

00322



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

9

“PALEONTOLOGÍA DE UNA LOCALIDAD DEL CRETÁCICO TARDÍO DE ALTARES-CHIHUAHUA.”

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Andrade Ramos
Ma. Patricia

FECHA: 17.06.03

FIRMA: [Signature]

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G A
P R E S E N T A :
MARÍA PATRICIA ANDRADE RAMOS



DIRECTORA DE TESIS:
DRA. MARISOL MONTELLANO BALLESTEROS
FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PAGINACIÓN DISCONTINUA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

2

DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Paleontología de una localidad del Cretácico Tardío de Altares-Chihuahua."

realizado por María Patricia Andrade Ramos

con número de cuenta 9420834-2 , quien cubrió los créditos de la carrera de:
Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario Dra. Marisol Montellano Ballesteros

Propietario Dr. Sergio Rafael Silvestre Cevallos Ferriz

Propietario Dra. Socorro Lozano García

Suplente Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales

Suplente M. en C. Luis Espinosa Arrubarrena

Consejo Departamental de Biología.

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGÍA

DEDICATORIAS

3

**A la memoria de mi
Abuelita Ma. Eugenia
(Cuquita) que siempre está conmigo.**

A mi mejor amiga...a ti MADRE.

A mi PADRE, por tu cariño y confianza.

**A la luz de mis ojos, mis HERMANOS:
Citli y Cano, por sus sonrisas y su apoyo incondicional.**

4

A mi abuelo Alberto, por tus cuidados.

Con cariño a todos mis tíos y primos. Con mi más profundo agradecimiento y amor por su ayuda de toda la vida: Mauricio, Lina, Chali, Susana, Mari y a mis primos Andrés, Andrea, Toño y Alón,

A mi prima Karen, por tus ganas de vivir.

A mis hermanos putativos: Bruno, Juan, mi Luch, mi Gordis, Crisis, a todos ustedes, por sus consejos, apapachos y apoyo incondicional, los amo.

A la memoria de Lencho y Paco, por todos los momentos que compartimos, nunca los olvidaré. A sus familias.

A Vic Urrus, por tu amistad y apoyo en todo este tiempo, por tu amor y claro está por tu paciencia.

AGRADECIMIENTOS

5

A la Doctora Marisol Montellano, por tu amistad, dirección y apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Sergio Cevallos, gracias por tu apoyo y comentarios.

A la Dra. Socorro Lozano, por tus sugerencias.

Al Maestro. Luis Espinosa, tus comentarios fueron muy enriquecedores, gracias.

Al Dr. Victor Hugo Reynoso, gracias por tu amistad.

A la Dra. Ana Luisa Carreño, por tu apoyo.

Al Laboratorio de Paleontología del Instituto de Geología de la U.N.A.M., especialmente a Gerard, gracias por tu amistad y tu enseñanza.

A Susana del Laboratorio de Palinología, te agradezco tus asesorías.

Al Maestro. René Hernández.

A National Geographic Society. NGS 6662-99.

A todas las personas que nos acompañaron al campo, especialmente a Julio Carrera Treviño y Benjamín Ortiz, encargados del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena y al Pato.

A los latosos paleobotas y a mis compañeros y amigos de la Sala de Estudiantes, muchas gracias por todo.

"NUEVA LOCALIDAD DEL CRETÁCICO SUPERIOR, ALTARES, CHIHUAHUA, MÉXICO"

6

María Patricia Andrade Ramos

CONTENIDO

I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	2
III. ÁREA DE ESTUDIO.....	10
- Localidad.....	10
- Flora.....	10
- Clima.....	10
- Orografía.....	11
- Marco geológico.....	11
- Formación Aguja.....	12
- Formación Javelina.....	12
VI. MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
- Extracción de palinomorfos.....	14
- Extracción, preparación y descripción de la madera.....	18
- Extracción, preparación e identificación de vertebrado.....	19
V. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA.....	20
- Palinomorfos.....	20
- Madera.....	24
- Dinosaurio.....	34
VI. DISCUSIÓN.....	41
VII. SUMARIO.....	48
VIII. CONCLUSIONES.....	49
IX. REFERENCIAS.....	50

ILUSTRACIONES

Figuras

1. Mapa de Norte América durante el Campaniano tardío.....	4
2. Ubicación de la localidad Altares.....	9
3. Sección estratigráfica del área de la localidad de Altares.....	13
4. Cráneo de <i>Chasmosaurus mariscalensis</i>	35
5. Distribución de <i>Chasmosaurus</i>	35
6. Parámetros de medición.....	36
7. Diferencia entre cuerno nasal y supraorbital.....	37
9. Vista lateral y dorsal de las diferentes especies de <i>Chasmosaurus</i>	40

Diagrama

Diagrama de flujo de extracción de palinomorfos.....	17
--	----

Láminas

1. Palinomorfos.....	23
2. Madera.....	31
3. Madera.....	32
4. Dinosaurio.....	39

Cuadros

1. Caracteres utilizados para clasificar a las maderas de gimnospermas.....	28
2. Comparación con maderas actuales.....	29
3. Comparación con maderas de plantas fósiles.....	30

I. RESUMEN

Se describe la flora y fauna de una nueva localidad nombrada Altares, localizada en el extremo NE del estado de Chihuahua. Los fósiles se recolectaron en la Formación Aguja de edad campaniana. Se identificaron los palinomorfos: *Tricolporites*, *Tricolpites*, *Pinuspollenites* y *Echinosporis*, algunos de ellos, son género-forma característicos de la Provincia *Normapolles*. La madera se identificó como una conífera, *Podocarpoxylon*, siendo el primer registro de madera de este género de edad campaniana en México. Los ejemplares de vertebrados fueron asignados a *Chasmosaurus mariscalensis*, especie previamente registrada en la Formación Aguja del Cretácico Superior (Campaniano) en el Parque Nacional del Big Bend, Texas, E. U. A., con lo que se confirma su distribución sureña a lo largo del "Mar Interior del Oeste de Norte América". Con base en estudios previos realizados con polen, madera y vertebrados en diferentes estados de la República en rocas del Cretácico Superior y en el Parque Nacional del Big Bend, Texas, se propone un ambiente de depósito correspondiente a planicie de inundación. Estos resultados amplían el conocimiento de la biota cretácica continental en México, además de que permiten confirmar la hipótesis que propone la existencia de un gradiente latitudinal biótico a lo largo del "Mar Interior del Oeste de Norte América".

II. INTRODUCCIÓN

Durante la mayor parte del Cretácico, Norte América se encontraba bajo la influencia de un mar epicontinental llamado "Mar Interior del Oeste de Norte América" (Figura 1), éste unía a lo que hoy conocemos como Golfo de México con el Océano Ártico. Durante este periodo el "Mar Interior del Oeste de Norte América" sufrió una serie de cinco ciclos de transgresiones y regresiones que afectaron la distribución de la biota, tanto en las zonas emergidas como en las sumergidas (Kauffman y Caldwell, 1993).

En el Cretácico Superior, el borde occidental de Norte América se elevó, debido al choque de la Placa Norteamericana y la Placa Farallón, en un proceso llamado Orogenia Laramídica; la subducción de la Placa Farallón generó el Arco Volcánico Marginal en el borde occidental del "Mar Interior del Oeste de Norte América" (Aguayo y Trápaga, 1996). La extensión de la tierra emergida se incrementó, teniendo como consecuencia cambios en los ambientes de depósito y el movimiento hacia el este de la línea de costa, permitiendo así la extensión en la distribución de la biota terrestre a lo largo de este margen occidental (Kauffman y Caldwell, 1993).

Al comparar las asociaciones bióticas fósiles que se encontraban a lo largo del margen occidental, se observaron diferencias en la composición, por lo que varios autores propusieron hipótesis a cerca de la existencia de un gradiente latitudinal biótico. Evidencias que apoyan esta hipótesis se encuentran tanto en las biotas marinas como en las terrestres. Dentro de las faunas marinas están la distribución de mosasaurios, tortugas marinas, peces (Nicholls y Russell, 1990; Brinkman, 1990; Hunt y Lucas, 1992), ammonoideos y braquiópodos (Kauffman,

1984). En el ámbito terrestre también existen evidencias de flora (Batten, 1984; Wolfe y Upchurch, 1987) y en los vertebrados, como es el caso de algunos mamíferos (Russell, 1975; Hunt y Lucas, 1992; Rowe et al., 1992), reptiles (Armstrong, 1978) o dinosaurios (Horner, 1988; Fiorillo, 1989; Holtz, 1993; Dodson 1996; Lehman, 1993, 1985, 1989, 1997). Más específicamente, Lehman (1997) encontró que la asociación de dinosaurios de Alberta y Montana es diferente a la encontrada en Nuevo México y en Texas. A la asociación ubicada en latitudes septentrionales la nombró "Fauna *Corythosaurus*", dominada por hadrosaurios o dinosaurios "pico de pato" del tipo lambeosaurine (ornitópodos con cresta semicircular) y ceratópsidos como centrosaurine; y a la asociación sureña la denominó "Fauna *Kritosaurus*", la cual está caracterizada por dinosaurios ornitópodos o "pico de pato" del tipo kritosaurine (sin cresta) y ceratópsidos como chasmosaurine (Figura 1).

Lehman (1997) especula sobre los posibles factores que pudieron causar la diferenciación de las provincias biogeográficas y argumenta que no existieron barreras geográficas prominentes que hayan evitado la dispersión de la biota; sin embargo, considera que la causa del provincialismo pudo deberse a una zonación latitudinal en la temperatura, la precipitación, la circulación del océano y la distribución de la flora. Proponiendo que el límite entre las aguas calientes del sur y las aguas frías de norte corresponden al límite de las dos grandes provincias palinológicas: *Aquillapollenites*, la cual es característica de la región norte y oeste de Norte América, extendiéndose hacia el este de Asia, con un clima templado y húmedo y por otra parte la provincia de *Normapolles*, característica del este de

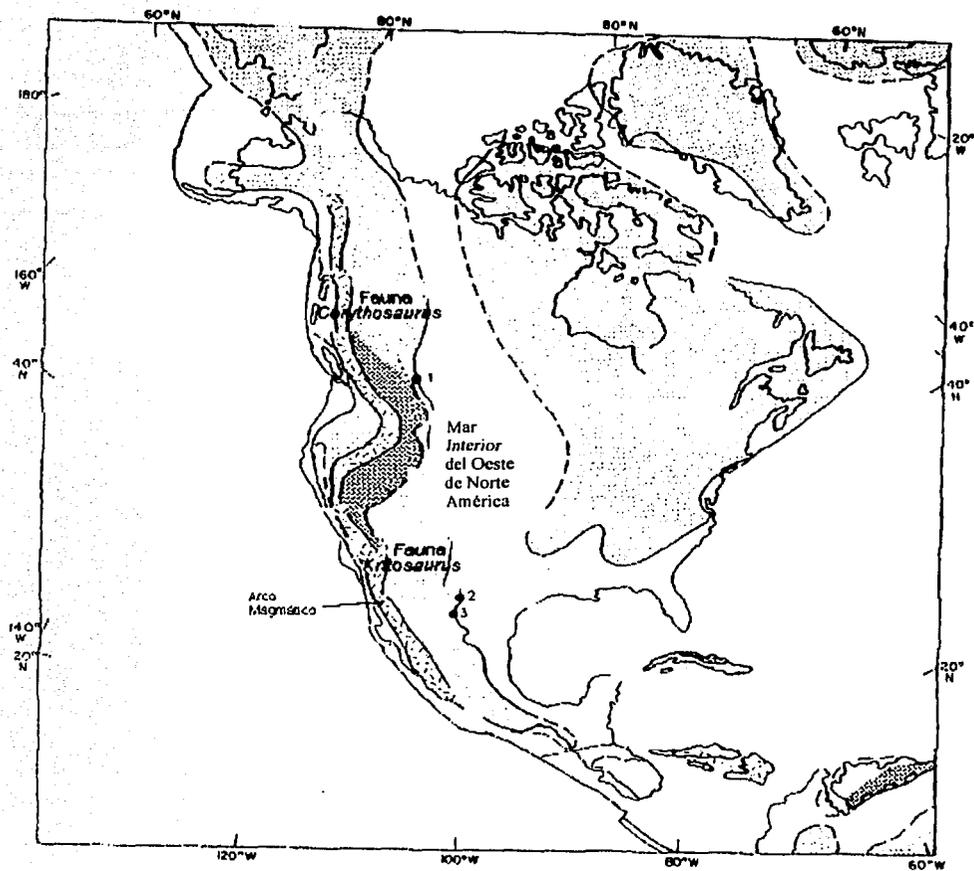


Fig. 1. Mapa de Norte América durante el Campaniano tardío, mostrando la posición del Mar Interior ("Mar Interior del Oeste de Norte América"). 1) Formación Judith River en Alberta, Canadá y Montana, E. U. A. 2) Formación Aguja en Texas E. U. A. y 3) Localidad de Altates, Chihuahua. Modificado de Lehman (1997).

Norte América, oeste de Asia y Europa, con un clima caluroso y estable (Batten, 1981; Traverse, 1988; Graham, 1999). Estudios realizados en maderas fósiles del Cretácico Superior muestran anillos de crecimiento delgados, lo cual refleja las condiciones ambientales estables que prevalecían en la provincia del sur de Norte América (Wheeler y Lehman, 2000; Lehman y Wheeler, 2001).

En México la mayor parte de afloramientos de rocas correspondientes al Cretácico Superior continental se ubican al norte del territorio (Figura. 2). Se han registrado evidencias de vertebrados, icnitas, maderas permineralizadas, impresiones de hojas, polen, frutos, semillas, etc. Las publicaciones referentes a vertebrados son reducidas, la identificación taxonómica del material fósil es muy general y sólo en algunas excepciones el material se ha identificado a nivel específico (p. e., Murray et al., 1960; Morris, 1967; Lucas y González, 1990; García y Reynoso, 2002).

