguiluz-de-Antuñano (artículo en preparación), discute la asignación cronológica de esta misma Formación en la misma localidad de Santa María del Oro, fechándola en Jurásico Inferior hasta posiblemente Triásico Superior en base a diferentes grupos de fauna marina, además de basarse en una datación absoluta por el método de K-Ar que ha proporcionado una edad de Jurásico Superior en la unidad suprayacente (Esquisto Pescadito). Teniendo en cuenta la presencia del género *Tricolpites* reportado por Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1996), estos depósitos corresponderían con una edad de al menos Aptiano inferior, por lo que arroja una incertidumbre respecto a la edad que deberá esclarecerse con un estudio sedimentológico-estratigráfico-tectónico más exhaustivo de la región.

#### 2.1.2.3. Michoacán. Formación Tepalcaltepec

Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1996) describieron cf. *Afropollis* Doyle, Jardiné y Doerenkamp de afinidades gondwánicas en la Formación Tepalcaltepec (Albiano) sin especificar la localidad.

#### 2.1.2.4. Puebla. Formación Tepalcaltepec

Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1996) sólo citaron la presencia del género cf. *Retimonocolpites* Pierce emend. Juhász y Góczán en la Formación Tlayúa (Aptiano-Albiano).

#### 2.1.2.5. Sonora

Abundantes granos de polen fueron encontrados en la parte inferior de la Formación Mural (Aptiano-Albiano) en García-Barragán y Jacques-Ayala, 2011 del Grupo Bisbee al sur de Agua Prieta en Sonora (Rosales-Domínguez *et al.*, 1995), incluyendo las esporas *Hoegisporis* cf. *H. uniformis* Cookson, *H. cf. H. lenticulifera* Cookson, entre otros, así como los cistos de los dinoflagelados de *Apteodinium maculatum* Eisenack y Cookson. Se asignó una edad de Albiano inferior a esta formación por la presencia de ammonites y ostras en su Miembro Inferior y por el calpionélido *Colomiella recta* Bonet y el género de foraminífero *Favusella* Michael en su Miembro Superior



(Rosales-Domínguez *et al.*, 1995). Además, Jacques-Ayala (1995) reportó maderas silicificadas hacia el techo de la Formación Mural.

## 2.2. Cretácico superior

El panorama en el Cretácico Superior difiere mucho del Cretácico Inferior ya que existen numerosos registros de plantas fósiles (incluyendo troncos, tallos, hojas, flores y frutos) para este periodo geológico, especialmente durante el intervalo Campaniano tardío-Maastrichtiano. Durante el Cretácico Superior (Cenomaniano-Maastrichtiano) se produce la orogenia Larámide, siendo intensos los procesos de exhumación a finales del Cretácico en la Costa Oeste Pacífica de México, además, se desarrolló el cinturón de pliegues y cabalgaduras de la Sierra Madre Oriental migrando de oeste a este (Goldhammer y Johnson, 1999), procesos que afectaron enormemente a la flora. Asimismo, en el noreste de México, en el Maastrichtiano se desarrollaron las cuencas de antepaís (área de Sabinas-Olmos, Cuencas de la Popa y de las Parras) en frente de la Sierra Madre Oriental que seguía avanzando (Goldhammer y Johnson, 1999).

Las plantas fósiles provienen principalmente de la Formación Olmos, aunque también hay bastantes trabajos sobre la Formación Cerro del Pueblo, en Coahuila. Todos ellos son enumerados a continuación dependiendo del Estado de la República en el cual se localizaron, sin embargo, son escasos los estudios paleopalínológicos para este intervalo de tiempo. Martínez-Hernández (1992); Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1996) reconocieron tres provincias microflorísticas siguiendo el trabajo de Kedves (1985), durante el Cretácico Superior para México: 1) Normapolles al noreste con familias típicas de climas tropicales como Chlorantaceae y Magnoliaceae; 2) *Aquilapollenites* al noroeste con familias indicativas de selvas tropicales como *Gunnera* Linnaeus y Bombacaceae; 3) *Monocolpates* al sur con abundancia de los morfogéneros *Cycadopites* y *Monocolpopollenites*.

### 2.2.1. Baja California

#### 2.1.1.1. Formación El Gallo

Romo de Vivar-Martínez (2011) mencionó de forma sucinta la presencia de semillas en la Formación El Gallo, en la localidad Ros 51 al oeste de la localidad de El Rosario de Arriba (Municipio de Ensenada), además de una asociación palinológica de muestras tomadas en la misma sección. En esta asociación predomina el grupo de los Normapolles (Romo de Vivar-Martínez, 2011). Esta formación ha sido fechada por estudios radiométricos (método Ar/Ar) como Campaniano hasta el límite Campaniano-Maastrichtiano al techo de la formación gracias a la existencia de niveles de tufas a base del Miembro La Escarpa y en el Miembro El Disecado (Renne *et al.*, 1991). La Formación El Gallo fue descrita por Kilmer (1963) sin especificar la ubicación del estratotipo y fue interpretada como depósitos fluviales

con numerosos restos de dinosaurios, mamíferos, ranas, tortugas, lagartos, cocodrilos y pájaros (Lillegraven, 1972; Morris, 1974).

#### 2.1.1.2. Formación Valle

Helenes (1984) determinó en la Cuenca de Sebastián Vizcaino en Baja California en la Formación Valle, descrita por Patterson (1984) como depósitos turbidíticos, los quistes de dinoflagelados enumerados a continuación: *Deflandrea diebelli* Alberti, *D. striata* Drugg, *Deflandrea* sp., *Dinogymnium acuminatum* Evitt *et al.*, *D. cerviculum* Cookson y Eisenack, *D. euclaense* Cookson y Eisenack, *Dinogymnium* sp., *Diphyes colligerum* (Deflandre y Cookson) Cookson, *Florentinia mantelii* (Davey) Davey y Verdier, *Hafniasphaera fluens* Hansen, *Palaeocystodinium benjaminii* Drugg, *Spiniferites* sp., *Tanyosphaeridium xanthiopyxides* (Wetzel) Stover y Evitt, *Xenascus ceratioides* (Deflandre) Lentini y Williams. Esta asociación permite establecer una edad de Maastrichtiano al techo de esta formación, aunque Helenes (1984) considera su base de edad Cenomaniana en base a datos de foraminíferos.

### 2.2.2. Chiapas

#### 2.2.2.1. Macroflora. Formación Sierra Madre

En la localidad de El Chango de edad Albiano (Vega *et al.*, 2006) cabe destacar la presencia de impresiones de macroflora excepcionalmente bien preservados, los cuales apenas están empezando a ser publicados (Guerrero-Márquez *et al.*, 2011, 2012; González-Ramírez *et al.*, 2011, 2012a, b; Huerta-Vergara *et al.*, 2011, 2012a, b). La macroflora proviene de dolomitas laminadas marinas de la base de la Formación Sierra Madre, en Chiapas, descrita formalmente por Gutiérrez-Gil (1956) y datada como Aptiano medio-Santoniano en base a fauna marina (Steele y Waite, 1986). Entre el material vegetativo fósil estudiado de la base de la Formación Sierra Madre, destacan en abundancia las gimnospermas con afinidad a las familias Araucariaceae, Cupressaceae, con similitudes a *Cryptomeria* (Linnaeus) D. Don, *Glyptostrobus* Endlicher y *Chamaecyparis* Spach/*Athrotaxis* (Unger) Florin (González-Ramírez *et al.*, 2011, 2012a, b), Podocarpaceae y al género *Pinus* Linnaeus actual (Pinaceae) que incluyen hojas aciculares, ramas, así como conos machos y hembras aunque este último aparece en menor abundancia (Huerta-Vergara *et al.*, 2011, 2012a, b). Además de este grupo, se han reportado las hojas más antiguas de angiospermas de México semejante al género *Sapindites* en la misma localidad junto con frutos con similitudes a las familias actuales Euphorbiaceae y Bignoniaceae (Guerrero-Márquez *et al.*, 2011, 2012).

#### 2.2.2.2. Datos paleopalínológicos. Formaciones Sierra Madre y Ocozocuatla

Los niveles correspondientes a las explotaciones mineras de la localidad de El Espinal, estratigráficamente correlacionables con los de la localidad de El Chango,

corresponden con niveles laminados dolomíticos a base de la Formación Sierra Madre con peces, insectos y macroflora, correspondiente a depósitos de planicies mareales (Vega *et al.*, 2006). Estos niveles han sido fechados como Albianos por estos mismos autores en base a fauna marina. Además, estos autores describen una asociación palinológica, basándose en datos proporcionados por Nieto-López *et al.* (2002) de una muestra colectada en el kilómetro 15 de la nueva carretera Chiapas-Veracruz, constituida por una mezcla de palinomorfos marinos (acritarcos y quistes de dinoflagelados) y continentales (cutículas, traqueidas, fungosporas, esporas similares a *Sphagnum* Linnaeus, *Selaginella* Pal. Beauv. y *Osmunda* Linnaeus; fragmentos de anteras, granos de polen de gimnospermas: *Classopollis* [Pflug] Pocock y Jansonius y granos similares a *Ephedra* Linnaeus y de angiospermas: *Arecipites* Wodehouse, *Retimonocolpites* Pierce emend. Juhász y Góczán, *Pseudoplicapollis* Krutzsch en Góczán *et al.*, Normapolles, y de las familias Bombacaceae, Lauraceae, Osmundaceae, Ulmaceae, Liliaceae y Moraceae, sin especificar los morfógenos o morfoespecies de estas últimas familias).

Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1996) reportaron de forma sucinta la existencia de asociaciones palinológicas en la Formación Ocozocuatla, suprayacente a la Formación Sierra Madre. La Formación Ocozocuatla es de edad Maastrichtiana en la parte inferior de la unidad en base a foraminíferos planctónicos de la Biozona *Gansseri gansseri* Bolli (Omaña, 2006). Dichas asociaciones palinológicas poseen representantes de la provincia paleoflorística de *Monocolpates*, sin especificar ni figurar los palinomorfos estudiados en Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1996). La Formación Ocozocuatla, interpretada como facies de plataforma carbonatada (Alencaster y Omaña, 2006), consiste en areniscas arcillosas de grano fino, sobre las cuales descansa una unidad conglomerática con cantos constituidos principalmente de pedernal y calizas hacia el techo (Gutiérrez-Gil, 1956).

### 2.2.3. Chihuahua

Los únicos datos paleobotánicos del Cretácico en este estado corresponden con una nueva morfoespecie de madera de la familia Malvaceae, *Javelinoxylon deca*, y proceden de la Formación San Carlos de edad Coniaciano-Maastrichtiano, de acuerdo a ammonites, asociado a huesos de dinosaurios en D.E.C.A. (Daniel Eduardo/David Ernesto Carrillo Acosta) Parque Cretácico A.C., situado aproximadamente a 55 km al este de la ciudad Juan Aldama en el Municipio de Aldama en Chihuahua (Estrada-Ruiz y Martínez-Cabrera, 2011). Esta Formación, cuyo estratotipo fue establecido por Vaughan (1900) en el Rancho Mina Carbón (*Coal Mine Ranch*) en el oriente del Arroyo San Carlos al noroeste de Presidio County en Texas, se constituye por tres tramos: a) Inferior: constituido por areniscas amarillas-cafés de grano grueso (con estratificación cruzada, concreciones de caliza y fósiles invertebrados) y arcillas púrpuras-amarillas fosilíferas con alguna intercalación de lutitas carbonosas; b)

Medio: constituido por carbones; c) Superior: constituido por areniscas y lutitas con vertebrados cretácicos. Varios autores (Hernández-Noriega *et al.*, 2000) reportaron en la localidad de Aldama en el estado de Chihuahua troncos permineralizados fósiles de angiospermas (*Javelinoxylon*, *Paraphyllanthoxylon*) y gimnospermas (*Palmoxylon*). Se le ha asignado a esta formación una edad de Coniaciano-Santoniano en función de su contenido fósil (Mendoza-Romero y Guillén-Ortiz, 2004) y se ha caracterizado el ambiente de depósito en diversas facies: prodeltaica y ambientes deltaico y de playa, costero y pantanoso, fluvial, y de planicie aluvial (Lehman, 1985).

### 2.2.4. Coahuila

#### 2.2.4.1. Macroflora

El resumen más reciente y detallado de las plantas del Cretácico Superior de Coahuila se debe a Calvillo-Canadell y Cevallos-Ferriz (2008). Además, existen varias localidades de ubicación inexacta donde hay reportes de restos de plantas. Un ejemplo de ello reside en el trabajo realizado por Ramírez y Acevedo (1957) quienes observaron plantas fósiles en areniscas bien estratificadas por encima de margas arenosas con calizas arenosas con fauna coniaciana en las inmediaciones del Rancho El Nopal.

A continuación se detallan las plantas fósiles descritas en la bibliografía ordenada en base a la formación en la cual fueron colectadas, de más antiguas a más modernas.

#### 2.2.4.1.1. Formación Eagle Ford

La Formación Eagle Ford consiste en lutitas calcáreas y calizas arcillosas grises de plataforma marina somera (Sohl *et al.*, 1991) que representan un sistema transgresivo en un ambiente nerítico-medio y por la presencia de *Inoceramus labiatus* Schlotheim, *Clavihedbergella simplex* (Morrow) Loeblich y Tappan, *Hedbergella amabilis* Loeblich y Tappan, *Rotaliporia cushmani* (Morrow) emend. Longoria y *R. greenhornensis* Morrow se ha fechado como Cenomaniano superior-Turoniano (Eguiluz-de-Antuñano, 2001).

Un primer estudio de plantas fósiles de México se refiere a la descripción de una nueva especie de equisetel *Neocalamites barcenai* descrita por Maldonado-Koerdell (1949) proveniente de una marga bituminosa de la Formación Eagle Ford de edad Turoniano, datada a partir de impresiones de *Inoceramus labiatus* (Schlotheim) fide Cox, en la Poza de la Leona, cercana al poblado de Calles, en el Municipio de Villa Acuña en Coahuila. Sin embargo, Barrera-Escorcia (1982) menciona que no pudo localizar el lugar indicado por Maldonado.

#### 2.2.4.1.2. Grupo Difunta

El Grupo Difunta aflora en las partes meridional y oriental del Estado de Coahuila y la porción noroccidental de Nuevo León. Fue definido en el sector occidental de la Cuenca de Parras por Murray *et al.* (1962), de edad Campaniano-Paleoceno, y lo dividió en siete formaciones: Cerro del Pueblo, Cerro Huerta, Cañón del Tule, Las Imágenes, Cerro Grande, Las Encinas y Rancho Nuevo.

McBride *et al.* (1974) añadieron seis formaciones más, una en la parte oriental de Parras (Tanque) y cinco a la Cuenca de La Popa (Muerto, Potrerillos, Adjuntas, Viento y Carroza).

Existen reportes de plantas fósiles sin determinarlas taxonómicamente, en Pozo Boquillas cerca del cerro Hormigas en el Grupo Difunta por Imlay (1937) que aseguraba la similitud de las plantas fósiles recolectadas con aquellas estudiadas en la Formación San Miguel en Texas. Murray *et al.* (1962) quien mencionó plantas fósiles en la misma localidad sin indicar la formación de la cual provenían aunque sí mencionaba que se trataba de facies tipo *flysch*.

Formación Cerro del Pueblo. La Formación Cerro del Pueblo, definida por Murray *et al.* (1962) en las inmediaciones de noroeste de la Ciudad de Saltillo, ha sido interpretada como un ambiente de depósito con canales, rica en plantas, lagos, pantanos, lagunas costeras, lagos deltaicos y depósitos de bahía (McBride *et al.*, 1974). Esta Formación fue fechada inicialmente como Campaniano superior al incluirla en la biozona *Exogyra ponderosa* Roemer con la presencia de *Exogyra costata* Say y *Exogyra ponderosa* Roemer (Murray *et al.*, 1962; Weidie y Murray, 1967; Wolleben, 1977). Cobban (1993) observó en esta Formación el género de ammonita *Sphenodiscus* Meek y propuso que se trataba de una presencia anómala como un género endémico en el norte de México en el Campaniano y que se extendió hacia el norte durante el Maastrichtiano donde es abundante (Murray *et al.*, 1960; Kirkland *et al.*, 2000) y no hay reportes del Campaniano. Estudios paleomagnéticos indican que la Formación de Cerro del Pueblo en el área de Saltillo se depositó durante las magnetozonas 32n.3r-32n.2n y lo correlacionaron con las biozonas de ammonites *Baculites jenseni* Cobban (71,6 a 71,7 Ma) a *B. reesidei* Elias (72,1-72,5 Ma) del Western Interior, con lo que, se confirma la edad de esta formación al Campaniano tardío (Eberth *et al.*, 2004). Estos autores presentaron un detallado trabajo sobre la estratigrafía y sedimentología de la Formación Cerro del Pueblo y reportaron hacia la base de la sección denominada La Escondida, frutos fósiles en los mismos niveles donde aparecen restos de dinosaurios, así como también impresiones de troncos ferruginosos junto con huesos de dinosaurio transportados en los *lags* basales de los canales hacia el techo de la columna. Se observa del trabajo antes mencionado que en las secciones denominadas Rincón Colorado y Las Águilas los niveles con restos de flora (semillas, hojas, troncos) son más abundantes. Entre las infrutescencias recolectadas en las localidades de Rincón Colorado y Presa San Antonio provenientes de la Formación Cerro del Pueblo, en esta última localidad se han observado en las dos nuevas especies descritas (*Operculifrustus latomatensis* y *O. lopezii*) caracteres que las asemejan a miembros de Alismatales (Estrada-Ruiz, 2004; Estrada-Ruiz y Cevallos-Ferriz, 2007). Además se han reportado en Rincón Colorado dos nuevas especies de frutos (*Ceratophyllum lesii*, localidad El Almácigo; *Decodon tiffneyi*, localidad en Cerro del Carmen) de angiospermas

acuáticas pertenecientes a las Familias Ceratophyllaceae y Lythraceae respectivamente (Estrada-Ruiz y Cevallos-Ferriz, 2006; Estrada-Ruiz *et al.*, 2009). Asimismo, en esta Formación se describió un fruto con caracteres similares a miembros de Hamamelidaceae y Platanaceae y representantes extintos de Proteales (Vázquez-Rueda *et al.*, 2011, 2012), y tres especies nuevas de infrutescencia: *Coahuilacarpon phytolaccoides*, similar al género actual *Phytolacca* (Cevallos-Ferriz *et al.*, 2008), *Striatornata sanantoniensis* y *Tricostatocarpon silvapinedae* similares a las Zingiberales (Rodríguez-de la Rosa y Cevallos-Ferriz, 1994).

Aguillón-Martínez (2010) observó que los restos de hadrosáuridos aparecen asociados a los mismos niveles que las plantas hamamelidáceas (Platanaceae) en la Formación Cerro del Pueblo, al igual que sucede en el parque nacional Big Bend en Texas donde se ha reportado en la Formación Aguja una asociación de hadrosáuridos y ceratópsidos herbívoros con maderas fósiles de *Platanaceae-Icacinaceae* y *Baileyan wood type I* (Wheeler y Lehman, 2000). Aguillón-Martínez (2010) reportó dos taxones de carófitos correspondientes a la Formación Cerro del Pueblo en Rincón Colorado, género *Platychara* Grambast y *Porochara gildemeisteri* Koch y Blissen-bach.

En la localidad de Almácigo se describió un nuevo género y especie de flor (*Coahuilanthus belindae*) asignada a la familia Rhamnaceae tras estudiar 18 ejemplares conservadas como impresiones y realizar estudios fenéticos y cladísticos (Calvillo-Canadell, 2000; Calvillo-Canadell y Cevallos-Ferriz, 2007). Además, se han observado interacciones planta-animal en coprolitos conteniendo insectos, huesos, cutículas y semillas de Lythraceae (fruto tipo I) y una nueva especie (*Eocaltha zoophila*) de semillas de Ranunculaceae (Rodríguez-de la Rosa *et al.*, 1998), reportadas anteriormente por Silva-Pineda (1984).

Formación Cerro Huerta. El estratotipo de esta Formación definida por Murray *et al.* (1962) se ubica a unos 10 km al SW de Saltillo cerca de la localidad de Angostura y su contenido fósil consiste en restos de dinosaurios, madera fósil, restos de plantas fósiles y oogonios de caráceas no determinadas. Eberth *et al.* (2004) fecharon esta Formación como Campaniano-Maastrichtiano. Además, esta formación contiene diversos frutos descritos por Silva-Pineda (1984). McBride *et al.* (1974) interpretaron las facies de este depósito como perteneciente a llanuras de inundación de un ambiente deltaico.

Formación Las Imágenes. Murray *et al.* (1962) describió esta Formación (Maastrichtiano, determinada por su posición estratigráfica) en el flanco norte del sinclinal Las Imágenes al oeste de la localidad del mismo nombre compuesta fundamentalmente por limolitas, lutitas calcáreas rojas y verdes (con la presencia del grupo Charophyta) con intercalaciones de areniscas. Boyd (1952) indicó la presencia de oogonios de caráceas (*Chara compressa* Kunth, *Chara ovalis* Fritsche y otras no identificadas) pertenecientes a la Formación Las Imágenes en el sinclinal



La Leona a unos 9.5 km al NE de La Leona. Se considera un ambiente de depósito deltáico con subambientes lagunares (McBride *et al.*, 1974).

#### 2.2.4.1.3. Grupo Navarro

El Grupo Navarro comprende las siguientes Formaciones, principalmente de origen marino, ordenadas de más antiguas a más modernas: Upson Clay, San Miguel, Olmos, Muzquiz y Escondido, siendo las formaciones Olmos y Muzquiz las únicas unidades continentales (Robeck *et al.*, 1956). Del Grupo Navarro se han reportado restos de plantas fósiles de las formaciones Upson, San Miguel y Olmos. La Formación Upson Clay de edad Campaniano inferior, por su contenido en fauna marina y posición estratigráfica (Sohl *et al.*, 1991) fue definida en el poblado de Quemado, cerca de la antigua oficina postal Upson, sobre la carretera de *Eagle Pass*-Del Río en el Condado de Maverick U.S.A. (Dumble, 1892), y posteriormente redefinida como lutitas calcáreas gris oscuro a gris verdoso (Sellards *et al.*, 1966) y analizada estratigráficamente (Eguiluz-de-Antuñano, 2001). Esta formación fue considerada un depósito de plataforma de aguas someras (Sohl *et al.*, 1991) y prodelta durante un ciclo de inundación durante el desarrollo inicial en una cuenca *foreland* de edad laramídica (Eguiluz-de-Antuñano, 2001).

Formación San Miguel. La formación San Miguel suprayacente a la Formación Upson Clay también fue definida por Dumble (1982) en el antiguo Rancho San Miguel sobre el Río Bravo al norte del Paso en Texas y en México aflora en la región de Sabinas con una potencia de depósito de 270 m (Robeck *et al.*, 1956). La formación, fechada como Campaniano superior por su contenido en fauna marina, consta de lutitas y limolitas laminadas que cambian gradualmente hacia el techo sin estratificación, con alternancia de areniscas estratificadas (Robeck *et al.*, 1956).

Formación Olmos. La Formación Olmos pertenece al Grupo Navarro y fue definida por Stephenson (1927) en el Arroyo Olmos junto a la estación ferroviaria de Bandera Olmos a unos 12.8 km al norte de *Eagle Pass* en Texas. En México esta formación aflora en las cuencas carboníferas de Coahuila, situadas en la zona centro y norte al este del estado. Posiblemente la Formación Olmos (Maastrichtiano inferior-medio) evidencia la primera regresión marina del oeste al norte seguido por una transgresión marina representado por la Formación Escondido (Weber, 1975). La Formación Olmos, predominantemente constituida por lutitas carbonosas y calcáreas, con algunas intercalaciones de margas, calizas, limolitas y carbones (Robeck *et al.*, 1956), es de edad Campaniano superior-Maastrichtiano inferior que inicialmente se determinó en base a fauna marina en las Formaciones San Miguel (subyacente) y Escondido (suprayacente). Burckhardt (1930) propuso una edad para estas formaciones de Senoniano superior. Se comprobó la edad de la base de la Formación Olmos gracias a la presencia de ammonites de los géneros *Coahuilites* Böse y *Sphenodiscus* Meek (Robeck *et al.*, 1956), y Pessagno (1969) obtuvo un fechamiento de Maastrichtiano inferior o medio con foraminíferos planctónicos. Zaizeff y Cross

(1970) reafirmaron la edad Maastrichtiana de estos depósitos en base a quistes de dinoflagelados y acritarcos del Grupo Navarro. Sin embargo, Flores-Espinoza (1989) en base a ammonites estableció una edad mínima de Campaniano tardío para la base y de Maastrichtiano inferior para la parte superior de esta Formación y la parte basal de la Formación Escondido suprayacente.

Los estudios preliminares de plantas fósiles del Cretácico en el estado de Coahuila fueron realizados principalmente por Aguilera (1909) quien reportó numerosas plantas fósiles en zonas cercanas a la localidad de Las Esperanzas en el Municipio de Múzquiz, y Robeck *et al.* (1956) en el Arroyo del Tulillo, correspondientes ambos a la Formación Olmos. Fue Weber (1972, 1975, 1976, 1978) quien estudió estos restos en mayor detalle en relación con explotaciones de carbón en la Formación Olmos. Este último autor sugiere una flora con gran biodiversidad depositada *in situ* en ambientes lagunares o cercanos a cuerpos de agua, flora caracterizada por una abundancia de madera silicificada, ramas con hojas, flores y frutos. Muchas de las angiospermas y coníferas descritas en la Formación Olmos eran endémicas de México y muchas otras estaban restringidas en América del Norte (Weber, 1972, 1978; Estrada-Ruiz *et al.*, 2007, 2008).

Los estudios de Weber (1972) ponen de manifiesto una dominancia de angiospermas dicotiledóneas con una gran biodiversidad (60 morfoespecies de las 80 morfoespecies de plantas fósiles observadas) que incluyen dentro de las monocotiledóneas posibles miembros de las familias Araceae (*Pistia*) y Arecaceae (*Phoenicites* Brongniart y *Sabalites* Saporta), y dentro de las dicotiledóneas, además de algunas indeterminadas, miembros de Magnoliaceae (*Liriodendron* Linnaeus), Lauraceae (*Sassafras* Nees y Eberm), Moraceae (*Artocarpus* Forster y Forster), Betulaceae (*Betula* Linnaeus), y Rhamnaceae (*Zizyphus* Linnaeus), además de los órgano-géneros *Liriodendropsis* Newberry y *Manihotites* Berry. Las localidades donde fueron estudiados cada uno de los fósiles de plantas descritos por Weber (1972) están reportadas en mayor detalle en Barrera-Escorcía (1982). Estrada-Ruiz *et al.* (2011) describieron en el Tajo el Nogalito en el Municipio de Múzquiz, un nuevo género y especie de angiosperma acuática (*Exnelumbites callejasiae*) relacionada con la Familia Nelumbonaceae. Del análisis de un total de 35 tipos distintos de hojas de eudicotiledóneas en la Formación Olmos, prevalece el orden Laurales y en menor proporción cf. Menispermaceae y Nelumbonaceae (Estrada-Ruiz *et al.*, 2008).

Vaughan (1900) describió monocotiledóneas fósiles del grupo de las palmas (*Geonomites tenuirachis* Lesquereux, entre ellas) en la Formación Olmos, en la mina *Hartz* a unos cinco kilómetros al noroeste de *Eagle Pass* (Texas) al norte de la localidad Río Bravo, hoy en día abandonada, en la parte superior de la unidad litoestratigráfica senoniana denominada *Coal series* constituida por conglomerados y areniscas, de 300 m de espesor. Estos mismos fósiles fueron posteriormente reestudiados por Burckhardt (1930).

En menores proporciones Weber (1972, 1973, 1975, 1976, 1980) también describió Pteridofitas, gimnospermas y una posible briofita. Dentro del grupo de las Pteridofitas describió dos nuevas especies de helechos acuáticos *Salvinia coahuilensis* en la mina Nueva Rosita N°6 (Weber, 1972, 1973) y *Dorfiella auriculata* (Weber, 1976). Weber también fotografió los helechos cf. *Tectaria* Cav. y cf. *Aneimia* Swartz o *Aneimites* (Dawson) Schimper (Schizaeaceae) proveniente de la mina Nueva Rosita N°6. Las coníferas están representadas por los géneros *Brachyphyllum* Brongniart emend. Harris (*B. macrocarpum* Newberry), *Geinitzia* Endlicher, *Raritania* Hollick y Jeffrey (*R. cf. R. gracilis* [Newberry] Hollick y Jeffrey), *Sequoia* Endlicher (*S. cuneata* [Newberry] Newberry) y *Aachenia* Knobloch, con la descripción de una nueva especie *Aachenia knoblochi* (Weber, 1975, 1980).

En la Formación Olmos también se han descrito diversos órganos reproductivos y vegetativos de plantas. Serlin et al. (1981) describieron una nueva especie de cono de conífera (*Kobalostrobus olmosensis*) en la Mina N°6 de Nueva Rosita de la Formación Olmos, sugiriendo que podría proceder de escamas ovulíferas y probables ramas vegetativas de *Aachenia* Knobloch que se encuentran en los mismos niveles estratigráficos. Posteriormente Weber (1978) describió una inflorescencia de palmera comparable con la de *Manicaria* Gaertner preservada como compresión carbonosa.

En la costa oriental de México, las plantas fósiles estudiadas por Weber (1972, 1975, 1976, 1978) en los depósitos deltaicos de la Formación Olmos, sugieren una paleovegetación húmeda bajo un clima subtropical/tropical.

Son numerosos los estudios de madera fósil en la Formación Olmos realizados inicialmente por Robeck et al. (1956) en la sección Los Piloncillos entre Las Esperanzas y la mina Nueva Rosita, y Ojeda (1968) en la sección El Cedral al norte de la localidad del mismo nombre. Posteriormente Weber (1972) realizó múltiples determinaciones taxonómicas de maderas fósiles provenientes de la Formación Olmos y Delgado (en Weber, 1972) distinguió tres horizontes principales con abundantes restos de madera silicificada (horizontes A, B y C). Weber (1972) describió 3 géneros y 5 morfoespecies de maderas fósiles: *Dadoxylon* Endlicher (Araucariaceae), *Laurinoxylon* Felix y *Palmoxylon* Schenk (Arecaceae). En la localidad 9 de Weber (1972) Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno (1995) describieron varias morfoespecies nuevas de madera de palmera (*Palmoxylon commune*, *P. fibrosum*, *P. longum* y *P. polymorphum*). Además Estrada-Ruiz y Cevallos-Ferriz (2009) describieron en la localidad conocida como Rancho Atascoso, al noroeste del poblado de Múzquiz (Cuenca de Sabinas), una nueva morfoespecie de *Palmoxylon enochii*.

Cevallos-Ferriz (1983, 1992) estudió maderas fósiles de Podocarpaceae (*Podocarpoxyylon* Gothan) y Cupressaceae (*Taxodioxyylon* Hartig) provenientes de la Formación Olmos en Palaú, Sabinas y Barroterán, en Coahuila.

Estrada-Ruiz et al. (2007, 2010) realizaron una síntesis de las maderas fósiles provenientes de la Formación

Olmos en las cercanías de la ciudad de Sabinas y Melchor Múzquiz, describiendo además cinco nuevos géneros: *Coahuiloxylon* con posibles afinidades a Anacardiaceae o Burseraceae; *Muzquinoxylon* con similitudes a Cornaceae; *Olmosoxylon* cf. Lauraceae; *Sabinoxylon* cf. Fagaceae? y *Wheeleroxylon* a Malvaceae, cinco especies: *Coahuiloxylon terrazasiae*; *Muzquinoxylon porrasii*; *Olmosoxylon upchurchii*; *Quercinium centenoae* similar a Fagaceae, *Sabinoxylon pasac*, *Wheeleroxylon atascosense* y tres xylotipos de angiospermas (*Javelinoxylon* xylotype 1; *J. xylotype 2*; *Metcalfeoxylon* xylotype 1). El hecho de que *Javelinoxylon* Wheeler et al. (Malvaceae s.l.) se encontrara con una longitud de 14 m y unos 80 cm de diámetro en las Formaciones Aguja y Javelina, en Estados Unidos, sugiere que las maderas descritas anteriormente habitaban en las cercanías de cuerpos de agua, posiblemente en planicies de inundación o en riberas de río ocupando estratos arbóreos aislados dentro de la selva paratropical (Wheeler y Lehman, 2000; Lehman y Wheeler, 2001).

Estudios fenotípicos recientes de madera fósil atribuido al morfogénero *Paraphyllanthoxylon* Bailey proveniente de la Formación Olmos, en las inmediaciones de la localidad Agujitas (localidad 7 en Weber, 1972) en Coahuila (25°31'N y 101°19'W) permiten asociar sus caracteres con diversas familias actuales (Anacardiaceae, Burseraceae, Lauraceae), lo cual sugiere un ancestro común entre las laurales y las proteales (Cevallos-Ferriz y Weber, 1992; Méndez-Cárdenas et al. 2012). Además, se describió el género *Securinegoxylon* Mädel (similar a *Securinega*) en la localidad Agujitas (Cevallos-Ferriz y Weber, 1992). Estos mismos autores sugirieron que la ausencia de anillos de crecimiento en las maderas fósiles provenientes de la Formación Olmos indica una inexistencia de estacionalidad.

#### 2.2.4.2. Datos paleopalínológicos. Formaciones Upson, San Miguel, Olmos y Escondido

Los primeros datos paleopalínológicos se centraron en la Formación Olmos de la Cuenca de Sabinas en Coahuila, fue Rueda-Gaxiola (1967) quien estudió las variaciones en las asociaciones palinológicas en los diferentes niveles carbonosos en una misma sección. Rueda-Gaxiola (1967) reportó varios taxones descritos por otros autores previamente, adicionalmente, realizó numerosas emendaciones de géneros y especies y propuso nuevos grupos, géneros y especies.

Martínez-Hernández et al. (1980a) describieron diferentes asociaciones palinológicas en función del medio de depósito en el área de Piedras Negras para las Formaciones Upson (depósitos de prodelta), San Miguel (depósitos de frente deltaico), Olmos (depósitos de planicie deltaica) y Escondido (facies marinas). A continuación se hace un listado de los palinomorfos contenidos para cada una de las formaciones ordenados cronológicamente: 1) Upson: predominan los quistes de dinoflagelados (géneros cavados *Deflandrea* Eisenack [D. cf. *D. pannucea* Stanley], *Lejeunia* Gerlach y géneros proximales *Paleoperidinium*

Deflandre y *Diconodinium* Eisenack y Cookson) siendo más abundantes los corados (géneros *Cleistosphaeridium* Davey *et al.*, *Cordosphaeridium* Eisenack y *Paleocystodinium* Alberti) hacia su base y hacia el contacto con la Formación suprayacente. También se observan granos de polen de dispersión anemófila (gimnospermas: *Araucariacites* Cookson ex Couper, *Classopollis* [Pflug] Pocock y Jansonius [siendo este taxón el más abundante], *Taxodiaceapollenites* Kremp ex Potonié; angiospermas: *Alnipollenites* Potonié, *Triporopollenites* Pflug y Thomson, *Tschudypollis* Nichols); 2) San Miguel: en su base predominan los quistes de dinoflagelados aunque a lo largo de esta Formación se observan granos de polen de gimnosperma (*Araucariacites*, *Classopollis*, *Taxodiaceapollenites*), angiospermas (*Alnipollenites*, *Triporopollenites* y *Tschudypollis*) y esporas (*Cyathidites*); 3) Olmos: Predominan las angiospermas triporadas (*Alnipollenites*, *Triporopollenites*), gimnospermas del género *Taxodiaceapollenites* y los palinomorfos indicativos de medios de agua dulce (*Leiosphaeridia* Eisenack, *Pediastrum* Meyen, *Stereisporites* Pflug y *Styx* Norton y Hall). En menores proporciones se observan otros granos de polen de gimnospermas (*Araucariacites*, *Classopollis*, *Equisetosporites*), angiospermas (*Asteropollis asteroides* Hedlund y Norris, *Arecipites reticulatus* [van der Hammen] Anderson, *Clavatipollenites hughesii* Couper emend. Kemp, *Extratriporopollenites* sp., *Gemmatricolpites* Van Hoeken-Klinkenberg, *Liliacidites complexus* [Stanley] Leffingwell, *L. intermedius* Couper, *Triporopollenites*, *Tschudypollis retusus* [Anderson] Nichols) y esporas (*Appendicisporites* [*A.* sp.], *Camarozonosporites*, *Cicatricosisporites* [*Cicatricosisporites olmensis* Martínez-Hernández *et al.*], *Concavissimisporites* sp., *Cyathidites*, *Deltoidospora minor* [Couper] Pocock, *Echinatisporis* [*Echinatisporis homocapillariformis* Martínez-Hernández], *Foveosporites*, *Lusatisporites*); 4) Escondido: Predominan los foraminíferos y quistes de dinoflagelados corados (*Areoligera* Lejeune-Carpentier, *Cannosphaeropsis* sp., *Cleistosphaeridium* Davey *et al.*, *Cyclonephelium* sp., *Deflandrea* cf. *D. pannucea* Stanley, *D. diebelii* Alberti, *D.* spp., *Dinogymnium euclaense* Cookson y Eisenack, *D. nelsonense* [Cookson] Evitt *et al.*, *D.* spp., *Exochosphaeridium* sp., *Lejeunia magnifica* [Stanley] Lentin y Williams, *Oligosphaeridium* Davey y Williams, *Paleoperidinium* sp., *Systematophora* Klement) y existen escasos granos de polen y esporas (*Equisetosporites validus* Brenner, *Equisetosporites* sp.) (en el sondeo VF12 destaca la presencia de *Arecipites* Wodehouse, *Camarozonosporites* Pant ex Potonié y esporas indicativas de agua dulce [*Stereisporites* Pflug]).