Las maderas fósiles de la República Mexicana, a pesar de ser abundantes en rocas del Cretácico Superior, han sido poco estudiadas pudiéndose centrar estos trabajos en Cevallos y Weber (Cevallos, 1992). El poco entendimiento sobre la variabilidad anatómica en las maderas, particularmente de las gimnospermas, ha limitado su identificación a nivel específico (Cevallos, 1992). No sólo los estudios referentes a maderas de gimnospermas o vertebrados han sido limitados, lo mismo sucede con la palinología del Cretácico Superior, la cual ha sido estudiada principalmente por Martínez et al. (1980a, 1980c); Martínez y Ramírez (1996) y Medus y Almeida (1982).

En el estado de Coahuila se ubica la mayor parte de los estudios correspondientes a fósiles continentales del Cretácico Superior en México. De la

Formación Cerro del Pueblo de edad campaniana, se han reportado restos de dinosaurios del tipo dromeosaurine, oviraptoridos, saurópodos, así como picos de pato del tipo lambeosaurine, *Kritosaurus* sp. y *Edmontosaurus* sp., además de restos asignados a Ankylosauria; dos tipos de ceratópsidos identificados como Centrosaurine y Chasmosaurine, cáscaras de huevos (Kirkland, et al., 2000; Brinkman et al., 2002); e impresiones de piel de hadrosaurio (Hernández y Delgado, 2000). También se han descrito restos de reptiles varánidos y serpientes (Aguillón, 2000; Brinkman et al., 2002); caparzones de tortuga (García y Reynoso, 2002); huellas de pterosaurio, aves, tortugas y cocodrilos (Rodríguez et al., 2002); coprolitos con semillas y restos de plantas (Rodríguez y Cevallos, 1994).

Los reportes referentes a la paleobotánica se enfocan en su mayoría al grupo de las angiospermas, reportándose infrutescencias de la familia Araceae; flor/fruto de las Portulacaceae, Musaceae y Pandanaceae (Cevallos y Ramírez, 1998); además destaca material en donde se reconoce la interacción entre plantas y animales; un fruto se comparó con el de las pandanaceas y en su interior se encontraron pequeños canales o celdas que contenían coprolitos presumiblemente depositados por insectos. Se han recuperado coprolitos de insectos, que contienen semillas y otros restos de plantas (Weber y Cevallos, 1995); maderas del tipo *Palmoxylon*, impresiones de hojas de Palmae; granos de polen de Betulaceae (Cevallos y Ramírez, 1998), entre otros. También se han reportado conos del grupo de las gimnospermas en esta formación (Rodríguez y Cevallos, 1994).

De la Formación Olmos, de edad maestrichtiana, que aflora en el mismo

estado, se han reportado los siguientes vertebrados: dinosaurios del tipo *Kritosaurus*, ceratópsidos, carnosaurios; así como cocodrilos y coprolitos de tortuga (Aguirre y Hernández, 2002; García y Hernández, 2002). Como parte de los trabajos paleobotánicos y palinológicos correspondientes a angiospermas se han descrito madera del tipo *Palmoxylon*, flor/fruto de la familia Araceae, polen de Bombacaceae, Euphorbiaceae, Leguminosae y Onagraceae, impresiones de hojas de Palmae, Lauracaceae y Malpigiaceae (Cevallos y Ramírez, 1998). Estudios de gimnospermas reportan conos y estróbilos masculinos correspondientes a *Aachenia knoblochii*, *Kobalostrobus olmosensis*, *Brachyphyllum macrocarpum*, *Geinitzia* sp. y *Sequoia cuneata* (Weber, 1982) además de maderas del género *Podocarpoxylon* y *Taxodioxylon* (Cevallos, 1992).

Otras formaciones con biota cretácica continental se han reportado en el estado de Sonora, las cuales forman parte del Grupo Cabullona, de edad campaniana-maestrichtiana: En esta área se han descubierto restos de tortugas (Trionychidae), de cocodrilos (Eusuchia), de lagartijas (*Chamops segnisi*), además de restos de dinosaurios conferidos a *Albertosaurus*, hadrosaúridos y ceratópsidos (Lucas, 1993). En la Formación Tarahumara (Turoniano-Maestrichtiano) del mismo estado, estudios paleobotánicos y palinológicos, reportan granos de polen de angiospermas como las Araceae, Palmae, Liliaceae, Betulaceae, *Alnus*, Bombacaceae, Leguminosaceae, Myricaceae y Onagraceae además de flor/fruto de Flacourtiaceae (Cevallos y Ramírez, 1998).

Los estudios en el estado de Baja California, en las formaciones El Gallo y Bocana de edad campaniana, reportan evidencias de restos de dinosaurios como Tyrannosauridae, Troodontidae, Dromeosauridae, Hadrosauridae del tipo

Kritosaurus, Ankylosauridae y Ceratopsidae identificado como *Monoclonius* (Morris, 1967; Murray et al., 1960), restos de tortugas, cocodrilos; mamíferos del tipo Multituberculata, Marsupialia y Eutheria (Lillegraven, 1972 y 1976).

En el estado de Chihuahua, en los afloramientos de la Formación Aguja y la Formación San Carlos, ambas de edad campaniana, se han descrito carnosaurios del tipo de los tyranosaurios, hadrosaurios del género *Kritosaurus*, ceratópsidos asignados a *Chasmosaurus mariscalensis*, terópodos, dromeosáuridos, ornitomimidos, así como dientes de cocodrilos, restos de tortugas, y abundante madera petrificada (Montellano et al., 2000; Westgate et al., 2000, 2002a y 2002b).

En los estados de Puebla y Michoacán se tiene el registro de icnofósiles (huellas) de la Familia Hadrosauridae de edad cretácica (Ferrusquía et al., 1995).

Por lo anterior, se observa que el registro fósil en México correspondiente a vertebrados terrestres del Cretácico Superior es limitado, se reportan formaciones con restos de dinosaurios, sin embargo, la mayor parte de éstos se encuentran sin una asignación taxonómica a nivel de especie. Lo mismo se puede decir en el caso de las gimnospermas, en las que se ha reportado abundante madera petrificada al norte del país pero los estudios detallados aún son escasos.

Como parte del impulso para aumentar el conocimiento del Cretácico Superior continental, surgió un proyecto de exploración paleontológica de rocas en el norte del país, específicamente en los estados de Coahuila y Chihuahua; el presente trabajo se enmarca dentro de este proyecto. En el curso del trabajo de campo se descubrieron y se asignaron nombres a nuevas localidades. Una de éstas fue nombrada Altares, y es la localidad tema de esta investigación. En la localidad Altares se recolectaron huesos de dinosaurio, madera petrificada y

localidad Altares se recolectaron huesos de dinosaurio, madera petrificada y muestras de sedimento para la extracción de palinomorfos.

Este estudio tiene como objetivo ampliar el conocimiento de la diversidad biótica cretácica continental de México, realizando la descripción y caracterización del material fósil recolectado en la localidad de Altares-Chihuahua (madera, polen y huesos de dinosaurios). Con base en el conjunto de fósiles se interpreta el "ambiente de depósito". La nueva información obtenida se empleará para apoyar o refutar la hipótesis de la existencia del gradiente latitudinal biótico propuesta por Lehman (1997).

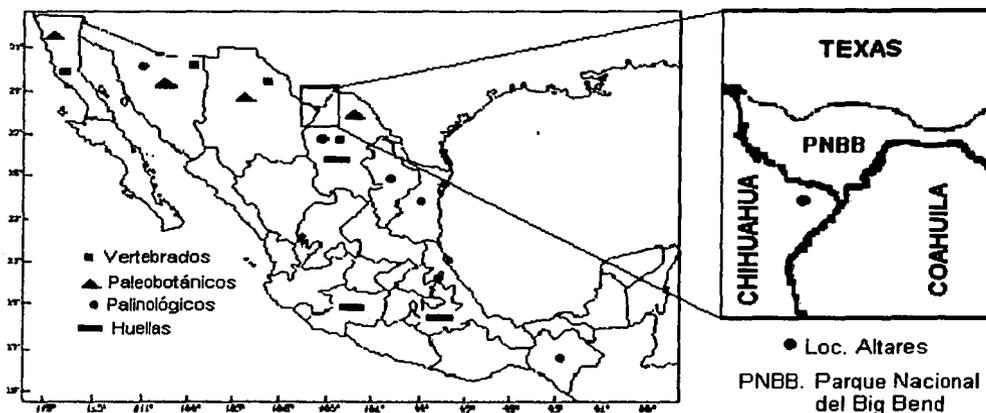


Fig. 2. Ubicación de la localidad Altares en la esquina NE del estado de Chihuahua y de las localidades con reportes paleobotánicos (\blacktriangle), palinológicos (\bullet), vertebrados (\blacksquare) y huellas (—) en rocas del Cretácico Superior en la República Mexicana.

III. ÁREA DE ESTUDIO

- Localidad

La localidad de Altares se ubica a 28° 57' 890" N y 103° 22' 363" W. Se encuentra localizada en el extremo NE del estado de Chihuahua (Figura 2), aproximadamente a 65 km. al norte del poblado Manuel Benavides, en el Municipio del mismo nombre.

- Flora

La mayor parte de la meseta chihuahuense se encuentra cubierta por una gran mancha de vegetación desértica, bordeada de mezquites y pastos. Hacia el norte y noreste, cuando existen manifestaciones de flora, ésta se compone de plantas xerófitas. Entre las especies típicas de esta región se encuentran: la lechuguilla, la gobernadora o guamis (*Larrea tridentata*), el mezquite (*Prosopis velutina*), el guayule (*Parthenium argentatum*), la candelilla (*Euphorbia antisifilitica*) y el ocotillo (Rzedowski, 1978).

- Clima

El clima de esta región es extremo, oscila desde los 5 °C o 10 °C bajo cero, hasta los 44°C. Las precipitaciones pluviales varían entre 100 y 500 mm por año. (Rzedowski, 1978).

- Orografía

En el municipio de Manuel Benavides gran parte del territorio es plano y semidesértico. En él se localizan varias serranías aisladas como son el Cañón de San Carlos, Hechiceros, La Quemada, Los Angeles y Sierra Rica. Las mesetas y planicies tienen una inclinación de sur a norte teniendo su punto más bajo en las márgenes del río Bravo.

En la localidad se observan pequeñas lomas, las cuales tienen pendientes suaves y redondeadas.

- Marco Geológico

Entre los estudios geológicos realizados en esta parte de Chihuahua, se cuenta con un trabajo inédito del INEGI (Palomino y Vega, comunicación personal, 2001) y otro de la Comisión Nacional de Electricidad, realizado en la cuenca de Ojinaga por Cabrera et al., (1982). Recientes estudios paleontológicos realizados en la esquina noreste del estado de Chihuahua reportan la presencia de la Formación Aguja continental y Javelina (Montellano et al., 2000; Westgate et al., 2000, 2002a).

Cabrera et al., (1982), en su área de estudio, la llamada Cuenca de Ojinaga reconocieron la presencia de las formaciones Aguja y Javelina, lamentablemente su área de estudio no incluye a la descrita en este trabajo. Estas dos formaciones fueron descritas originalmente en el Parque Nacional del Big Bend en E.U. A. en el estado de Texas por Maxwell et al., (1967).

- **Formación Aguja.-** Maxwell et al., (1967), reconocieron dos grandes unidades para esta formación: la marina y la continental, esta última se encontró sobreyaciendo al miembro marino. Cabrera et al., (1982), reconocieron la presencia de estas dos grandes unidades de la Formación Aguja, aflorando al SE de la zona de Manuel Benavides. La descripción litológica de la Formación Aguja continental incluye areniscas que predominan en la parte inferior, de color café claro, incluso blancas y pueden presentar estructuras sedimentarias primarias. El color de las arcillas va desde blancas a gris verdoso, algunas son piritosas, conteniendo horizontes de carbón. En la parte superior es frecuente encontrar

madera petrificada y ocasionalmente huesos de dinosaurios (Cabrera *et al.*, 1982). La edad de estos sedimentos ha sido asignada como campaniana con base en la asociación tanto de invertebrados como de vertebrados.

- **Formación Javelina.**- Esta formación se encuentra sobreyaciendo a la Formación Aguja. El contacto inferior con la unidad continental de la Formación Aguja es gradual, mientras que el superior es discordante con el material volcánico del Terciario. La edad asignada a esta formación es maestrichtiana – daniana, basada en el registro de vertebrados (Maxwell *et al.*, 1967; Lehman, 1985). Según Cabrera *et al.*, (1982), esta formación aflora al oriente de la Sierra de Santa Elena y en el faldeo inferior de la Sierra Hechiceros. La constituyen arcillas bentoníticas intercaladas con areniscas. Contiene madera petrificada y huesos de dinosaurios.

En el Parque Nacional del Big Bend, en Texas, se encuentran extensos afloramientos de estas formaciones. El contenido fosilífero en estos sedimentos en Texas es abundante y se encuentra muy bien conservado (Lehman, 1985). Los estudios que se han realizado en el parque son abundantes y de diversa índole; el registro fósil incluye vertebrados que incluyen diversos tipos de dinosaurios y de reptiles, así como mamíferos, maderas y polen, los cuales han sido recolectados en el mismo nivel estratigráfico y han permitido realizar reconstrucciones paleoecológicas (Rowe *et al.*, 1992; Baghai 1996; Wheeler y Lehman, 2000; Sankey, 2001, entre otros).

Los fósiles recolectados en la localidad de Altares, provienen de la falda este de una pequeña loma; los huesos y los granos de polen se recolectaron de una arcilla amarilla y la madera se encontró en un estrato de arenisca que sobreyacia al estrato de arcilla (Figura 3); roca volcánica terciaria intrusiva constituye las

partes topográficas más altas en toda el área.