Estos mismos autores además reportan otros taxones provenientes de diversos sondeos sin especificar si pertenecen a las Formaciones Upson, San Miguel, Olmos o Escondido en la misma área de estudio: 1) Sondeo VF-12: fungi (*Pluricellaesporites* sp. [Preparación 181, V-2]), quistes de dinoflagelados (*Cordosphaeridium inodes* (Klump) Eisenack [Preparación Pb 1183 V-3],

*Dinogymnium acuminatum* Evitt *et al.* [Preparación Pb 1183 V-3]), esporas (*Camarozonosporites heskemensis* (Pflanzl) Krutzsch [Preparación PN-37, V-1] y granos de polen de gimnospermas (*Araucariacites* sp. [Preparación PN-36, V-6], *Classopollis* sp. [Preparación PN-30, V-2], *Taxodiaceapollenites* sp. [Preparación PN-37, V-1]) y angiospermas (*Liliacidites variegatus* Couper [Preparación Pb-32, V-1], *Tricolpopollenites variofoveatus* McIntyre [Preparación PN-37, V-4], *Tricolpopollenites* sp., *Tricolporopollenites* sp. [Preparación PN-36, V-5], *T.* sp. A [Preparación PN-37, V-4], *Tschudypollis* sp. [Preparación PN-36, V-1]); 2) Sondeo VF58: *Triporopollenites* sp. (Preparación Pb-903, V-2); 3) Sondeo GN37: *Alnipollenites* sp. (Preparación PN-150, V-1), *Diporisporites* sp. (Preparación PN-150, V-1), Zygnemataceae (Preparación PN-181, V-3); 4) Sondeo GN14: *Aequitiradites spinulosus* (Cookson y Dettmann) Cookson y Dettmann (Preparación Pb-586, V-5), *Foveasporis triangulus* Stanley (Preparación Pb-573, V-8); 5) Sondeo ED198: *Camarozonosporites concinnus* Srivastava (Preparación Pb-903, V-2), *Densoisporites perinatus* Couper (Preparación PN-32), *Stereisporites australis* (Cookson) Krutzsch (Preparación Pb-903, V-3); 6) Sondeo ED250: *Stereisporites stereoides* (Potonié y Venitz) Thomson y Pflug (Preparación Pb-606); 7) Sondeo ED255: *Echinatisporis* sp. (Preparación PN-103, V-3; Pb-679); 8) Sondeo ED7: *Nevesisporites* sp. (Preparación Pb-679).

Martínez-Hernández *et al.* (1980b) propusieron la metodología para la aplicación de la paleopalínología en estudios de análisis de cuencas con fines de explotación de carbones del Cretácico Superior en la región de Piedras Negras (cuenca de Fuentes-Río Escondido) mediante el establecimiento de una palinoestratigrafía con dinocistos y polen esporas para la correlación de los yacimientos de carbón. Estos autores identificaron varios taxones guía, abundantes en niveles con carbón, que potencialmente podrían emplearse para correlaciones bioestratigráficas de esta área: *Acanthotriletes* Naumova, *Tricolporites* cf. *T. rhomboides*, *Cyathidites* spp., *Stereisporites dakotensis*, *Triporopollenites* cf. *T. robustus*, *Laevigatosporites ovalis*, además indican que el género *Liliacidites* junto con otros géneros tricolpados (*Cupuliferoidaeapollenites*, *Fraxinoipollenites*, *Psilatricolpites*, *Retitricolpites*) y tricolporados (*Tricolporites* spp., *Tricolporopollenites* spp.) también son buenos marcadores de los techos de los niveles con carbón. Además, enumeraron la lista de palinomorfos presentes en las muestras colectadas: 1) Fitoplancton: *Alterbidinium acutulium* (Wilson) Lentin y Williams descrito como *Alterbia acutula*, *A.* cf. *A. distinctum* (Wilson) Lentin y Williams as *Alterbia* cf. *A. distincta*, *Deflandrea* cf. *D. pannucea* Stanley, *Diconodinium glabrum* Eisenack y Cookson, *Dinogymnium acuminatum* Evitt *et al.*, *Exochosphaeridium bifidum* (Clarke y Verdier) Clarke *et al.*, *Hystrichosphaeridium stellatum* Maier, *Leiosphaeridia* (Eisenack) emend. Downie y Sarjeant, *Oligosphaeridium* cf. *O. complex* (White) Davey y

Williams, *Palambages* Wetzel, *Pediastrum paleogeneites* Wilson y Hoffmeister, *Micrhystridium deflandrei* Valensi; 2) Esporas: *Acanthotriletes levidensis* Balme, *Acanthotriletes* sp., *Aequitriradites* cf. *A. spinulosus* (Cookson y Dettmann) Cookson y Dettmann, *Biretisporites deltoideus* (Rouse) Dettmann, *Camarozonosporites* cf. *C. amplus* (Stanley) Martínez, *Ceratosporites* cf. *C. equalis* Cookson y Dettmann, *Cicatricosisporites* sp., *Cicatricosisporites* cf. *C. furcatus* Deák, *Conbaculatisporites undulatus* (Leffingwell) Stone, *Cyathidites minor* Couper, *Foveasporis triangulus* Stanley, *Ghoshispora bella* (Kondinskaya) Srivastava, *Gleicheniidites senonicus* Ross, *Heliosporites* sp., *Kuylisporites scutatus* Newman, *Laevigatosporites haardti* (Potonié y Venitz) Thomson y Pflug, *L. ovatus* Wilson y Webster, *Lusatisporis* sp., *Lycopodiacidites cerniidites* (Ross) Brenner, 1963 (= *Camarozonosporites vermiculaesporites* [Rouse] Krutzsch), *Polypodiisporites favus* (Potonié) Potonié, *Stereisporites antiquasporites* (Wilson y Webster) Dettmann, *S. dakotaensis* (Stanley) Waanders, *Trizonites* sp., *Undulatisporites* sp.; 3) Gimnospermas: *Araucariacites australis* Cookson, *Cedripites cretaceous* Pocock, *Classopollis classoides* (Pflug) emend. Pocock y Jansonius, *Cycadopites* cf. *C. follicularis* Wilson y Webster, *Cycadopites* sp., *Rugubivesiculites* sp., *Taxodiaceapollenites* cf. *T. hiatus* (Potonié) Kremp; 4) Angiospermas monocotiledóneas: *Liliacidites altimurus* Leffingwell, *L.* cf. *L. complexus* (Stanley) Leffingwell, *L.* sp.; 5) Angiospermas dicotiledóneas tricolpadas: *Aquilapollenites quadrilobus* Rouse, *Cassia certa* (Frederiksen) Frederiksen (= *Cupuliferoidaepollenites certus* Frederiksen), *C. pusillus* (Potonié) Potonié, *Fraxinoipollenites variabilis* Stanley, *Ilexpollenites compactus* Stone, *Mancicorpus calvus* (Tschudy y Leopold) Tschudy, *Psilatricolpites* sp. A, *P.* sp. B, *Retitricolpites minutus* Pierce, *R.* cf. *R. vulgaris* Pierce, *R.* sp. A, *R.* sp. B, *Tricolporites rhomboides* Anderson, *Tricolporopollenites labiatus* Gray y Groot; 6) Angiospermas dicotiledóneas triporadas: *Alnipollenites trina* (Stanley) Norton y Hall, *Extratripoporopollenites emaciatus* Skarby, *E. parvatus* Skarby, *Momipites minutus* (Newman) Nichols, *Tripoporopollenites robustus* Pflug, *T.* sp., *Tschudypollis retusus* (Anderson) Nichols, *T. thalmanni* (Anderson) Nichols.

Martínez-Hernández et al. (1980c) editaron un primer volumen con la descripción taxonómica de las esporas monoletes y triletes, así como de granos de polen sulcados en la Cuenca Fuentes-Río Escondido. Sin embargo, nunca llegaron a publicar la taxonomía de los granos de polen de dicotiledóneas. En dicha publicación y otra posterior (Martínez-Hernández, 1989a, b) describieron varios morfógenos nuevos de palinormorfos para la Formación Olmos: *Apiculatisporis mexicanum*, *A. negropetensis*, *A. parvus*, *Arecipites elongatus*, *A. microescabrus*, *A. microreticulatus* var. *minor*, *A. microreticulatus* var. *major*, *Baculatisporites diductum*, *Biretisporites asper*, *B. coahuilensis*, *B. crassuslabrum*, *B. psilatodissimilis*, *Camarozonosporites aiddites*, *C.* cf. *C.*

*amplus*, *Ceratosporites heterospinosus*, *C. olmensis*, *C. tenuiechinatus*, *Cicatricosisporites coahuilensis*, *C. tenuitas*, *Concavissimisporites coahuilensis*, *C. microareolatus*, *C. parvugranulatum*, *C. pyramidalis*, *Deltoidospora halliinovus*, *D. magnus*, *D. punctatus*, *Densoisporites minutus*, *D. simplisimus*, *Divisisporites amplus*, *D. labrumlatus*, *Echinatisporis heterocapillariformis*, *E. homocapillariformis*, *E. minutus*, *E. oligoechinus*, *E. reflexus*, *E. truncatus*, *Foveasporis aequalis*, *Harrisipora coahuilensis*, *Heliosporites heterospinosus*, *H. microspinosus*, *Laevigatosporites giganteus*, *Lepidocariopollis equinoides*, *Liliacidites crassimuratus*, *L. heterobrocatus*, *Magnolipollis coahuilensis*, *M. crasiexinosus*, *Matonisporites tenuiexinosus*, *Stereisporites coahuilensis*, *S. hyalinus*, *S. punctatus* y *Varirugosisporites minutus*.

Además, en Martínez-Hernández y Tomasini-Ortiz (1989) se listaron varios morfotipos de fungoesporas, algunos de ellos nuevas morfoespecies indicados con asterisco (*Dicellaesporites levis* Sheffy y Dilcher, *D. scaber*\*, *D. inaequabilis*\*, *Dydimoporisporites ovumformis*\*, *Diporicellaesporites elsikii*\*, *Diporisporites planus*\*, *Dyadosporonites inornatum*\*, *Fusiformisporites striaoctoformis*\*, *Granatisporites coahuilensis*\*, *Inaperturisporites circularis* Sheffy y Dilcher, *Monoporisporites hammenii*\*, *M. dilcheri*\*, *M. stoverii* Elsik, *Multicellaesporites quattordecimcella*\*, *Pluricellaesporites ellipticus*\*, *P. elongatus* Srivastava, *P. grahamii*\*, *P. sheffyi*\*, *Asterothyrites ruedae*\*, *Paramicrothalites irregularis*\*), hifas de hongos Tipo A, Tipo B, Tipo C, Tipo D.

Se realizó un estudio palinológico exhaustivo de cuatro sondeos entre las localidades de Río Bravo y Río Escondido de asociaciones predominadas por el grupo de Normapolles con algún elemento de la Provincia de *Aquilapollenites* en el Campaniano en la Cuenca de Piedras Negras al NE de México (Médu y Almeida-Leñero, 1982) similar al de la bahía de Mississippi (Tschudy, 1975). Médu y Almeida-Leñero (1982) reportaron tres asociaciones palinológicas descritas de más antiguas a más recientes: 1) Formación Upson y San Miguel (*Complexiopollis abditus* Tschudy, *Extratripoporopollenites* cf. *longianulus* Góczán, *Extratripoporopollenites* spp., *Nudopollis* spp., *Plicapollis sarta* Pflug, *Pseudovacupollis* sp., *Triatriopollenites* sp., *Tripoporopollenites coryloides* Pflug, *Trudopollis* sp., *Vacuopollis* sp.); 2) Formación San Miguel y Olmos (*Carpinus subtriangulata* Stanley o *Myrica annulites* Martin y Rouse, *Nudopollis thiergarti* [Thomson y Pflug] Pflug, *N. terminalis* subsp. *hastiformis* Thomson y Pflug, *Tripoporopollenites bituitus* [Potonié] Elsik, *Trudopollis* cf. *T. meckeri* Newman); 3) Formación Olmos (*Alnipollenites trina* [Stanley] Norton, *Extratripoporopollenites firmus* Skarby, *Extratripoporopollenites* spp., *Ghoshispora bella* [Kondinskaya] Srivastava, *Ilexpollenites* sp., *Momipites tenuipolus* Anderson, *Oculopollis baculotrudens* [Pflug] Zaklinskaya, *Oculopollis* sp., *Pseudoplicapollis*

*endocuspis* Tschudy, *P. longiannulata* Christopher, *Senipites drumhellerensis* Srivastava, *Symplocacites sibiricus* Mtchedlishvili, *Triatriopollenites excelsus* [Potonié] Thomson y Pflug, *Triatriopollenites* sp., *Trudopollis acinosus* [Agranoskaya] Gray y Groot, *Trudopollis* cf. *T. anoculus* Pflug, *T. sp.*, *Tschudypollis mollis* [Samoilovich] Nichols, *T. thalmanii* [Anderson] Nichols).

### 2.2.5. Guerrero-Michoacán

#### 2.2.5.1 Formación Mal Paso

En el Estado de Michoacán se conoce sólo una localidad con macroflora y varias localidades con microflora. Pantoja-Alor (1959) recolectó en la localidad de Huétamo el género de madera fósil *Araucarioxylon* Kraus, el cual es similar a la familia de gimnosperma Araucariaceae actual, en la Formación Mal Paso, fechada como Albiano superior en base a fauna marina en la región de Chumbitaro en Guerrero (Buitrón-Sánchez y Pantoja-Alor, 1998; Filkorn y Scott, 2011). Esta Formación fue definida por Pantoja-Alor (1959) y esta sucesión de 750-1000 m consta de dos unidades, la inferior correspondiendo con una unidad siliciclástica-volcánica y la superior correspondiente con una unidad carbonatada con abundantes corales, moluscos, equínidos, foraminíferos y algas calcáreas que sugieren una edad de Albiano inferior-Cenomaniano inferior (García-Barrera y Pantoja-Alor, 1991). Adicionalmente, Pantoja-Alor y Gómez-Caballero (2003) observaron plantas fósiles en varios niveles estratigráficos de la sucesión inferior o clástica.

#### 2.2.5.2. Formación Cutzamala

Inicialmente se consideró que las rocas (lechos rojos) que conforman la estructura conocida como Anticlinal de Tzitzio-Tiquicheo situado entre los estados de Michoacán y Guerrero pertenecían a la Formación Balsas, considerada del Eoceno-Oligoceno (Pantoja-Alor, 1959; Mauvois, 1977). Campa-Uranga y Ramírez-Espinosa (1979) ofrecieron otro planteamiento al considerar esta unidad dentro de la Formación Cutzamala del Cretácico Superior, por estar afectada por plegamiento y definieron la Formación Cutzamala a lo largo de la cuenca del Río Cutzamala, al oriente del poblado de San Lucas y hacia el norte hasta las cercanías del poblado de Tzitzio. Esta afirmación provocó un debate entre diferentes autores quienes se debatieron entre Cretácico Superior o Paleógeno (Johnson *et al.*, 1991; Pasquaré *et al.*, 1991; Mennella, 1994; Guerrero-Suástegui, 1997). Para esclarecer la edad de estas rocas, Altamira-Areyán (2002) estudió desde el punto de vista de geología regional la región de Cutzamala y Tiquicheo, quien asignó este depósito a facies fluviales y determinó la edad de estos depósitos como Paleoceno-Eoceno (Altamira-Areyán, 2002; Altamira-Areyán *et al.*, 2000) en base a estudios palinológicos realizados por Martínez-Hernández *et al.* (2000) en La Barranca de los Bonetes en la margen oriental del Anticlinal de Tzitzio-Tiquicheo. Según estos autores la asociación palinológica estudiada determina una

edad menor al Paleoceno tardío, por la presencia de varios taxones guía (géneros *Aesculiidites* Elsik, *Chenopodipollis* Krutzsch, cf. *Compositae*, cf. *Pandanus* Linnaeus, *Platycarya* Siebold y Zuccarrini, aff. *Proteacidites* Cookson ex Couper [enumerado como *Tschudypollis* Nichols], *Pseudoplicapollis* Krutzsch, *Quercus* Linnaeus, y las morfoespecies *Momipites triletipollenites* [Rouse] Nichols, *M. triradiatus* Nichols, *Trudopollis* cf. *T. pertrudens* [Pflug] Pflug), basándose según Benammi *et al.* (2005) en la última aparición de dichos taxones. Benammi *et al.* (2005) localizaron restos de dinosaurios hadrosaurios en la misma columna estratigráfica (La Barranca de los Bonetes) donde se recolectaron las muestras palinológicas anteriormente mencionadas, lo cual atribuyó estos depósitos al Cretácico Superior en sentido amplio. La asociación palinológica proporcionada anteriormente por Altamira-Areyán (2002), Altamira-Areyán *et al.* (2000) y Martínez-Hernández *et al.* (2000) fue reestudiada en mayor detalle por Benammi *et al.* (2005) quienes sugieren una flora dominada por el grupo de Normapolles (añadiendo cuatro taxones más a la asociación descrita previamente: *Momipites microcoryphaeus* [Potonié] Nichols, *M. aff. M. tenuipolus* Anderson, cf. *Nudopollis* Pflug y *Plicapollis sarta* Pflug). Todos estos estudios ponen de manifiesto que posiblemente estos depósitos corresponden con la Formación Cutzamala definida por Pantoja-Alor (1990) como conglomerados, areniscas y limolitas. Estos depósitos obviamente no pertenecen a la Formación Balsas como se creía en un principio, misma que ha sido recientemente fechada mediante fechamiento radiométrico K-Ar en andesitas como Eoceno (Morán-Zenteno *et al.*, 2007). El ambiente de depósito de la Formación Cutzamala es de planicie de inundación y ambiente fluvial, con zonas temporalmente inundadas que permitieron el depósito de calizas (Altamira-Areyán *et al.*, 2000).

### 2.2.6. Oaxaca. Depósitos sin asignación estratigráfica formal

En Tlacolula en el Cretácico Superior, dentro del grupo de las monocotiledóneas, se describieron restos de madera fósil descrita como *nomen nudum* y fragmentos de palmeras permineralizados de tallos aislados y en conexión con raíces (Felix y Nathorst, 1899). Posteriormente, Stenzel (1904) reexaminó esos ejemplares listando las morfoespecies encontradas: *Palmoxylon angiorhizon* Stenzel, *P. astron* Stenzel, *P. cellulsum* Knowlton; *P. cf. P. stellatum* Stenzel, *P. tenue* Stenzel. Müller-Stoll y Mädél (1967) asignaron la madera fósil a la morfoespecie *Mimosoxylon tenax* (Felix) Müller-Stoll y Mädél de la familia Leguminosae. Cevallos-Ferriz y Barajas-Morales (1994) reestudieron el material catalogado como *M. tenax* y observaron características idénticas a aquellas estudiadas de la Formación Cien (Oligoceno superior-Mioceno inferior) de Baja California Sur por lo que asignaron una edad terciaria a estos restos. El Dr. Sergio R.S. Cevallos-Ferriz intentó buscar el lugar sucintamente descrito por Felix y Nathorst, sin poder encontrarlo, por lo que no se puede determinar la edad de



los depósitos que contienen estos restos.

### 2.2.7. San Luis Potosí. Formación Soyatal y depósitos sin asignación estratigráfica formal

Esta formación fue mencionada por White (1948), sin utilizar nombres formacionales, como calizas grises oscuras de grano fino laminadas y calizas arcillosas intercaladas con lutitas, margas y limolitas, asignándole una edad de Turoniano por su contenido fósil del bivalvo *Inoceramus labiatus* Schlotheim. Posteriormente esta Formación fue re-descrita por Wilson et al. (1955) en el campo minero de Soyatal ubicado en el centro-oriente del estado de Querétaro, sin proponer tampoco una localidad tipo. Se describieron fragmentos de plantas, sin clasificar, provenientes de las unidades B y C de la Formación Soyatal, en el municipio de Zaragoza en la vertiente este de la Sierra de Álvarez (Cserna et al., 1963).

### 2.2.8. Sonora

#### 2.2.8.1. Macroflora. Formación Tarahumara

Se reporta el género de madera fósil *Canarioxylon*? Prakash et al. con características anatómicas a la familia de angiosperma Burseraceae proveniente de la Formación Tarahumara en Cananea (Cevallos-Ferriz, 1983). El término Formación Tarahumara fue introducida por Wilson y Rocha (1949) para indicar las rocas volcánicas y aglomerados en el arroyo Tarahumara, localizado 20 km al SW del poblado de Tonichi, unidad ya reportada por Dumble (1901) como una secuencia volcanosedimentaria en el arroyo El Obispo. En el arroyo El Obispo McDowell et al. (2001) diferenciaron 3 miembros en esta formación: el inferior (tobas riolíticas), intermedio (calizas con capas de pedernal negro intercalada con lentes de areniscas) y superior (ignimbritas riolíticas).

Entre las plantas determinadas en la Formación Tarahumara en las localidades de Huépac, Teguachi y Obispo destacan: 1) la abundancia de palmeras (raíces de tipo Arecaceae y dos nuevas especies de madera de palmera fósil, *Rhizopalmoxyton huepaciense* y *R. teguachiense*, provenientes de la Formación Tarahumara en las localidades de Huépac y Teguachi descritas por Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1995); 2) dos nuevos géneros y especies de fruto e inflorescencia de angiosperma acuática respectivamente (*Obispocaulis myriophylloides*, *Tarahumara sophiae*), también permineralizada, que pertenecería a la misma planta, de la familia Haloragaceae (Hernández-Castillo, 1998; Hernández-Castillo y Cevallos-Ferriz, 1999). Estos autores basándose en las etapas de desarrollo de flor a fruto comparan esta planta con algunas especies actuales de *Myriophyllum* Linnaeus. Sin embargo, comparan la estructura floral con los sépalos persistentes fusionadas (corona terminal) de *Meziella* Schindler.

#### 2.2.8.2. Datos paleopalínológicos.

##### 2.2.8.2.1. Huépac. Formación Tarahumara

Diversos autores profundizaron el estudio de microfósiles permineralizados, asignando una edad de

unos 70 Ma (Maastrichtiano) para los estratos de pedernal en la sección El Salto, a unos 12 Km al NE de Huépac, asignados al Miembro Superior de la Formación Tarahumara constituida por niveles de andesitas, areniscas y traquitas con intercalaciones de areniscas, lutitas, calizas y tobas andesíticas. McDowell et al. (2001) fecharon la Formación Tarahumara en la sección del Arroyo El Obispo a unos 10 km al NW de Onavas ya que este miembro informal aparece suprayacente a un nivel de tufas riolíticas con un fechamiento U-Pb de circones detríticos de  $72.5 \pm 0.5$  (Miembro Superior) y  $70.2 \pm 0.6$  Ma e infrayacente a otro nivel de tufas de  $69.7 \pm 0.6$  Ma (Miembro Inferior). En Chacón-Baca et al. (2002) se hace una inferencia de la edad sin la certeza que los depósitos de la sección de Huépac lateralmente correspondieran con depósitos de la misma formación en la sección de El Obispo. Afortunadamente, ya se han obtenido fechamientos en la sección de Huépac en niveles volcanoclásticos infrayacentes y suprayacentes a los niveles con pedernal, obteniendo las mismas fechas (realizadas por el Dr. Hugo Beraldi-Campesi).

Entre la gran variedad de fósiles encontrados en esta formación asociados a estromatolitos, destacan las diatomeas ([Chacón-Baca et al., 2002; Beraldi-Campesi et al., 2004] con 3 nuevas especies: *Fragilaria tarahumara*, *Melosira huepacensis* y *Tabellaria sonorensis*), cianobacterias (nuevas especies descritas en Beraldi-Campesi et al. [2004]: *Calothrix estromatolitica*, *Eucapsis jacquesii*, *Gloeocapsa taveriae*, *Microcystis cretacea* y *Spirulina noveloi*), clorofitas (*Chlorella godinezii* Beraldi-Campesi et al. y *Tetraedron roldanii* Beraldi-Campesi et al.), microalgas, acritarcos, polen (con granos de polen monosulcados probablemente relacionados con la familia Arecaceae), esporas, conidiosporas y fragmentos de artrópodos (Beraldi-Campesi, 2000; Beraldi-Campesi y Cevallos-Ferriz, 2005; Beraldi-Campesi et al., 2004). El ambiente de depósito de los niveles con pedernal ya fue determinado litológicamente como fluvio-lacustre (González-León, 1994a) y la asociación de microfósiles anteriormente descrita corrobora un ambiente no marino principalmente por la presencia de diatomeas lacustres similares a las actuales *Amphora* Ehrenberg ex Kützing y *Tabellaria* Ehrenberg ex Kützing (Chacón-Baca et al., 2002), además del alga verde de tipo *Tetraedron* Kütz (Beraldi-Campesi, 2000) y la presencia de plantas fósiles. Asociados a la nueva especie *Tarahumara sophiae* también se describen granos de polen tetraporados o hexaporados, con margo y similitudes a los granos de *Haloragis* Forster y Forster (Haloragaceae) y *Myriophyllum* Linnaeus (Hernández-Castillo y Cevallos-Ferriz, 1999).

##### 2.2.8.2.2. Cuenca de Cabullona

Grupo Cabullona. El Grupo Cabullona descrito por Taliaferro (1933), posteriormente reestudiado por González-León (1994a) y descrito como unidad formal por González-León y Lawton (1995), incluye cuatro Formaciones en la Cuenca de Cabullona: Corral de Enmedio (*Snake Ridge* de Taliaferro), Arenisca Camas (*Camas Sandstone*), Lutita Packard (*Packard Shale*), Lomas Coloradas (*Upper Red*

*Beds* de Taliaferro) y Conglomerado El Cemento (en parte equivalente lateral de la Lutita Packard y de la Formación Lomas Coloradas), excluyendo la toba riolítica (*Rhyolite tuff*) suprayacente descrita inicialmente por Taliaferro, la cual descansa de forma discordante. Estudios paleontológicos de este grupo realizados por Lucas *et al.* (1995) lo asignan al Campaniano superior-Maastrichtiano. García-Barragán y Jacques-Ayala (2011) observaron plantas fósiles en las Formaciones Lutita Packard (Campaniano) y Conglomerado El Cemento (Campaniano). Estos mismos autores también reportaron troncos de grandes dimensiones en la facies B de la Formación Corral de Enmedio (Campaniano), en la facies A de la Formación Lomas Coloradas (Campaniano) asociados a grandes vertebrados y en la cima de la Sierra El Chanate cerca del rancho Pozo Duro en la Formación Pozo Duro (Turoniano-Coniaciano).

Almeida y Martínez-Hernández (1980) realizaron un estudio palinológico preliminar en el Grupo Cabullona, la unidad litoestratigráfica Mesa y la unidad Mil Pillas cerca de Cuauhtemoc, en el Municipio de Arizpe. La Formación Mesa fue descrita por Valentine (1936) en Cananea como tobas y aglomerados andesíticos a base, zona media constituida por lahares y parte superior por flujos representados por tobas intercalados con el depositos clásticos, con una muestra alterada que fue fechada radiométricamente como Maastrichtiano por Meinert (1982). Almeida y Martínez-Hernández (1980) enumeraron los siguientes taxa: a) Miembro inferior de la Formación Corral de Enmedio: *Cyathidites minor* Couper y *Chomotriletes minor* (Kedves) Pocock (*C. fragilis* Pocock); b) Miembro medio de la Formación Corral de Enmedio: *Araucariacites* sp., *Botryococcus* sp., *Cedripites* cf. *C. parvus* Norton en Norton y Hall, *Eucommiidites* sp., *Monocolpopollenites* sp., *Palambages* sp., *Pityosporites elongatus* Norton en Norton y Hall, *Pseudoplicapollis* sp. (*Sporopollis* sp.), *Retitricolpites minutus* Pierce, *Stereisporites* sp.; c) unidad Mesa: *Cycadopites* sp., *Ephedripites multicostatus* Brenner, *Equisetosporites multicostatus* (Brenner) Norris, *Liliacidites* sp.; d) unidad Mil Pillas correlacionada tentativamente con el Grupo Cabullona: *Cyathidites minor* Couper y *Schizosporis* sp. Además de estos palinomorfos, estos autores reportaron otros (*Circulina parva* Brenner, *Inaperturites* sp., *Stereisporites* cf. *S. antiquasporites* [Wilson y Webster] Dettmann, *saccado* sp.); tricolpados (sp. 1, sp. 2, sp. 3, sp. 4, sp. 5) y triporados indeterminados (sp. 1) pero sin mencionar del nivel estratigráfico del cual provenían.

López-Higuera *et al.* (2008) estudiaron las asociaciones palinológicas de las diferentes Formaciones del Grupo Cabullona en la Cuenca de Cabullona, al noreste de Sonora describirán a continuación en orden cronológico: a) Formación Corral de Enmedio (ambiente continental costero): asociaciones mal preservadas y de baja diversidad constituidas por *Araucariacites* sp., *Chomotriletes minor* (Kedves) Pocock (= *C. fragilis*), *Classopollis* spp., *Cyathidites minor* Couper, *Cycadopites* sp., *Inaperturites*

sp., *Ovoidites* spp., *Retitricolpites* sp. y granos de polen de bisacados; b) Formación Camas (ambiente de lagoon a fluvial): presenta la mayor diversidad de palinomorfos y mejor conservación del Grupo Cabullona con granos de polen (con angiospermas de los géneros *Azonia* Samoilovich y posiblemente *Cranwellia* Srivastava además de varios géneros del grupo de *Aquilapollenites*: *Aquilapollenites* [Rouse] Funkhouser, *Fibulapollis* Chlonova y *Mancicorpus* Mchedlishvili), esporas y quistes de dinoflagelados que podrían indicar una edad de Campaniano superior; c) Lutita Packard: gran abundancia de materia orgánica y fitoclastos, caracterizada por mala conservación y baja diversidad de palinomorfos principalmente con granos de polen bisacados; d) Formación Lomas Coloradas: sin palinomorfos.

Un nuevo aporte al conjunto de estudios paleobotánicos (tanto de macro como de microflora) del Grupo Cabullona se refiere a la localidad de Esqueda con depósitos del Campaniano superior (Villanueva-Amadoz *et al.*, 2011). Estos autores identificaron una mezcla de representantes de las provincias paleoflorísticas de Normapolles, *Aquilapollenites* y *Tschudypollis*. Las asociaciones palinológicas del Grupo Cabullona presentan una gran abundancia de varios géneros de gimnospermas, principalmente de araucariáceas (*Araucariacites australis* Cookson), cheirolepidiáceas (*Classopollis* spp.), taxodiáceas (*Taxodiaceapollenites hiatus* [Potonié] Kremp) y granos de polen bisacados (*Alisporites grandis* [Cookson] Dettmann, *Cedripites* spp.) y en menor medida, *Equisetosporites mollis* Srivastava y *Applanopsis dampieri* (Balme) Döring. Otro grupo que destaca por su abundancia son los granos de polen de angiospermas, principalmente por tricolpados (*Fraxinopollenites variabilis* Stanley, *Rousea* spp., *Striatopollis paranea* [Norris] Singh, *Tricolpites* spp.) y triporados (*Alnipollenites trina* [Stanley] Norton, cf. *Libopollis* sp., *Momipites* sp., *Triporopollenites plektosus* Anderson), seguidos por los granos triproyectados (*Aquilapollenites* spp.), tricolporados (*Tschudypollis retusus* Nichols) y, en menor abundancia, granos de polen monocolpados/monosulcados (*Clavatipollenites* spp., *Cycadopites* spp., *Liliacidites complexus* [Stanley] Leffingwell y *Retimonocolpites* spp.) y granos multiporados del género *Erdtmanipollis* Krutzsch.

### 2.3. Límite Cretácico/Paleógeno

En México se ha estudiado ampliamente el límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg) especialmente en secciones marinas, sin embargo, no hay datos en depósitos continentales sobre la incidencia del impacto en las plantas ni cómo se produjo la extinción de la flora. Carreño y Montellano-Ballesteros (1997) explicaron con mayor detalle cómo fueron afectados los grupos tanto marinos como continentales en este periodo. En cuanto a la flora, Helenes (1997) afirmó que las asociaciones de dinoflagelados durante el intervalo Cretácico-Paleógeno, reportada por varios autores, no fueron afectados tampoco

por cambios bruscos, sugiriendo que las extinciones de dos de los cinco grandes grupos podría deberse a un cambio climático global. Este hecho también se corrobora por datos de flora de origen continental. Cevallos-Ferriz (1997) hizo una síntesis de los trabajos de macroflora y Martínez-Hernández (1997) de la microflora sobre el efecto del impacto del meteorito en Chicxulub, llegando ambos a la conclusión que a las plantas no les afectó tanto como se podría esperar. Nuevas secciones estudiadas en Dakota del Norte en Estados Unidos, demuestran una recuperación de la flora relativamente rápida con la presencia de plantas oportunistas como primeras colonizadoras representadas por una gran abundancia del género de helecho *Cyathidites* Couper (Bercovici et al., 2012). Este trabajo remarca la necesidad de tener en cuenta la tafonomía ya que en un estudio detallado se observaron taxones característicos del Cretácico (denominados K-taxa) por encima de la arcilla que representa el límite Cretácico-Paleógeno, hecho que han omitido en la mayoría de los trabajos previos.

### 3. Conclusiones

El estudio de la síntesis de las referencias bibliográficas existentes del Cretácico en México contribuye a tener un mayor entendimiento del estado actual de conocimiento de la flora en esta época. Hasta la fecha, han sido realizados diferentes estudios paleobotánicos centrados en el Cretácico, donde la mayor parte abordan aspectos de macroflora (impresiones de hojas y madera fósil principalmente) y en menor medida de microflora (palinomorfos). En esta síntesis se incluyen muchas localidades donde sólo se reportan restos vegetales fósiles que deben ser reestudiados, además de ofrecer nuevas aportaciones todavía inéditas o preliminares de la macroflora del Cenomaniano en la localidad de El Chango (Chiapas) y nuevos registros de macro y microflora en la localidad de Esqueda en la Cuenca de Cabullona (Sonora). La macroflora estudiada que predomina en el Cretácico Inferior corresponde fundamentalmente a gimnospermas con bennettitales (cf. *Zamites*) y Coniferophyta (cf. *Araucaria*, cf. *Brachyphyllum*, cf. *Frenelopsis*, *Pagiophyllum*, *Podomazites*, *Pseudofrenelopsis*, *Sequoia* cf. *S. ambigua* y *S. cf. S. reichenbachi*, *Taxodium*). Para esta época se han reportado los macrorestos de angiospermas (géneros *Sapindopsis* Fontaine y *Rogersia*) más antiguos en México, sin embargo, nunca fueron descritos formalmente y no se ha podido localizar material similar. Es evidente que el Cretácico Superior en México ofrece numerosas citas bibliográficas con una mayor diversidad en plantas fósiles y especialmente en macroflora de angiospermas, en comparación con las existentes para el Cretácico Inferior, debido a la existencia de un área emergida más extensa, provocada por la orogenia Larámide y principalmente facies de tipo lagunar-deltaico adecuadas para su preservación.

El reporte verificado de macrorestos de angiospermas fósiles más antiguas de México correspondería con las encontradas en el Grupo Sierra Madre en Chiapas que serían de edades similares. Además, es destacable señalar que los ejemplares de macroflora recolectados por Weber de la Formación Olmos necesitan una revisión y clasificación más exhaustiva, además de la necesidad de publicarse para una difusión entre los especialistas en este tema de estas floras bien preservadas que ofrecen gran interés. Esta síntesis bibliográfica pone de manifiesto la necesidad de abordar más estudios paleobotánicos ampliando sobre todo los trabajos paleopalínológicos para el Cretácico, y una exploración más exhaustiva de los yacimientos paleobotánicos reportados en especial para el Cretácico Inferior, intentando ubicar nuevas localidades de estudio.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la concesión de una beca postdoctoral de la UNAM, y los proyectos mexicanos 104515, 82433 del CONACyT y 219810, IN101811 del PAPIIT. Se agradecen las aportaciones a los dos revisores anónimos así como a Denise Hernández y César Fernando Aguilar Ramírez que son parte del equipo de revisión técnica del BSGM.