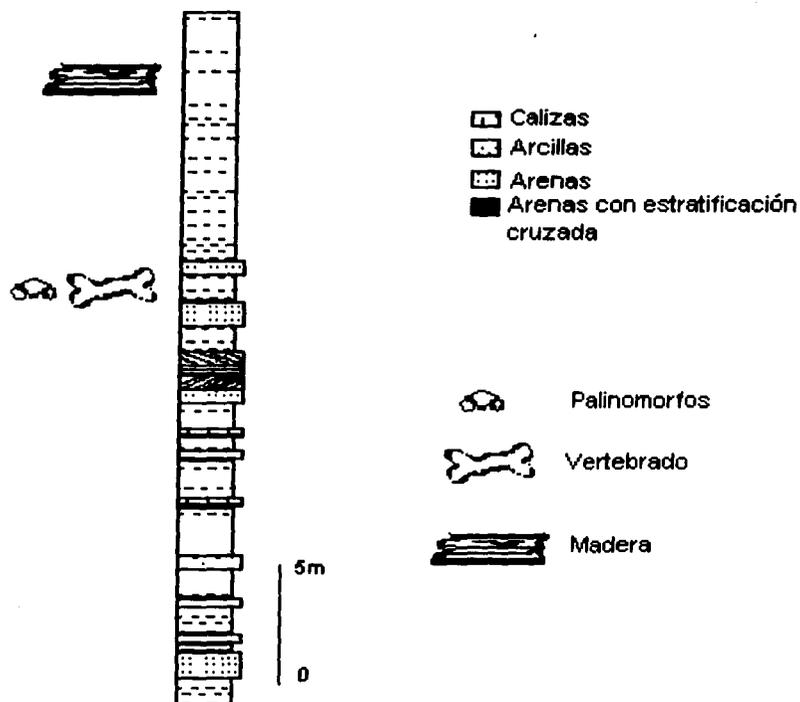


Fig. 3. Sección estratigráfica del área de la localidad de Altares (Comunicación personal Bennami, 2003).

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

Dado que se colectaron diversos fósiles, las técnicas de campo, laboratorio y gabinete que se emplearon fueron diversas y se describen a continuación:

Extracción de palinomorfos

La muestra para la extracción de los palinomorfos proviene de la arcilla amarilla colectada previamente. Para obtener la muestra, en el campo se hizo una perforación de aproximadamente 50 cm de profundidad con la ayuda de un martillo de geólogo limpiado con anterioridad para evitar contaminar la muestra. El sedimento se extrajo con las manos y se colocó dentro de una bolsa, registrando los datos de colecta correspondientes.

Para la extracción de palinomorfos se utilizaron dos técnicas diferentes con el fin de obtener mejores resultados.

Técnica 1. Los primeros 30 gramos de sedimento se colocaron en un vaso de precipitado y se agregó HCl al 10% (para eliminar carbonatos) hasta que no hubo reacción; dejando reposar por 2 horas, se decantó, se agregó agua destilada, y se dejó reposar por 20 horas. La muestra se colocó en tubos especiales para centrífuga para lavar el material con agua destilada y se centrifugó a 1500 rpm por 3 minutos, midiendo el pH; la centrifugación se repitió dos veces más, hasta que se neutralizó. Se agregó HF al 48% (para remover silicatos), se niveló y se centrifugó por 3 minutos a la misma velocidad, decantando 18 horas y posteriormente se agregó HCl 1N dejando por 10 minutos a baño maría. La muestra se neutralizó, se decantó el excedente y se agregó KOH (para remover ácidos orgánicos solubles adicionales) dejando

reposar por 20 minutos a baño maría. Una vez neutralizada, el residuo se tiñó con safranina y se elaboraron 2 preparaciones para confirmar la presencia de palinomorfos y determinar de manera preliminar la abundancia de materia orgánica. La muestra contenía palinomorfos, pero no en abundancia; con respecto a la materia orgánica, ésta si fue abundante, por lo que se procedió a preparar otros 30 gramos de sedimento utilizando otra técnica.

Técnica 2. Se colocó al sedimento en un vaso de precipitado y se le agregó HCl al 10% hasta que no presentó reacción y se dejó reposar por 24 horas, posteriormente se cambió por agua, se neutralizó y se agregó HF al 48%, se dejó reposar por una hora, se neutralizó y se dejó reposar por 24 horas.

Por otra parte se preparó solución Schultz (la cual ayuda a oxidar la materia orgánica) mezclando 30 ml de agua, 3 gramos de KClO_3 y 60 ml de HNO_3 . La solución Schultz se integró a la muestra, se dejó reposar por 15 minutos y se lavó hasta neutralizar. Las muestras procesadas con los dos tipos de técnicas se colocaron en tubos para centrifugar y se flotaron. Los tubos se nivelaron con una solución de BrZn. El BrZn, establece un eficiente método de separación por densidad, debido a que la solución es muy estable constituye una excelente alternativa para separar a la materia orgánica del material inorgánico, con relativa limpieza. Se centrifugaron por nueve minutos a 1200 revoluciones por minuto (rpm), se recuperó el sobrenadante, se neutralizó y al día siguiente elaboraron laminillas.

Se montaron 19 laminillas con ayuda de gelatina gliceralinada. Los bordes se sellaron con barniz transparente y las laminillas se anotaron con el número de

registro de la colección palinológica fósil Pb 9278 del Instituto de Geología de la UNAM.

Para la revisión de las laminillas se utilizó un microscopio OLYMPUS BX50 y una cámara OLYMPUS DP11. El área de observación se recorrió de arriba abajo y de izquierda a derecha, teniendo cuidado de recorrer todo el campo.

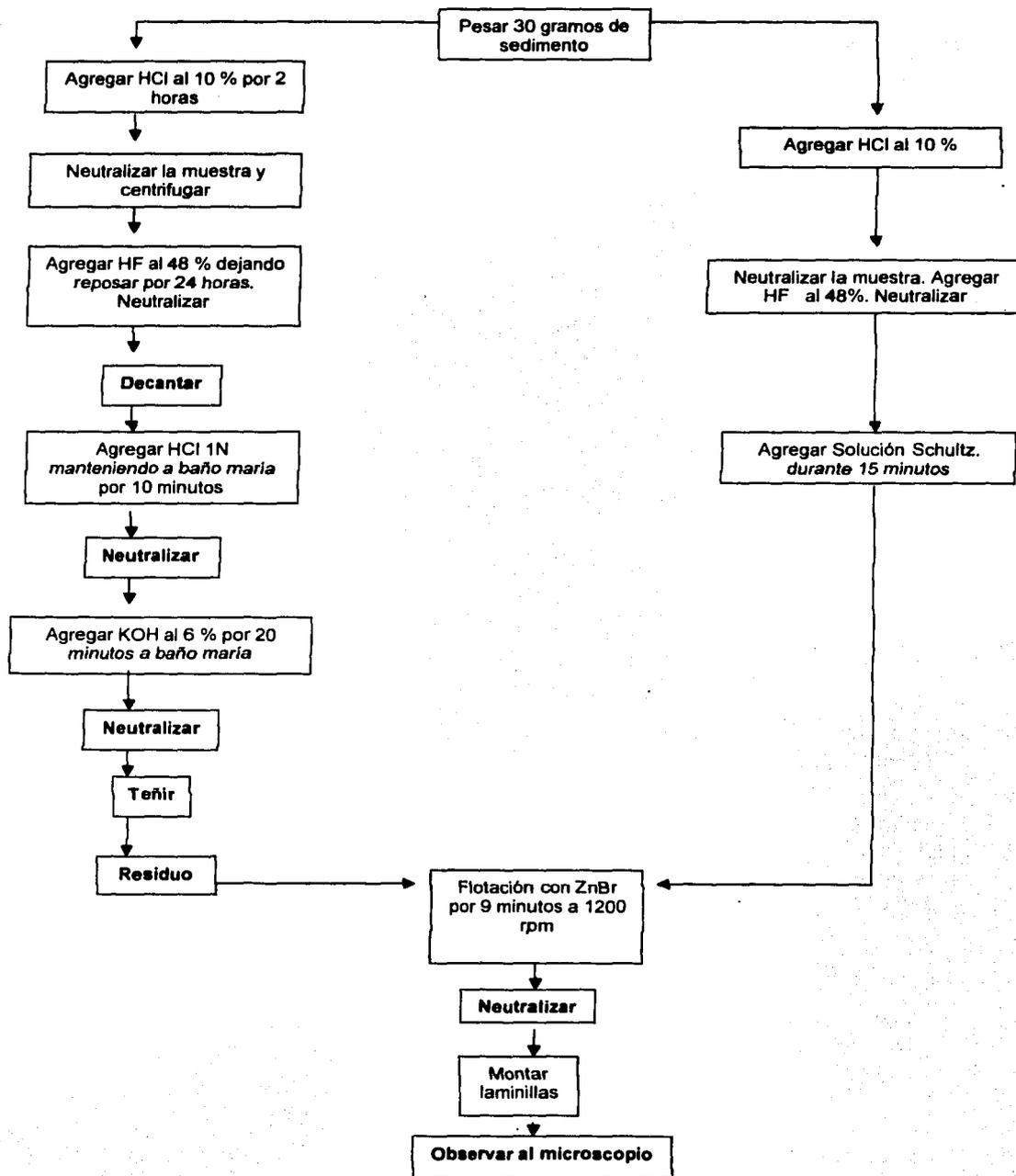
Para la identificación del polen y las esporas se tomaron en cuenta las siguientes características:

- Características de la exina.
- Tamaño de los granos (eje polar - eje ecuatorial)
- Posición, forma y número de aberturas
- Polaridad

La técnica utilizada en la extracción de los palinomorfos, se encuentra representada en el siguiente diagrama de flujo (Diagrama de flujo de extracción de palinomorfos).

Hay que mencionar que los granos de polen y esporas encontrados en la muestra de sedimento se encontraban poco conservados y fueron poco abundantes por lo que fue necesario realizar distintas técnicas de extracción.

Para la identificación se consultaron catálogos, manuales e ilustraciones de artículos publicados de las siguientes fuentes de información: Gray y Groot, 1966; Lawson, 1972; Baghai, 1996; Raymond, 1979; Martínez et al., 1980a; Martínez et al., 1980b; Tshudy, 1980; Nichols, 1982; Batten, 1984.

Diagrama de flujo de extracción de palinomorfos

Extracción, preparación y descripción de la madera.

Se encontró un árbol fosilizado en posición de crecimiento en una arenisca amarilla. El tipo de conservación de la madera es por permineralización de sílice. Las muestras recolectadas fueron estudiadas de acuerdo a los cortes tangenciales, radiales y transversales realizados. Se hizo un total de 26 preparaciones con la técnica de lámina delgada. Las observaciones anatómicas y morfológicas de la madera fueron hechas con un microscopio de marca OLYMPUS BX50 y una cámara OLYMPUS DP11. Las características para la identificación se tomaron según Barefoot y Hankins (1982). Se utilizó además la base de datos del programa Guess (Wheeler et al., 1986; LaPasha y Wheeler, 1987), se consultaron además claves de Barefoot y Hankins (1982) y también se usaron láminas de bibliografía y descripciones de Greguss (1955, 1967) y Cevallos (1992).

Para caracterizar la madera, se determinó la presencia o ausencia de los caracteres que se señalan en la Cuadro 1. Estos datos fueron tomados y modificados de Wheeler et al. (1986). Los caracteres morfológicos, se fueron observando dependiendo de la sección: transversal, tangencial o radial. Teniendo los datos completos se procesaron mediante un programa de computadora llamado Guess (Wheeler et al., 1986).

Se realizó un cuadro comparativo entre las características morfológicas de la madera recolectada y las afinidades dadas por el programa de computadora Guess (Wheeler et al., 1986) de las plantas actuales (Cuadro 2) y posteriormente

se realizó otro cuadro comparativo entre maderas de plantas fósiles, como se muestra en la Cuadro 3.

Extracción, preparación e identificación de restos de vertebrado

Los huesos fueron recolectados de la misma arcilla amarilla donde se recolectó el sedimento para la extracción de palinomorfos. Para extraer y transportarlos fue necesario realizar una férula de yeso. Una vez en el laboratorio, la limpieza del material se realizó con métodos mecánicos. Como la matriz era suave, se cepilló y se removió el sedimento con puntas odontológicas de diferentes formas y tamaños. Para la restauración del material las partes pequeñas se utilizó pegamento de contacto y para las partes más grandes fue necesario utilizar resina poliéster con fibra de vidrio (pelo de gato), para la restauración de las partes faltantes se utilizó una mezcla de yeso y pegamento de contacto. Una vez secada la mezcla se le aplicó acetato de celulosa con acetona (gliptol), el cual funciona como aglutinante para hacer más resistente al hueso. Pasando esta fase fue necesario pintar las partes restauradas con una mezcla de chapopote con gasolina blanca para darle un mejor acabado, tratando de imitar el color del hueso.

Terminada la etapa de restauración y debido al tamaño de los huesos, estos fueron medidos con la ayuda de un flexómetro y un vernier. Los parámetros de medición fueron tomados según Foster *et al.* (1993), y se muestran en la Figura 6. El material se fotografió con una cámara Canon 35 mm.

Abreviaturas: mm: milímetros, μ : micras, cm: centímetros, km: kilómetros, NE: noreste, T: lámina en corte transversal, Tg: lámina en corte tangencial y R: lámina en corte radial.

V. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Reino Plantae

Subclase Hamammelidae

Género *Tricolpites*, Van Der Hammen, 1954.

Diagnosis.- Grano de polen tricolpado, con tres colpos meridionales, isopolar. Exina variable en grosor (Van Der Hammen, 1954).

Descripción.- Grano de polen tricolpado, microreticulado, con lúminas menores a 1 micra, homobrocado, colpo que llega casi hasta los polos. Este grano se caracteriza por su tamaño pequeño, la medida del eje ecuatorial va desde 11 – 14 μ y de 15 a 20 μ en el eje polar (Lámina 1. 1-6).