### Referencias

- Adame-Juárez, H., 2007, Florula del Jurásico Medio de la región de Ayuquila, Noroeste del Estado de Oaxaca: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de licenciatura, 50 p.
- Aguilar-Arellano, F.J., 2004, Plantas jurásicas de la región noroccidental de Oaxaca (formaciones Rosario y Cualac): implicaciones paleobiogeográficas: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de maestría, 145 p.
- Aguilera, J.G., 1906, Excursion de Tehuacán à Zapotitlán et San Juan Raya: México, D.F., México, X Congreso Geológico Internacional, Libro guía de la excursión, 27 p.
- Aguilera, J.G., 1909, The Carboniferous deposits of northern Coahuila: Eng. Min. Journal, 88(15), 730-733.
- Aguilera, J.G., Ordóñez, E., 1893, Datos para la geología de México. Tacubaya, D.F., 88 p.
- Aguillón-Martínez, M.C., 2010, Fossil vertebrates from the Cerro del Pueblo formation, Coahuila, Mexico, and the distribution of late Campanian (Cretaceous) terrestrial vertebrate faunas: Faculty of Dedman College Southern Methodist University, master thesis, 148 p.
- Alencaster, G, Omaña, L., 2006, Maastrichtian inoceramid bivalves from Central Chiapas, Southeastern Mexico: Journal of Paleontology, 80(5), 946-957.
- Allison, E.C., 1963, Bivalves of Lower Cretaceous Alisitos Formation, Baja California México: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 47(9), 1768.
- Allison, E.C., 1974, The type Alisitos Formation (Cretaceous, Aptian-Albian) of Baja California and its bivalve fauna, en Gastil, R.G., Lillegaven, J. (eds.), Geology of peninsular California, Pacific Section, American Association of Petroleum Geologists, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists and Society of Engineering Geologists, Guidebook, 29-59.

- Almeida, L., Martínez-Hernández, E., 1980, Estudio palinológico preliminar del Cretácico Superior de la Cuenca de Cabullona, Sonora, México: SEP-INAH, Dpto. Prehistoria, Colección Científica, 86, 213-227.
- Altamira-Areyán, A., 2002, Las litofacias y sus implicaciones de la cuenca sedimentaria Cutzamala-Tiquicheo, Estado de Guerrero y Michoacán, México: México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, tesis de maestría, 79 p.
- Altamira-Areyán, A., Martínez Hernández, E., Centeno-García E., 2000, Facies, paleoambientes y paleoclimas del Paleoceno-Eoceno de la zona norte de Tierra Caliente, estados de Michoacán y Guerrero, en 2ª Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra: Unión Geofísica Mexicana, Geos, época II, 20(3), 157.
- Angermann, E., 1907, Notas geológicas sobre el Cretácico en el Estado de Colima: Parergones del Instituto Geológico de México, v. 2(I), pp. 29-35.
- Applegate, S.P., 1996, An overview of the Cretaceous fishes of the quarries near Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, *en* Arratia, G., Viohl, G. (eds.), Mesozoic fishes: Systematics and Paleontology, Verlag Dr. Friedrich Pfiel, München, Germany, 529-538.
- Applegate, S.P., Espinosa-Arrubarrera, L., López-Neri, P., 1984, Las calizas litográficas de la cantera Tlayúa en Tepexi de Rodríguez, Puebla, México: México, D.F, Sociedad Geológica Mexicana, Convención Geológica Nacional 7, Field Guide for the excursion to Tepexi de Rodríguez, State of Puebla, 1-83.
- Applegate, S.P., Espinosa-Arrubarrera, L., Alvarado-Ortega, J., Benammi, M., 2006, Revision of recent investigations in the Tlayúa Quarry, *en* Vega, J.F., Nyborg, T.G., Perrilliat, M.C., Montellano-Ballesteros, M., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Quiroz-Barroso, S.A., (eds.), Studies on Mexican Paleontology, Springer, Netherlands, 275-304.
- Arambarri-Reyna, G., 1987, Florula jurásica de una nueva localidad del estado de Oaxaca: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de licenciatura, 58 p.
- Aranda García M., 1985, Estudio geológico del prospecto el Palmito, Estado de Durango. NE M 2069, Petróleos Mexicanos. Informe inédito.
- Aranda-García M., Quintero O.Y, Martínez Hernández E., 1988, Palinomorfos del Jurásico temprano de la Formación Gran Tesoro, Santa María del Oro, Durango: Universidad Nacional Autónoma de México., Instituto de Geología, Revista, 7(1), 112-113.
- Barceló-Duarte, J., 1978, Estratigrafía y petrografía detallada del área de Tehuacán-San Juan Raya, Estado de Puebla, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, tesis de licenciatura, 143 p.
- Barrera-Escorcia, G., 1982, Localidades paleobotánicas en tres provincias geológicas del noreste de México: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de licenciatura, 105 p.
- Benammi, M., Urrutia-Fucugauchi, J., Alvarado-Ortega, J., 2003, Magnetic polarity stratigraphy of the Tlayúa Formation near Tepexi de Rodríguez, State of Puebla, Mexico: Reunión Anual 2003, Unión Geofísica Mexicana, Resúmenes, 56.
- Benammi, M., Urrutia-Fucugauchi, J., Alvarado-Ortega, J., 2004, Magnetic polarity stratigraphy of the "Mexican Solnhofen", the Tlayúa Formation near Tepexi de Rodríguez, State of Puebla, Mexico: European Geosciences Union 2004, Geoph. Res., Resúmenes, 6, 56.
- Benammi, M., Centeno-García, E., Martínez-Hernández, E., Morales-Gómez, M., Tolson, G. Urrutia-Fucugauchi, J., 2005, Presencia de dinosaurios en la Barranca Los Bonetes en el sur de México (Región de Tiquicheo, Estado de Michoacán) y sus implicaciones cronoestratigráficas. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 22(3), 429-435.
- Beraldi-Campesi, H., 2000, Microfósiles permineralizados asociados a estromatolitos cretácicos de Sonora: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, tesis de licenciatura, 80 p.
- Beraldi-Campesi, H., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2005, Diversidad de microfósiles en la Formación Tarahumara, Sonora: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 22, 261-271.
- Beraldi-Campesi, H., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Chacón-Baca, E., 2004, Microfossil algae associated with Cretaceous stromatolites in the Tarahumara Formation, Sonora, Mexico: Cretaceous Research, 25, 249-265.
- Bercovici, A., Vajda, V., Pearson, D., Villanueva-Amadoz, U., Doug Kline, D., 2012, Palynostratigraphy of John's Nose, a new Cretaceous-Paleogene boundary section in southwestern North Dakota, USA: Palynology, 36(sup1.), 36-47.
- Boyd, D.R., 1952, Stratigraphy of the Difunta Group in an area of north of Saltillo, Coahuila, Mexico: Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana, USA, M.S. thesis.
- Brenner, G.J., 1963, The spores and pollen of the Potomac Group of Maryland: Maryland Department of Geology, Mines and Water Resources, 27, 1-215.
- Brenner, G.J., 1996, Evidence for the earliest stage of angiosperm pollen evolution: A paleoequatorial section from Israel, *en* Taylor, D.W., Hickey, L.J. (eds.), Flowering plant origin, evolution and phylogeny. Chapman & Hall, New York, 91-115.
- Brunson, W.E., 1954, Type sections of Cox-Finlay formations, Huds-Peth County, Trans-Pecos, Texas: Texas University, M.A. thesis, 108 p.
- Buitrón-Sánchez, B.E., Barceló-Duarte, J., 1980, Nerineidos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya, Puebla: Universidad Nacional Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología, 4(1), 46-55.
- Buitrón-Sánchez, B.E., Pantoja-Alor, J., 1998, Albian gastropods of the rudist-bearing Mal Paso Formation, Chumbitaro región, Guerrero, Mexico: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 15(1), 14-20.
- Burckhardt, C., 1930, Étude synthétique sur le Mésozoïque mexicain. Mémoires de la Société paléontologique suisse, 49-50, 1-280.
- Burrows, R.H., 1910, Geology of northern Mexico: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 85(7), 85-104.
- Calvillo-Canadell, L., 2000, Determinación taxonómica de estructuras reproductivas y vegetativas de plantas fósiles de Tepexi de Rodríguez Puebla: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de maestría, 64 p.
- Calvillo-Canadell, L., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2007, Reproductive structures of Rhamnaceae from the Cerro del Pueblo (Late Cretaceous, Coahuila) and Coatzingo (Oligocene, Puebla) Formations, Mexico: American Journal of Botany, 94, 1658-1669.
- Calvillo-Canadell, L., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2008, Plantas del Cretácico superior de Coahuila, *en* Aguilar, F. J, Polaco, O, Martínez-Pérez, F. (eds.), Semana Nacional de Paleontología: 10 años de historia. INAH, Saltillo, Coahuila.
- Campa-Uranga, M.F., Ramírez-Espinosa, J., 1979, La evolución geológica y la metalogénesis de Guerrero: Universidad Autónoma de Guerrero, Serie Técnico-Científica, 1, 84.
- Cantú-Chapa, A., 1987, Las amonitas del Albiano superior de Tepexi de Rodríguez, Puebla: Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, 1, 159-160.
- Cantú-Chapa, C.M., 1993, Sedimentation and tectonic subsidence during the Albian-Cenomanian in the Chihuahua Basin, Mexico, *en* Simo, J.A.T., Scott, R.W., Masse, J.P., (eds). Cretaceous carbonate platforms: American Association of Petroleum Geologists Memoir, 56, 61-70.
- Carreño, A.L., Montellano-Ballesteros, M., 1997, Extinción masiva del límite Cretácico-Terciario; mitos y realidades: Unión Geofísica Mexicana, Monografía, 4, 174 .
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1983, Descripción de una madera de angiosperma cretácica de Cananea, Sonora, México. Los xilitos en el estudio del origen de los angiospermopsida: Universidad Nacional Autónoma de México, Anales del Instituto de Biología, serie botánica, 54, 97-112.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1992, Tres maderas de gimnospermas cretácicas del norte de México: Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica, 63, 111-137.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1997, Muerte masiva vs extinción de las plantas en la frontera del K/T, *en* Carreño, A.L., Montellano, M. (eds.), Extinción masiva del límite Cretácico-Terciario, mitos y realidades, Unión Geofísica Mexicana, monografía, 4, 99-108.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., Barajas-Morales, J., 1994, Fossil woods from the El Cien Formation in Baja California Sur: Leguminosae, IAWA Bulletin, 15, 229-245.

- Cevallos-Ferriz, S.R.S., González-Torres, E.A., 2005, Geological setting and phytodiversity in Mexico, *en* Vega, F.J., Nyborg, T.G., Perrilliat, M.C., Montellano-Ballesteros, M., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Quiroz-Barroso, S.A., Studies on Mexican paleontology. Springer, 1-18.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., Ramírez, J.L., 1998, Las plantas con flores: Ciencias, 52, 46-57.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., Ramírez, J.L., 2004, Bosquejo de la evolución florística, *en* García-Mendoza, A.J., Ordóñez, M.J., Briones-Salas, M. (eds.), Biodiversidad de Oaxaca, Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxacaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Mexico, 87-104.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., Ricalde-Moreno, O.S., 1995, Palmeras fósiles del norte de México: Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica, 66(1), 37-106.
- 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., Estrada-Ruiz, E., Rodrigo Pérez-Hernández, B., 2008, Phytolaccaceae infructescence from Cerro del Pueblo Formation, Upper Cretaceous (late Campanian), Coahuila, Mexico: American Journal of Botany, 95, 77-83.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., González-Torres, E.A., Calvillo-Canadell, L., 2012, Perspectiva paleobotánica y geológica de la biodiversidad en México: Acta Botanica Mexicana, 100, 317-350.
- Chacón-Baca, E., Beraldi-Campesi, H., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Knoll, A., Golubic, S., 2002, 70 Ma nonmarine diatoms from northern Mexico: Geology, 30(3), 279-281.
- Cobban, W., 1993, Diversity and distribution of Late Cretaceous ammonites, Western Interior, United States, *en* Caldwell, W.G.E., Kauffman, E.G., (eds.), Evolution of the Western Interior Basin, Geological Association of Canada, Special Paper, 39, 435-451.
- Corona-Esquível, R., Henríquez, F., 2004, Modelo magmático del yacimiento de hierro Peña Colorada, Colima, y su relación con la exploración de otros yacimientos de hierro en México: Boletín del Instituto de Geología, UNAM, 113, 1-97.
- Cserna, E.G., Bello-Barradas, A., de Cserna, Z., 1963, Geología de la Sierra de Álvarez, municipio de Zaragoza, Estado de San Luis Potosí: Boletín del Instituto de Geología, UNAM, 71, 23-63.
- Delevoryas, T., Gould, R.E., 1973, Investigation of North American cycadeoids; *Williamsonian* cones from the Jurassic of Oaxaca, Mexico: Review of Palaeobotany and Palynology, 15, 27-42.
- Díaz-Lozano, E., 1916, Descripción de algunas plantas liásicas de Huayacocotla, Veracruz. Algunas plantas de la flora liásica de Huachinango, Puebla: Boletín del Instituto Geológico de México, 34, 1-18.
- Díaz-Pedroza, A., 1994, Localidades continentales que han aportado plantas fósiles en México: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de licenciatura, 44 p.
- Doyle, J.A., Hickey, L.J., 1976, Pollen and leaves from the mid-Cretaceous Potomac Group and their bearing on early angiosperm evolution: *en* Beck, C.B. (Ed.), Origin and early evolution of angiosperms, 139-206.
- Doyle, J.A., Robbins, N.I., 1977, Angiosperm pollen zonation of the continental Cretaceous of the Atlantic Coastal Plain and its application to deep wells in the Salisbury embayment: Palynology, 1, 43-78.
- Dumble, E.T., 1892, Notes on the geology of the valley of the middle Rio Grande: Geological Society of America Bulletin, 3, 219-230.
- Dumble, E.T., 1901, Cretaceous of Obispo Canyon, Sonora, Mexico: Texas Academy of Sciences Transactions, 4, 81.
- Eberth, D.A., Delgado-De Jesús, C.R., Leberkno, J.F., Brinjan, D.B., Rodríguez-De la Rosa, R.A., Sampson, S.D., 2004, Cerro del Pueblo Fm (Difunta Group, Upper Cretaceous), Parras Basin, southern Coahuila, Mexico: Reference sections, age, and correlation: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 21, 335-352.
- Eguiluz-de-Antuñano, S.M., 2001, Geologic evolution and gas resources of the Sabinas Basin in northeastern Mexico, *en* Bartolini, C., Blüffer, R.T., Cantu-Chapa, A. (eds.), The western Gulf of Mexico Basin Tectonics, Sedimentary Basins, and petroleum systems: AAPG Memoir, 75, 241-270.
- Eguiluz-de-Antuñano, S.M., Aranda-García, M., Marrett, R., 2000, Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 53(1), 1-26.
- Espinosa-Arrubarrena, L., Applegate, S.P., González-Rodríguez, K., 1996, The first Mexican record of a Coelacanth (Osteichthyes: Sarcopterygii) from the Tlayua quarries near Tepexi de Rodríguez, Puebla, with a discussion on the importance of this fossil: Sixth North American Paleontological Convention, Abstracts of papers: Special publications (Paleontological Society), 8, 116.
- Estrada-Ruiz, E., 2004, Frutos permineralizados del Cretácico Superior del estado de Coahuila, México: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de maestría, 61 p.
- Estrada-Ruiz, E., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2006, Semillas de Lythraceae de la Formación Cerro del Pueblo del Cretácico Superior (Campaniano tardío), Coahuila, México, *en* Proceedings of IX Congreso Latinoamericano de Botánica, Santo Domingo, Dominican Republic, 537.
- Estrada-Ruiz, E., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2007, Infructescences from the Cerro del Pueblo Formation (late Campanian), Coahuila and El Cien Formation (Oligocene-Miocene), Baja California Sur, Mexico: International Journal of Plant Sciences, 168, 507-519.
- Estrada-Ruiz, E., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2009, *Palmoxyylon enochi* sp. nov. de la Formación Olmos (Campaniano superior-Maastrichtiano inferior), Coahuila, México: Ameghiniana, 46(4), 577-585.
- Estrada-Ruiz, E., Martínez-Cabrera, H.I., 2011, A new Late Cretaceous (Coniacian-Maastrichtian) *Javelinoxylon* wood from Chihuahua, Mexico: IAWA, 32(4), 521-530.
- Estrada-Ruiz, E., Martínez-Cabrera, H.I., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2007, Fossil woods from the late Campanian-early Maastrichtian Olmos Formation, Coahuila, Mexico: Review of Palaeobotany and Palynology, 145, 123-133.
- Estrada-Ruiz, E., Upchurch, G.R., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2008, Flora and climate of the Olmos Formation (upper Campanian-lower Maastrichtian), Coahuila, Mexico: a preliminary report: Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions, 58, 273-283.
- Estrada-Ruiz, E., Calvillo-Canadell, L., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2009, Upper Cretaceous aquatic plants from Northern Mexico: Aquatic Botany, 90, 283-288.
- Estrada-Ruiz, E., Martínez-Cabrera, H.I., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2010, Upper Cretaceous woods from the Olmos Formation (late Campanian-early Maastrichtian), Coahuila, Mexico: American Journal of Botany, 97, 1179-1194.
- Estrada-Ruiz, E., Upchurch Jr., G.R., Wolfe, J.A., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2011, Comparative morphology of fossil and extant leaves of Nelumbonaceae, including a new genus from the Late Cretaceous of Western North America: Systematic Botany, 36(2), 337-351.
- Felix, J., Nathorst, A.H., 1899, Versteinerungen aus den mexikanischen Staat Oaxaca, *en* Felix, J., Lenk, A. (eds.), Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Republik Mexiko, Leipzig Bd., 2, 39-54.
- Fernández-Becerra, S., 1985, Levantamiento a detalle de columnas estratigráficas en el área de Tepexi de Rodríguez, Puebla "Cantera Tlayúa": Petróleos Mexicanos, Superintendencia General de Exploración, Iona Centro, Distrito Poza Rica, 31.
- Ferreiro, M.R., 1975, Estudio geológico del área de San Pedro Municipio de Coyame, en la región del noreste del Estado de Chihuahua, México: ESIA-IPN, México, tesis profesional.
- Ferrusquía-Villafranca, I., Comas-Rodríguez, O., 1980, Reptiles marinos mesozoicos en el sureste de México y su significado geológico-paleontológico: México, D.F., Sociedad Geológica Mexicana, Convención Geol. Nacional, 5, Resúmenes, 104.
- Ferrusquía-Villafranca, I., Comas-Rodríguez, O., 1988, Reptiles marinos mesozoicos en el sureste de México y su significación geológico-paleontológica: Revista del Instituto de Geología de la UNAM, 7(2), 168-181.



- Filkorn H.F., Scott, R.W., 2011, Microfossils, paleoenvironments and biostratigraphy of the Mal Paso Formation (Cretaceous, upper Albian), State of Guerrero, Mexico: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28(1), 175-191.
- Flores-Espinoza, E., 1989, Stratigraphy and sedimentology of the Upper Cretaceous terrigenous rocks and coal of the Sabinas-Monclova area, northern Mexico: University of Texas at Austin, Ph. Dissertation, 315 p.
- Fontaine, W.M., 1889, The Potomac or younger Mesozoic flora: United States Geological Survey Monograph, 15, 1-377.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R., 2004, Araceae from the Early Cretaceous of Portugal; Evidence on the emergence of monocotyledons: *PNAS*, 101(47), 16565–16570.
- Galván-Mendoza, E., 2000, Contribucion al conocimiento paleoecologico de la tafloflora Matzitzitzi, paleozoico tardio, sur del estado de Puebla: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de licenciatura, 82 p.
- García-Barragán, J.C., Jacques-Ayala, C., 2011, Estratigrafía del Cretácico de Sonora, México, *en* Calmus, T. (ed.), *Panorama de la geología de Sonora, México*: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín, 118, 113-199.
- García-Barrera, P., Pantoja-Alor, J., 1991, Equinoides del Albiano tardío de la Formación Mal Paso, de la región Chumbitaro, estados Guerrero y Michoacán, México: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, 4, 23-41.
- Garibay-Romero, L.M., 1994, Flora jurasica de nuevas localidades de Guerrero y Oaxaca: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de licenciatura, 77 p.
- Góczán, F., Groot, J.J., Kruzsich, W., Pacltová, B., 1967, Die Gattungen des "Stemma Normapolles Pflug 1953b" (Angiospermae): *Palaontologische Abhandlungen B*, 2, 429-539.
- Goldhammer, R., Johnson, C.A., 1999, Mesozoic sequence stratigraphy and paleogeographic evolution of northeast Mexico, *en* Bartolini, C., Wilson, J.L., Lawton, T.F. (eds.), *Sedimentary and tectonic history of north central Mexico*, Geological Society of America Special Paper, 340, 1-58.
- González-Gallardo, S., 1985, Estado actual del conocimiento de plantas fósiles superiores de México: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de licenciatura, 123 p.
- González-León, C.M., 1994a, Stratigraphy, depositional environments and origin of the Cabullona Basin, northeastern Sonora, Mexico: Tucson, Arizona, University of Arizona, tesis doctoral, 144 p.
- González-León, C.M., 1994b, Early Cretaceous tectono-sedimentary evolution on the southwestern margin of the Bisbee basin: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 11, 139-146.
- González-León, C.M., Lawton, T.F., 1995, Stratigraphy, depositional environments and origin of the Cabullona basin, northeastern Sonora, Mexico, *en* Jacques-Ayala, C., González-León, C.M., Roldán-Quintana, J. (eds.), *Studies on the Mesozoic of Sonora and adjacent areas*: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper, 301, 121-143.
- González-Ramírez, I., Calvillo-Canadell, L., Silva-Pineda, A., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2011, Coníferas (Araucariaceae y Cupressaceae) del Cretácico (Aptiano-Campaniano) de Chiapas: XII Congreso Nacional de Paleontología, Puebla de los Ángeles (México), Libro de resúmenes, 68.
- González-Ramírez, I., Calvillo-Canadell, L., Silva-Pineda, A., Avendaño-Gil, M.J., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2012a, Cupresáceas fósiles de El Chango (Cretácico), Chiapas: VI Jornadas Paleontológicas y I Simposio de Paleontología en el Sureste de México: 100 de Paleontología en Chiapas.
- González-Ramírez, I., Calvillo-Canadell, L., Silva-Pineda, A., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2012b, Cupressaceae conifers from the Cretaceous of Chiapas: *Botany 2012*, 7-11 July, Columbus, Ohio (USA), Abstract ID:133.
- Grijalva-Noriega, F.J., 1996, Cintura Formation – An Early Cretaceous deltaic system in northeastern Sonora, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 13(2), 129-139.
- Guerrero-Márquez, G., Calvillo-Canadell, L., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2011, Angiospermas de la localidad El Chango, Aptiano-Campaniano, de Chiapas, México: XII Congreso Nacional de Paleontología, Puebla de los Ángeles (México), Libro de resúmenes, 73.
- Guerrero-Márquez, G., Calvillo-Canadell, L., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Avendaño Gil, M.J., 2012, Angiospermas de la localidad El Chango (Aptiano-Campaniano) de Chiapas, México: VI Jornadas Paleontológicas y I Simposio de Paleontología en el Sureste de México: 100 de Paleontología en Chiapas, 26.
- Guerrero-Suástegui, M., 1997, Depositional history and sedimentary petrology of the Huetamo sequence, Southwestern México: The University of Texas at El Paso, Department of Geological Sciences, Tesis de Maestría, 120 p.
- Gutiérrez-Gil, R., 1956, Geología del Mesozoico y estratigrafía pérmica del Estado de Chiapas, in 20<sup>th</sup> International Geological Congress, Guidebook, Excursion C-15: México, D.F., International Geological Congress, 15-23.
- Haenggi, W.T., 1966, Geology of El Cuervo area, northeastern Chihuahua, Mexico: Texas, EE.UU. University of Texas, tesis de doctorado, 402 p.
- Haenggi, W.T., 2002, Tectonic history of the Chihuahua trough, Mexico and adjacent USA, Part II: Mesozoic and Cenozoic: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 55(1), 38-94.
- Haq, B.U., Hardenbol, J., Vail, P.R., 1987, Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic: *Science*, 235, 1156-1167.
- Helenes, J., 1984, Dinoflagellates from Cretaceous to Early Tertiary frisks of the Sebastian Vizcaino Basin, Baja California, Mexico, *en* Frizzell, V.A.Jr. (ed.), *Geology of the Baja California Peninsula*; Pacific Section of the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (S.E.P.M.), 39, 80-106.
- Helenes, J., 1997, Dinoflagelados a través del límite Cretácico-Terciario, *en* Carreño, A.L., Ballesteros, M.M. (Eds.) *Extinción masiva del límite Cretácico-Terciario*. Monografía, 4, Unión Geofísica Mexicana, 41-48.
- Helenes, J., 2000, *Exochosphaeridium alisitosense* sp. nov., A new gonyaulacoid dinoflagellate from the Albian of Baja California, Mexico: *Micropaleontology*, 46 (2), 135-142.
- Hernández-Castillo, G.R., 1998, Plantas fósiles permineralizadas del Cretácico Superior de Sonora, México: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, tesis de maestría, 48 p.
- Hernández-Castillo, G., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1999, Reproductive and vegetative organs with affinities to Haloragaceae from the Upper Cretaceous Huepac chert locality of Sonora, Mexico: *American Journal of Botany*, 86, 1717-1734.
- Hernández-Noriega, L., Carrizales-Aguilar, A., Ávila-Lugo, F., Ramírez-Tello, E., 2000, Carta Geológico-Minera Ciudad Delicias H13-11, escala 1:250,000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, informe, 85.
- Huerta-Vergara, A., Calvillo-Canadell, L., Silva-Pineda, A., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2011, Fascículo foliar Cretácico de Pinaceae de la localidad del Chango, Chiapas, México: XII Congreso Nacional de Paleontología, Puebla de los Ángeles (México), Libro de resúmenes, 84-85.
- Huerta-Vergara, A., Calvillo-Canadell, L., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Silva-Pineda, A., Avendaño-Gil, M.J., 2012a, Impresiones de hojas, ramas y conos del Cretácico del Sur y Norte de México. Pinaceae y Podocarpaceae: VI Jornadas Paleontológicas y I Simposio de Paleontología en el Sureste de México: 100 de Paleontología en Chiapas, 31.
- Huerta-Vergara, A., Calvillo-Canadell, L., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Silva-Pineda, A., 2012b, Description and identification of Aptian-Cenomanian Pinaceae and Podocarpaceae from El Chango, Chiapas, Mexico: *Botany 2012*, 7-11 July, Columbus, Ohio (USA), Abstract ID 130.
- Hughes, N.F., 1994, The enigma of angiosperm origins: Cambridge, New York, Port Chester, Cambridge Paleobiology Series 303.
- Humphreys, E.W., 1916, Triassic plants from Sonora, Mexico, including a Neocalamites not previously reported from North America. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 6, 75-78.

- Imlay, R.W., 1936, Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico. Part IV Geology of the Western part of the Sierra de Parras: Geological Society of America Bulletin, v. 47, pp. 1091-1152.
- Imlay, R.W., 1937, Stratigraphy and paleontology of the Upper Cretaceous Beds along the side of Laguna de Mayrán, Coahuila, Mexico: Bulletin of the Geological Society of America, 48(12), 1785-1872.
- Jacques-Ayala, C., 1995, Paleogeography and provenance of the Lower Cretaceous Bisbee Group in the Caborca-Santa Ana area, northwestern Sonora, *en* Jacques-Ayala, C., González-León, C. M., and Roldán-Quintana, J. (eds.), Studies on the Mesozoic of Sonora and adjacent areas, Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper, 301, 79-98.
- Johnson, C.A., Lang, H.R., Cabral-Cano, E., Harrison G.A., Barros, J.A., 1991, Preliminary assessment of stratigraphy and structure, San Lucas region, Michoacan and Guerrero States, SW Mexico: The Mountain Geologist, 28(2-3), 121-135.
- Kashiyama, Y., Fastovsky, D.E., Rutherford, S., King, J., Montellano, M., 2004, Genesis of a locality of exceptional fossil preservation: Paleoenvironment of Tepexi de Rodríguez (mid-Cretaceous, Puebla, Mexico): Cretaceous Research, 24, 407-431.
- Kedves, M., 1985, The present day state of upper Cretaceous palaeophytogeography on palynological evidence: Acta Biologica Szeged, 31, 115-127.
- Kedves, M., Diniz, F., 1983, The Upper Cretaceous Nonmapolles from Europe paleobiogeographical significations: Géobios, 16(3), 329-345.
- Kilmer, F.H., 1963, Cretaceous and Cenozoic stratigraphy and paleontology, El Rosario area: University of California, Berkeley, California, Ph.D. dissertation, 149 p.
- Kirkland, J., Hernandez, R., Aguillon, M., Delgado, R., Gomez, R., Vallejo, I., 2000, The Late Cretaceous Difunta Group of the Parras Basin, Coahuila, Mexico, *en* The Guidebook for the field trips, Society of Vertebrate Paleontology, Special Publication, 131-172.
- Knowlton, F.H., 1918, Relations between the Mesozoic floras of North and South America: Bulletin of the Geological Society of America, 29, 607-614.
- Kujau, A., Heimhofer, U., Hochuli, P.A., Pauly, S., Morales, C., Adatte, T., Föllmi, K., Ploch, I., Mutterlose, J. 2013, Reconstructing Valanginian (Early Cretaceous) mid-latitude vegetation and climate dynamics based on spore-pollen assemblages: Review of Palaeobotany and Palynology, 197, 50–69.
- Lamotte, R.S., 1944, Supplement to catalogue of Mesozoic and Cenozoic plants of North America 1919-1937: Geological Survey Bulletin, 924, 1-330.
- Lehman, T.M., 1985, Stratigraphy, Sedimentology and Paleontology of Upper Cretaceous (Campanian-Maastrichtian) sedimentary rocks in Trans-Pecos Texas: Austin, Texas, The University of Texas, tesis doctoral, 299 p.
- Lehman, M., Wheeler, E., 2001, A fossil dicotyledonous woodland/ forest from the Upper Cretaceous of Big Bend National Park, Texas: Palaios, v.16, pp. 102-108.
- Lillegraven, J.A., 1972, Preliminary report on Late Cretaceous mammals from the El Gallo Formation, Baja California del Norte, Mexico: Natural History Museum of Los Angeles County, Contributions in Science, 232, 1-11.
- López-Doncel, R., Labarthe-Hernández, G., Mata-Segura, J.L., 2005, Estudio sedimentológico-estratigráfico de la Sierra Las Lilas (Paleozoico) y Sierra El Cartucho (Mesozoico) en la porción noroccidental del estado de Chihuahua, México Distrito Minero de Bismark: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 22(3), 298-314.
- López-Higuera, A., Martínez-Hernández, E., González-León, C.M., 2008, Upper Cretaceous pollen from the Cabullona Basin, northeastern Sonora, Mexico-preliminary results: Terra Nostra 2008/2, IPC-XII/IOPC-VIII, Bonn, Alemania, 172 p.
- López-Ramos, E., 1980, Geología de México, Tomo II: Edición escolar tesis Resendiz S.A., México, 454 p.
- Lucas, S.G., Kues, B.S., González-León, C.M., 1995, Paleontology of the Upper Cretaceous Cabullona Group, northeastern Sonora, *en* Jacques-Ayala, C., González-León, C.M., Roldán-Quintana, J. (eds.), Studies on the Mesozoic of Sonora and adjacent areas: Geological Society of America Special Paper, 301, 143-166.
- Main, F.H., 1950, Structure and stratigraphy of the Inde-Cieneguillas district, Durango, Mexico: Geological Society of America Bulletin, 61(12), 1483-1483.
- Maldonado-Koerdell, M., 1949, Nueva equisetel del Cretacico Superior de Coahuila, Mexico: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros (AMGP), 1(1), 27-34.
- Maldonado-Koerdell, M., 1950, Los estudios paleobotánicos en México, con un catálogo sistemático de sus plantas fósiles: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín, 55, 1-72.
- Martínez-Hernández, E., 1989a, Sporites, *en* Perrilliat, M.C., Carreño, A.L. (eds.), Fósiles Tipo Mexicanos, Publicación Especial del Centenario del Instituto de Geología, UNAM, 475-485.
- Martínez-Hernández, E., 1989b, Pollenites, *en* Perrilliat, M.C., Carreño, A.L. (eds.), Fósiles Tipo Mexicanos: Editores Publicación Especial del Centenario del Instituto de Geología, UNAM, 486-487.
- Martínez-Hernández, E., 1992, La vegetación y el clima de México. Historia del Cretácico tardío, al Terciario basada en evidencias palinológicas: Ciencia, 43, 69-72.
- Martínez-Hernández, E., 1997, El impacto de un asteroide y la palinología en el límite Cretácico-Terciario, *en* Carreño, A.L., Montellano, M. (eds.), Extinción masiva del límite Cretácico-Terciario, mitos y realidades: Unión Geofísica Mexicana, monografía, 4, 91-98.
- Martínez-Hernández, E., Ramírez-Arriaga, E., 1996, Palaeocorología de angiospermas de la flora mexicana durante el Mesozoico y Terciario; Algunas evidencias Palinológicas: Boletín de la Sociedad Mexicana de Botánica, v. 58, pp. 87-97.
- Martínez-Hernández, E., Tomasini-Ortiz, A.C., 1989, Esporas, hifas y otros restos de hongos fósiles de la Cuenca Carbonífera de Fuentes-Río Escondido (Campaniano-Mastrichtiano): Instituto de Geología, U.N.A.M, Revista, 8(2), 235-242.
- Martínez-Hernández, E., Almeida, L., Reyes, M., Betancourt, Y. 1980a, Estudio palinológico para la determinación de ambientes en la cuenca Fuentes-Río Escondido (Cretácico Superior) Región Piedras Negras, Coahuila: UNAM, Revista del Instituto de Geología, 4(2), 167-185.
- Martínez-Hernández, E., Ludlow-Wieches, B., Sánchez-López, M., 1980b, Palinología y sus aplicaciones geológicas. Cuenca carbonífera de Fuentes-Río Escondido, Coahuila: Comisión Federal de Electricidad, ediciones del sector eléctrico, 16, 1-65.
- Martínez-Hernández, E., Ludlow-Wieches, B., Sánchez-López, M., 1980c, Catálogo palinológico de la Cuenca Fuentes-Río Escondido, vol. I. Esporas monoletes, esporas triletes, granos de polen sulcados. Ser. Tec. Comisión Federal Electricidad, 6, 241.
- Martínez-Hernández, E., Altamira-Areyán, A., Ramírez-Arriaga, E., Centeno-García, E., Tolson-Jones, G., 2000, Palynostratigraphy of the westernmost outcrops of the Balsas Formation, near Tiquicheo, Michoacan state, México, *en* Geological Society of America, Annual meeting, November 9–18, Reno Nevada: Geological Society of America, Abstracts with Programs, A-343.
- Mauvois, R., 1977, Cabalgamiento miocénico (?) en la parte centromeridional de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología, 1(1), 48-63.
- McBride, E.F., Weide, A.E., Wollleben, J.A., Laudon, R.C., 1974, Stratigraphy and structure of the Parras and La Popa Basins, northeastern Mexico: Geological Society of America Bulletin, 84, 1603-1622.
- McDowell, F.W., Roldán-Quintana, J., Connelly, J.N., 2001, Duration of Late Cretaceous-early Tertiary magmatism in east-central Sonora, Mexico: Geological Society of America Bulletin, 113, 521-531.
- Médus, J., Almeida-Leñero, L., 1982, Des Normapolles du Crétacé supérieur de Piedras Negras (Coahuila, Mexique): Geobios, 15, 225-229.
- Meinert, L.D., 1982, Skarn, manto, and breccia pipe formation in sedimentary rocks of the Cananea mining district, Sonora, Mexico: Economic Geology, 77, 919-949.