Discusión.- No fue posible determinar a nivel de especie debido a la mala conservación de los granos, sin embargo, los caracteres señalados en la descripción son característicos de este género.

Dicotyledonae

Género *Tricolporites*, Van Der Hammen, 1954.

Diagnosis.- Los granos correspondientes a este género se caracterizan por tener aberturas compuestas, tres colpos meridionales, cada colpo puede tener poros ecuatoriales u otra modificación membranal, microreticulado, el tamaño de la lúmina no excede las 2.3 μ (Van Der Hammen, 1954).

Descripción.- Grano de polen tricolporado, microreticulado, lúminas menores a 1 micra, colpo largo que llega a los polos, homobrocado. El eje ecuatorial mide de 13 – 15 μ y de 17 a 28 μ en el eje polar (Lámina 1. 7-10).

Discusión.- Las aberturas compuestas de los granos descritos permiten asignarlos al género, la mala conservación y la poca abundancia de los palinomorfos en la muestra impidieron una identificación más específica.

Género *Echinosporis*, Krutzsch, 1959.

Diagnosis.- Espora monolete. Exina equinada de 2 μ de grosor, las espinas miden de 0.8 a 1.6 μ de alto. Se forma patrón reticulado. Forma elíptica envista polar. Monada, heteropolar, bilateral (Krutzsch, 1959).

Descripción.- Espora monolete equinada, abertura que llega a los polos, pared gruesa, espinas homogéneamente distribuidas menores a 1 micra, el tamaño de la espora es de 20 x 15 μ y la abertura abarca aproximadamente 12 μ (Lámina 1. 11).

Discusión.- La ornamentación y el tipo de abertura de esta espora permitieron la asignación del género.

División Coniferophyta

Orden Coniferales

Familia Pinaceae

Género *Pinuspollenites*, Raatz, 1937 ex R. Pontonié, 1958

Diagnosis.- Granos con dos sacos. Sacos adheridos del lado ventral del cuerpo y distintivamente colocados fuera de él, divergentes y se acercan hacia sus raíces, dorsalmente las raíces alcanzan el ecuador del cuerpo o ligeramente más allá de el, ventralmente están separados por un sulco mas o menos cercano. Sacos reticulados. La pared del cuerpo finamente reticulada, su grosor moderado,

incrementándose hacia las raíces de los sacos (Raatz, 1937 ex R. Pontonié, 1958).

Descripción.- Grano de polen sacado, microreticulado, mayor retículo en los sacos, exina delgada, el tamaño total de los granos se encuentra entre los 45 – 55 μ , la parte central 40 X 50 μ y los sacos de 40 X 23 μ (Lámina 1. 12-15).

Discusión.- La presencia de dos sacos aéreos, el micro retículo y el tamaño fueron caracteres utilizados en la asignación del género; al igual que los palinomorfos mencionados anteriormente su identificación específica se limitó debido al grado de conservación y su poca abundancia en la muestra colectada. En el caso de los depósitos fluviales la preservación de los palinómorfos es pobre y el número de granos es escaso (Leet y Judson, 1974). Lo anterior puede ser la causa de la pobreza de palinomorfos en la muestra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Lámina 1



Localidad: Altares. Figura. **1 al 6.1) *Tricolpites* sp.** Preparación Pb9278 1-2. 100x (11 x 15 μ). 120.5 x 17. **2)** Preparación Pb9278 1-2. 100x (18 x 13 μ). 135.6 x 22.4. **3)** Pb9278 1-2. 100x (17 x 13 μ). 147.5 x 16. **4)** Preparación Pb9278 1-4. 100x (19 x 15 μ). 119.6 x 22.6. **5)** Preparación Pb9278 2-1. 100x (17 x 10 μ). 126 x 7. **6)** Preparación Pb9278. 2-2. 100x (19 x 15 μ). **7 al 10. *Tricolporites* sp.** **7)** Preparación Pb9278 2-2. 100x (20 x 14 μ). 144.5 x 5.6. **8)** Preparación Pb9278 2-3. 100x (17 x 13 μ). 122.4 x 8.9. **9)** Preparación Pb9278 2-5. 100x (20 x 15 μ). 142 x 14. **10)** Preparación: Pb9278 4-5. 100x (20 x 14 μ). 132 x 10.8. ***Echinosporis* sp.** **11)** Preparación Pb9278 2-1. 100x (15 x 20 μ). 135.2 x 8.5. **12 al 15. *Pinuspollenites* sp.** **12)** Preparación Pb9278 2-4. 40x (64 x 43 x 32 x 19 μ). 135 x 10.5. **13)** Preparación Pb9278 3-1. 40x (45 x 25 x 20 x 25 μ). 131 x 3.17. **14)** Preparación Pb9278 1-1. 40x (40 x 30 x 20 x 25 μ). 135.8 x 5.8. **15)** Preparación Pb9278 2-2. 40x (55 x 52 x 20 x 25 μ). 150.5 x 16.

Reino Plantae
Orden Coniferales
Familia PODOCARPACEAE
Género *Podocarpoxylon*, Ghotan, 1905.

Diagnosis.- Puede presentar típicamente parénquima axial, contorno de las traqueidas en corte transversal típicamente rectangular, anillos de crecimiento distinguibles, paredes horizontales y tangenciales de los radios lisas, paredes de las células del parénquima lisas, punteaduras areoladas y circulares, traqueidas con contorno rectangular o radios típicamente uniseriados (Ghotan, 1905).

Descripción.- Corte transversal: Anillos de crecimientos distintivos, en marcada diferenciación entre la madera temprana y la tardía (Lámina 2. 1). La madera temprana esta constituida aproximadamente de 35 (28-42) traqueidas de espesor de forma rectangular a cuadrada con diámetro aproximadamente de 140 x 130 μ y tienen un lumen promedio 61 μ (55-75) de diámetro (Lámina 2. 1); mientras la madera tardía se compone de 3 a 5 traqueidas de espesor, forma rectangular con un diámetro promedio de 30 x 20 μ y lumen de 11 μ (5-15) de diámetro (Lámina 2. 2). Parénquima axial presente en forma difusa, contándose 18 células por mm^2 (Lámina 2. 3).

Corte tangencial.- Las terminaciones de las traqueidas no fueron muy claras para su observación, imposibilitando medir su longitud. Las paredes de las traqueidas son lisas y las punteaduras son poco visibles en esta sección de la madera. Los radios son uniseriados aunque de manera asilada se encuentran unos biseriados. Miden aproximadamente de ancho 40 μ y de alto 460 μ (300-1000) (Lámina 2. 4, 5

y 6). Las células del parénquima axial son rectangulares con pared lisa, reconocibles por el material oscuro que contienen (Lámina 2. 7).

Corte radial.- Las traqueidas presentan punteaduras areoladas circulares alternas con diámetro aproximado de 20 μ , alineadas en dos y a veces tres hileras, éstas no entran en contacto, sólo cuando se encuentran en tres hileras las cuales tienden a ser alternantes (Lámina 3. 1 y 2). Las punteaduras del campo de cruzamiento son opuestas generalmente dos, raramente cuatro; de tipo podocarpoide y cupresoide. Las paredes de los radios son delgadas y lisas (Lámina 3. 3 y 4).

Discusión.- Las afinidades dadas por el programa de Guess (Wheeler et al., 1986) sugirieron que la muestra chihuahuense comparte caracteres anatómicos con las maderas de las familias Cupressaceae, Araucaceae y Podocarpaceae.

Comparación con maderas actuales.- La madera recolectada presenta una diferenciación en los anillos de crecimiento, la cual es una característica que comparte tanto con las maderas de Araucaceae, Cupressaceae como las Podocarpaceae (García et al., 2000); presenta paredes horizontales y tangenciales de los radios, lo que sugieren igualmente afinidad con las Araucaceae, Podocarpaceae y *Dacrydium* (Greguss, 1955). La presencia de parénquima axial en la muestra chihuahuense es otra característica que comparte con las maderas de Cupressaceae, Podocarpaceae y *Dacrydium*. Por otra parte, se encontraron caracteres anatómicos en la muestra chihuahuense que diferían notablemente con las otras familias. Las paredes horizontales y tangenciales de los radios lisas presentes en la muestra chihuahuense difieren con las paredes horizontales y tangenciales de los radios con nódulos de las maderas de

Cupressaceas. El contorno rectangular de las traqueidas de la muestra de chihuahua difieren con el contorno redondeado de las traqueidas de Cupresaceae y Araucaceae. Otro carácter de la muestra que difiere de las Araucaceae es la presencia de parénquima axial en la muestra, debido a que en las Araucaceae típicamente no se encuentra (Greguss, 1955, 1967; Barefoot y Hankins, 1982). Al no encontrarse indenturas en la muestra, se descarta la afinidad con las Cupressaceae ya que típicamente las presenta y además es un carácter diagnóstico para esta familia. La presencia de punteaduras areoladas, circulares y opuestas de la madera estudiada, difiere notablemente de las Araucaceae ya que estas presentan exclusivamente punteaduras poligonales sobre las paredes radiales (García et al., 2000).

Por otra parte se encontraron afinidades con los géneros fósiles de Araucaceae (*Dadoxylon*, *Araucarioxylon*, *Brachyoxylon*); Taxodiaceae (*Taxodioxylon*); Podocarpaceae (*Podocarpoxylon*); Pinaceae (*Cedroxylon*) y maderas de coníferas extintas (*Planoxylon*, *Xenoxylon*) (Cuadro 3).

Comparación con maderas de plantas fósiles.- La presencia de crásulas en la muestra de Chihuahua contrasta con la ausencia de éstas tanto en *Dadoxylon* como *Araucarioxylon*. En la madera estudiada se observa que las paredes horizontales y tangenciales de los radios son lisas, este carácter difiere con las punteaduras e indenturas presentes en *Cedroxylon* y *Planoxylon*. Aunque la muestra estudiada comparte el número de punteaduras por campo de cruzamiento con *Xenoxylon*, difiere de ésta debido a que presenta punteaduras hexagonales en la pared radial de las traqueidas. Las punteaduras piceoide-cupresoide encontradas en el campo de cruzamiento de la madera estudiada, contrasta con

las punteaduras típicamente podocarpoides de *Podocarpoxyton* (Greguss, 1967). El contorno de forma rectangular de las traqueidas visto en corte transversal, es una carácter que comparte con *Podocarpoxyton* y *Xenoxylon*, sin embargo difiere con *Taxodioxyton*.

La madera recolectada comparte caracteres semejantes con las familias y los géneros actuales: Cupressaceae, Araucaceae, *Dacrydium* y *Widringtonia* y con los géneros fósiles; *Dadoxylon*, *Araucarioxyton*, *Cedroxylon*, *Planoxylon*, *Xenoxylon*, *Brachyoxylon* y *Taxodioxyton* y *Podocarpoxyton*, como se muestra en los Cuadros 2 y 3. Sin embargo, debido al tipo de punteadura, lo que ésta abarca en el campo de cruzamiento, las traqueidas con contorno rectangular y la presencia de radios típicamente uniseriados características diagnósticas del género *Podocarpoxyton* (Gohtan, 1905), se optó por referirlo a este taxón. No es posible llegar a una determinación más específica debido a que las maderas fósiles poseen una mezcla de caracteres anatómicos que pueden o no estar presentes en las coníferas actuales (Cevallos, 1992).

Cuadro 1. Caracteres utilizados para clasificar a la madera de gimnospermas. Tomadas de Wheeler et al. (1986).

Características Generales	Presente	Ausente	Características Generales
1 Crecimiento de anillos indistintos		√	PARÉNQUIMA RADIAL
2 Madera tardía marcada		√	13 Paredes horizontales delgadas
3 Madera tardía conspicua		√	14 Paredes horizontales sin punteaduras
LONGITUD TRAQUEDIAS			15 Paredes horizontales con punteaduras
4 Punteaduras alternadas	√		16 Identuras
5 Punteaduras >1 seriadas, opuestas	√		17 Paredes con esquinas delgadas
LONGITUD PARÉNQUIMA			18 Finales de las paredes nodulares
6 Parénquima presente	√		19 Rayos frecuentemente >30 células de alto
7 Parénquima abundante		√	20 Cristales presentes
8 Paredes de parénquima con final nodular		√	PUNTEADURAS DE CAMPO DE CRUZAMIENTO
TRAQUEDIAS RADIALES			21 1-3 de largo
9 Radios de traqueadas	√		22 Piceoide
10 Dentición minuta		√	DUCTOS DE RESINA
11 Dentición promedio		√	23 Conductos traumáticos
12 Dentición reticulada		√	

Cuadro 2. Comparación con maderas de coníferas actuales

Maderas comparadas	Contorno traqueidas en corte transversal	Anillos de crecimiento	Serie de los radios	Altura radios en número de células	Células radio ancho por alto (μ)	Paredes horizontales y tangenciales de los radios
Muestra Chihuahua	Rectangular	Distinguidos	1 (2)	6-20	45X25	Lisas
Cupressaceae	Redondeada	Evidentes	1	1-15	-	ENGROSAMIENTOS-NÓDULOS
Araucaceae	Redondeada	No distinguibles	1	1-6-8	30-50	Finas, Lisas y sin punteaduras
Podocarpaceae	Redondeada - Rectangular	Distinguidos	1	1-15	16-18X9-10	Lisas
Dacrydium	Redondeada-Rectangular	Distinguidos delgados	-	1-25	20-30X20-18	Lisas
Widringtonia	Rectangular	Distinguidos	1	1-45 o 10-15	21-25	-
Maderas comparadas	Número de punteaduras por campo de cruzamiento	Tipo de punteaduras en el campo de cruzamiento	Crásulas	Pared de las células del parénquima axial	Canales resiníferos	Punteaduras
Muestra Chihuahua	1-2	Piceoide-cupresoide	Presente	Lisas	Ausentes	Areoladas, circulares y ovales
Cupressaceae	1-4	Cupresoide	-	Lisas	Ausentes	Areoladas-1 sola fila
Araucaceae	4-6	Piceoide-cupresoide	Presente	AUSENTE	-	AREOLADAS, POLIGONALES, ALTERANADAS
Podocarpaceae	1-2	Piceoide-cupresoide	Presente	Lisas	Ausentes	Areoladas, circulares y ovales
Dacrydium	1-3	-	-	-	-	-
Widringtonia	-	-	-	-	-	-
Maderas comparadas	Diámetro de las punteaduras en pared tangencial (μ)	Diámetro del lumen de las traqueidas de la madera tardía	Número de traqueidas entre los dos radios	Diámetro del lumen de las traqueidas de la madera temprana (μ)	Espesor de la pared de la madera temprana (μ)	Espesor de la pared de la madera tardía (μ)
Muestra Chihuahua	20	30	3-4	60	10	16
Cupressaceae	-	-	-	-	-	-
Araucaceae	-	-	-	-	-	-
Podocarpaceae	15	-	-	-	-	-
Dacrydium	6-7	40	-	-	-	-
Widringtonia	-	40	-	70	-	-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 3. Comparación con maderas de coníferas fósiles

Maderas comparadas	Contorno traqueidas en corte transversal	Anillos de crecimiento	Serie de los radios	Altura radios en número de células	Células radio ancho por alto (μ)	Paredes horizontales y tangenciales de los radios
Muestra Chihuahua	Rectangular	Distinguidos	1 (2)	6-20	45X25	Lisas
Dadoxylon y Araucarioxylon	Redondeado	-	1 (2)	1-7 (15)	-	Lisas
Cedroxylon y Planoxylon	Redondeado	-	-	-	-	PUNTEADURAS O INDENTURAS
Xenoxylon	Redondeado-Rectangular	-	1	-	-	-
Brachyoxylon	Redondeado-Rectangular	Verdaderos y falsos	1 (2)	1(5)8(20)	-	Lisas
Podocarpoxyton	Rectangular	Verdaderos	1 (2)	1(5)8(20)	-	Lisas
Taxodioxyton	REDONDEADO	Verdaderos	1 (2)	1(28)40	-	Lisas
Maderas comparadas	Número de punteaduras por campo de cruzamiento	Tipo de punteaduras en el campo de cruzamiento	Crásulas	Pared de las células del parénquima axial	Canales resiníferos	Punteaduras de la pared radial de las traqueidas
Muestra Chihuahua	1-2	Piceoide-cupresoide	Presente	Lisas	Ausentes	Areoladas, uniseriadas, multiseriadas, alternadas y poligonales.
Dadoxylon y Araucarioxylon	1-2	Hexagonal	Ausente	Lisas	-	-
Cedroxylon y Planoxylon	1-2	-	-	-	-	HEXAGONALES
Xenoxylon	1-2	-	-	-	Lisas	Ovaladas y hexagonales, entran en contacto unas con otras.
Brachyoxylon	1 a 3 hileras con 2 a 4 cada una	Cupresoides	No observadas	Lisas	-	Circulares, libres unas de otras
Podocarpoxyton	1-4	Cupresoides y podocarpoides	Presente	Lisas	-	Circulares, libres unas de otras
Taxodioxyton	-	Circulares	Presente	Lisas	-	-
Maderas comparadas	Diámetro de las punteaduras en pared tangencial (μ)	Diámetro del lumen de las traqueidas de la madera tardía	Número de traqueidas entre los dos radios	Diámetro del lumen de las traqueidas de la madera temprana (μ)	Espesor de la pared de la madera temprana (μ)	Espesor de la pared de la madera tardía (μ)
Muestra Chihuahua	20	30	3-4	50	10	16
Dadoxylon y Araucarioxylon	-	-	-	-	-	-
Cedroxylon y Planoxylon	-	-	-	-	-	-
Xenoxylon	-	-	-	-	-	-
Brachyoxylon	-	12(16)19	1-5	-	1(2.5)3	1(12.5)16
Podocarpoxyton	13-26	7(11)15	1-8	70	3(5)5	8(9)10
Taxodioxyton	18-25	12(18)25	1-6	-	6(8)9	5(8)12.5

TESIS CON
PALA DE ORIGEN

Nota: Las palabras con MAYÚSCULA señaladas en los Cuadros 2 y 3 resaltan los caracteres que fueron significativos para la clasificación de la madera de Chihuahua y difieren de la muestra, mientras que las palabras que se encuentran subrayadas indican los caracteres que fueron compartidos. Los caracteres utilizados para la comparación fueron tomados de Cevallos (1992) y la información fue tomada de Cevallos (1992), Barefoot y Hankins (1982), LaPasha y Wheeler (1987) y Greguss (1955 y 1967).

Lámina 2

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

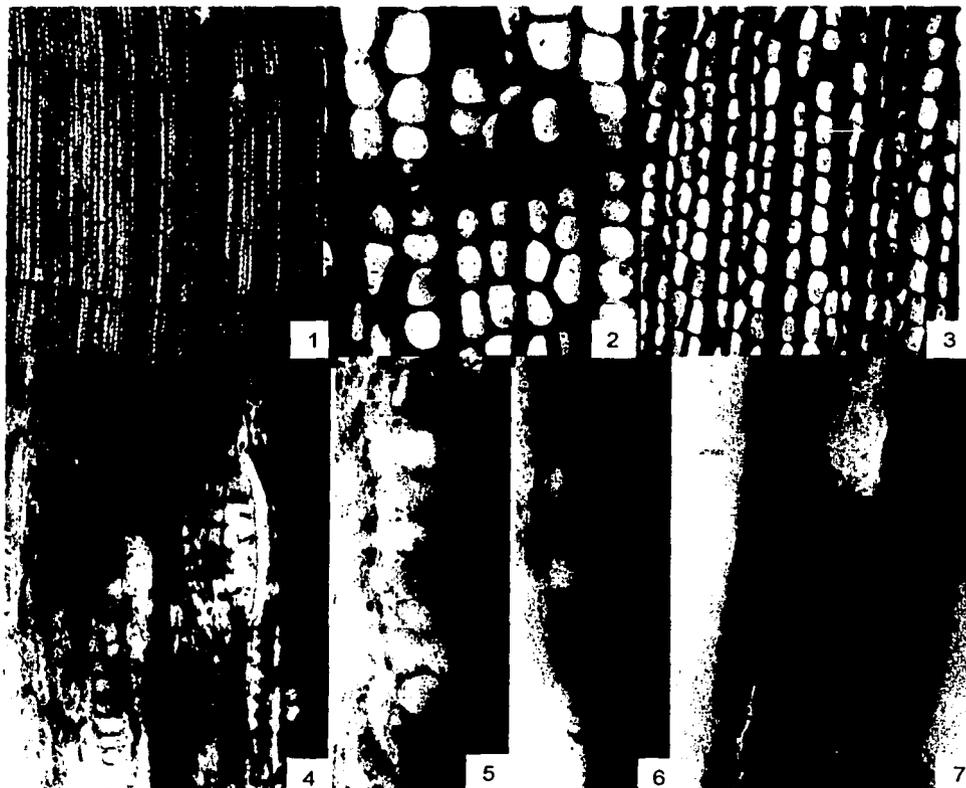


Fig. 1 al 7. *Podocarpoxylon* Ghotan. 1. Corte transversal mostrando parte de un anillo de crecimiento. T1.3. 136x13.5.4x 2. Corte transversal mostrando a detalle la madera tardía. T1.4. 133. 5x21. 10x. 3. Corte transversal mostrando al parénquima axial en forma difusa. T1.6. 141.7x16.9. 20x. 4. Corte tangencial en donde se muestran los radios. Tg. 1.3. 132x15. 20x. 5. Se muestra radio uniseriado. Tg. 1.3. 132x15. 40x. 6. Detalle de un radio biseriados. Tg. 1.3. 132x15. 40x. 7. Células del parénquima axial rectangulares y con pared lisa. Tg. 1.3. 153x8.20. 20x.

Lámina 3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

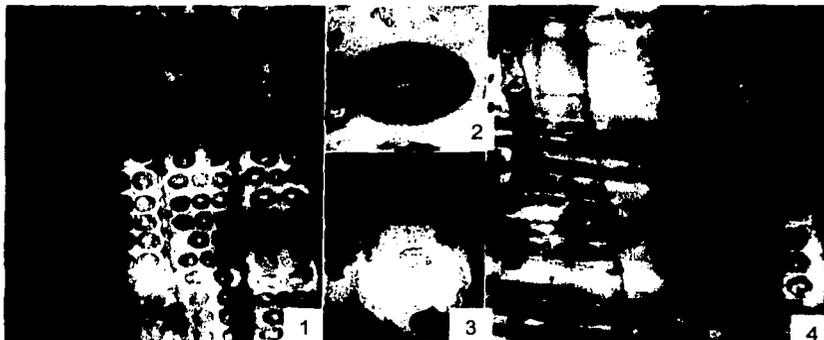


Fig. 1 al 4. *Podocarpoxylon* Ghotan. 1. Corte radial mostrando las punteaduras areoladas circulares, alineadas en dos y tres hileras de las traqueidas. R1.1. 151x14.68. 20x. 2. Detalle de punteadura de traqueida. 3. Corte radial en el que se muestra a detalle las punteaduras de campo de cruzamiento y 4. Corte radial en el que se observan los radios y punteaduras de campo de cruzamiento. R1.3. 147x112. 48. 40x.

Dinosauria**Suborden Ceratopsia Marsh, 1888****Infraorden Neoceratopsia Sereno, 1986****Familia Ceratopsidae Marsh, 1888****Subfamilia Chasmosaurinae Lambe, 1915****Chasmosaurus Lambe, 1914*****Chasmosaurus mariscalensis* Lehman, 1989**

Diagnosis.- *Chasmosaurus mariscalensis* se caracteriza por presentar cuernos supraorbitales rectos, lateralmente comprimidos, más que en *Chasmosaurus belli* o *Chasmosaurus russelli*. Esta característica no sólo la diferencia de estas dos especies, también de otros ceratopsidos ya que posee una proyección anteromedial del cuerno nasal hacia la premaxila; el escamoso es ancho, largo y se encuentra curvado, dorsalmente su margen lateral interno es convexo y presenta una serie de epoccipitales anchos y pequeños en el margen externo, el número varía entre seis y diez (Figura. 4) (Lehman, 1989; Foster et al., 1993)

Distribución geográfica y edad.- *Chasmosaurus mariscalensis* ha sido reportado para la parte continental de la Formación Aguja de edad campaniana, en el Parque Nacional del Big Bend en Texas (Lehman, 1989; Foster et al., 1993) y en el estado de Chihuahua, México (Westgate, 2002a) (Figura 5).

Material (Alt. 2001).- Un escamoso y un cuerno supraorbital (Lámina 4).

Descripción del material.- Escamoso - La posición de la fenestra indica que se trata de un escamoso derecho que mide aproximadamente 290 mm en la parte

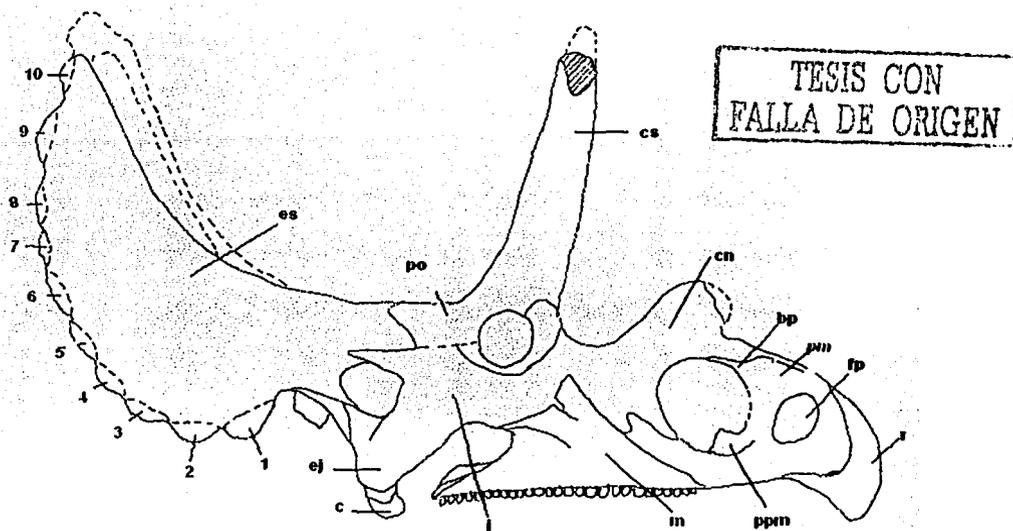


Fig. 4. Cráneo de *Chasmosaurus mariscalensis* en vista lateral derecha. Abreviaturas utilizadas: bp. borde premaxilar; c. cuadrato; cn. cuerno nasal; cs. cuerno supraorbital; es. escamoso; ej. epiyugal; fp. fosa premaxilar; j. yugal; m. maxila; pm. premaxilar; po. preorbital; ppm. proceso premaxilar. r. rostral. Serie de epoccipitales (1-10). Modificado de Foster *et al.*, (1993).

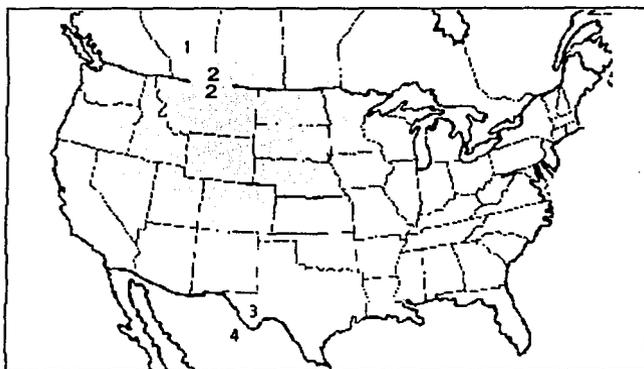


Fig. 5. Distribución de *Chasmosaurus*. 1. *Ch. belli* y *Ch. ruselli*, Grupo Judith River, Alberta, Canadá y Montana, E. U. 2. *Ch. ruselli*, grupo Judith River, Canadá. 3. *Ch. mariscalensis*, Formación Aguja, Texas y 4. *Ch. mariscalensis*. Altare. Chihuahua. México.

más ancha (Figura 6A, 1) y 770 mm en la parte más larga (Figura 6A, 2). El margen lateral interno presenta una forma convexa. La conservación de la serie de epoccipitales no es buena, sin embargo, es posible distinguir ocho a lo largo del borde externo del escamoso (Lámina 4).