- Méndez-Cárdenas, J.P., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Calvillo-Canadell, L., 2012, Importancia de *Paraphyllanthoxylon* en el reconocimiento de plantas en el Cretácico de Coahuila, México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas (en prensa).
- Mendoza-Romero, M., Guillén-Ortiz, J.M., 2004, Carta Geológico-Minera Coyame H13-C39, escala 1:50,000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, informe, 45 p.
- Mennella, L., 1994, Geologia e tettonica post-Laramide nelle unita del fianco sud-orientale del piegamiento di Tzitzio, Michoacán, México: Milán, Italia, Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra, Corso di Laurea in Scienze Geologiche, 111 p.
- Monreal, R., Longoria, J.F., 1999, A revision of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous stratigraphic nomenclature for the Chihuahua trough, north-central Mexico: Implications for lithocorrelations: Geological Society of America, Special Paper, 340, 69-92.
- Morales-Lara, A., 1996, Florula jurásica de una nueva localidad en la región de San Miguelito, Oaxaca: Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, tesis de licenciatura, 70 p.
- Morán-Zenteno, D.J., Monter-Ramírez, A., Centeno-García, E., Alba-Aldave, L.A., Solé, J., 2007, Stratigraphy of the Balsas Group in the Amacuzac area, southern Mexico: relationship with Eocene volcanism and deformation of the Tilzapotla-Taxco sector: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 24(1), 68-80.
- Morris, W.J., 1974, Upper Cretaceous "El Gallo" Formation and its vertebrate fauna: The Geology of Peninsular California; AAPG 49th Annual Meeting, 60-66.
- Mülleried, F.K.G., 1933, Estudios paleontológicos y estratigráficos en la región de Tehuacán, Puebla: I Anales del Instituto de Biología de México, 4(1), 33-46.
- Müller-Stoll, W.R., Mädel, E., 1967, Die fossilen Leguminosen-Hölzer. Eine Revision der mit Leguminosen verglichenen fossilen Hölzer und Beschreibung älterer und neuer Arten: Palaeontographica Abt. B, 119(4-6), 95-174.
- Murray, G.E., Boyd, D., Wolleben, J., Wilson, J., 1960, Late Cretaceous fossil locality eastern Parras Basin, Coahuila, México: Journal of Paleontology, 34(2), 368-373.
- Murray, G.E., Weidie, A.E. Jr., Boyd, D.R., Forde, R.H., Lewis, P.D. Jr., 1962, Formational divisions of Difunta Group, Parras Basin, Coahuila and Nuevo León, Mexico: American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 46, 374-383.
- Newberry, J.S., 1876, Descriptions of the Carboniferous and Triassic fossils collected on the San Juan Exploring Expedition under Captain J.N. Macomb, U.S. Engineers: Rept. Explor. Exped. From Santa Fe, N.M. to junction Grand-Green Rivers, etc., 135-148.
- Nichols, D., 1994, A revised palynostratigraphic zonation of the nonmarine Upper Cretaceous Rocky Mountain region, United States, en Caputo, M.V., Peterson, J.A., Franczyk, K.J. (eds.), Mesozoic Systems of the Rocky Mountain Region, USA. Rocky Mountain Section, SEPM (Society for Sedimentary Geology), Denver, Colorado, 503-521.
- Nichols, D.J., Johnson, K.R., 2008, Plants and the K-T Boundary: Cambridge University Press, 280.
- Nichols, D.J., Jacobson, S.R., Tschudy, R.H., 1982, Cretaceous palynomorph biozones for the central and northern Rocky Mountain region of the United States, en Powers, R.B. (ed.), Geologic Studies of the Cordilleran Thrust Belt. Rocky Mountain Association of Geologists, Denver, 2, 721-733.
- Nichols, J.C., 1958, Stratigraphy of Sierra de los Fresnos, Chihuahua, Mexico: M.A. thesis, Austin, University of Texas, 64 p.
- Nieto-López, I., Martínez-Hernández, E., García-Barrera, P., 2002, Análisis preliminar del ambiente de depósito, a través de polen fósil y palinomorfos de una localidad del Estado de Chiapas, México de edad Cretácico Superior (Maestrichtiano), en Resúmenes VIII Congreso Latinoamericano De Botánica y II Congreso Colombiano de Botánica, Universidad Nacional De Colombia Unibiblos, 379.
- Ojeda, R.J., 1968, Sabinas coal region guidebook, G.S.A. Field Trip 1: Geology of the Sabinas coal basin, Coahuila, The Geological Society of America.
- Omaña, L., 2006, Late Cretaceous (Maestrichtian) foraminiferal assemblage from the inoceramid beds, Ocozocoatlá Formation, central Chiapas, SE Mexico: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 23(2), 125-132.
- Pantoja-Alor, J., 1959, Estudio geológico de reconocimiento de la región de Huétamo, Estado de Michoacán: Consejo de Recursos Naturales no Renovables (México), Boletín 50, 1-36.
- Pantoja-Alor, J., 1990, Redefinición de las unidades estratigráficas de la secuencia mesozoica de la región de Huétamo-Altamirano, estados de Michoacán y Guerrero (resumen), en X Convención Geológica Nacional: México, D.F., Sociedad Geológica Mexicana A.C., 66.
- Pantoja-Alor, J., 1992, Geología y paleoambientes de la Cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, 9(2), 156-176.
- Pantoja-Alor, J., Gómez-Caballero, J.A., 2003, Geologic features and biostratigraphy of the Cretaceous of southwestern México (Guerrero Terrane), en Alcayde, M., Gómez-Caballero, A. (eds.), Geologic transects across Cordilleran Mexico, Guidebook for the field trips of the 99th Geological Society of America Cordilleran Section Annual Meeting, Puerto Vallarta, Jalisco, Mexico, April 4-7, 2003, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Special Paper, 1, 229-260.
- Pasquaré, G., Ferrari, L., Garduño, V.H., Tibaldi, A., Vezzoli, L., 1991, Geologic map of the central sector of the Mexican Volcanic Belt, States of Guanajuato and Michoacán: Boulder, Co., Geological Society of America, Map and Chart series, MCH072, 1 mapa, 22.
- Patterson, D.L., 1984, Paleomagnetism of the Valle Formation and the Late Cretaceous paleogeography of the Vizcaino Basin, Baja California, Mexico, en Frizzell, V.A., Jr. (ed.), Geology of the Baja California peninsula, Los Angeles, California, Pacific section, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 173-182.
- Payne, J.L., Johnson, M.E., Ledesma-Vázquez, J., 2004, Lower Cretaceous Alisitos Formation at San Isidro. Coastal sedimentation and volcanism: Ciencias Marinas, 30(2), 365-380.
- Pérez-Crespo, V.A., 2011, Estado actual del conocimiento de las plantas fósiles de Oaxaca, México: Naturaleza y Desarrollo, 9(1), 47-59.
- Person, C.P., Delevoyas, T., 1982, The Middle Jurassic of Oaxaca, Mexico: Palaeontographica Abt. B, 180, 82-119.
- Pessagno, E.A., 1969, Upper Cretaceous stratigraphy of the Western Gulf Coast Area of Mexico, Texas and Arkansas: Geological Society of America Memoir, 111, 139.
- Ramírez, J.C., Acevedo, C.F., 1957, Notas sobre la geología de Chihuahua: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, 9(9-10), 583-772.
- Ramírez, J.L., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2000, Consideraciones sobre las angiospermas (plantas con flor) fósiles en México: GEOS, Unión Geofísica Mexicana, A.C., Diciembre, 2000, 433-444.
- Renne, P.R., Fulford, M.M., Busby-Spera, C., 1991, High resolution <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar chronostratigraphy of the Late Cretaceous El Gallo Formation, Baja California del Norte, Mexico: Geophysical Research Letters, 28(3), 459-462.
- Reyes, M.C., 1975, Cobre estratiforme de las capas rojas de la Formación Las Vigas, Chihuahua: ESIA-IPN, México, tesis profesional.
- Richardson, G.B., 1904, Report of a reconnaissance in Trans-Pecos north of the Texas and Pacific Railway: University of Texas Bulletin, 23, 119.
- Robeck, R.C., Pesquera, V.R., Ulloa, A.S., 1956, Geología y depósitos de carbón de la región de Sabinas, Estado de Coahuila: XX Congreso Geológico Internacional México, 1-109.
- Rodríguez-de la Rosa, R., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1994, Upper Cretaceous Zingiberalean fruits with in situ seeds from southeastern Coahuila, Mexico: International Journal of Plant Sciences, 155, 786-805.
- Rodríguez-de la Rosa, R.A., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Silva-Pineda, A., 1998, Paleobiological implications of Campanian coprolites: Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology, 142, 231-254.
- Romo de Vivar-Martínez, P.R., 2011, Microvertebrados cretácicos tardíos del área de El Rosario, Baja California, México: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de maestría, 146 p.

- Rosales-Domínguez, M.C., Grajales-Nishimura, J.M., Sánchez-Ríos, M.A., Gómez-Luna, M.E., Dueñas, M.A., 1995, Biostratigraphy of the Lower Cretaceous Bisbee Group, Rancho Culantrillo area, northeastern Sonora, *en* Jacques-Ayala, C., González-León, C.M., Roldán-Quintana, J. (eds.), Studies on the Mesozoic of Sonora and adjacent areas: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper, 301, 49-57.
- Rueda-Gaxiola, J., 1967, Contribution à l'étude palynologique et pétrographique du charbon crétacé du Bassin de Sabinas, Coahuila, Mexique: Faculté des Sciences, Université de Lille, Ph. D. thesis, 3 vols, 408 p.
- Russel, R.W., 1924, Preliminary report on the Inde Mining District: Revista Industrial 1(1).
- Santillán, M., Barrera, T., 1930, Las posibilidades petrolíferas en la costa occidental de la Baja California entre los paralelos 30° y 32° latitud norte: Anales del Instituto Geológico de México, 5, 1-37.
- Seibertz, E., Buitrón, B.E., 1987a, Paleontología y estratigrafía de los *Neohibolites* del Albiano de Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla (Cretácico Medio, México): Sociedad Mexicana de Paleontología, 1, 285-299.
- Seibertz, E., Buitrón, B.E., 1987b, Investigaciones paleontológicas y su aplicación bioestratigráfica de los *Neohibolites* de Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla (Albiano, Cretácico medio, México): El Cretácico de México y América Central, resúmenes, Actas de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, 2, 121-124.
- Seibertz, E., Spaeth, C., 2002, Cretaceous belemnites of Mexico III. The Albian Neo and *Mesohibolites* of the "Mexican Solnhofen" Tepexi de Rodríguez (State of Puebla) and their biostratigraphy (Lower Cretaceous): Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlung, 225, 55-74.
- Sellards, E.H., Adkins W.S., F.B. Plummer, 1966, The Geology of Texas vol. I Stratigraphy, The University of Texas Bulletin, 5th printing, 3232, 1007.
- Serlin, B., Delevoryas, T., Weber, R., 1981, A new conifer pollen cone from the Upper Cretaceous of Coahuila, Mexico: Review of Palaeobotany and Palynology, 31, 241-248.
- Silva-Pineda, A., 1961, Flora fósil de la formación Santa Clara (Cármico), Estado de Sonora: Facultad de Ciencias, UNAM, tesis de licenciatura, 36 p.
- Silva-Pineda, A., 1963, Plantas del Triásico Superior del Estado de Hidalgo: Paleontología mexicana, 18, 1-76.
- Silva-Pineda, A., 1969, Paleobotánica y geología de Tecamatlán, Estado de Puebla; parte 1, Plantas fósiles del Jurásico Medio de Tecamatlán, Estado de Puebla: Paleontología mexicana, 27, parte 1, 1-77.
- Silva-Pineda, A., 1978, Paleobotánica del Jurásico de México: Instituto de Geología, UNAM, Paleontología Mexicana, 44, parte 1, 1-17.
- Silva-Pineda, A., 1979, La flora triásica de México: Universidad Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología, 3(2), 138-145.
- Silva-Pineda, A., 1984, Frutos del Cretácico Superior del Estado de Coahuila, México: Memoria III Congreso Latinoamericano de Paleontología, 432-437.
- Silva-Pineda, A., 1992, Presencia de *Otozamites* (Cycadophyta) y *Podozomites* (Coniferophyta) en el Jurásico Superior (Kimeridgiano-Titoniense) del sur del estado de Veracruz: Revista del Instituto de Geología de la UNAM, 10(1), 94-97.
- Silva-Pineda, A., González-Gallardo, S., 1988, Algunas bennettitales (Cycadophyta) y coniferales (coniferophyta) del Jurásico Medio del área de Cuauac, Guerrero: Revista del Instituto de Geología de la UNAM, 7(2), 244-248.
- Silva-Pineda, A., Velasco de León, M.P., Gil, J.A., Grimaldo, J.R., 2011, A new species of *Weltrichia* (Bennettitales) from the Middle Jurassic of the Tecamazuchil Formation (Oaxaca, Mexico): Geobios, 44(5), 519-525.
- Sohl, N.F., Martínez, E.R., Salmerón-Ureña, P., Soto-Jaramillo, F., 1991, Upper Cretaceous, *en* Salvador, A. (ed.), The Gulf of Mexico Basin, Geological Society of America, Decade of North American Geology, J, 205-244.
- Steele, D.R., Waite, L.E., 1986, Contributions to the stratigraphy of the Sierra Madre Limestone (Cretaceous) of Chiapas: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 102, 1-175.
- Stenzel, K.G., 1904, Fossile Palmenhölzer, *en* Uhlig, V., Arthaber, G., 1903, Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, 16, 107-287.
- Stephenson, L.W., 1927, Notes on the stratigraphy of the Upper Cretaceous formations of Texas and Arkansas: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 11(1), 1-17.
- Taliaferro, N.L., 1933, An occurrence of Upper Cretaceous sediments in northern Sonora, Mexico: Journal of Geology, 41(1), 12-37.
- Tschudy, R.H., 1973, The *Complexiopollis* pollen lineage in the Mississippi embayment rocks: U.S. Geol. Survey Prof. Paper, 743-C, 1-15.
- Tschudy, R.H., 1975, Normapolles Pollen from the Mississippi Embayment: Geological Survey Professional Paper, 865, 1-42.
- Underwood, J.R., Jr., 1980, Geology of the Eagle Mountains, Hudspeth County, Texas, in Trans-Pecos region: New Mexico Geological Society, 31st Field Conference, Guidebook, 183-193.
- Valentine, W.G., 1936, Geology of the Cananea Mountains, Sonora, Mexico: Geological Society of America Bulletin, 47, 53-86.
- Vaughan, T.W., 1900, Reconnaissance in the Rio Grande coal fields of Texas: United States Geological Survey Bulletin, 164, 1-100.
- Vázquez-Rueda, M.A., Calvillo-Canadell, L., Nuñez-Mariel, N.Y., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2011, Fruto del Cretácico Superior de la Formación Cerro del Pueblo, Coahuila: XII Congreso Nacional de Paleontología, Puebla de los Ángeles (México), Libro de resúmenes, 139.
- Vázquez-Rueda, M.A., Calvillo-Canadell, L., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2012, Infertescencia from the Cerro del Pueblo Formation, Upper Cretaceous, Coahuila, Mexico: Botany 2012, 7-11 July, Columbus, Ohio (USA), Abstract ID 123.
- Vega, F.J., García-Barrera, P., Perrilliat, M.C., Coutiño, M.A., Mariño-Pérez, R., 2006, El Espinal, a new plattenkalk facies locality from the Lower Cretaceous Sierra Madre Formation, Chiapas, southeastern Mexico: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 23, 323-333.
- Velasco de León, M.P., 1990, Taoflora del Jurásico Medio de la Cañada del Ajo, Sur de Puebla, México: Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, 2(2), 17-29.
- Villanueva-Amadoz, U., González-León, C.M., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Calvillo-Canadell, L., 2011, Campanian-Maastrichtian (Late Cretaceous) palynofloral province of northwestern Mexico: Abstract volumen, Réunion de l'OFP 2011, 5-6 julio 2011, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (Francia).
- Ward, L.F., 1889, The geographical distribution of fossil plants, *en* Powell, J.W. (ed.) 8th Annual Reports of the United States Geological Survey, 1886-'87, 663-960.
- Weber, R., 1972, La vegetación maestrichtiana de la Formación Olmos de Coahuila, Mexico: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 33(1), 5-19.
- Weber, R., 1973, *Salvinia coahuilensis* nov. sp. del Cretácico Superior de México: Ameghiniana, 10, 173-190.
- Weber, R., 1975, *Achenia knoblaehi* 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: Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología, 3, 1-13.
- Weber, R., 1978, Some aspects of the Upper Cretaceous angiosperms, flora of Coahuila, Mexico: Courier Forschungs-Institut Senckenberg, 30, 38-46.
- Weber, R., 1980, Megafósiles de coníferas del Triásico Tardío y del Cretácico Tardío de México y consideraciones generales sobre las coníferas mesozoicas de México: Revista del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, 4(2), 111-124.
- Weber, R., 2008, Plantas triásicas y jurásicas de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 115, 1-149.

- Weidie, A., Murray, G., 1967, Geology of Parras Basin and adjacent areas of northeastern Mexico: American Association of Petroleum Geologist Bulletin, 51(5), 678-695.
- Wheeler, E., Lehman, T., 2000, Late Cretaceous woody dicots from the Aguja and Javelina Formations, Big Bend National Park, Texas, USA. International Association of Wood Anatomists (IAWA) Journal, 21, 83-120.
- White, D.E., 1948, Antimony deposits of Soyatal District, state of Queretaro, Mexico: United State Geological Survey Bulletin, v. 960-b, 35-175.
- Wieland, G.R., 1913, The liassic flora of the Mixteca Alta of Mexico. Its composition, age and source: American Journal of Sciences and Arts, 4, XXXVI(213), 251-281.
- Wieland, G.R., 1914, La flora fósil de la Mixteca Alta: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 31, 1-165.
- Wieland, G.R., 1926, The El Consuelo Cycadeoids: Botanical Gazette, 81(1), 72-86.
- Wilson, F.I., Rocha, S.V., 1949, Coal deposits of the Santa Clara district near Tonichi, Sonora, Mexico: United State Geological Survey Bulletin, 962A, 80.
- Wilson, B.W., Hernández, P., Meave, T.E., 1955, Un banco calizo del Cretácico en la parte oriental del Estado de Querétaro: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 18(1), 1-10.
- Wolleben, J., 1977, Paleontology of the Difunta Group (Upper Cretaceous-Tertiary) in northern Mexico: Journal of Paleontology, 51(2), 373-398.
- Zaizeff, J.B., Cross, A.T., 1970, The use of dinoflagellates and acritarchs for zonation and correlation of the Navarro Group (Maastrichtian) of Texas: Geological Society of America Special Paper, 127, 341-397.
- Manuscrito recibido: Enero 24, 2013.  
 Manuscrito corregido recibido: Abril 1, 2013.  
 Manuscrito aceptado: Mayo 5, 2013.

## Apéndice 1.

A continuación se detallan los taxones reportados por Rueda-Gaxiola (1967) en la Formación Olmos en la Cuenca de Sabinas en Coahuila.

<b>Taxones reportados:</b>			
	<i>Foveotriecolpites</i>	( <i>P. minutus</i> )	Sphaeraticolporates
	( <i>F. discoloripites</i> , <i>F. sphaeroides</i> )	<i>Psilatrivestibuloporites</i> <i>costataeformis</i>	<i>Striatriletes</i> ( <i>S. mohrioides</i> , <i>S. venustus</i> )
<i>cf. Acanthotriletes</i>	<i>Foveotriletes</i>	<i>Psilatuberaperturites lapillipites</i>	Triatrioporates
<i>teretangulatus</i> Balme y Hennelly	( <i>F. pseudoreticulatus</i> , <i>F. quaesitus</i> , <i>F. variegatus</i> )	<i>Psilatumulucostatites striatus</i>	Trieuropates
<i>Densosporites anulatus</i> (Loose) Smith y Butterworth	<i>Gemmatriletes</i> <i>Inapertisporonites</i>	<i>Psilavitosusporonites uniomus</i> <i>Punctacingulizonitriletes</i>	<i>Triporisporonites</i> Trisubporates
[= <i>cf. Anulatisporites anulatus</i> (Loose) Potonié y Kremp]	Intortesculcates <i>Monoporisporonites</i>	<i>microgranulata</i> , <i>P. pellucidus</i>	Trivestibuloporates
Incertae sedis Formas A, B, C, E- F, G-J, K y L	<i>Nudumonoletes</i> Oblatricolporates	<i>Punctaconfertisulcites</i> <i>microreticulatus</i>	<i>Verrutriecolpites</i> ( <i>V. sphaeroides</i> )
<i>Foveomonoletes</i> sp.	Pluricellasporonites	<i>Punctamonoletes minutus</i>	<i>Verrutriletes</i>
<i>Foveotriletes</i> sp.	<i>Polyporisporonites</i>	<i>Punctatriecolpites explanata</i> , <i>P. ortholaes</i> , <i>P. reticulominutus</i>	( <i>V. obscurilaesuratus</i> )
<i>Psilamonoletes tibui</i> van der Hammen, <i>P. sp.</i> , <i>Psilatriletes</i> sp.	Praecolpates Prolatricolporates	<i>Punctatrilitemonopsaccites</i> <i>formosus</i> , <i>P. ornatus</i> , <i>P. triletus</i>	<b>Nuevos grupos, géneros y especies propuestos:</b> Acontinucostates <i>Aequatorohilatrilletes</i> Aletedipolsaccates Aletepolsaccates Aletetrisaccates Amiscerecostates <i>Apertisporonites</i> Astriates Atumulcostates <i>Baculoperculites</i> ( <i>B. bacillum</i> , <i>B. macrobaculatus</i> ) <i>Bacuprolatricolporites</i> ( <i>B. novus</i> ) <i>Bacutrilletes multibaculatus</i> Brevimonocolpates Cingulisulcates <i>Cingulizonitriletes</i> Colpates Colporates Congesporonites Continucostates Costates <i>Dicellasporonites</i> <i>Distaequatorotriletes</i> <i>Echibrevimonocolpites</i> ( <i>E. circularis</i> , <i>E. echinatus</i> ) <i>Echicingulatitriletes</i> ( <i>E. microechinatus</i> ) <i>Echitriletes</i> ( <i>E. kosankei</i> ) Fenestrates <i>Psilatriporisporonites</i>
<i>Psilamonoletes</i> sp.	<i>Psilamonaperinoporites annulatus</i>	<i>Punctazonatrilletes punctata</i> <i>Punctintortesculcites</i> <i>scaphoformis</i> <i>Retinavisulcites cf.</i> <i>R. microreticulatus</i>	
<b>Géneros y especies emendados:</b>	<i>Psilainapertisporonites</i> ( <i>P. calculus</i> , <i>P. plurigenus</i> )	<i>Retitriecolpites</i> ( <i>R. gigantoreticulatus</i> , <i>Retitrieporites thalmanii</i> <i>Retitriletes</i> <i>Retitriestribuloporites retosus</i> <i>Rugaledipolsaccites igniculus</i> <i>Rugaledisaccites convolutus</i> , <i>R. fluens</i> <i>Rugutricrassitriletes avibratilis</i> <i>Rugutriletes</i> <i>Scabratrilecolpites</i> <i>Scabratriletes</i> <i>Scabratrileporites annellus</i> <i>Scabratrisubporites</i> <i>juxtaporipites</i> <i>Scabratrivestibuloporites</i> <i>sanjuanensis</i>	
Aequatorosulcates	<i>Psilainaperturates coriaceus</i> , <i>P. dubius</i> , <i>P. magnus</i>		
Aequatorosulcates	<i>Psilaletepolysaccites mesozoicus</i>		
<i>Aequatorotriletes</i>	<i>Psilamonoletes albertensis</i> , <i>P. ovatus</i> , <i>P. reginensis</i>		
<i>Bacutrilletes</i>	<i>Psilamonoporisporonites</i> ( <i>P. burgli</i> , <i>P. minutus</i> )		
<i>Diporisporonites</i>	<i>Psilapolyporisporonites</i> ( <i>P. elongatus</i> )		
<i>cf. Echicingulatitriletes greggsii</i>	<i>Psilatricrassitriletes orientalis</i> , <i>P. senonicus</i>		
<i>Echitriecolpites</i> ( <i>E. echinatus</i> )	<i>Psilatriecolpites</i> ( <i>P. fallax</i> , <i>P. psilatus</i> , <i>P. quisqualis</i> )		



## Apéndice 1. (continuación)

<i>Echinodicellasporonites</i> ( <i>E. inaequalis</i> , <i>E. microechinatus</i> )	<i>P. magnus</i> , <i>P. parvulus</i> , <i>P. rhombus</i> )	<i>Punctacingulizonitriteles</i> ( <i>P. punctizonati</i> , <i>P. sp.</i> )	<i>Punctatriteles biretiformis</i> , <i>P. biretimarginatus</i> ,
<i>Echinopericulites</i> ( <i>E. macroechinatus</i> )	<i>Psiladicolpites</i> ( <i>P. latimediocolpatus</i> )	<i>Punctaconfertisulcites</i> <i>Punctadicolpites</i> ( <i>P. latimarginatus</i> )	<i>P. laesurainaequalis</i> , <i>P. margogranulatus</i> , <i>P. periplicatus</i> ,
<i>Echitriuecolpites</i> <i>infrapunctoreticulatus</i>	<i>Psiladiporisporonites discus</i> <i>Psiladiporites proprius</i> <i>Psiladiptychesulcites</i> ( <i>P. minimus</i> )	<i>Punctadiptychesulcites</i> <i>tenuiptychus</i> <i>Punctafasciasporonites</i> ( <i>P. microgranulatus</i> )	<i>P. pseudoreticulatus</i> , <i>P. punctoreticulatus</i> <i>Punctatristibuloporites</i> ( <i>P. endannulatus</i> , <i>P. tuberosus</i> )
<i>Echitriteles coahuilensis</i> , <i>E. parvulus</i> , <i>E. periechinatus</i>	<i>Psiladisulcites</i> <i>Psilafasciasporonites</i> ( <i>P. ovoidalis</i> , <i>P. cylindricus</i> )	<i>Punctaletedipolsaccites</i> ( <i>P. sulcatus</i> )	<i>Punctatuberaperturites</i> ( <i>P. pseudoreticulatus</i> )
<i>Euperinotriteles</i> Fasciasporonites	<i>Psilafenestrites</i> ( <i>P. obscurus</i> )	<i>Punctaletedisaccites</i> ( <i>P. longisaccatus</i> , <i>P. ovalis</i> , <i>P. rugusaccatus</i> ,	<i>Punctavalvihiltriteles</i> ( <i>P. tenuidistizonalis</i> ) <i>Punctazonatitriteles</i> ( <i>P. punctoreticulatus</i> ,
<i>Fovealetedisaccites</i> ( <i>F. sp.</i> ) <i>Foveobrevimonocolpites</i> ( <i>F. ?</i> )	<i>Psilahilatriletes</i> ( <i>P. sp.</i> ) <i>Psilainaperturates</i> ( <i>P. irregularis</i> , <i>P. minimus</i> )	<i>P. saccifoveoreticulatus</i> , <i>P. sp. 1</i> , <i>P. sp. 2</i> )	<i>P. zoniradius</i> ) <i>Punctazonisulcites</i> ( <i>P. ovoidalis</i> ) <i>Punctendostriatites</i> ( <i>P. nova</i> ,
<i>Foveodiptychesulcites</i> ( <i>F. ptychofoveolatus</i> , <i>F. ptychopsilatus</i> )	<i>Psilaletepolysaccites</i> ( <i>P. saccifistulatus</i> , <i>P. ?</i> )	<i>Punctamonaperinoporites</i> ( <i>P. simplex</i> )	<i>P. tenuistriatus</i> ) <i>Punctatriatrioporites</i> ( <i>P. microfoveolatus</i> , <i>P. psittacus</i> )
<i>Foveonavisulcites</i> ( <i>F. infrafoveolatus</i> )	<i>Psilamiscerecostatites</i> ( <i>P. longicostatus</i> )	<i>Punctamonocolporites</i> ( <i>P. longicolpatus</i> )	<i>Punctintortesusulcites</i> ( <i>P. marginatus</i> ) <i>Punctulcites</i> ( <i>P. ulcumarginatus</i> )
<i>Foveoperculites</i> ( <i>F. vesticulatus</i> )	<i>Psilamonaperinoporites</i> ( <i>P. globosus</i> ,	<i>Punctamonoletes</i> ( <i>P. asperatus</i> , <i>P. reniformis</i> ,	<i>Retibrevimonocolpites</i> ( <i>R. sp.</i> ) <i>Retidicellasporonites</i> ( <i>R. microreticulatus</i> )
<i>Foveoprolatricosporites</i> ( <i>F. porintrorsus</i> )	<i>P. subunipertosus</i> )	<i>P. vesiculoides</i> , <i>P. sp. 1</i> , <i>P. sp. 2</i> )	<i>Retidicolpites</i> ( <i>R. ?</i> ) <i>Retimonocolporites</i> ( <i>R. microreticulatus</i> )
<i>Foveotriuecolpites</i> <i>parumverrucatus</i>	<i>Psilamonoletes grossoexinus</i> , <i>P. infrapunctatus</i>	<i>Punctanavisulcites</i> ( <i>P. monomarginatus</i> ,	<i>Retinavisulcites</i> ( <i>R. minimus</i> , <i>R. pulchereticulatus</i> )
<i>Foveosyntricolporites</i> ( <i>F. foveoreticulatus</i> )	<i>Psilamonoporisporonites gutta</i>	<i>P. navisulcatus</i> , <i>P. sulcumarginatus</i> )	<i>Retitetradites</i> ( <i>R. sp.</i> ) <i>Retitriatrioporites</i> ( <i>R. gracilannulatus</i> ,
<i>Gemmanavisulcites</i> ( <i>G. margigemmatum</i> )	<i>Psilamulticellasporonites</i> ( <i>P. elongatus</i> )	<i>P. polyedrus</i> )	<i>R. microreticulatus</i> ) <i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
<i>Gemmatriteles</i> ( <i>G. gemmatum</i> , <i>G. microgemmatum</i> )	<i>Psilapolyporisporonites discus</i> , <i>P. grandis</i>	<i>Punctaparasyntridemicolpites</i> ( <i>P. polyedrus</i> )	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
<i>Hilatriletes</i>	<i>Psilapolyadites</i> ( <i>P. sp.</i> ) <i>Psilapolyporisporonites</i> ( <i>P. discus</i> , <i>P. grandis</i> )	<i>Punctaperinotriteles</i> ( <i>P. perinopsilatus</i> )	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
Miscerecostates Monadopenites	<i>Psilapolyporisporonites</i> ( <i>P. discus</i> , <i>P. grandis</i> )	<i>Punctaperitricolpites</i> ( <i>P. asymmetricus</i> )	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
Monaperinoporates Monocolporates	<i>Psilapraedidemicolpites</i> ( <i>P. dolosus</i> )	<i>Punctapolygonastriatites</i> ( <i>P. crassiramosus</i> ,	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
<i>Nudinaperturates</i> <i>Nuduhilatriletes</i>	<i>Psilaprolatricosporites</i> ( <i>P. pseudopotoniei</i> )	<i>P. macroporatus</i> , <i>P. simplex</i> )	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
<i>Nodusulcates</i> <i>Nudutriteles</i>	<i>Psilasphaeratricolporites</i> ( <i>P. globosus</i> ,	<i>Punctaprolatricosporites</i> ( <i>P. mirificus</i> )	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
Operculates Parasyncolpates	<i>P. microporoidae</i> )	<i>Punctastephanoeuolpites</i> ( <i>P. antiquus</i> )	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
Parasyntricolpates Parasyntridemicolpates	<i>Psilatetracellasporonites</i> ( <i>P. fusus</i> )	<i>Punctatricrasansulatriletes</i> ( <i>P. triansulatus</i> )	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
Pericolpates Peritricolpates	<i>Psilatricrasitriteles</i> <i>Psilatriuecolpites</i> <i>triangulatus</i>	<i>Punctatricrasansulatriletes</i> ( <i>P. triansulatus</i> )	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
<i>Pollenisporites</i> Polygonastriates	<i>Psilatriteles simplex</i> , <i>P. sp.</i> <i>Psilatriporotricolpites</i> ( <i>P. maximincertus</i> )	<i>Punctatriteuecolpites</i> ( <i>P. incertus</i> ,	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
Poro-colpates Praedidemicolpates	<i>Psilatriuecolpites</i> <i>Psilatubraperturites</i> <i>Psilatumulucostatites</i> ( <i>P. funicularis</i> )	<i>P. microfoveolatus</i> , <i>P. micropunctatus</i> , <i>P. punctoreticulatus</i> , <i>P. undatus</i> , <i>P. sp.</i> )	<i>Retitriueporites</i> <i>Retitriteles bifurcatus</i> <i>Retitrisubporites</i> ( <i>R. negareticulatus</i> )
<i>Psilabrevimonocolpites</i> ( <i>P. bicatricosus</i> )	<i>Psilavitiosusporonites</i> ( <i>P. minutus</i> )	<i>P. pachydermatus</i> , <i>P. psilapunctoreticulatus</i> ,	<i>Rugabrevimonocolpites</i> ( <i>R. ?</i> ) <i>Rugacingulatitriteles</i> ( <i>R. proxipsilatus</i> ) <i>Rugadicellasporonites</i> ( <i>R. ovalis</i> )
<i>Psilacingulatitriteles</i> Psilaconfertisulcites	<i>Psilazonisulcites</i> ( <i>P. sphaeroidalis</i> )	<i>P. punctoreticulatus</i> , <i>P. undatus</i> , <i>P. sp.</i> )	<i>Rugadicellasporonites</i> ( <i>R. ovalis</i> ) <i>Rugumonoletes</i> ( <i>R. sp.</i> ) <i>Rugutriatrioporites</i> ( <i>R. fossulatus</i> )
<i>Psilacongesporonites</i> ( <i>P. hexagonalis</i> , <i>P. sphaeroides</i> )	<i>Psiloblaticolporites</i> ( <i>P. minus</i> )	<i>Punctatriteletonopsaccites</i> ( <i>P. formosus</i> )	<i>Rugutriatrioporites</i> ( <i>R. fossulatus</i> ) <i>Rugutricrasitriteles</i> <i>Rugutriteletonopsaccites</i> ( <i>R. periplicatus</i> )
<i>Psilacontinucostatites</i> ( <i>P. helicoidalis</i> , <i>P. sp.</i> )	<i>Punctabrevimonocolpites</i> <i>P. plicatus</i> ,	<i>Punctatriteles biretiformis</i> , <i>P. biretimarginatus</i> ,	<i>Rugutriteletonopsaccites</i> ( <i>R. periplicatus</i> ) <i>Rugutriteles densolaesuratus</i> ,
<i>Psiladicellasporonites</i> ( <i>P. bisphaeroides</i> , <i>P. ellipsis</i> ,	<i>P. tectumperforatus</i> , <i>P. ?</i> , <i>P. ?</i> )	<i>P. margogranulatus</i> , <i>P. periplicatus</i> ,	<i>R. largimarginatus</i>

## Apéndice 1. (continuación)

<i>Scabraditychesulcites</i> ( <i>S.</i> sp.)	<i>S.</i> sp.	Stephanoeulcolpates	<i>Verrucingulatitriteles</i> ( <i>V.</i>
<i>Scabrahilatriteles</i>	<i>Scabratrueuporites</i>	Sulcates	<i>psilacingulatus</i> )
( <i>S. pseudoreticulatus</i> )	<i>Scabratriteles microgranulatus</i>	Sulcates	<i>Verrutrieulcolpites</i>
<i>Scabraletetrisaccites</i>	<i>Scabratrisubporites</i>	Syntricolporates	<i>colpigemmatus</i>
( <i>S. saccipunctatus</i> )	<i>Scabratrivestibuloporites</i>	Triangulastrates	<i>Verrutrisulcites</i>
<i>Scabraprolatricolporites</i>	<i>Spinatriteles</i> ( <i>S. longispinosus</i> ,	<i>Tricrasansulatriletes</i>	( <i>V. sulculispinosus</i> )
( <i>S. granireticulatus</i> )	<i>S. parvus</i> )	Trieulcolpates	<i>Verruzonalisulcites</i>
<i>Scabratriangulastriatites</i>	<i>Spinavisulcites</i>	Triletemonopolsaccates	( <i>V. verruradicasis</i> )
( <i>S. triconcavilateralis</i> )	( <i>S. exilispinosus</i> ,	Triporo-tricolpates	<i>Vitiosporonites</i>
<i>Scabratrueulcolpites</i>	<i>S. nuduproximalis</i> , <i>S.</i> sp.?)	Trisulcates	Zonalisulcates
<i>colpimarginatus</i> ,	<i>Spinobrevimonocolpites</i>	Tuberaperturates	<i>Zonaperinotriteles</i>
<i>S. microconitus</i> ,	( <i>S. exinorugosus</i> )	Tumulucostates	Zonisulcates
<i>S. multigranulatus</i> ,	<i>Spinoperculites</i>	<i>Unicellasporonites</i>	
<i>S. sphaeroidalis</i> , <i>S. zonipusillus</i> ,	( <i>S. microspinosus</i> , <i>S.</i> sp.?)	<i>Valvihilatriteles</i>	