Cuerno supraorbital - La mayor parte del cuerno se encuentra conservada. Mide aproximadamente 420 mm de largo (Figura 6B, 3), 90 mm en la parte más ancha (Figura 6B, 4) y 40 mm en la más delgada (Figura 6B, 5). El cuerno supraorbital se distingue del nasal debido que es más grande y a diferencia del supraorbital, el nasal se encuentra transversalmente alargado (Figura 7).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 6. Parámetros de medición según Foster *et al.*, (1993). A. Escamoso y B. Cuerno supraorbital.

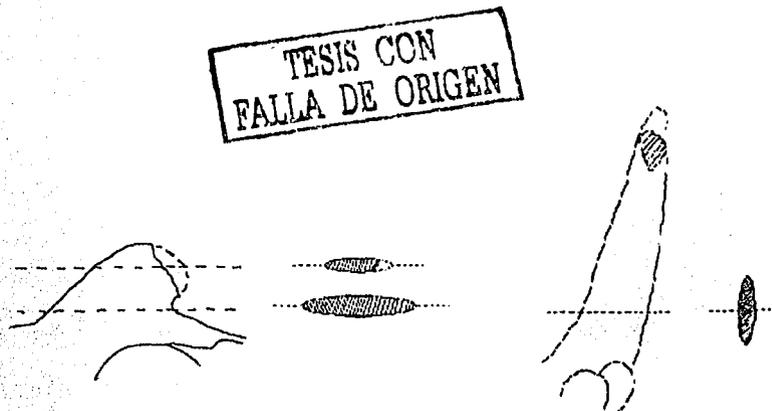


Figura. 7. Diferencia entre cuerno nasal y cuerno supraorbital.

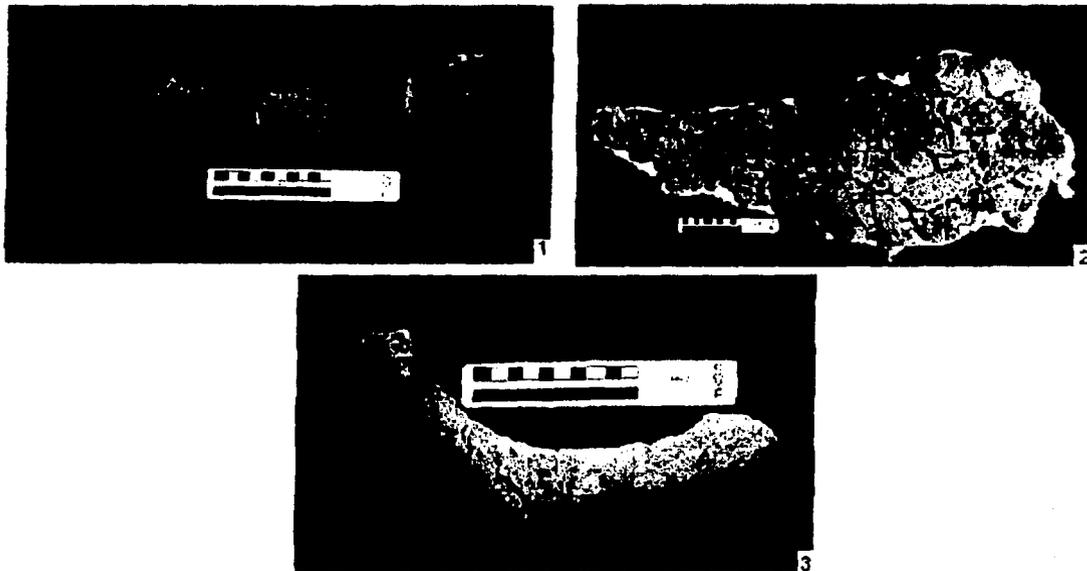
Discusión.- Los *Chasmosaurus* habitaron durante el Campaniano (74 – 76 m.a); se caracterizaron por tener una larga fenestra parietal, también por tener cuernos nasales y postorbitarios de desarrollo variable en las distintas especies. Por el momento para este género sólo existen tres especies válidas que corresponden al el Campaniano Tardío: *Chasmosaurus belli* en depósitos de la Formación Judith River en Alberta, Canadá (Lambe, 1914) y *Chasmosaurus russelli* en depósitos de la misma formación en Alberta, Canadá y Montana, E. U. A (Sternberg, 1940) al norte y *Chasmosaurus mariscalensis* en el Parque Nacional del Big Bend en la Formación Aguja continental en Texas, E. U. A y Chihuahua al sur (Lehman, 1989; Foster et al., 1993; Westgate, 2002a). La distribución de estas especies se muestra en la Figura 5.

Las especies de *Chasmosaurus* muestran principalmente diferencias anatómicas en el cráneo. El escamoso de *Chasmosaurus russelli* muestra una profunda marginación del parietal, donde en cada lado, la parte de la barra parietal

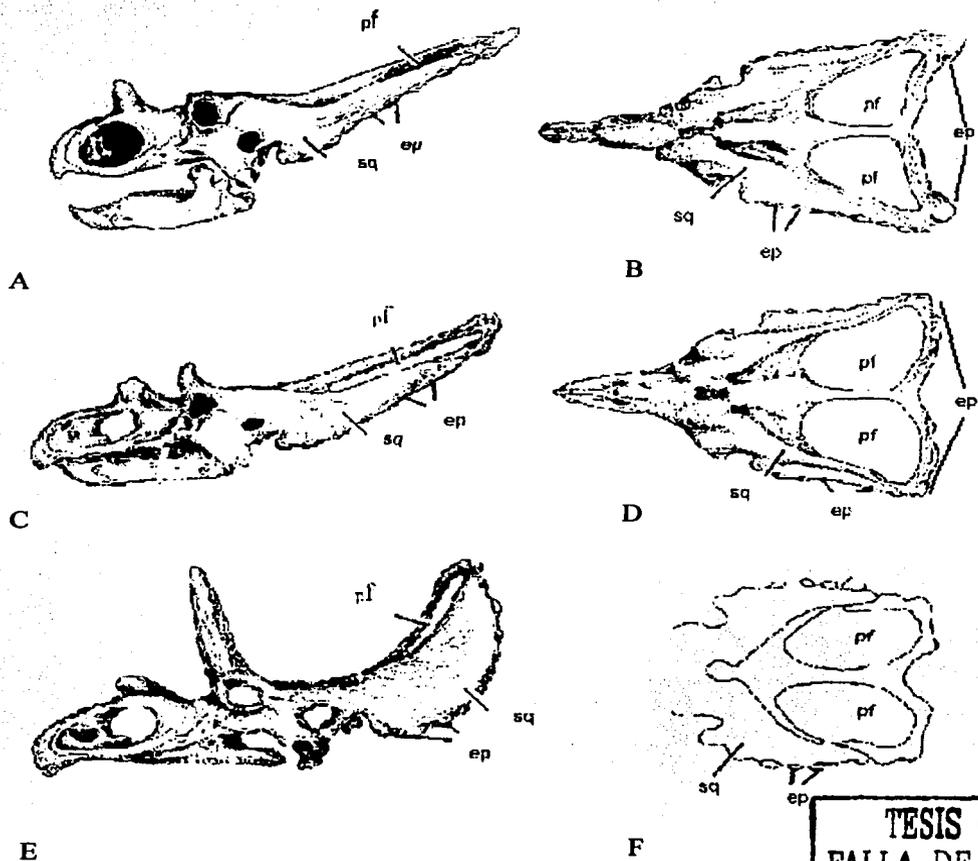
forma un ancho arco con tres distintos epoccipitales; el cuerno nasal es descrito como masivo, pero carece del supraorbital Figura 8. A y B) (Dodson, 1996). A diferencia de esta especie, Alt. 2001 posee cuerno supraorbital y la forma de los epoccipitales es homogénea y ancha (Figura 8. E y I). *Chasmosaurus belli* presenta una pequeña marginación del parietal, el cuerno nasal es relativamente pequeño, más que en las otras especies, al igual que el cuerno supraorbital; presenta epoccipitales triangulares en cada esquina posterior del escamoso, se encuentran además otros epoccipitales pero son menos prominentes (Figura 8. C y D). En cambio en Alt. 2001, el cuerno es largo y el escamoso carece de epoccipitales triangulares, además estos tienen un tamaño homogéneo, elementos que contrastan con *Ch. belli*.

Los restos recolectados en Chihuahua muestran mayor semejanza con la especie *Chasmosaurus mariscalensis*, donde el cuerno supraorbital es alargado a diferencia de *Ch. belli*, el cual es más curvado (Dodson, 1996) (Figura 8); el margen lateral interno del escamoso presenta una forma convexa y en el margen exterior se observa una serie de epoccipitales, que aunque pequeños y mal conservados muestran su forma homogénea y ancha que es característica de la especie, estos caracteres se observan en la Lámina 4.

Lámina 4



Chasmosaurus mariscalensis. 1. Cuerno supraorbital. 2. Escamoso derecho y 3. Fenestra.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 8. Vista lateral y dorsal de las diferentes especies de *Chasmosaurus*. *Ch. russelli* (Ay B), *Ch. belli* (C y D) y *Ch. mariscalensis* (E y F). Abreviaturas utilizadas, sq. escamoso; ep. epoccipitales; pf. parietal fenestra. Se puede observar la diferencia en el tamaño de los cuernos y la posición del escamoso. Modificados de Foster *et al.*, 1993 y Lehman, 1989.

VI. DISCUSIÓN

Debido a la escasez y mala conservación de la muestra palinológica estudiada no se logró reconocer especies características de la provincia *Normapolles*; sin embargo, los géneros descritos en este trabajo como *Tricolporites* y *Tricolpites* concuerdan con los géneros-forma de granos de angiospermas colpados y porados (usualmente triporados) característicos de la provincia *Normapolles* (Graham, 1993; Batten, 1984; Srivastava, 1981).

La provincia *Normapolles* está constituida por una asociación heterogénea de granos de polen y esporas que incluye varias angiospermas extintas y de origen incierto, se considera que algunos de los géneros-formas son cercanos o están relacionados con los miembros de Hamamelidae, Myriacales y Juglandales, entre otras (Friis, 1983). Algunos taxones tienen además alcances estratigráficos restringidos y son útiles para la determinación de edades tanto de rocas cretácicas continentales como terciarias (Baghai, 1996). Esta provincia, se define como un bosque ralo o de dosel abierto en donde las condiciones de temperatura y humedad eran de aproximadamente 25°C (Graham, 1999)

En México, la provincia de *Normapolles* comprende los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Martínez y Hernández, 1996). Estudios palinológicos realizados en el Parque Nacional del Big Bend en Texas, E. U. A; específicamente en la Formación Aguja, reportan géneros representativos de esta provincia como *Complexiopolis*, *Interpollis*, *Trudopolis*, *Plicapollis* y *Subtrudopolis* (Baghai, 1996); algunos de estos géneros se han reportado en México, con lo que se podría confirmar la presencia de granos correspondientes a la Provincia de *Normapolles* al norte del País (Medús y Almeida, 1982).

Maderas de coníferas en México se han reportado en la Formación Olmos del estado de Coahuila de edad maestrichtiana como *Dadoxylon*, *Brachyphyllum macrocarpum*, *Geinitzia* sp., *Raritania*, *Metasequoia cuneata*, *Taxodioxylon* y *Podocarpoxyton* (Cevallos, 1992; Weber, 1975 y 1982); estudios recientes en el estado de Chihuahua describen la presencia de Araucaraceae en la Formación Aguja continental (Westgate et al., 2002a). En la formación Aguja continental en el Big Bend en Texas, E. U. A, se reporta la presencia de madera del tipo *Podocarpoxyton* (Lehman, comunicación personal, 2002) además de hojas, conos y granos de polen. Como una contribución al conocimiento del Cretácico Superior de México, la madera del tipo *Podocarpoxyton* descrita en este trabajo es el primer registro de coníferas de este género con edad campaniana.

Aunque el estudio de maderas de gimnospermas del Cretácico Superior es limitado, es posible obtener evidencia de la presencia de éstas a partir de los granos de polen descritos tanto en formaciones de nuestro país como en el Parque Nacional del Big Bend, Texas. En estudios de palinomorfos de la Formación Aguja en Texas, informan de la presencia de taxones correspondientes a Cycadaceae, Cupressaceae, Taxodiaceae, Pinaceae, *Classopollis* y *Ephedrites* entre otros (Bagahi, 1996). En el estado de Coahuila, tanto en la Formación Upson de edad maestrichtiana, en la Formación Olmos de la misma edad y la Formación San Miguel de edad campaniana, se describe igualmente la presencia de Araucaceae, Taxodiaceae, *Classopollis* y Podocarpaceae (Martínez et al., 1980a). Aún con la escasa información, algunos paleobotánicos comienzan a plantear modelos e hipótesis sobre las posibles composiciones florísticas durante este periodo. Tal es el caso de Srivastava (1981) que plantea que las coníferas como

las Podocarpaceas, Cheirolepidiaceas y Taxodiaceas prosperaron y aparentemente fueron dominantes durante el Campaniano en el sureste de Texas, lo que resulta importante, ya que la madera de la localidad de edad campaninana de Altares, Chihuahua que se estudió pertenece al género *Podocarpoxyton*, género extinto de las Podocarpaceae. Un estudio más detallado proporcionará las pruebas que confirmen la dominancia de dichas familias en localidades de edad campaniana en México.

La madera estudiada del tipo *Podocarpoxyton* del estado de Chihuahua al igual que otras gimnospermas descritas en los estados de Sonora y Coahuila de edad maestrichtiana, reportadas por Cevallos (1992), muestran anillos de crecimiento delgados, lo cual sugiere que existieron condiciones favorables para su crecimiento, es decir que la producción del cambium vascular cesó su actividad por periodos cortos (Cevallos, 1992). Esto apoya la hipótesis propuesta por Lehman (1997) la cual sugiere un clima no estacional durante el Cretácico Superior en latitudes sureñas al occidente del "Mar Interior del Oeste de Norte América".

Aunque restos de ceratópsidos se han descrito en localidades del Cretácico Superior de México, pocos han sido identificados; por ejemplo, en el estado de Coahuila en la Formación Cerro del Pueblo de edad campaniana se reportan ceratópsidos posiblemente correspondientes a chasmosaurine y centrosaurine (Kirkland, et al., 2000; Brinkman et al., 2002); en el mismo estado pero en la Formación Olmos de edad maestrichtiana, los restos se encuentran indeterminados (Aguirre y Hernández, 2002; García y Hernández, 2002) y lo mismo ocurre con los reportados en el Grupo Cabullona en Sonora (Lucas, 1993);

en el estado de Baja California los restos se identifican como referente a *Monoclonius* (Murray, 1960) y recientes estudios realizados en la Formación Aguja en Chihuahua reconocen restos de ceratópsidos, algunos de estos restos se han asignado de manera preliminar a la especie *Chasmosaurus mariscalensis* (Westgate et al., 2002a y 2002b). Esta especie había sido descrita únicamente en rocas de la Formación Aguja del Campaniano tardío en el Parque Nacional del Big Bend en Texas, E.U. A (Lehman, 1989; Foster et al., 1993).

Debido a los caracteres diagnósticos encontrados en los huesos recolectados en la localidad de Altares, la cercanía del Parque Nacional del Big Bend y el área de estudio de Westgate es congruente afirmar que se trate de la misma especie.

Lehman (1997) considera que los vertebrados como los dinosaurios, formaban asociaciones a lo largo del "Mar Interior del Oeste de Norte América". La fauna sureña denominada "*Kritosaurus*" (Lehman, 1997) se encontraba dominada por dinosaurios chasmosaurine del género *Pentaceratops* y *Chasmosaurus* además de hadrosaurios tipo *Kritosaurus* (pico de pato sin cresta). En localidades del Cretácico Superior en México, se reporta la abundancia de dinosaurios pico de pato, como lambeosaúridos y kritosaúridos; restos de hadrosaurios se describen en la Formación Cerro del Pueblo (Campaniano) y han sido identificados como *Lambeosaurus* y *Kritosaurus* (Kirkland et al., 2000; Brinkman et al., 2002); en la Formación Olmos (Maestriciano) se describe de igual manera *Kritosaurus* (García y Hernández, 2002); en el grupo Cabullona de Sonora (Campaniano-Maestriciano) no se han identificado (Lucas, 1993) y en Baja California de edad campaniana, los restos se reconocen como *Kritosaurus*

(Murray *et al.*, 1960; Morris, 1967) al igual que en el estado de Chihuahua (Westgate *et al.*, 2002a y 2002b). Se propone que para el Campaniano tardío los hadrosaurios fueron los dinosaurios dominantes, sin embargo, en sedimentos del Maestrichtiano, su abundancia disminuye dejando de ser un componente faunístico principal, siendo reemplazados por saurópodos titanosaúridos del género *Alamosaurus* (Lehman, 1997). En México, es común el registro de material de dinosaurios pertenecientes a ceratópsidos y hadrosaurios en localidades cretácicas continentales. Infortunadamente, en pocos casos se ha realizado una identificación a nivel de especie o género, debido a que se encuentran incompletos o son poco diagnósticos, factores que no ha permitido evaluar la proporción de los taxones de hadrosaurios y la aportación de información referente a la predominancia de éstos durante el Cretácico Superior en el país; con lo cual se podría apoyar la hipótesis de la abundancia del género *Kritosaurus* durante este periodo en latitudes sureñas.

Como ejemplo de lo anterior, cabe resaltar que el ceratópsido asignado a Centrosaurine de la Formación Cerro del Pueblo en Coahuila por Brinkman *et al.* (2002) difiere con lo que se esperaría encontrar en la asociación *Kritosaurus* reportada al sur del "Mar Interior del Oeste de Norte América", ya que por el momento este tipo de ceratópsido se ha registrado exclusivamente en latitudes norteñas, como parte de la asociación *Coritosaurus* (Lehman, 1997).

Con toda la información obtenida en este estudio y la consultada en estudios anteriores, se sugiere un ambiente de depósito correspondiente a un sistema fluvial para la localidad, pudiendo interpretarse como parte de una gran planicie de inundación, como lo evidencia los estudios previos de flora y fauna del

Cretácico superior tanto en nuestro país como en el Parque Nacional del Big Bend, Texas. Con base en el análisis de palinomorfos Alvin (1982) sugiere que las gimnospermas como las Podocarpaceas, formaban bosques costeros a lo largo de dichas planicies, posiblemente estas podocarpaceas se encontraban formando asociaciones con Taxodiaceae, Cicadaceae y Gnetales, debido a que también se han reportado como parte de éstas. El registro por parte de las angiospermas en estos sedimentos es abundante y se describe la presencia de Liliaceae, Palmae (monocotiledóneas), Protaceae, Betulaceae, Fagaceae (dicotiledóneas) así como los reportados en este trabajo *Tricolporites*, *Tricolpites* y *Pinuspollenites*, por nombrar algunos grupos que se repiten tanto en formaciones de México como en E. U. A. Algunos de los palinomorfos encontrados en rocas cretácicas son indicadores de climas subtemplados a subtropicales, ejemplos característicos de estos indicadores son los granos de polen de Liliaceae, Palmae y Protaceae.

Los ambientes fluviales no contribuyen a la conservación y abundancia de los palinomorfos, pudiéndose explicar de esta forma la mala conservación y pobreza de la muestra estudiada. La información sobre los vertebrados en estos estudios, muestra claramente que éstos formaron una parte muy importante dentro de depósitos interpretados como planicies de inundación, específicamente los dinosaurios pico de pato del género *Kritosaurus*, *Lambeosarus* y los *Chasmosaurus* (Martínez et al., 1980a; Medús y Almeida, 1982; Baghai, 1996; Martínez y Ramírez, 1996; Martínez, 1997; Cevallos y Ramírez, 1998; Lehman y Wheeler, 2001). De ahí la importancia de trabajos como el realizado ya que aunque los estudios en la localidad aún comienzan, sus resultados ayudan a tener

una visión más detallada, sobre la biota de diferentes localidades del Cretácico Superior que formaba parte de estas grandes planicies de inundación.

VII. SUMARIO

- Los granos de polen identificados como *Tricolpites* y *Tricolporites*, concuerdan con los géneros-forma de angiospermas colpados y porados (usualmente triporados) característicos de la provincia *Normapolles* en el estado de Chihuahua.
- Este es el primer reporte de madera del tipo *Podocarpoxyton* de edad campaniana en México.
- El registro de *Chasmosaurus mariscalensis* en la localidad de Altares confirma la distribución sureña de esta especie a lo largo del "Mar Interior del Oeste de Norte América", formando parte de la asociación faunística *Kritosaurus*; apoyando así la hipótesis propuesta por Lehman (1997) sobre la existencia del gradiente biótico latitudinal.
- Debido a que *Chasmosaurus mariscalensis* ha sido reportado exclusivamente en la Formación Aguja continental tanto en el Parque Nacional del Big Bend como en Chihuahua, se sugiere una edad campaniana para la localidad.
- Con base en el registro fósil descrito y trabajos previos tanto de flora y fauna continental realizados en México y en el Parque Nacional del Big Bend correspondiente al Cretácico Tardío, se sugiere un ambiente de depósito de planicie de inundación para la localidad.

VIII. CONCLUSIONES

El estudio de los fósiles de edad cretácica en México es muy interesante debido a la privilegiada posición geográfica que ocupa el país. Representa la parte más sureña del "Mar Interior del Oeste de Norte América" y además, gracias a la gran actividad tectónica que existió, la consecuente ruptura de Gondwana y la actividad volcánica ocurrida en la superficie, permitió que a lo largo del tiempo existiera en nuestro país la presencia de diversos biomas, teniendo una mezcla de plantas y animales de diferentes orígenes biogeográficos.

Los fósiles estudiados y descritos en este trabajo, provenientes de distintas disciplinas paleontológicas aportan nueva evidencia en el entendimiento de la biota cretácica de nuestro país.

Es necesario realizar trabajos sedimentológicos, estratigráficos y paleontológicos, los cuales aportarán información detallada para entender la evolución geológica y biológica ocurrida durante el Cretácico Superior en nuestro país. Actualmente los trabajos ya sean de vertebrados, invertebrados y plantas cretácicas siguen realizándose en diferentes estados. Los estudios en el Estado de Chihuahua continúan y se están prospectando nuevas áreas. Los resultados que estos estudios arrojen aportarán nuevas evidencias y además permitirán modificar, descartar o confirmar la hipótesis propuesta de la existencia de un gradiente latitudinal biótico a lo largo del "Mar Interior del Oeste de Norte América".

TESIS CON
FALLECIMIENTO

49.0



IX. REFERENCIAS

Aguayo, J. E., y Trápaga, R., 1996, Geodinámica de México y Minerales del Mar. Fondo de Cultura Económica. México, 186 p.

Aguillón, M. C., 2000, Snake trunk vertebra (*Cianophis* sp.) of Campanian age, From Coahuila, México. Jour. Verteb. Paleont., 20(3) 25A.

Aguirre, G. S., y Hernández, R. R., 2002, Potencial paleontológico de la cuenca Carbonífera de Sabinas, Coahuila. VIII Con. Nal. Paleontol. Resúmenes., p 21.

Alvin, K. L., 1982, Cheirolepidiaceae: Biology, structure and paleoecology. Rev. Paleobot. Palinol., (37) 71-98.

Armstrong, Z. J. P., 1978, An annelid snake and associated vertebrate from the Campanian of New Mexico. Jour. Paleont., (52) 480-483.

Baghai, L. N., 1996, An analysis of palinomorphs from Upper Cretaceous sedimentary rocks with emphasis on the Aguja Formation, Big Bend National Park, Breuser County. Universidad de Texas, Austin. Tesis de Doctorado, sin publicar., 495 pp.

Barefoot, A. C., y Hankins, F., 1982, Identification of modern and Tertiary woods. Oxford University Press. E. U. A., 189 pp.

Batten, D. J., 1981, Stratigraphic palaeogeographic and evolutionary significance of Late Cretaceous and Early Tertiary *Normapolles* pollen. Rev. Paleobot. Palinol., (35) 125-137.

Batten, D.J., 1984, Palynology, climate and the development of late Cretaceous floral provinces in the Northern Hemisphere a review, p 127-164. En: Brenchly, P.P., (editor), Fossils and Climate. New York.

Brinkman, D. E., 1990, Paleocology of the Judith River Formation (Campanian) of Dinosaur Provincial Park, Alberta, Canada: evidence from vertebrate microfossil localities. *Palaeogeog. Palaeoclim. Paleocol.*, (78) 267-274.

Brinkman, E., Sampson, S., Aguillón, M., Delgado de Jesús, C. R., y Rodríguez de la Rosa, R., 2002, Paleontology and stratigraphy of the dinosaur-bearing Cerro del Pueblo Formation, Southern Coahuila, México. *Jour. Verteb. Paleont.*, 22 (3) 38A.

Cabrera, F. G., Narváez, J. M., Hernández, R., y Gómez, A., 1982, Exploración carbonífera de la cuenca de Ojinaga, Chihuahua. *Com. Fed. Electr.*, p 41-61.

Cevallos, F. S. S. R., 1992, Tres madera de gimnospermas cretácicas del Norte de México, *Anales Instituto Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Bot.*, 63(2) 111-137.

Cevallos, F. S. S. R., y Ramírez, J. L., 1998, Las plantas con flores en el registro fósil. *Rev. Ciencias.*, (52) 46-57.

Dodson, P., 1996, *The Horned Dinosaur*, Princeton University Press. Princeton, New Jersey., 346 pp.

Ferrusquía, V. I., Jiménez, H. E., y Bravo, C. V., 1995, Jurassic and Cretaceous dinosaur footprints from Mexico: Additions and revision. *Jour. Verteb. Paleont.*, 15(3) 28A.

Fiorillo, A. R., 1989, The vertebrate Fauna from the Judith River Formation (Late Cretaceous) of Wheatland and Golden Valley Counties, Montana, *The Mosasaur.*, (4)127-142.

Foster, C. A., Sereno, C. P., Evans, W. T., y Rowe, T., 1993, A complete skull of *Chasmosaurus mariscalensis* (Dinosauria: Ceratopsidae) from the Aguja Formation (Late Campanian) of West Texas. *Jour. Verteb. Paleont.*, 13 (2) 161-170.

Friss, E. M., 1983, Upper Cretaceous (Senonian) floral structures of juglandalean affinity containing Normapolles pollen. *Rev. Paleobot. Palynol.*, (39)161-88.

García de la Garza, J. P., y Hernández, R. R., 2002, Descubrimiento de un dinosaurio pico de pato en Sabinas, Coahuila. VIII Cong. Nat. Paleont. Resúmenes., p 103.

García, E., Guindeo C., y Palacios, P., 2000, Clave de identificación de maderas de coníferas a nivel de especie, Región Europea y Norteamericana, Sociedad Española de Botánica., (9) 118-136.

García, R., y Reynoso, V. H., 2002, The southernmost record of the turtle *Bothremis* (Testudine:Pleurodira) in The Cerro del Pueblo Formation, near Saltillo Coahuila. México. *Jour. Verteb. Paleont.*, 22(3) 56A.

Ghotan, W., 1905, Zur Anatomie lebender und fossiler Gimnosperm Hölzer. *Abh. D. Kgl. Preuss. Geol. Landesanst. Berlin.*, 44(I) 108.

Graham, A., 1993, History of North American Vegetation — Cretaceous (Maastrichtian) — Tertiary, p 57-70. En: *Flora of North America* (editor). *Flora of North America (North of México)*. Oxford University Press. New York.

Graham, A., 1999, Late Cretaceous and Cenozoic History of North American Vegetation. *Oxford University Press. New York.*, pp. 350.

Gray, T.C., y Groot, J. J., 1966, Pollen and spores from the marine Upper Cretaceous formations of Delaware and New Jersey: *Paleontographica*, (117)114-134, láms., p 42-43.

Gregus, P., 1955, Xylotomische bestimmung der heute lebenden gymnospermen. *Akadémiai kiadó. Budapest*, p. 263, láms., p. 350.

Gregus, P., 1967, Fossil gymnosperm woods in hungary from the Permian to the Pliocene. *Académiai Kiado. Budapest.*, 136 pp.

Hernández, R. R., y Delgado, C., 2000, Hadrosaurs skin impression and associated skeletal remains from Cerro del Pueblo Fm. (Uppermost Campanian) Southeastern Coahuila, México. *Jour. Verteb. Paleont.*, 20(3) 49A.

Holtz, T. R., 1993, Paleobiogeography of Late Mesozoic dinosaurs: implication for paleoecology. *Jour. Verteb. Paleont.*, 13(3) 42A.

Horner, J. R., 1988, A new hadrosuar (Reptilia, Ornitischia) from the Upper Cretaceous Judith River Formation of Montana. *Jour. Verteb. Paleont.*, (8) 314-321.

Hunt, A. P., y Lucas, S. G., 1992, Stratigraphy, paleontology and age of the Fruitland and Kirkland Formation (Upper Cretaceous), San Juan Basin, New México, p. 217-239. En: *Geology Society of New México (editor). Libroto Guía, 43rd Field Conference.*

Kauffman, E.G., 1984, The fabric of Cretaceous marine extinctions, p 151-246. En: *Berggren, W A., y Van Couvering, J.A., (editores) Catastrophes and Earth History. Princeton Univ. Press.*

Kauffman, E. G., and Caldwell, W. G. E., 1993. The Western Interior Basin in Space and Time. En: Caldwell W. G. E., y Kauffman E. G., (editores). Evolution of the Western Interior Basin. Geological Association of Canada Special Paper 39.

Kirkland, J. I., Hernández, R. R., Aguillón, M. M. C., y Delgado de Jesus, C. R., 2000, The Late Cretaceous Difunta Group of the Parras Basin, Coahuila, México, and its vertebrate fauna, p 133-166. En: Society of Vertebrate Paleontology. Libroto Guía, 60 Annual Meeting, México city.

Krutzsch, W., 1959, Mikropaleontologische (sporenpalaeontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geissetales. Geol. Beihefte., 21(22) 1-425.

Lambe, L. M., 1914, On *Gryposaurus notabilis*, a new genus and species of trachodont dinosaur from the Belly River Formation of Alberta, with a description of the skull of *Chasmosaurus belli*. Ottawa Nature., (27) 145-155.

Lambe, L. M., 1915, On *Ecoceratops canadensis*. gen. nov., with remarks on other genera of Cretaceous homed dinosaurs. Geol. Surv. Can. Mus., (12) 1-49.

LaPasha, C. A., y Wheeler, E. A., 1987, A microcomputer based system for computer – aided wood identification. Bull. Int. Assoc. Wood Anat., (8) 347–354.

Lawson, A. D., 1972, Paleocology of the Tornillo Formation, Big Bend National Park, Brewster County, Texas: Universidad de Texas, Austin, Tesis de Maestría, sin publicar., 182 pp.

Leet, I. D., y Judson S., 1974, Fundamentos de Geología Física. Limusa., 447 pp.

Lehman, M. T., 1985, Stratigraphy, sedimentology, and paleontology of the Upper Cretaceous (Campanian-Mastrichtian) sedimentary rocks in Trans-Pecos Texas. Universidad de Texas, Austin. Tesis de Doctorado, sin publicar., 299 pp.

Lehman, M. T., 1989, *Chasmosaurus mariscalensis*, sp. nov., a new ceratopsian dinosaur from Texas. *Jour. Verteb. Paleont.*, 9(2) 137-162.

Lehman, M. T., 1993, New data on the ceratopsian dinosaur *Pentaceratops sternbergii* Osborn from New Mexico. *Jour. Paleont.*, 67(2) 279-288.

Lehman, T.M., 1997, Late Campanian dinosaur biogeography in the western interior of North America. En: *Wolberg, D.L., Stump, E., Rosenberg, G., (editores)*. *Dinofest International: proceedings of a symposium held at Arizona State University.*, pp 223-240.

Lehman, M. T., y Wheeler, E., 2001, A fossil dicotyledonous woodland/Forest from the Upper Cretaceous of Big Bend National Park, Texas. *Soc. Sediment. Geol.*, (16) 102-108.

Lillegraven, J. A., 1972, Preliminary report on Late Cretaceous mammals from *The el Gallo Formation, Baja California Norte, México*. *Nat. His. Mus. Los Angeles County.*, 11 pp.

Lillegraven, J. A., 1976, A new genus of *Terrina* mammal from the Late Cretaceous "El Gallo Formation". *Baja California. México. Jour. Paleont.*, (50) 437-443.

Lucas, S. G., y González, L. C., 1990, Fossil vertebrates from the Upper Cretaceous Cabullona Group, northeastern Sonora. *México. Jour. Verteb. Paleont.*, 10(4) 47A.

Lucas, S. G., 1993, Fossil vertebrates from the Upper Cretaceous Cabullona Group, northeastern Sonora, México. *Jour. Verteb. Paleont.*, 13(3) 47A.

Marsh, O. C., 1888, A new family of homed Dinosauria from the Cretaceous. *Am Jour Sci.*, (36) 477-478.

Martínez, H., 1997, El impacto de un asteroide y la palinología en el límite Cretácico Terciario, p 91-98. En: Carreño, A. L., y Montellano, B. M., (editoras). Extinción masiva del límite Cretácico Terciario: mitos y realidades. Unión Geofísica Mexicana., (4) 91-98.

Martínez, H. E., Almeida, L. L., Reyes S. M., Betancourt A. Y., 1980a, Estudio palinológico para la determinación de Ambientes en la Cuenca Fuentes-Río Escondido (Cretácico-Superior), región de Piedras Negras, Coahuila. Universidad Nacional Autónoma de México. Inst. Geol., (4) 167-185.

Martínez, H. E., Hernández C. H., y Sánchez, L. M., 1980b, Palinología del Eoceno en el Noreste de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Inst Geol., (4) 155-166.

Martínez, H. E., Ludlow W. B., Sánchez, L. M., 1980c. Catálogo palinológico de la Cuenca Fuentes-Río Escondido. Series de técnicas de Com. Fed. Elect. 6, México., 234 pp.

Martínez, H. E., y Ramírez, A., 1996, Paleocorología de angiospermas de la flora mexicana durante el Mesozoico y Terciario. Algunas evidencias palinológicas. Soc. Bot. Méx., (58) 87-97.

Maxwell, R.A., Lonsdale, J.T., Hazzard, R.T., y Wilson, J.A., 1967, Geology of Big Bend National Park, Brewster County, Texas. Universidad de Texas. Econ. Geol. Publ, 6711., 320 pp.

Medus, J., y Almeida, L. L., 1982, Normapolles of the Upper Cretaceous of Piedras Negras (Coahuila, México). Geobios., 15(2) 225-229.

Montellano, B. M., Hernández, R. R., Álvarez, R. G., Andrade, R. P., y Martín, M. L., 2000, Discovery of Late Cretaceous vertebrate local faunas in northern México. *Jour. Verteb. Paleont.*, 22(3) 58 A.

Morris, W. J., 1967, Baja California: Late Cretaceous Dinosaurs. *Science.*, (155) 1539-1541.

Murray, G. E., Boyd, D. R., Wolleben, J. A., y Wilson, J. A., 1960, Late Cretaceous Fossil locality, eastern Parras Basin, Coahuila, México. *Jour. Paleont.*, 34(2) 368-373.

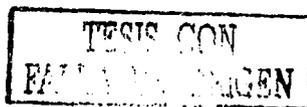
Nichols, D., 1982, Palinostratigraphic Framework for the cretaceous (Albian-Mastrichtian) of the Overthrust Belt of Utah and Wyoming. *Palinology.*, (6) 119-147.

Nicholls, D. J., y Russell, A. P., 1990, Paleobiogeography of the Cretaceous Eastern Interior Seaway of North America: The vertebrate evidence. *Palaeogeog. Palaeoclim. Paleoecol.*, (79) 149-169.

Pontonié, R., 1958, Synopsis der Gattungen der Spora dispersae, II. Teil. *Beih. Geol. Jahrb. Beihefte.*, (31) 1-114.

Raatz, G. V., 1937, Mikrobotanisch – Stratigraphische Untersuchung der Braunkahles des Muskaver Bogens. *Abh. Preuss. Geol.*, (183): 1-48.

Raymond, A. C., 1979, Normapolles and triporate assemblages from the Faritan and Nagothy formations (Upper Cretaceous) of New Jersey. *Palinol.*, (3) 53.



Rodriguez de la Rosa, R., y Cevallos, F. S. R. S., 1994, Upper Cretaceous Zingiberalean fruits with in situ seeds from Southeastern Coahuila México, *Int. Jour Plant. Sci.*, 155(6) 786–805.

Rodriguez de la Rosa, R., López, E. E., González, V. J. I., Eberth, D. E., y Smith, J., 2002, Huellas de vertebrados cretácicos (Campaniano Tardío, Formación Cerro del Pueblo) del sureste de Coahuila, VII Cong. Nal. Peleont., Resúmenes p 75.

Rowe, T., Cifelli, R. L., Lehman, T. M., y Weil, A., 1992, The Campanian Terlingua local fauna, with a summary of other Vertebrates from the Aguja Formation, Trans-Pecos Texas. *Jour. Verteb. Paleont.*, 12(4) 472-493.

Russell, L. S., 1975, Mammalian faunal succession in the Cretaceous system of western North America. *Geol. Assoc. Can. Spec. Pap.*, (13) 137-161.

Rzedowski, J., 1978, Vegetación de México. Limusa. México, D.F., 432 pp.

Sankey, J.T., 2001, Late Campanian Southern Dinosaurs, Aguja Formation, Big Bend, Texas. *Jour. Paleont.*, 75(1) 208-215.

Sereno, P.C., 1986, Phylogeny of the Bird-Hipped Dinosaurs (Order Ornithischia). *Nat. Geo. Res.*, 2(2) 234-256.

Srivastava, S. K., 1981, Evolution of Upper Cretaceous Phytogeoprovincies and their pollen flora. *Rev. Paleobot. Palinol.*, (35) 155-173.

Sternberg, C. H., 1940, Ceratopsidae from Alberta. *Jour. Pal.*, (14) 468-480.

Traverse A., 1988. *Paleopalynology*. Unwin Hyman. Boston., pp. 600.

Tschudy, R. H., 1980, Normapolles pollen from *Aquilapollenites* province, Western United States. *New Mexico Bur. Mines and Mineral Res. Circ.*, (170) 1-14.



Van Der Hammen, T., 1954, El desarrollo de la flora colombiana en los periodos geológicos, del Maestrichtiano hasta el Terciario más inferior (Una investigación palinológica de la formación Guadas y equivalentes). Bogotá, Colombia. Bol. Geol., 2(1) 49-106.

Weber, R., 1982, Megafósiles de coníferas del Triásico y del Cretácico Tardío de México y consideraciones generales sobre las coníferas mesozoicas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Inst. Geol., (4)111-124.

Weber, R., 1975, *Achenia knoblochii* n. sp., an interesting conifer from the Upper Cretaceous Olmos Formation of the northeastern Mexico. Paleontograph. Abt. B. PaläOPHYTOL., (152) 76-83.

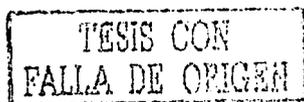
Weber, R., y Cevallos, F. S. S. R., 1995, Perfil actual y perspectivas de la paleobotánica en México. Bol. Soc. Bot. Méx., (55) 141-148.

Westgate, J. W., Brown, R. B., Cope, D., y Pittman, J., 2000, A Late Cretaceous Dinosaur-bearing community from coastal deposits in Chihuahua, México. Jour. Verteb. Paleont., 20 (3) 78A.

Westgate, J. W., Pittman, J., Brown, R. B., Cope D., 2002a, Continued excavation of the first dinosaur community from, Chihuahua, México. Jour. Verteb. Paleont., 22 (3) 118A.

Westgate, J., W., Brown, R. B., Cope, D., y Pittman, J., 2002b, Discovery of dinosaur remains in coastal deposits near Ojinaga, México. Jour. Verteb. Paleont., 22 (3) 118A.

Wheeler, E.A., y Lehman, T.M., 2000, Late Cretaceous woody dicots from the Aguja and Javalina Formations, Big Bend National Park, Texas, USA. Int. Assoc. Wood Anat. Jour., (21) 83-120.



ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Wheeler, E. A., Pearson, C. A., LaPasha, W., Hatley., y T. Zack., 1986, *Computer-aided wood identification: reference manual*, North Carolina Agric. Res. Serv., (474) 1-160.

Wolfe, J. A., y Upchurch, G. R., 1987, North America non marine climates and vegetation during the Late Cretaceous. *Paleogeog. Paleoclimat. Paleoecol.*, (61) 33-77.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN