

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Palinología de la Formación Tlayúa (Cretácico  
Temprano), Tepexi de Rodríguez, Puebla**

**T E S I S**

**Que para obtener el título de:**

**B I Ó L O G O**

**PRESENTA:**

**MARÍA TERESA GONZÁLEZ**

**CRUZ**

Tutor: Dr. ENRIQUE MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

México D.F. Mayo de 2015





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## ÍNDICE

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>iii</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>iv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>MARCO TÉORICO</b> .....	<b>8</b>
Palinología .....	8
Morfología de los palinomorfos .....	10
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>18</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>19</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>20</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
Área de estudio.....	21
Localización .....	21
Geología regional.....	22
Trabajo de campo .....	23
Colecta y datos de campo.....	23
Trabajo de laboratorio .....	26
Procesamiento de la roca.....	26
Técnica Acetolisis de Erdthman .....	27
Técnica Shultz .....	28
Montado y secado.....	29
Análisis palinológico.....	29
Análisis cualitativo.....	29

Análisis cuantitativos .....	30
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
Descripciones sistemáticas .....	31
Composición de las asociaciones palinológicas .....	88
Abundancia relativa y diversidad taxonómica por nivel .....	89
Taxa de interés estratigráfico .....	94
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>96</b>
Implicaciones de la edad del Miembro medio de la Formación Tlayúa .....	96
Paleo ambiente y vegetación .....	102
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>106</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>123</b>

## **Agradecimientos**

Agradezco al Comité Técnico de Becas (CTB) del Instituto de Geología de la UNAM, por el apoyo económico que me brindó en esta Tesis.

A mi director de Tesis Dr. Enrique Martínez Hernández le agradezco profundamente por la oportunidad y la confianza que me brindó para llevar a cabo este trabajo. De la misma manera a la Dra. Elia Ramírez Arriaga, por toda la ayuda que me ha brindado, durante toda mi estancia en el Instituto y por sus sabios consejos.

Al Dr. Jesús Alvarado Ortega, por su apoyo brindado en las labores de campo, así como en sus acertadas observaciones en la revisión de esta tesis.

A mis sinodales Dr. Silvia Romero Rangel, Biol. Arnulfo Reyes Mata y a la M. en C. Leonor Ana María Abundiz Bonilla, por la revisión de este trabajo.

A mi familia: mi madre Guadalupe por todo lo que me ha dado, a mi hermano Jorge quien fue una persona muy importante en mi vida, a mi hermano José, a mis hermanas Rocío y Diana y mis sobrinos, les agradezco infinitamente que siempre me han apoyado de muchas maneras y por estar siempre conmigo y darme todo su cariño.

Al próximo M en C. Jair Barrientos Lara, por ayudarme en la colecta de las muestras que se trabajaron en esta tesis. Por el apoyo incondicional que siempre me ha dado, por la paciencia, comprendió y todas esas palabras de ánimo que me da día a día y que han sido fundamentales para seguir en la paleontología.

A mis amigos de la carrera de Biología en la Fes Iztacala y todas las personas que me han brindado su ayuda a lo largo de todo este tiempo.

Y le agradezco a la máxima casa de estudios la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme cumplir mis metas académicas.

## Resumen

En este trabajo se analiza el contenido de palinomorfos en 5 de los 46 niveles del Miembro medio de la Formación Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla. Las asociaciones palinológicas de esta formación están integradas por elementos de origen continental (polen y esporas) y de origen acuático (algas) presentes en distintas proporciones según los niveles. Se reconocieron 42 especies de polen de angiospermas, 8 especies de polen de gimnospermas, 5 especies de esporas de teridofitas, 11 de fungoesporas, 3 especies de algas y 3 especies protozoario. La revisión de los alcances temporales previamente conocidos de 22 palinomorfos encontrados en Tlayúa sugieren que las rocas del Miembro medio de la Formación Tlayúa se depositaron en el Albiano tardío. A pesar de la escasez de palinomorfos en las muestras aquí analizadas, la presencia de angiospermas como *Liliacidites* sp (Liliaceae), *Monocolpopollenites reticulatum* (Magnoliidae) *Proxapertites operculatus* (*Astrocaryum*) *Asteropollis asreroides* (*Hedyosmun*) *Lethomasidites cf fossulatus* (Magnoliaales) *Striatricolporites striolatus* (Cucurbitaceae-Gymnostemma) y *Tricolpites* sp (Gunneraceae) especies que se distribuyen en una zona tropical cerca de un cuerpo de agua y que necesitan una gran cantidad de ella para sobrevivir y que además están asociadas a Prasinophytas las cuales representan elementos importantes en ambientes de aguas estancadas, someras y de baja salinidad, se sugiere las rocas del miembro medio de la Formación Tlayúa se depositaron en un medio lagunar, con un clima tropical.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la barranca de Tlayúa se inicia en el año 1959, cuando don Miguel Aranguthy con el apoyo de sus hijos, decide explotar una cantera de calizas rojas, como rocas con múltiples usos en la construcción. Con el desarrollo de sus trabajos, los Aranguthy observaron que algunas lajas contenían “mojaras”, las cuales posteriormente fueron obsequiadas a coleccionistas o a personas interesadas en su estudio. La primera noticia de esta cantera de la cual se obtenían peces fósiles, fue publicada por Harry Möller en 1980. Con esta información paleontólogos del Instituto de Geología de la UNAM visitaron la localidad y se interesaron en la abundante fauna ahí encontrada, y en 1981 a 1985 el Instituto de Geología de la UNAM por medio de Dr. Shelton P. Applegate, firma un convenio de cooperación científica con la National Science Foundation la cual otorgo apoyo económico para el desarrollo paleontológico de la localidad (Pantoja-Alor, 1992; Alvarado-Ortega, 2005), y en 1989 la Familia Aranguthy concesiona la Cantera de Tlayúa bajo un convenio a la Universidad Nacional Autónoma de México, quienes se encargarían del resguardo de todos los fósiles que se recuperen en este sitio. Actualmente estos fósiles forman parte de la Colección Nacional de Paleontología (IGLUNAM), del Instituto de Geología, en donde hasta la fecha suma cerca de 7000 ejemplares (Pantoja-Alor, 1992; Alvarado-Ortega, 2005; Espinosa-Arrubarrena & Montellano-Ballesteros, 2006).

La Cantera de Tlayúa es un ícono en la historia de la paleontología mexicana por varios motivos: En primer lugar es la primera y aún más importante localidad tipo Konservat-Langerstätte de México (Espinosa-Arrubarrena & Applegate, 1996;



Espinosa-Arrubarrena, 2006; Applegate et al., 2006; Alvarado-Ortega et al., 2007). Su descubrimiento y manejo por parte de la UNAM y la familia Aranguthy llevo a la creación del primer museo de sitio en el país, lo cual ha sido un ejemplo emulado por otras instituciones y personas a lo largo de país, lo cual ha llevado a un inusitado enriquecimiento e interés sobre la paleontología en México. Finalmente los fósiles de Tlayúa se han revelado como especies nuevas, y muchos de ellos son clave para entender la historia evolutiva de distintos grupos taxonómicos (Alvarado-Ortega 2005; Alvarado-Ortega et al., 2007).

Pantoja-Alor (1992) dio el nombre de Formación Tlayúa a una secuencia de roca caliza que probablemente alcance 300 m de espesor, cuya base y cima son desconocidas hasta la fecha. Esta denominación se basa principalmente en la secuencia expuesta a lo largo de la Barranca Tlayúa, de donde esta formación recibe su nombre, la cual se ubica a escasos 2 km al Sureste de la Colonia Morelos, cabecera Municipal de Tepexi de Rodríguez Puebla. Este autor también dividió dicha formación en 3 miembros:

El Miembro inferior el cual consiste en una secuencia de calizas de color gris claro hasta crema micritica (mudstone y wackestone), con abundantes miliólidos (Pantoja-Alo et al, 1988). Su estratificación varia de masiva a gruesa con biostromas delgados de rudistas de la especie *Toucasia polygyra* (Alencáster, 1973), y ostreidos del género *Chondrodonta*, que le dan a este Miembro una edad Albiano (Pantoja-Alor et al., 1992).

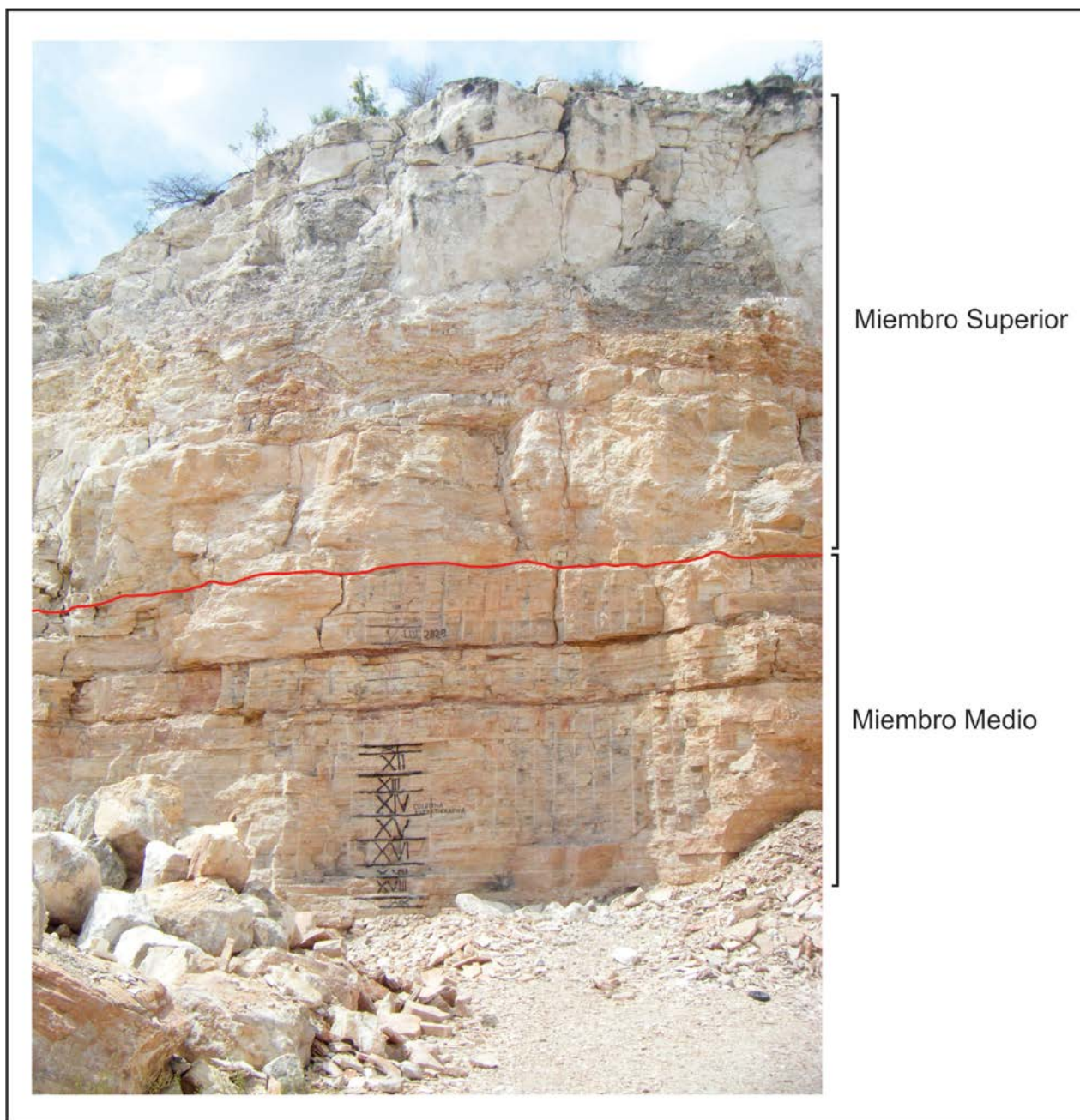
El Miembro medio en el cual se centra este trabajo y es la zona más fosilífera de la Formación Tlayúa. De acuerdo a los primeros trabajos geológicos hechos por Pantoja-Alor (1992), este Miembro está formado por una secuencia de caliza micritica de estratificación laminar que varia de milímetros hasta 15 cm de espesor de color crema con tonalidades rojizas, y el cual comprende una secuencia de 48 a 50 metros de espesor, delimitado por intercalaciones arcillosas ricos en hematita (óxido férrico). Sin embargo, estudios realizados recientemente por Kashiyama *et*





*al.*, (2004) y Benammi *et al.*, (2006) muestran que el grosor real de este miembro está entre los 25 y 30 m de espesor. En este Miembro se ha establecido un control vertical de los estratos fosilíferos llamados Zonas o Niveles cuya ubicación en la cantera es exacta y la numeración comprende desde la cima (Zona/Nivel) hasta lo más basal (Zona XLV) (Kashiyama *et al.*, 2004). Las zonas se pueden observar marcadas físicamente sobre la pared de este Miembro (figura 1).





**Figura 1 Cantera Tlayúa.** Foto de la Cantera Tlayúa en donde se observar el Miembro Superior y los primeros diecinueve Niveles del Miembro Medio marcados físicamente en la pared.

El Miembro Superior consiste en una secuencia incompleta de capas medias a gruesas de dolomía de color crema rosada y caliza dolomítica de tonalidades grisáceas de espesor medio a grueso (Pantoja-Alor et al., 1992). La presencia de



Miliólidos de la especie *Dicyclina schlumbergerige* en este miembro indica una edad Cenomaniano (Fernández-Becerra, 1985).

La Cantera de Tlayúa es una unida fosilífera excepcionalmente rica que corresponde al Miembro Medio de la Formación Tlayúa. De acuerdo con las últimas revisiones de la asociación fosilífera recuperadas en la Cantera Tlayúa (Applegate et al., 2006; Alvarado-Ortega 2005; Alvarado-Ortega et al., 2007), el taxón mejor representado y conservado en este sitio son los peces (representados en un 70 % de peces teleósteos y el resto por otros actinopteriguios). Esta conservación también es común en los relativamente escasos reptiles (tortugas, lacertilios pterodáctilos, cocodrilos y rincliocefalidos) (Espinosa-Arrubarrena & Applegate, 1996; Reynoso-Rosales, 2000; Cabral-Perdomo & Applegate, 1994). Los invertebrados incluyen una variedad amplia pero con un grado de conservación menor, en donde se incluyen a belemnites (Seibertz & Buitrón, 1987 a, b), amonitas (Cantú-Chapa, 1987), arácnidos, crustáceos, odonatos, dípteros, bivalvos (Buitrón Sánchez *et al.*, 1993; González-Rodríguez & Vega-Vera, 1993; Feldmann *et al.*, 1998; Vega-Vera, *et al.*, 2005) equinodermos (Buitrón-Sánchez & Applegate, 1995; Martin-Medrano, L, *et al.*, 2009). Las plantas están representadas por: algas calcáreas *Phaeophyceae* con dos formas no determinadas, una similar a *Sargassum* y otra parece corresponde a una alga “taloide” (Alvarado-Ortega, 2005; Applegate et al., 2006), a gimnospermas como Bennetiales (*Zimites*), cf. *Araucaria*, cf. *Frenolepsis*, cf. *Brachyphylum* (Alvarado-Ortega, 2005; Applegate et al., 2006). También se han registrado polen de angiospermas primitivas como *Retimonocolpites*, *Asteropollis* y *Complexiopollis* (Martínez-Hernández & Ramírez -Arriaga, 1996; Martínez-Hernández, 2001).

Dentro de la fauna del Miembro Medio de la Formación Tlayúa, se distingue la presencia de los amonitas *Mortoniceras*, *Hysterocheras* y *Anisoceras*, además



varias especies de belemnites *Neohibolites* que colocan a esta Formación e el Albiano temprano y tardío (Cantú-Chapa, 1987; Seibertz & Buitrón, 1987), misma edad asignada de acuerdo a estudios paleomagnéticos (Benammi *et al.*, 2006). Sin embargo otros trabajos publicados han mencionado otra posible edad de la del Miembro medio de la Formación Tlayúa siendo este un motivo de controversia. Kashiyama *et al.*, (2004) describen diversas especies de foraminíferos bentónicos los cuales según el autor son típicos del Aptiano temprano. Y Martínez-Hernández (2001) (resumen en congreso), da una posible edad Cenomaniana temprana por la presencia de polen triporado del grupo Normapoles (*Complexiopollis*) ya que este tipo de grano, es típico en el registro geológico en latitudes medias de América del Norte y Europa únicamente durante el Cenomaniano (Singh, 1975; Góczán *et al.*, 1967; Kedves y Diniz, 1983; Tschudy, 1973, 1975).

Otro gran tema a discutir en torno a la Cantera de Tlayúa, es el origen donde tuvo lugar el depósito de las calizas del Miembro Medio. Se han propuesto diversas hipótesis sobre el paleoambiente, los cuales se enlistan a continuación:

- 1) Un ambiente somero influenciado por régimen de marea y por largos periodos de desecación (Pantoja-Alor *et al.*, 1988; Pantoja-Alor, 1992; Feldmann *et al.*, 1998).
- 2) Un ambiente lagunar somero similar (solo por comparación en la preservación y abundancia del contenido fósil) a Solnhofen, localidad jurásica de Alemania (Applegate, 1987; Espinosa-Arrubarrena & Applegate, 1996).
- 3) Una cuenca marina abierta con una considerable profundidad, una sedimentación dominada por tormentas y una restringida circulación en el fondo (Kashiyama *et al.*, 2004).



Entre los modelos paleoambientales propuestos para explicar el depósito de las calizas fosilíferas explotadas en la Cantera de Tlayúa, los dos primeros interpretan a Tlayúa como un ambiente costero y somero, la cual podría ser una laguna, limitada al este y norte por arrecifes coralinos. Sin embargo Kashiyama *et al.*, (2004) descarta cualquier influencia de mareas y cualquier otro rasgo de aguas someras por falta de evidencias, como la presencia de carpetas algales de cianobacterias y huellas o minerales de desecación, como han sido reportados en Pantoja-Alor, (1992) y Espinosa-Arrubarrena & Applegate, (1996). De ahí, la importancia de este estudio palinológico, el cual nos permitirá proponer o contribuir con la edad y ambientes de depósito de la Formación Tlayúa.



---

## MARCO TÉORICO

### Palinología

La palinología comprende el estudio taxonómico y morfológico de los granos de polen y esporas modernos y antiguos, los mecanismo y procesos involucrados en su dispersión, así como la utilización de estos en la solución de problemas prácticos (en las áreas médico, forense, ambiental, climática, arqueología, entre otras) (Tschudy & Scott 1969). Algunos autores recientes (Martínez-Hernández, *et al.*, 1980; Traverse 1988, 2007; Chistopher & Goodman, 1996; Hesse *et al.*, 2009) han señalado que esa definición es restrictiva al no señalar a la palinología como una herramienta bioestratigráfica fundamental, y en la exclusión de algunos otros materiales de afinidad vegetal o de naturaleza microscópica que son recuperados por las técnicas de preparación palinológicas (por ejemplo acritarcas, quistes de dinoflagelados, quitinozoos, algas, microforaminíferos, scolecodontos, fungoesporas) (figura 2). Por ello se a propuesto el termino palinomorfos para designar a todos los restos orgánicos que de hecho son estudiados por los palinólogos.



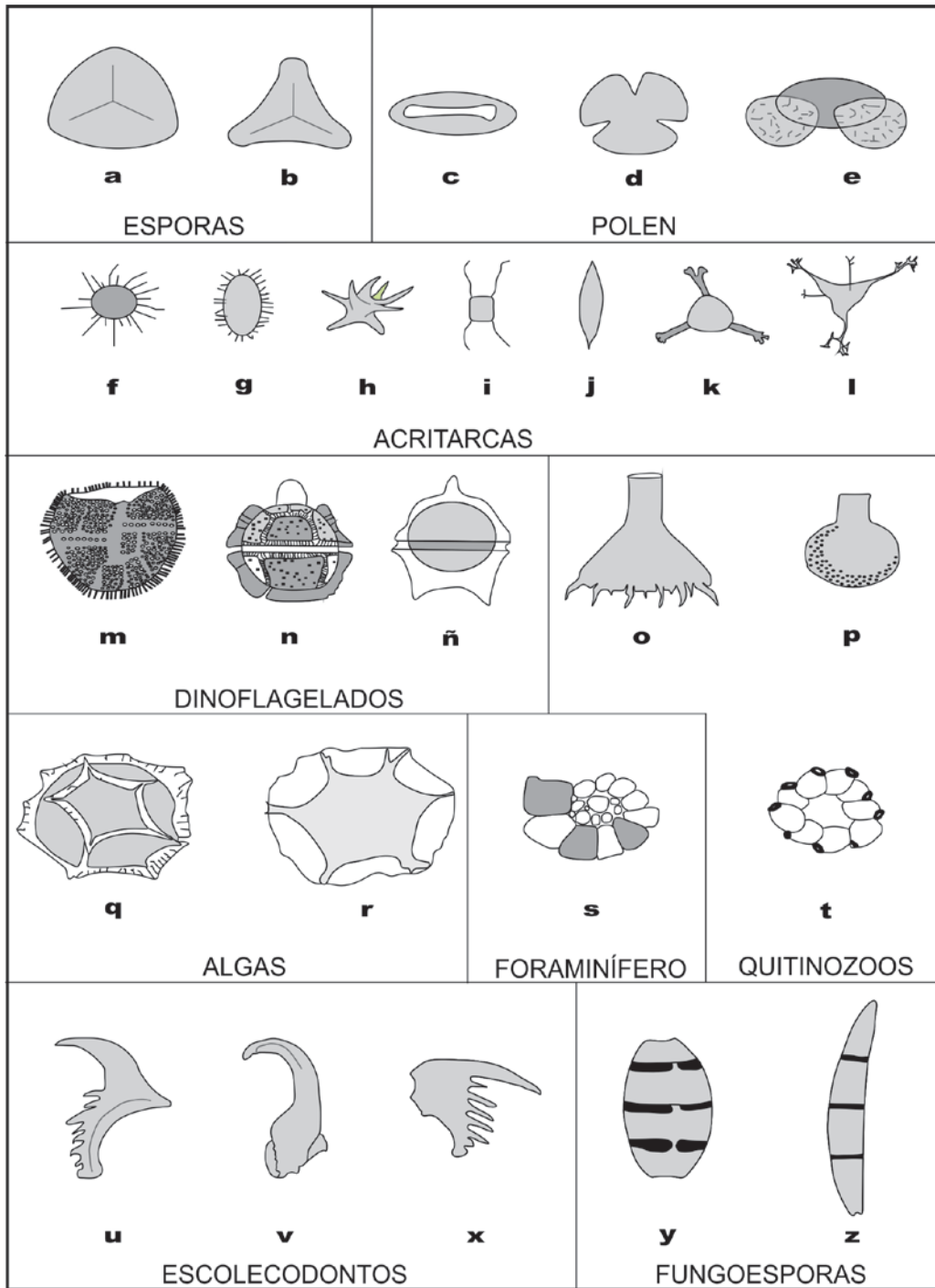


Figura 2 Palinóforos. Principales grupos de palinóforos.

La paleopalínología estudia los palinóforos conservados en las rocas sedimentarias de facies continentales y marinas, donde son abundantes, y de



acuerdo a esa abundancia y a su diversidad se facilita su presencia en todo tipo de ambientes sedimentarios, y su amplia distribución en estos ambientes permite la correlación entre ambos dominios, así mismo provee un control de alta resolución en investigaciones dirigidas a establecer edades (cronostratigrafía), climas y ambientes, posibilitando la reconstrucción de la vegetación, su origen, migración y evolución (Christopher & Goodman, 1996).

En México se han realizado pocos estudios palinológicos y paleobotánicos del Cretácico Temprano (Ramírez & Ceballos-Ferriz, 2000). Sin embargo es posible señalar los trabajos realizados por Martínez-Hernández & Ramírez-Arriaga (1996) y Martínez-Hernández (2001) en la Formación Tlayúa, donde se identificaron diferentes taxa de angiospermas primitivas.

### **Morfología de los palinomorfos**

Para determinar a los palinomorfos continentales (polen-esporas) se describen diversos caracteres específicos que son tomados en cuenta para realizar las descripciones morfológicas, y que a su vez permiten reconocer a qué nivel taxonómico pertenecen, estos caracteres son: polaridad, simetría, forma, tamaño, ornamentación, tipo, número y disposición de las aberturas así como la estructura y escultura de la exina (Martínez-Hernández et al., 1980; Traverse, 1988; 2007; Ramírez-Arriaga et al, 2011).

Para que esta determinación sea posible es necesario describir los rasgos y establecer la siguiente diagnosis: polaridad, se define mediante la formación de los palinomorfos continentales (polen-esporas) en el estado de tétrada donde se diferencian dos caras o polos, el polo proximal el cual está más cerca del centro de la tétrada y el polo distal el cual se encuentra en el extremo opuesto, más alejada del centro de la tétrada (figura 3 A). Si unimos ambos puntos (polo





proximal y distal) por medio de una línea imaginaria tendremos el llamado eje polar, y trazando la perpendicular al eje polar en su punto de mayor anchura tendremos el eje ecuatorial (figura 3 A y B), estos ejes nos permitirán en todo momento orientar a los granos de polen sobre todo cuando se encuentran en forma individual (monada). Cuando el polo proximal y el polo distal son completamente iguales se dice que es un grano isopolar, cuando son diferentes los polos se le conoce como heteropolar (anisopolar), y si no se distinguen sus dos caras es llamado apolar (figura 3 B) (Martínez-Hernández et al., 1980; Traverse, 1988; 2007; Ramírez-Arraiga et al, 2011).

La simetría de los palinomorfos continentales se define siempre en vista polar, un grano de polen radiosimétrico (radial) es aquel que en vista polar presenta más de dos ejes de simetría, cuando presenta un solo eje de simetría se dice que es de simetría bilateral (figura 3 B). El tamaño de los palinomorfos va desde 5  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$  (Traverse, 2007). Este carácter es de interés taxonómico ya que el tamaño permanece constante dentro de una misma especie (Dalmau, 1961).





La forma puede establecerse en corte óptico tanto en vista polar como en vista ecuatorial, esta forma puede a su vez describirse en función de la figura geométrica a la que se asemeje. En granos de polen de simetría radial se cuantifica la forma en base al índice que resulta de dividir la longitud del eje polar (P) entre la longitud el eje ecuatorial (E). (eje polar "P"/ el eje ecuatorial "E"), el resultado es ubicado en la siguiente tabla (1):

P/E=	Forma del grano
<0.50	Peroblado
0.50 - 0.88	Oblado
0.75 - 0.75	Suboblado
0.88 - 1.00	Oblado-esferoidal
1.00	Esferoidal
1.00 - 1.14	Prolado - esferoidal
1.14 - 1.33	Subprolado
1.33 - 2.00	Prolado
<2.00	Perprolado

**Tabla 1 Relación de la longitud del eje polar sobre la longitud del eje ecuatorial.** Tomado y modificado de Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011.

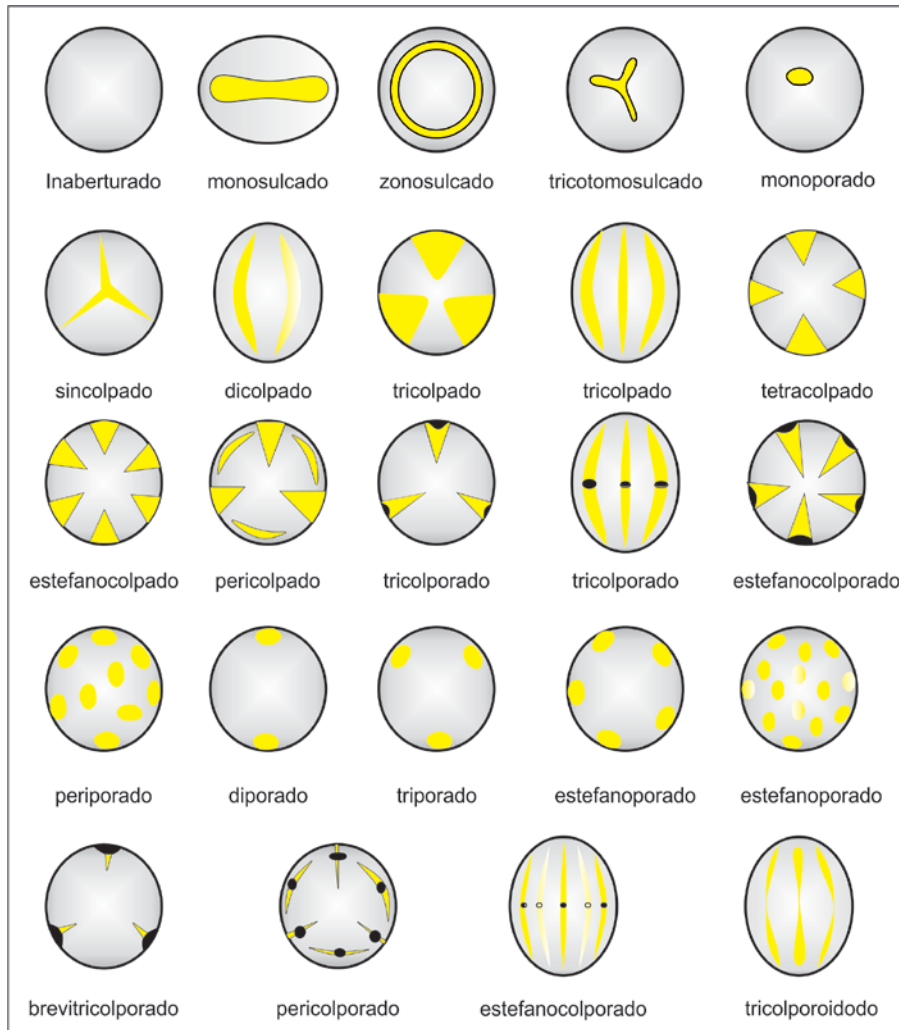
Las aberturas de los granos de polen son un adelgazamiento o ausencia de la exina que fisiológicamente es el área de germinación del tubo polínico, por la cual se llevan a cabo el intercambio hídrico y constituye uno de los principales caracteres en la identificación morfológica (El Ghazali, 1990). Existen diversas formas de aberturas como las simples: poros aberturas redondas a elípticas, colpos que son aquellas aberturas alargadas que se encuentran dispuestas en sentido al eje polar (paralelas al eje polar y perpendicular al eje ecuatorial) generalmente presentes en dicotiledóneas, mientras que el sulco estará dispuesto



en sentido al eje ecuatorial (paralela al eje ecuatorial y perpendicular al eje polar) y generalmente se encuentran en las monocotiledóneas (Furness & Rudall, 2004). Las aberturas compuestas llamadas colporadas se diferencian por presentar una ectoabertura (abertura de la sexina) y una endoabertura (abertura de la nexina) (El Ghazali, 1990), mientras que las colporoidadas la endoabertura no está bien definida y sola se puede observar una constricción en la ectoabertura.

Por otra parte para nombrar el número de aberturas que puedan presentar se emplean prefijos: mono (uno), di (dos), tri (tres), tetra (cuatro), penta (cinco) y más de cinco estefano. Y la posición de las aberturas puede ser zonales (ubicadas alrededor del ecuador) o pueden estar distribuidas homogéneamente alrededor del grano de polen y se emplean el prefijo peri (Ramírez-Arraiga et al, 2011) (figura 4).





**Figura 4. Clasificación de los granos de polen según el tipo de abertura.** Tomado y modificado de Martínez-Hernández et al., 1980.

Se le llama esporodermis a la cubierta del grano de polen. Está cubierta está formada por dos capas de composición y estructura diferentes: la exina y la intina. La exina es la capa más externa constituida de esporopolenina y la intina que es la capa más interna compuesta de celulosa y pectina (Martínez-Hernández et al., 1980; Ramírez-Arraiga *et al.*, 2011), la cual se elimina mediante la técnica, Acetólisis de Ertman (Dalmau, 1961). En el caso de los palinomorfos fósiles la intina y el contenido protoplasmático desaparece por procesos de fosilización, conservándose solo la exina. La exina es un carácter morfológico de gran interés para la identificación taxonómica, y en la cual se puede distinguir 2 capas al



microscopio óptico, desde un punto de vista morfológico: la nexina y la sexina. La nexina capa interna, mientras que la sexina capa externa, se conforma por las columelas y tectum (techo) que puede ser continuo (tectado), o presentar discontinuidades (sunbteclado) e incluso estar ausente (intectados/atectados) figura 9 (Bronkers, 1968; Martínez-Hernández et al., 1980; Ramírez-Arraiga et al, 2011) (figura 5).

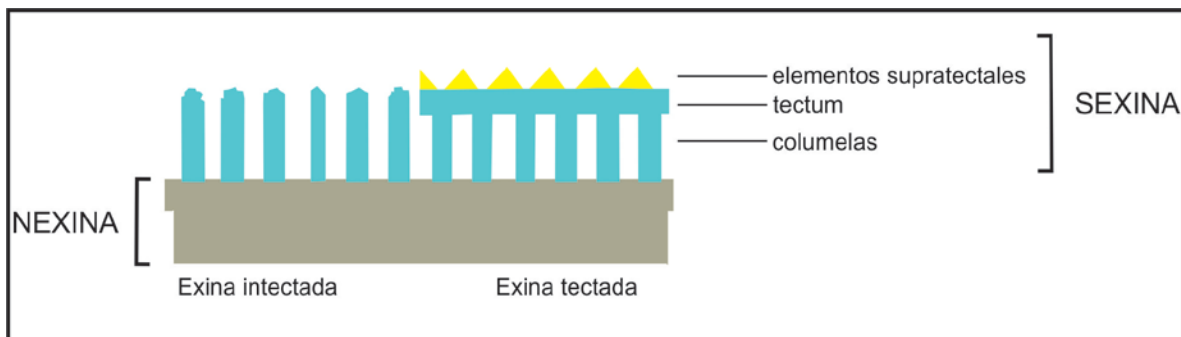


Figura 5. Capas de la Exina al microscopio de luz.

Es muy frecuente que sobre el tectum aparezcan una serie de elementos suprategmales (baculas, gemas, espinas, verrugas, etc), que constituyen la escultura (ornamentación) del grano de polen, la cual puede o no tener relación con la estructura infrategmales que a su vez puede o no estar presente (Ramírez-Arraiga et al, 2011). Mientras que la estructura o estratificación de la exina siempre está presente, y puede variar según al grupo de planta al que pertenezca, de esta forma las briofitas y pteridofitas presentan una estructura infrategmales laminada, la cual no es observable bajo el microscopio óptico, en cambio la pared de las gimnospermas presentan una estructura alveolar o esponjosa difícil de observar en el microscopio, mientras que las angiospermas presentan una estructura columelar la cual es fácilmente observable en el microscopio óptico. Esta característica de la exina ayuda a determinar la naturaleza del palinomorfo (Martínez- Hernández, et al., 1980).



Las fungoesporas presentan un color marron a café característico y muy difícil de confundir, su morfología es muy diversa (figura 2, y-z). Al igual que la morfología de los palinomorfos marinos es muy variada, existe una gran variedad de ornamentaciones psilada, verrugada, equinada etc. algunos pueden poseer apéndices o flagelos y básicamente pueden poseer formas muy variadas: esferoidal, elipsoidal, rectangular, triangular, estrella, ovoide en forma de botella etc., (figura 2, f-x).



## JUSTIFICACIÓN

En la Cantera de Tlayúa, no se ha realizado estudios f6rmales palinol6gicos que aporten informaci6n 6til del Miembro Medio de la Formaci6n Tlayúa, en este sentido se justifica el desarrollo de la presente tesis, en donde se abordaran un estudio paleopalinol6gico formal que contemple el conocimiento taxon6mico de la flora local, contribuyendo as6 al conocimiento de la vegetaci6n durante el Cret6cico temprano en la parte sur de Norte Am6rica. Adem6s de proporcionar datos que permitan el esclarecimiento de la edad, y el ambiente sedimentario que dio lugar a este sitio de conservaci6n extraordinaria.





---

## **OBJETIVO GENERAL**

Recuperar y determinar la identidad taxonómica de palinomorfos en el Miembro Medio de la Formación Tlayúa y discutir sus implicaciones en relación con la edad y el ambiente de depósito de esta unidad geológica.



---

## HIPÓTESIS

- 1) Los palinomorfos del Miembro Medio de la Formación Tlayúa representan un conjunto que indica un ambiente costero y somero, la cual podría ser una laguna como lo han mencionado diversos autores (Applegate, 1987; Pantoja-Alor et al., 1988; Pantoja-Alor, 1992; Espinosa-Arrubarrena & Applegate, 1996; Feldmann et al., 1998) o por el contrario, estos sugieren una cuenca marina profunda como lo sugieren Kashiyama et al., (2004).
  
- 2) Los palinomorfos del Miembro Medio de la Formación Tlayúa representan un conjunto que indica una edad Albiano tardío, como fue ya señalado por distintos autores (Cantú-Chapa, 1987; Seibertz & Buitrón, 1987; Benammi et al., 2006), o por el contrario, estos sugieren la edad Cenomaniano temprano, previamente señalada por Martínez-Hernández (2001).



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

#### Localización

La Cantera de Tlayúa, se localiza a dos kilómetros al sur-este de la Colonia Morelos donde se localiza el museo Paleontológico Pie Vaca, al noreste de Tepexi de Rodríguez, y aproximadamente a 200 km de la Ciudad de México, sus coordenadas geográficas  $18^{\circ} 35'$  latitud Norte y  $90^{\circ} 55'$  longitud Oeste (figura 6) (Alvarado-Ortega, 2005).

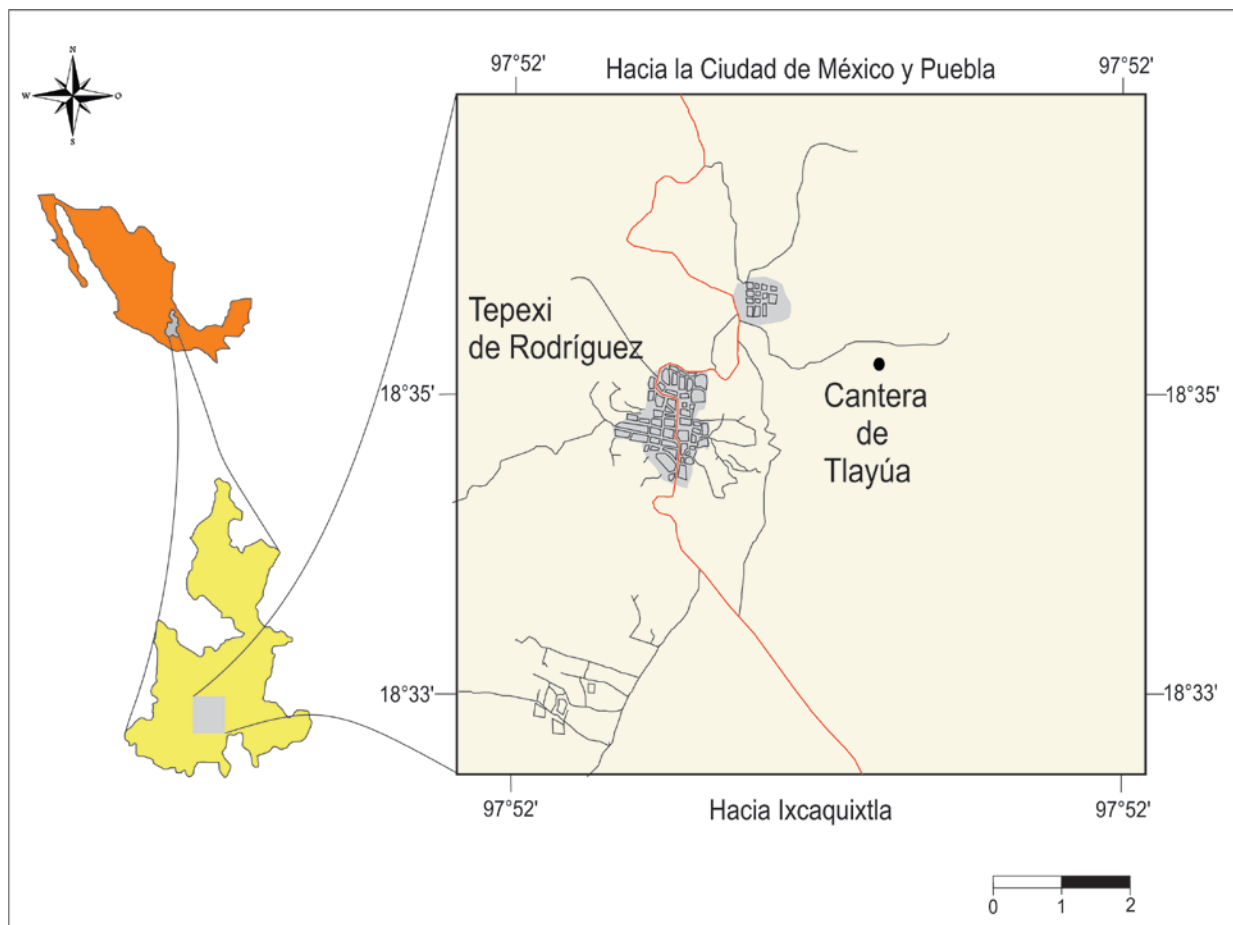
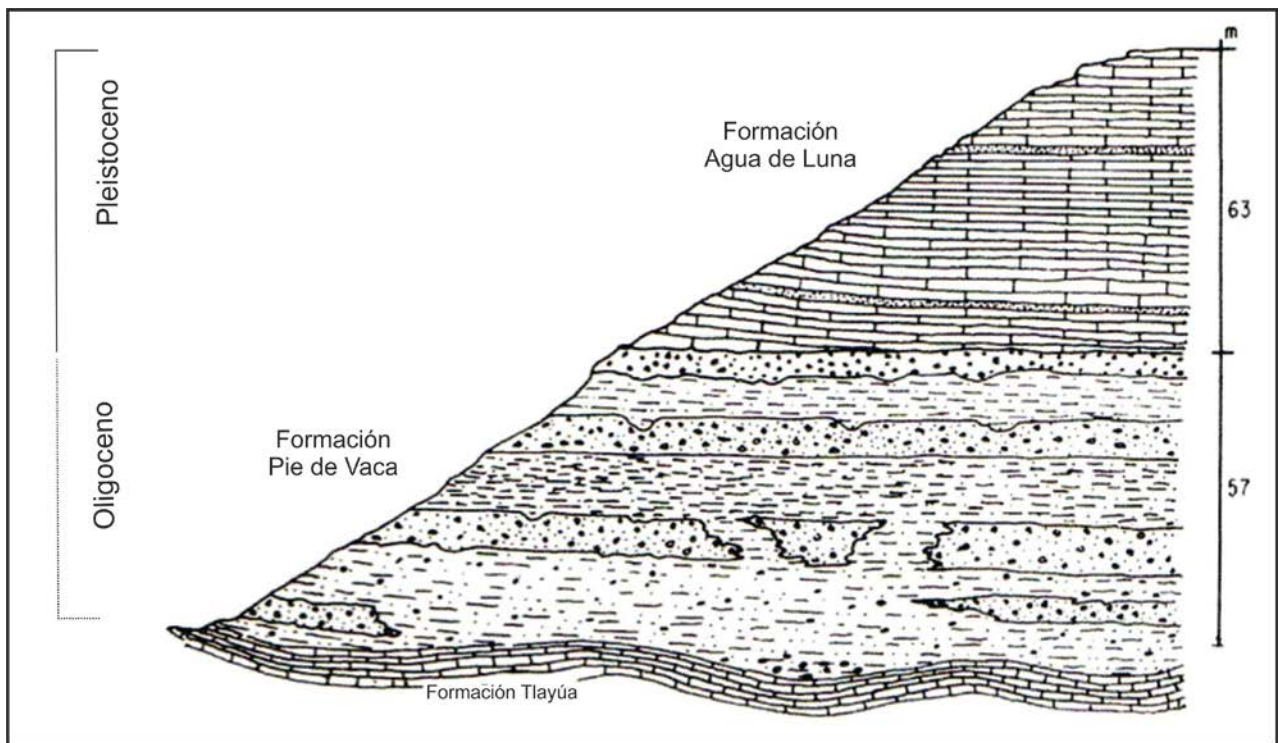


Figura 6 Mapa de la ubicación de la Cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla, al Sureste de la Ciudad de México.



## Geología regional

La secuencia Cretácica de la Formación Tlayúa, yace discordantemente sobre los esquistos y filitas de edad Cámbrica-Devónico del Complejo Acatlán. En algunas aéreas, la Formación Tlayúa representa la cima de la columna estratigráfica, pero también calizas Mesozoicas están cubiertas por los sedimentos continentales de la Formación Pie de Vaca de edad Oligoceno (Martínez-Hernández & Ramírez-Arriaga, 1999) y estos a su vez yacen bajo la Formación Agua de Luna del Pleistoceno (Pantoja-Alor *et al.*, 1988; Espinosa-Arrubarrena & Montellano-Ballesteros, 2006) (figura 7).



**Figura 7** Sección tipo de la Formación Pie de Vaca y Agua de Luna, medidas desde la Cantera de Tlayúa. Escala horizontal igual a escala vertical. Tomado y modificado de Malpica-Cruz et al., 1988.



## **Trabajo de campo**

### **Colecta y datos de campo**

La autora de este trabajo personalmente llevo a cabo la colecta de muestras rocosas en la Cantera Tlayúa. Esta labor tuvo lugar el 13 de Diciembre de 2011 y conto con la colaboración del Dr. Jesús Alvarado Ortega y el Biólogo Jair Barrientos Lara.

Debido a que las primeras muestras con polen de este sitio fueron colectadas por el Dr. Jesús Alvarado Ortega entre 1996-2004. Se tomó en cuenta el aspecto granuloso de las calizas para reconocerlas como posibles portadoras de palinomorfos. Así, el muestreo palinológico se extendió exclusivamente sobre los niveles X, XII, XVI, XVII y XVIII (Figura 8), debido a que las rocas de esos niveles presentaban la característica antes mencionada (figura 9). Colectando y procesando un total de 31 muestras, de las cuales 3 corresponden al Nivel XVI, 8 del Nivel XVII, 18 para el Nivel XVIII, unas muestras para el Nivel X y una para el XII.



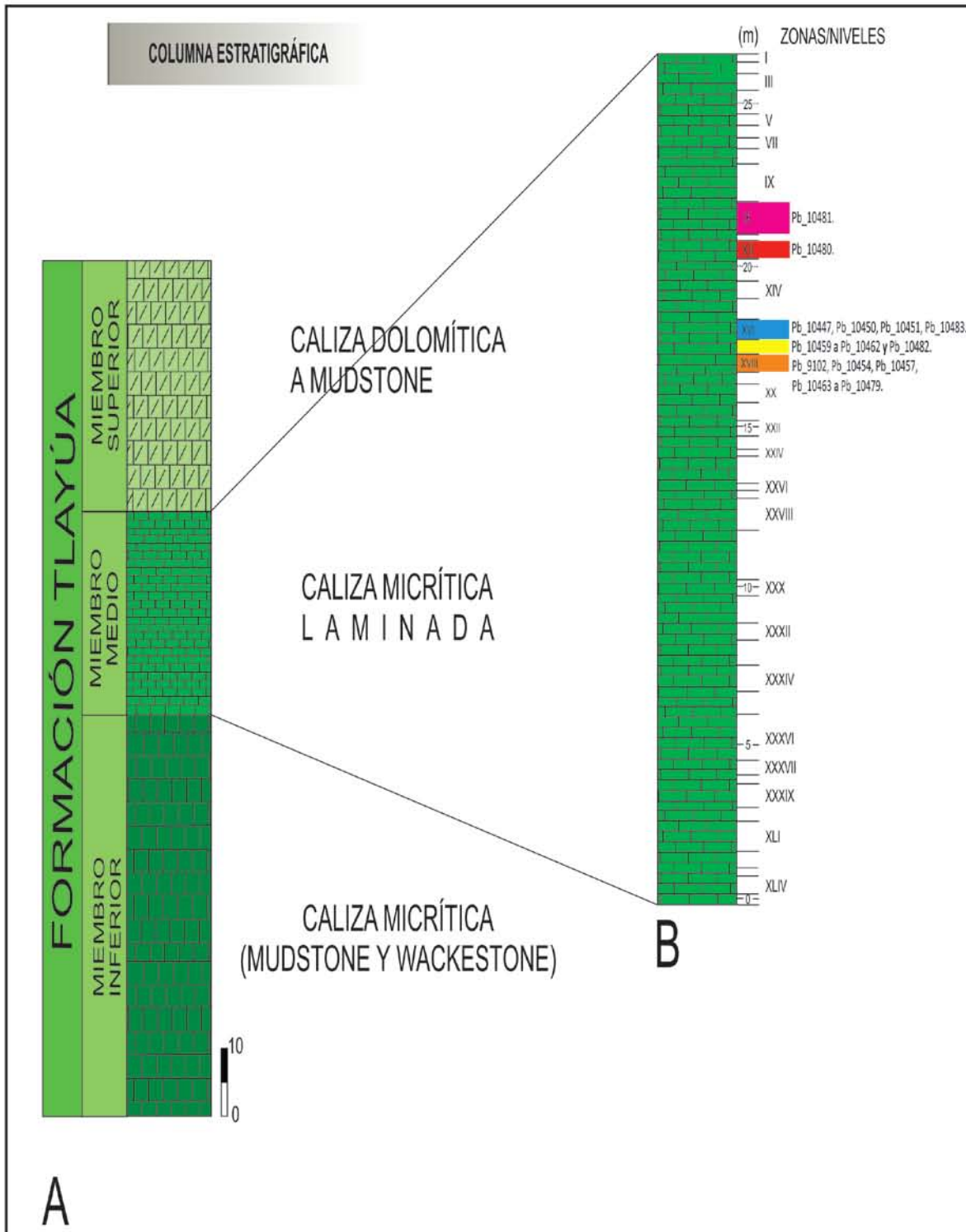
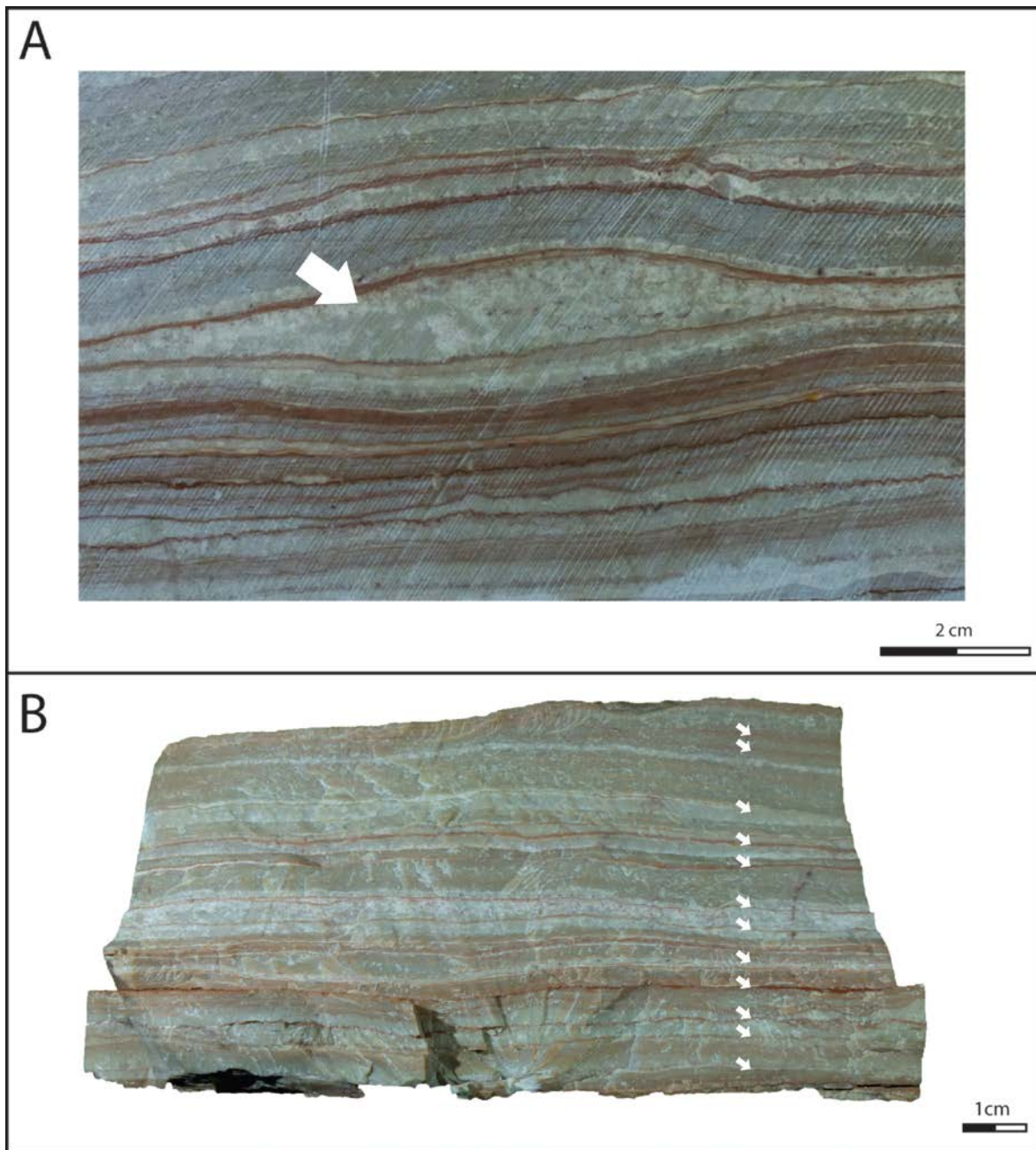


Figura 8 (A) Sección estratigráfica de la Formación Tlayúa, donde se muestra la litología y el espesor de los miembros. (B) Localización de las muestras estudiadas. (Modificado de Kahiyama et al., 2004).





**Figura 9** Muestra de mano del Nivel XVII. Se observan las características granulosas de la roca que fueron consideradas para colectarlas. (A) La flecha indican un lente donde se observan microfósiles y oolitos. (B) Se observa la laminación paralela y la intercalación de las arcillas ricas en hematita.



De cada muestra se colecto de 4 kg aproximadamente, posteriormente las muestras se colocaron en bolsas de plástico y se etiquetaron con número de colecta y zona, registrando además en la libreta de campo localidad, nombre de la formación número de muestra, litología, fecha, los datos de georreferencia con GPS así como fotografías del área muestreada.

## **Trabajo de laboratorio**

### **Procesamiento de la roca**

- a) Las muestras fueron llevadas al Instituto de Geología de la UNAM al laboratorio de Palinología, en donde fueron registradas un total de 31 muestras en la libreta de muestras fósil serie "Pb" para asignarles un número de catálogo dentro de la colección palinológica del IGLUNAM.
- b) Posteriormente de cada muestra de roca caliza se trituro 4 Kg en su totalidad con ayuda de un mortero metálico, hasta obtener fragmentos de aproximadamente 2.5 mm.
- c) Ya que en estas rocas calizas micriticas existe muy poco kerogeno con escasos palinomorfos, de las muestras iniciales de 4 Kg se procesaron en submuestras de 200gr.
- d) Cada una de las muestras trituradas, se colocaron en vasos de precipitado de vidrio de 2 litros y se les agrego ácido clorhídrico (HCL) al 10%, para la disolución de carbonato de calcio, se taparon las muertas con bolsas de platico y se dejaron en el asido por 48 horas.
- e) Se decantaron las muestras y se lavaron varias veces con agua destilada hasta dejarlas neutras (pH7).





f) Posteriormente el residuo, se cambió a un vaso de polipropileno y se le agrego ácido fluorhídrico al 48%-57% para la disolución de silicatos. Se taparon las muestras y se dejaron en el asido por 24 horas.

g) Se decantaron las muertas y se lavaron con agua destilada hasta dejarlas neutras (pH7).

h) El residuo se concentró en tubos de centrifuga de 50 ml. Se centrifugaron por 10 minutos a 1200 rpm.

i) Una vez concentrado el residuo se dividió en dos alicuotas:

\*A una parte se trató con el método Acetólisis de Erdman

\* Y la otra parte se sometio a una oxidacion por solución Shultz.

### **Técnica Acetolisis de Erdthman**

Es un método de naturaleza acida, basado en una mezcla con 9 partes de anhídrido acético y 1 parte de ácido sulfúrico. Después de decantar y dividir la muestra en 2 partes (paso i) primeramente se deshidrata la muestra con 6 mililitros de ácido acético glacial (CH<sub>3</sub>COOH). Enseguida se centrifuga por 10 minutos a 1200 rpm. Finalmente se decanta (Previamente se coloca el baño maría a una temperatura de 65-70°C). Posteriormente se le añadieron 2 mililitros de esta mezcla a cada tubo (las muestras previamente deshidratadas) y se calienta por 10 minutos a baño María con una temperatura de 65-70°C y se agito continuamente con la ayuda de agitadores de platico. Al pasar los 10 minutos, se retiraron la muestras del baño maría, enseguida se le coloco ácido acético glacial, para detener la reacción. Se calibran los tubos con ácido acético glacial y se centrifugaron por 10 minutos a 1200 rpm. Una vez pasado el tiempo de centrifugación se retira el sobrenadante y se lavan las muestras con agua destilada varias veces para eliminar el ácido hasta dejar la muestra neutra.



Observaciones: Esta mezcla Acetólítica debe prepararse en el momento de su uso, y solo cuenta con 15 minutos de vida útil después de su preparación, ya que esta disolución resultante es químicamente inestable. Su preparación se realiza en una probeta de cristal, donde se colocan 9 mililitros de anhídrido acético ( $(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2\text{O}$ ) y se le añade 1 mililitro de ácido sulfúrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , gota a gota, procurando que este ácido se resbale por las paredes de la probeta.

### **Técnica Shultz**

La técnica Shultz, es una mezcla saturada de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y clorato de potasio ( $\text{KClO}_3$ ), la cual es usada para la oxidación de la materia orgánica en un tiempo determinado, que dependerá del grado de metamorfismo de los palinomorfos.

En un vaso de precipitado de cristal, se colocaron mililitros de ácido nítrico  $\text{HNO}_3$  y se le agrego los cristales de clorato de potasio ( $\text{KClO}_3$ ), poco a poco se va, mezclando con ayuda de un agitador de plástico, hasta saturar la muestra. Enseguida se le añadieron 3 mililitros de esta solución a cada tubo y se dejaron reposar por 8 minutos en esta solución, agitando las muertas continuamente con la ayuda de agitadores de plástico.

Al pasar los 8 minutos, se les agrego agua destilada a las muestras, para detener la reacción. Se calibraron los tubos con agua destilada y se centrifugaron por 10 minutos a 1200 rpm. Una vez pasado el tiempo de centrifugación se retira el sobrenadante y se lavan las muestras con agua destilada varias veces para eliminar el ácido hasta dejar la muestra neutra.



### **Montado y secado**

De acuerdo con la cantidad de kerogeno obtenido en el proceso químico anterior, se decantó el sobrenadante de la muestra y se elaboraron laminillas donde el residuo palinológico se mezcla en el cubreobjetos con Hidroxietilcelulosa “HEC” (polímero de celulosa y etileno, que forma un gel viscoso soluble en agua y en etanol), enseguida el cubreobjetos se dejó secar sobre una termoplatina a una temperatura de 25°C aproximadamente. Una vez que se secó el material contenido en el cubreobjetos, se le agregaron 2 gotas de Bálsamo de Canadá (medio de montaje permanente) sobre él se colocó un porta objetos. Se elaboraron de un total 25 a 20 preparaciones por muestra acetolizada (esto dependió de la cantidad de materia orgánica resultante). De las muestras que fueron tratadas con la solución Shultz solo, se elaboraron de 6 a 10 laminillas. Todas las laminillas que se elaboraron se dejaron secar en un horno a temperatura de 70°C durante 3 semanas.

### **Análisis palinológico**

#### **Análisis cualitativo**

Las observaciones de las laminillas palinológicas, se realizaron mediante un microscopio Axion Starp Plus ZEISS, con el objetivo 100x, empleando luz normal y contraste de fase (si se observa a menor aumento no es posible determinar la naturaleza de los palinomorfos). Las imágenes que ilustran este trabajo (**ANEXO 1**) fueron logradas con una cámara digital Canon y el software Axion Vision. La identificación taxonómica fue posible a través de un análisis comparativo que incluyó taxa previamente identificadas del Cretácico temprano y tardío (Aptiano-Cenomaniano).

Se empleó la terminología establecida por autores previos (Praglowksi, 1971; Praglowksi & Punt, 1973; Praglowksi & Bhoj Raj, 1979; Thanikaimoni, 1986;



Faegri, K & Iversen, 1989; El Ghazali & E. B. Gomal, 1990; Punt *et al.*, 2007) para describir los rasgos de estos fósiles de Tlayúa.

Las descripciones palinológicas de esta tesis, comprendieron el estudio de la taxonomía de palinomorfos continentales (esporas-polen, esporas fúngicas), marinos (algas) así como de palinomorfos de origen incierto. Generalmente en la sistemática del registro fósil de los palinomorfos, los taxa son definidos por sus características morfológicas (morfogéneros/morfoespecies), por tal motivo se usaron morfotaxas y un sistema de clasificación artificial o parataxonómico (Traverse, 2007; Pierce, 1961). Esto se debe a que los morfogéneros fósiles, normalmente abarcan un solo tipo de órgano o parte vegetal (p. ej. polen y esporas) que pueden pertenecer a diferentes géneros o taxa con una mayor categoría biológica. Además en todas las descripciones palinológicas proporcionadas en este trabajo se incluyen el número de preparación, coordenadas, afinidad botánica y su alcance cronoestratigráfico de la especie o género.

### **Análisis cuantitativos**

El análisis cuantitativo de los palinomorfos recuperados en Tlayúa permite reconocer la frecuencia relativa de cada taxa identificada; es decir su proporción en relación con el número de palinomorfos totales (suma de todos los palinomorfos que contenían todas las laminillas obtenidas de cada muestra correspondientes a cada determinada muestra). Por tal motivo se consultaron las laminillas en su totalidad y se realizaron los transectos necesarios para cubrir toda la superficie del cubreobjetos). Posteriormente, se calculó el porcentaje de cada elemento a partir del conteo total, representándolos en las graficas 1, 2 Y 3.



## RESULTADOS

### Descripciones sistemáticas

Se estudiaron 31 muestras de rocas cuyo peso procesado fue de 200 g obteniendo un total de 635 laminillas, de las cuales se contó un total de 325 palinomorfos. Se identificó la diversidad de formas representadas por estos palinomorfos estableciendo una clasificación que facilitó la descripción y posterior identificación taxonómica de estos restos botánicos.

Se realizó una descripción detallada de todos estos palinomorfos del Miembro medio de la Formación Tlayúa para exponer de manera eficaz las determinaciones taxonómicas. A continuación se ordenan alfabéticamente los palinomorfos exponiendo primeramente las esporas de pteridófitas, seguido por los granos de polen de gimnospermas y seguidos por el polen de angiospermas. Las descripciones se finalizan con fungoesporas, palinomorfos de origen acuático y palinomorfos de origen incierto.



## Esporas de Pteridofitas

## Esporas triletes

**Género** *Granulatisporites*, (Ibrahim, 1933) Potonié & Kremp, 1954

**Especie tipo.** *Granulatisporites granulatus*, Ibrahim, 1933

Afinidad botánica: Filicopsida? (Raine et al., 2011).

Alcancé Estratigráfico del género: Pérmico del Oeste Australia (Stephenson, 1998) Pérmico, para Nueva Zelanda (Raine et al., 2011), Carbonífero de Alemania (Jameossanaie, 1987) Cretácico de Maryland (Brenner, 1963).

*Granulatisporites* sp

(Lámina 1 fig. 1-3)

**Descripción:** Espora trilete, heteropolar con simetría radial, contorno ecuatorial triangular, la lesura (marca trilete) posee un engrosamiento de 2  $\mu\text{m}$  de espesor, y posee los rayos rectos que se extienden hasta el borde interno de la cara proximal, con los ápices puntiagudos a ligeramente cuadrados. Exina de 2  $\mu\text{m}$  de espesor, con verrugas de 0.7  $\mu\text{m}$  de diámetro que se encuentran distribuidas heterogéneamente sobre toda la superficie de la espora.

**Dimensiones:** (1 ejemplares medidos). En vista polar proximal; 30  $\mu\text{m}$  de diámetro por 24  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Comentario:** Presentes en el Nivel XVII. El ejemplar medido aquí es muy parecido morfológicamente a *Granulatisporites confluens* Archangel'sky & Gamero 1979, de Argentina y Australia (Stephenson, 1998), y solo difiere en el grosor de la exina la cual es más delgada (1  $\mu\text{m}$ ) en *G. Conluens*.



**Muestra:** Pb\_10480-28(95X13).

**Género** *Pilosisporites*, Delcourt & Sprumont, 1955

**Especie tipo.** *Pilosisporites trichopapillosus*, (Thiergart, 1949) Delcourt & Sprumont, 1955

Afinidad botánica: Filicopsida (Raine et al., 2011).

Alcancé Estratigráfico del género: Cretácico Temprano (Hauteriviano) de Chile (Cranwell & Srivastava, 2009) Albiano (Baltes, 1966; Bettar & Meon, 2006; Wingate, 1980), Jurásico Tardío al Albiano (Singh, 1971).

*Pilosisporites* sp

(Lámina 1 fig. 4)

**Descripción:** Espora trilete, heteropolar con simetría radial, contorno ecuatorial ligeramente triangular, la lesura (marca trilete) simple, de rayos rectos que se extienden hasta el borde interno de la cara proximal con los ápices redondeados. Exina de 0.4 a 1  $\mu\text{m}$  de espesor, con baculas y gemas de 0.3 a 0.4  $\mu\text{m}$  de diámetro que se encuentran distribuidas heterogéneamente sobre toda la superficie de la espora.

**Dimensiones:** (4 ejemplares medidos). En vista polar proximal; 19 (26) 31  $\mu\text{m}$  por 27 (32) 34.

**Comentario:** Presentes en el Nivel XVI, XVII y XII. El ejemplar medido aquí es muy parecido morfológicamente a *Pilosisporites trichopapillosus*, descrito por Cranwell & Srivastava, (2009) para el sureste de Chile, la diferencia está en el tamaño de la monada (mide 60-64  $\mu\text{m}$ ) y de la ornamentación las gemas son más grandes, el medido aquí es más pequeño.

**Muestra:** Pb\_10447-3 (106.55X16.3), Pb\_10447-11 (109X5), Pb\_10451-15 (105X12), Pb\_10460-8 (102.9 X 9).



---

**Género** *Undulatisporites*, P. W. Thomson & H. D. Pflug, 1953

**Especie tipo.** *Undulatisporites microcutis*, Thomson & Pflug, 1953

Afinidad botánica: Filicopsida (Raine et al., 2011).

Alcancé Estratigráfico del género: Cretácico superior de La Formación Menefee de Nuevo México (Jameossaneie, 1987). Cretácico temprano para la formación Bokchito en el sur de Oklahoma (Wingate, 1980). Albiano al Cenomaniano (Singh, 1971).

*Undulatisporites* sp

(Lámina 1 fig. 5, 6)

**Descripción:** Espora trilete, heteropolar, con simetría radial, contorno ecuatorial triangular, la lesura (marca trilete con labios) ligeramente ondulada y se extiende hasta el borde interno de la cara proximal, con los ápices redondeados. Exina de 0.8 a 1  $\mu\text{m}$  de espesor, psilada.

**Dimensiones:** (1 ejemplar medido). En vista polar proximal: 22  $\mu\text{m}$  de diámetro por 23  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Comentario:** Única presente solo en el XVII.

Muestra: Pb\_10482-2(109X4).

Espora monolete

**Género** *Laevigatosporites* (Ibrahim 1993) Schopf, Wilson & Bentall, 1944

**Especie tipo.** *Laevigatosporites ovatus*, Wilson & Webster, 1946

Afinidad botánica: *Laevigatosporites* puede tener diversas afinidades (Cranwell, & Srivastava, 2009).





Alcancé Estratigráfico del género: Jurásico y Cretácico (Singh, 1971). Hauteriviano para del sur de Chile (Cranwell, & Srivastava, 2009), Albiano (Bettar & Méon, 2001; Burger, 1980) Cenozoico (Alroy, 1998).

*Laevigatosporites* sp

(Lámina 1 fig. 7, 8)

**Descripción:** Espora monolete, heteropolar con simetría bilateral. Exina 0.4  $\mu$ m de espesor, psilada.

**Dimensiones:** (1 ejemplar medido) eje ecuatorial menor 20  $\mu$ m, eje ecuatorial mayor 29  $\mu$ m.

**Comentario:** Único ejemplar, presente en el Nivel XVI. Esta espora es similar a *Laevigatosporites ovatus* Wilson & Webster 1946, del Cretácico Temprano (Hauteriviano) del sur de Chile, difiriendo solo en el tamaño (19-31  $\mu$ m), la que se presenta aquí es ligeramente más pequeño.

**Muestra:** Pb\_ 10447-10(107X18).

**Género** *Polypodiisporites* (Potonié & Gelletich, 1933) Potonié, 1956

**Especie tipo.** *Polypodiisporites favus* (Potonié & Gelletich, 1933) Potonié, 1956

Afinidad botánica: *Polypodiaceae*, *Dennstaedtiaceae* (Raine *et al.*, 2011).

Alcancé Estratigráfico del género: Cretácico de Antártida y Canadá (Alroy, 1998), Cenozoico (Raine *et al.*, 2011).



*Polypodiisporites* sp

(Lámina 1: fig. 9, 10)

**Descripción:** Espora monolete, heteropolar, simetría bilateral, la lesura se extiende en toda la superficie de la espora, tocando en contorno. Exina 2  $\mu\text{m}$  de espesor, presenta verrugas con un ancho y altura variados que van de 0.5  $\mu\text{m}$  a 1.7  $\mu\text{m}$  y con una distancia entre verruga y verruga de 0.39  $\mu\text{m}$ . Estas verrugas tienen un arreglo ordenado de tal forma que forman un retículo (pseudo- retículo).

**Dimensiones:** (1 ejemplar medido) Eje ecuatorial menor 33  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial mayor 59  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Único ejemplar presente en el Nivel XVII. El ejemplar se encuentra bien conservado, y aunque se revisaron todas las preparaciones del mismo nivel y de niveles superiores e inferiores a este, no se hallaron más ejemplares.

**Muestra:** Pb\_10459-9(98x6.1).

Granos de polen

Gimnospermas

**Género** *Alisporites*, Daugherty, 1941

**Especie tipo** *Alisporites opii*, Daugherty, 1941

Afinidad Botánica: Pinaceae (Jameossanaie, 1987).

Alcance Estratigráfico del género: Pérmico de Arizona, U.S.A (Jansonius & Hills, 1976-2012) Jurásico Tardío y Cretácico Temprano (Singh, 1971), Cretácico Superior de Nuevo México (Jameossanaie, 1987).



*Alisporites* sp

(Lámina 2: fig.1, 2)

**Descripción:** Grano de polen bisacado, heteropolar, con simetría bilateral, monosulcado, el cuerpo central (donde se encuentra la abertura) subcircular a elíptico en vista polar. Exina de 0.9  $\mu\text{m}$ -1.6  $\mu\text{m}$  de espesor, verrugada a ligeramente rugulada. Los sacos aéreos son semicirculares a elípticos, de ornamentación alveolar, los alveolos se observan poligonales muy irregulares con paredes muy delgadas. El ancho de los sacos es ligeramente mayor al ancho del cuerpo central y el largo del saco es igual al largo del cuerpo central, en ocasiones es más pequeño.

**Dimensiones:** (11 granos medidos) Ancho del cuerpo central 28(40)51  $\mu\text{m}$ ; largo del cuerpo central 24 (35.8)45.9  $\mu\text{m}$ ; ancho de los sacos aéreos 24(30)47  $\mu\text{m}$ . Largo de los sacos aéreos 24.5 (31)40  $\mu\text{m}$ . Tamaño total 40.4 (45.5)58.8  $\mu\text{m}$

**Comentario:** Presente en el Nivel, XVI, XVII, XII. El material analizado en Jansonius & Hills (1976) para el Triásico de Arizona, presenta dimensiones totales algo mayores (100-110  $\mu\text{m}$ ) que las que se describe en este trabajo y la forma del cuerpo central es elongada, mientras que aquí solo se observa subcircular a elíptico en vista polar; no obstante otros granos con mayor semejanza fueron observados para el Cretácico Superior de Nuevo México, Jameossanaie (1987) describe *Alisporites* sp el cual presenta un cuerpo central elíptico con una exina verrugada a rugulada, sacos aéreos semicirculares con alveolos irregulares y solo difieren del material descrito en este trabajo por presentar un tamaño total mayor (92 $\mu\text{m}$ ).

**Muestra:** Pb\_10447-6 (100X7); Pb\_10447-8 (96.5X15); Pb\_10451-15 (104X17); Pb-10451-15 (97.2X14); Pb\_10451-20 (101X12); Pb\_10451-20 (109.1X15); Pb\_10451-21 (111X6); Pb\_10451-22; Pb\_10461-15 (104.9X3); Pb\_10460-18(100X22); Pb\_10480-18 (100.1X12.1).



**Género** *Podocarpidites*, Cookson, 1947 ex Couper, 1953

**Especie tipo.** *Podocarpidites ellipticus*, (Cookson, 1947) Couper 1953

Afinidad botánica: Podocarpaceae o Lagarostrobos (Raine *et al.*, 2011).

*Podocarpidites cf otagoensis*, Couper, 1953

(Lámina 2: fig. 3, 4)

**Descripción:** Grano de polen bisacado, heteropolar, con simetría bilateral, monosulcado, el cuerpo central (donde se encuentra la abertura) subcircular ha redondeado en vista ecuatorial. Exina tectada de aproximadamente 1.6  $\mu\text{m}$  de espesor, de ornamentación rugulada. Los sacos aéreos son más pequeños que el cuerpo central y su ornamentación es poco definida.

**Dimensiones:** (1 ejemplar medido) ancho cuerpo central 71  $\mu\text{m}$ , largo del cuerpo central 70  $\mu\text{m}$ , ancho del saco 27  $\mu\text{m}$ , largo del saco 42  $\mu\text{m}$ . Ancho total 92  $\mu\text{m}$ , largo total 70  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVII. Se trata de un único grano hallado. El ejemplar se encuentra bien conservado, y aunque se revisaron todas las preparaciones del mismo nivel y de niveles superiores e inferiores a éste, no se hallaron más ejemplares. El ejemplar descrito en este trabajo, presentar sacos aéreos de menor tamaño que el cuerpo central y el retículo de los sacos aéreos poco definidos como *Podocarpidites otagoensis* Couper 1953, del Mesozoico y del Terciario de Nueva Zelanda, pero difiere por presentar un cuerpo central subcuadrangular en vista polar (Archangelsky & Villar de Seoane, 2005), esta característica y la falta de ejemplare impide asignarlo con seguridad al taxón descrito por Couper 1953.

**Muestra:** Pb.10460-9 (90X4).



Alcance estratigráfico del género: Jurásico-Cenomaniano (Paleobiology Database, 2014), Cretácico Inferior (Aptiano) del Grupo Baquero, en la Provincia de Santa Cruz, Argentina (Archangelsky & Villar de Seoane, 2005).

*Podocarpidites marwickii* Couper, 1953

(Lámina 2: fig. 5, 6)

**Descripción:** Grano de polen bisacado, heteropolar, con simetría bilateral, monosulcado, el cuerpo central (donde se encuentra la abertura) circular a elíptico en vista polar. Exina bien definida de 0.8 a 2  $\mu\text{m}$  de espesor, presenta un retículo muy fino y poco denso las lúminas son de forma circular de 0.1  $\mu\text{m}$  de diámetro aproximadamente. Los sacos aéreos son semicirculares, de estructura alveolar, con alveolos poligonales y paredes de 0.4  $\mu\text{m}$  a 0.5  $\mu\text{m}$

**Dimensiones:** (6 ejemplares medidos) Ancho cuerpo central 43.3 (44.2) 45.6  $\mu\text{m}$ ; largo del cuerpo central 21.8 (23.1) 30.4  $\mu\text{m}$ ; ancho del saco 21 (28.5) 34.9  $\mu\text{m}$ . Ancho total del grano de polen es 46.5 (57.3) 72  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVI, XVII, XVIII, XII. Archangelsky & Villar de Seoane, (2005), describen para el Cretácico Temprano a *P. marwickii* con una ornamentación granular a rugulada, sacos aéreos con un ancho mayor que el del cuerpo central. Sin embargo los ejemplares descritos en este trabajo se comparan más con la descripción de *P. marwickii* dada por Pavilauska (2012), en la Formación Monte Chico de Argentina, para el Cretácico Tardío coincidiendo en forma (elíptico en vista polar), escultura del cuerpo (reticulada) y tamaño de los sacos aéreos (ancho 25 a 34  $\mu\text{m}$ ).

Muestra: Pb\_10451-22 (93.3X11); Pb\_10451-22 (106X21.9); Pb\_10459-8 (97.1X14.9); Pb\_10464-5 (91.5X12); Pb\_10480-13 (101X22.5).

**Alcancé Estratigráfico:** Jurasico-Aptiano para la Provincia de Santa Cruz, Argentina (Llorens, 2012). Jurásico-Cretácico para la Localidad Cañadón



Calcáreo, Patagonia Central Extra-Andina (Volkheimer et al., 2009), Cretácico Inferior (Aptiano) del Grupo Baquero, en la Provincia de Santa Cruz, Argentina (Archangelsky & Villar de Seoane, 2005). Cretácico Tardío de la Formación Monte Chico, Argentina (Povilauskas, 2012). También en Chile, Antártida, Nueva Zelanda Australia, y E.U desde el Jurásico hasta el Terciario (Archangelsky & Villar de Seoane, 2005).

**Género** *Retibivesiculites*, Pierce 1961

**Especie tipo.** *Retibivesiculites parvus*, Pierce 1961

*Retibivesiculites cf parvus*, Pierce 1961

(Lámina 2: fig. 7, 8)

**Descripción:** Grano de polen bisacado, heteropolar, con simetría bilateral, monosulcado, el cuerpo central (donde se encuentra la abertura) circular a oval, en vista polar. Exina de 1.9  $\mu\text{m}$  de espesor aproximadamente, tectada rugulada la pared es poco distinguible, de coloración más oscura que de los sacos. Sacos aéreos más grandes que el cuerpo central, con una ornamentación alveolar, de paredes delgadas y alveolos irregulares, poco discernibles.

**Dimensiones:** (2 ejemplares medidos) ancho cuerpo central 60  $\mu\text{m}$ , largo del cuerpo central 47  $\mu\text{m}$ . Ancho del saco 63  $\mu\text{m}$ , largo del saco 77  $\mu\text{m}$ . Ancho total del grano 125  $\mu\text{m}$ , con un largo total 82  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente sólo en el Nivel X. *Podocarpidotes ellipticus* analizado por Archangelsky & Villar de Seoane (2005) y Cranwell & Srivastava (2009), comprende un grano de polen bisacado comparable al descrito en este trabajo, debido a que posee un cuerpo central mucho más pequeño que los sacos aéreos. Sin embargo *Retibivesiculites parvus* estudiado por Pierce (1961) para el Cenomaniano de Minnesota, presenta más características morfológicas similares:



una exina de 2  $\mu\text{m}$  espesor de ornamentación rugulada, sacos aéreos alveolares con alveolos muy irregulares y un tamaño total de 124 X 82 $\mu\text{m}$  difiriendo ligeramente en la ornamentación, ya que en la diagnosis de la especie tipo echa por Pierce, las rugulas están muy marcadas mientras que la descrita en este trabajo son con poco distinguible. Esta característica así como la falta de más material, impide asignarlo con a *Retibivesiculites parvus* Pierce, 1961.

Muestra: Pb.10481-11 (98.5X10.1), Pb\_10481-13 (98.1X9).

**Afinidad botánica:** *Podocarpidites* (Pierce ,1961).

**Alcancé Estratigráfico:** Cenomaniano de Minnesota (Pierce ,1961). Albiano Tardio-Cenomaniano (Barrón et al., 2015).

Poliplicados

**Género** *Ephedra*, Tournefort ex Linnaeus, 1737

**Especie tipo.** *Ephedra chinleana*, Daugherty, 1941

Afinidad botánica: *Ephedraceae* (Scott, 1960).

Alcancé Estratigráfico del género: Triásico Superior (Scott, 1960).

*Ephedra* sp

(Lámina 3: fig.1, 2)

**Descripción:** Monada, isopolar, con simetría radial, prolado. Grano de polen poliplicado, con 12 costillas aproximadamente, de bordes lisos que se extienden de polo a polo con 0.8  $\mu\text{m}$  de grosor, con una distancia entré cada una de ellas de 0.8 $\mu\text{m}$ . Exina de 1  $\mu\text{m}$  de grosor, tectada psilada.

**Dimensiones:** (1 ejemplar medido). Eje polar 40  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial 18.4  $\mu\text{m}$ .



**Comentario:** Único ejemplar, presente en el nivel XVII.

**Muestra:** Pb\_9102-9 (3X113.7)

Sulcado

**Género** *Cycadopites*, (Wodehouse 1933) (Wilson & Webster, 1946) Herbst, 1965

**Especie tipo.** *Cycadopites follicularis*, Wilson & Webster, 1946

Afinidad Botánica: Cycadales/Bennettitales/Ginkgoales (Singh, 1964).

Alcance Estratigráfico del género: Pérmico Temprano- Carbonífero superior, se reportan restos microfósiles, Jurásico y Cretácico (Singh, 1964). Triásico al Cretácico (Raine et al., 2011).

*Cycadopites* sp

(Lámina 3: fig. 3, 4)

**Descripción:** Monada, heteropolar, con simetría bilateral. Grano de polen monosulcado, sulco largo recto que se extiende en toda la longitud del grano y con los ápices circulares. Exina tectada, menor a 1  $\mu\text{m}$  de espesor psilado.

**Dimensiones:** (1 ejemplar medido). 12.8  $\mu\text{m}$  X 6.4  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Comentario:** Único, presente un nivel XVI. El polen es común y abundante en el Jurásico y Cretácico (Singh, 1964).

**Muestra:** Pb\_10447-5 (96.5X4.1).

**Género** *Ginkgopites*, Baksi 1962





**Especie tipo** *Ginkgopites dubia*, Baksi 1962

Alcancé Estratigráfico del género: Pérmico Temprano- Carbonífero superior. El polen es común y abundante en el Jurásico y Cretácico (Singh, 1964). Triásico al Cretácico (Raine et al., 2011).

*Ginkgopites* sp

(Lámina 3: fig.5, 6)

**Descripción:** Monada, heteropolar, con simetría bilateral. Grano de polen monosulcado, sulco largo que se extiende en toda la longitud del grano y con los ápices redondeados. Exina tectada menor a 1  $\mu\text{m}$  de espesor de ornamentación verrugada. Dimensiones: (1 ejemplar medido). 26.4 $\mu\text{m}$  X 20  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Comentario:** Único, presente un nivel XVII.

**Muestra:** Pb\_9102-11 (116.9X2.2)

**Afinidad Botánica:** Ginkgo (Singh, 1964).

Inaberturados

**Género** *Cupressacites*, (Bolkhovitina 1946) Krutzsch 1971

**Especie tipo** *Cupressacites russeus*, (Bolkhovitina 1946) Krutzsch 1971

Afinidad Botánica: Cupressus/Juniperus/Taxodiun (Raine et al., 2011).

Alcancé Estratigráfico del género: Jurásico al Cretácico (Raine et al., 2011)  
Cretácico al Neógeno (Raine et al., 2011).

*Cupressacites* sp



(Lámina 3: fig. 7, 8)

**Descripción:** Grano de polen, apolar, simetría radial, inaberturado en ocasiones se rompe la pared en forma de V formando una falsa abertura, exina con un grosor aproximado de 0.3µm, intectado microverrugado, las verrugas se encuentran distribuidas de forma heterogénea sobre la nexina con un tamaño de aproximadamente 0.2 µm.

**Dimensiones:** (20 ejemplares medidos) 37µm X 20 µm de diámetro.

**Comentario:** Presenté en el Nivel XVI, XVIII, XII. Común, los ejemplares se encuentran con una buena preservación. Total de granos contados (40).

**Muestra:** Pb\_9102-10 (107.7X1.2); Pb\_10447-11 (97.5X8.2), Pb\_10480 (107X1.5). Este género puede incluir varios géneros de la familia Cupressaceae como de Cupressus Juniperos, Taxodium, Sequoia Glyptostrobus. Esta familia de coníferas tuvo una gran importancia en los ecosistemas del Mesozoico.

Angiospermas

Sulcados

**Género** *Liliacidites*, (Couper, 1953) Juhász & Góczán 1985

**Especie tipo** *Liliacidites kaitangataensis*, Couper, 1953

Afinidad botánica: Liliaceae (Dettmann, 1963; Couper ,1953).

Alcancé Estratigráfico del género: Barremiano/Aptiano al Turoniano (Chlonova, 1986). Albiano (Juhász & Góczán 1985) Albiano-Cenomaniano (Singh, 1971; Dettmann &Thomsom, 1987); Barremiano/Aptiano al Messiniense/Zancliense (Alroy, 1998); para Nueva Zelanda Cretácico Tardío-Oligoceno Temprano



(Couper, 1953) Cretácico al Cenozoico (Raine et al., 2011). Cretácico al Eoceno de Nueva Zelanda (Jansonius & Hills, 1976-2012), Maastrichtiano de la Provincia de Mendoza (Papú, 2002).

*Liliacidites* sp 1

(Lámina 3: 9, 10)

**Descripción:** Monada heteropolar, con simetría bilateral. Grano de polen monosulcado, sulco largo sinuoso, que se extiende en toda la longitud del grano con los ápices redondeados. Exina con 1.2  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectada columelar, hetero-microreticulado, el retículo se hace más pequeño hacia los extremos. El tamaño de las lúminas es de 0.8 y 0.2  $\mu\text{m}$  de espesor con una forma elíptica a ligeramente esferoidales, muro de 0.7 a 0.2  $\mu\text{m}$  de diámetro aproximadamente.

**Dimensiones:** (1 ejemplar medidos). En vista polar distal: eje ecuatorial mayor 30  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial menor 15.2  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Único presente sólo en el Nivel XVI. El polen de *Liliacidites* descrito por Couper (1953) para el Cretácico Superior al Cenozoico de Nueva Zelanda, comprende polen monosulcado o tricotomasulcado, reticulados con lúminas de diferentes tamaños. Poseen un largo y amplio colpo que abarca toda la longitud del grano de polen (Ward, 1986; Couper, 1953; Jansonius & Hill (1976-2012). En la diagnosis establecida por Couper, no se especifica que las lúminas del retículo disminuyen en tamaño desde el ecuador hacia los polos, sin embargo Juhás and Góczán (1985) hacen un estudio comparativo de los granos de polen monosulcados de angiospermas para el Albiano y enmiendan la diagnóstico para incluir esta variabilidad de tamaño como un criterio importante de *Liliacidites* y para distinguirlo del retículo de *Retimonocolpites* Pierce, 1961.

Muestra: Pb\_ 10447-7 (96.1X22).



*Liliacidites* sp 2

(Lámina 3: fig. 11, 12)

**Descripción:** Monada heteropolar con simetría bilateral. Grano de polen monosulcado, sulco largo, que se extiende en toda la longitud del grano con los ápices redondeados. Exina 1.1  $\mu\text{m}$  de espesor aproximadamente, subtectada columelar, hetero-reticulado el cual se hace más pequeño hacia los extremos. El tamaño de las lúminas es de 1.3 a 0.2  $\mu\text{m}$  de espesor y poseen una forma poligonal a circular, el muro tiene un espesor de 1 a 0.4  $\mu\text{m}$

**Dimensiones:** (1 ejemplares medidos). En vista polar distal: eje ecuatorial mayor 31.78  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial menor, 19.89  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente sólo en el Nivel XVIII. *Liliacidites* sp2 se distingue de *Liliacidites* sp1 por presentar lúmenes de mayor diámetro y muros ligeramente más anchos, y ser ligeramente más grande.

**Muestra:** Pb\_10469-4 (108X18).

*Liliacidites* sp 3

(Lámina 3: fig. 13, 14)

**Descripción:** Monada heteropolar con simetría bilateral. Grano de polen monosulcado, sulco largo, se extiende en todo el grano de polen pero no alcanza a tocar el margen del grano, con los ápices puntiagudos a ligeramente redondeados. Exina 1.5  $\mu\text{m}$  de espesor aproximadamente, subtectado columelar, hetero-microreticulado, el retículo se hace más pequeño hacia los extremos. El tamaño de las lúminas es de 0.5 - 0.2  $\mu\text{m}$  de espesor y poseen una forma poligonal, el muro tiene un espesor de 0.3  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (4 ejemplares medidos). Eje ecuatorial mayor 23 (18) 24  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial menor, 12 (14) 17  $\mu\text{m}$ .



**Comentario:** Presente sólo en el Nivel XVII. *Liliacidites* sp 3, se diferencia de *Liliacidites* sp 1 y *Liliacidites* sp 2 ya que el sulco no toca el margen del grano de polen y por ser más pequeño.

**Muestra:** Pb\_9102-9(2.8X113); Pb\_9102-9(2.9X114.9); Pb\_9102-9 (7X110.2); Pb\_9102-9(7X116.7).

*Liliacidites* sp 4

(Lámina 3: fig.15, 16)

**Descripción:** Monada heteropolar con simetría bilateral, esferoidal. Grano de polen monosulcado, sulco largo, se extiende al margen del grano de polen, con los ápices cónicos. Exina 1.5  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado columelar, heteromicroreticulado, el retículo se hace más pequeño hacia los extremos y hacia la abertura. El tamaño de las lúminas es de 0.6 a 0.2  $\mu\text{m}$  de espesor aproximadamente y poseen una forma poligonal a circular, el muro tiene un espesor de 0.3  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (2 ejemplares medidos). En vista polar distal: eje ecuatorial mayor 17  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial menor, 15  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente sólo en el Nivel XVII. *Liliacidites* sp 4 se diferencia de *Liliacidites* sp 1, *Liliacidites* sp 2 y *Liliacidites* sp 3, por presentar dimensiones generales más pequeñas, por ser esferoidal por presentar un retículo que disminuye hacia los extremos y hacia la abertura.

**Muestra:** Pb\_9102-9(5.8X112.7); Pb\_9102-9(17X108.4).

**Género** *Monocolpopollenites* (Pflug & Thomson, 1953) Nichols, Ames & Traverse, 1973

**Especie tipo** *Monocolpopollenites tranquillus* (Potonié, 1934) Thomson & Pflug 1953



*Monocolpopollenites reticulatum*, Nichols, Ames & Traverse, 1973

(Lámina 3: fig. 17, 18)

**Descripción:** Monada, heteropolar, con simetría bilateral. Grano de polen monosulcado, sulco largo que se ensancha en los extremos y que se extiende en toda la longitud del grano, con los ápices redondeados. Exina 0.8  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado Inter-hetero-reticulada, el tamaño de las luminas es de 0.3  $\mu\text{m}$  y en ocasiones de 1  $\mu\text{m}$ , poseen una forma circular a ligeramente poligonal con muros de 0.3 a 0.9  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (7 granos medidos). En vista polar distal: eje ecuatorial mayor 20 (22.54) 26.23  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial menor 8.8 (14.7) 16  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el nivel XVII, XVI. El género *Monocolpopollenites* incluye granos de polen monocolpados con un colpo que se ensancha en los extremos solo se redondean al final. La exina puede ser psilado, escabrado o reticulado, pero nunca granuloso o verrugoso, el tamaño varía en diferentes especies, va de 20-50  $\mu\text{m}$ , se distingue de *Arecipites* Wodehouse, 1933 por la forma del colpo simple y recto, y es claramente separable de *Palmaepollenites* porque el colpo es sencillo, alargado y recto, (Nichols, et al., 1973; Jansonius & Hills, 1976-2012; Juhás and Góczán 1985; Nichols, Ames & Traverse, 1973).

**Muestra:** Pb\_10460-18 (98X21.9); Pb\_10459-8 (94X15); Pb\_10447-6 (101.5X6); Pb\_10451-21 (107X7.5); Pb\_9102-10 (111.2X10.9); Pb\_9102-9 (15X100.3); Pb\_10447-7 (95X19);

**Afinidad botánica:** Monocotiledóneas, Magnoliidae (Ward, 1986).

**Alcance Estratigráfico:** Cretácico Superior (Cenomaniano-Maastrichtiano) de Nuevo México (Jameossanaie, 1987), Cretácico Superior de Brasil, Nigeria,



Senegal y Sudan (Alroy, 1998), Eoceno de Colombia y Alemania (Alroy, 1998) y Paleógeno de Colombia (Alroy, 1998).

**Género** *Retimonocolpites* (Pierce 1961) Juhász & Góczán, 1985

**Especie tipo** *Retimonocolpites dividuus*, Pierce, 1961

Afinidad botánica: Monocotiledóneas (Pierce 1961).

Alcance Estratigráfico del Género: Del Jurásico al Cretácico Tardío de Egipto (Alroy, 1998) Barremiano al Cenomaniano (Chlonava, 1986). Cenomaniano de Minnesota (Pierce, 1961). Cretácico Temprano y Medio para Australia (Burger, 1993). Albiano para la Formación Escucha de España (Villanueva-Amados, *et al.*, 2010). Cretácico Tardío de Argentina, Brasil, Colombia, Perú (Alroy, 1998).

*Retimonocolpites* sp 1

(Lámina 3: fig. 19, 20)

**Descripción:** Monada, heteropolar con simetría bilateral. Grano de polen monosulcado, sulco largo, recto y simple que se extiende en toda la longitud del grano con los ápices redondeados. Exina de 0.8  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado, homo-reticulado. El tamaño de las lúminas son entre 1 y 1.6  $\mu\text{m}$ , poseen una forma poligonal a circular, con muros de 1  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (2 ejemplar medido). En vista polar distal: eje ecuatorial mayor 24 a 26  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial menor 14.4 a 20.8  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVII, XVI. El género *Retimonocolpites* descrito por Pierce (1961), incluye granos de polen monosulcados, con un fino retículo, subtectados y elipsoidales a esferoidales. *Retimonocolpites* se difiere de *Liliacidites* Couper 1953 y *Brenneripollis* Brenner 1963 por presentar una exina finamente reticulada con lúminas de un mismo tamaño (homoreticulado), mientras



que en los otros dos, el diámetro de las lúminas varía (Juhász & Góczán, 1985), y es distinguible de *Monocolpopollenites reticulatum* Nichols, et al., (1973) descrito para la Formación Tlayúa, ya que este presenta un sulco que se ensancha ligeramente en los ápices, mientras que *Retimonocolpites* sp, posee un sulco recto simple.

**Muestra:** Pb\_10460-18 (99X7) Pb\_10451-17(101X12.9).

*Retimonocolpites* sp 2

(Lámina 3 fig. 21, 22)

**Descripción:** Monada, heteropolar con simetría bilateral, prolado. Grano de polen monosulcado, sulco largo, recto que se extiende en toda la longitud del grano y con los ápices abiertos. Exina 1  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado homo-microreticulado. El tamaño de las lúminas es de 0.2  $\mu\text{m}$  aproximadamente con muros de 0.2  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1 ejemplar medido) en vista polar distal: eje ecuatorial mayor 29  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial menor 23  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVII. Este ejemplar se distingue de *Retimonocolpites* sp 1 por presentar un retículo más fino con lúminas de forma circular y una exina ligeramente más gruesa.

**Muestra:** Pb\_10482-2(96x3.1).





Zonisulcados

**Género** *Proxapertites*, Van der Hammen, 1956

**Especie tipo** *Proxapertites operculatus*, Van der Hammen, 1956

*Proxapertites operculatus* Van der Hammen, 1956

(Lámina 3 fig. 23, 24)

**Descripción:** Monada, apolar con simetría radial, elipsoidal. Grano de polen zonisulcado (abertura en forma de anillo, que es paralelo al eje ecuatorial), el sulco rodea toda la circunferencia del grano de polen. Exina de 1 a 2  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado columelar, foveolado el tamaño de las foveolas 0.5  $\mu\text{m}$  y la distancia entre foveola y foveola 1 a 1.6  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (9 ejemplares medidos). Eje ecuatorial mayor 27 a 41  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial menor 24.6 a 32  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Este taxón es común en las muestras encontradas de los niveles XVIII y XVI. El polen de *Proxapertites* para el Albiano (Medio y Tardío) de E.U.A (Friis et al., 2004) son granos tectados columelares y su ornamentación puede ser psilada, equinada o foveolada, con una exina de 2.5  $\mu\text{m}$  de espesor y contorno polar circular a elíptico, caracterizados por una abertura que rodea toda la circunferencia del grano (zonisulcado) y con un diámetro de 30 a 35  $\mu\text{m}$  de diámetro (Friis et al., 2011; Hesse & Zetter 2006), los especímenes aquí descritos presentan esas caracteres aunque el rango de tamaño difiere siendo ligeramente más grande los ejemplar descritos en este trabajo. El polen de *Proxapertites* descrito para el Eoceno de Colombia (Hesse & Zetter, 2006) muestra mayor similitud con el que se describe aquí, ya que especie colombiana presentan un contorno entre circular y elíptico, la ornamentación suele ser psilada, o microreticulada, pero en la mayoría de los casos es foveolada, la diferencia entre



estas dos especies se observa en el tamaño, Proxapertites del Eoceno de Colombia posee un diámetro de 50 a 55  $\mu\text{m}$  que es mayor al de el polen descrito en este trabajo.

**Muestra:** Pb\_9102-2 (14X118); Pb\_9102-9 (3.4X114); Pb\_9102-9 (10X107.4), Pb\_9102-9 (7.1X102.6); Pb\_9102-10 (117.4X4.3), Pb\_9102-10 (15.4X112.6); Pb\_9102-10 (14.3X117.6); Pb\_9102-11 (18X119.8); Pb\_10451-21 (111.5X3).

**Afinidad botánica:** Familia *Araceae* (Hesse & Zetter, 2006); género *Astrocaryum* (Van der Hammen, 1963; Lorente, 1986).

**Alcancé Estratigráfico:** Albiano Medio y Tardío (Friis et al., 2004) Cretácico Temprano a Reciente (Hesse & Zetter, 2006). Eoceno y Paleoceno de Colombia y Venezuela (Alroy, 1998).

Dicotiledóneas

Sulcados

**Género** *Asteropollis*, Hedlund & Norris, 1968

**Especie tipo** *Asteropollis asteroides*, Hedlund & Norris, 1968

*Asteropollis asteroides*, Hedlund & Norris, 1968

(Lámina 3: fig. 25- 27)

**Descripción:** Monada, heteropolar con simetría radial, contorno polar circular a elíptica. Grano de polen tricotomosulcado, en ocasiones tetratomosulcado o pentatomosulcado, dicha abertura tiene una forma de estrella, la cual no toca los



márgenes del grano, los ápices son cerrados redondeados. Exina de 0.7 a 1.6  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado columelar, Inter- hetero-reticulado, el tamaño de las luminas está entre 0.5 a 1  $\mu\text{m}$  los cuales poseen una forma circular a ovoide y muy rara vez poligonal a irregular, muros de 0.3 a 1  $\mu\text{m}$  aproximadamente.

**Dimensiones:** (11 ejemplares medidos), en vita polar distal: eje ecuatorial menor 18.4 (20.8) 30.4  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial mayor 20.8 (24.5) 38.4  $\mu\text{m}$

**Comentario:** Se encuentra en el Nivel XVI, XVII. Lo característico del polen de *Asteropollis* es que posee una abertura en forma de estrella de 3 a 5 brazos (politomosulcada), regularmente tricotomosulcado, de ornamentación reticulada columelar, con una exina de 1 a 2.5  $\mu\text{m}$  de espeso, y un diámetro de 15 (19) 32  $\mu\text{m}$  (Jansonius, & Hill, 1976; 1978; Friis et al., 2011).

**Muestra:** Pb\_9102-5 (120.3X16.4), Pb\_9102-9 (4X111.1), Pb\_9102-9 (19.3X119.1); Pb\_9102-9 (12X119); Pb\_9102-10 (117X12.3); Pb\_10447-9(94.4X10); Pb\_10447-9 (95.8X15); Pb\_10447-11 (97X7.3); Pb\_10482-25 (107X11).

**Afinidad botánica:** *Hedyosmun* (Ludlow-Wiechers & Martínez-Hernández, 1978).

**Alcancé Estratigráfico:** Barremiano/Aptiano al Cenomaniano para Alberta Central de Canadá, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Australia, África (Burger, 1993), Albiano para U.S.A (Jansonius, & Hill, 1978-2012), Cretácico Temprano de las costas Portuguesas (Heimhofer et al., 2007). Albiano para China y Mongolia (Nichols, et al., 2006). Albiano Temprano-Turoniano (Chlonova, 1986). Cretacico Medio (Albiano/Cenomaniano) del sur de Inglaterra y Norte de Francia (Laing, 1975).

**Género** *Clavatipollenites*, Couper, 1958

**Especie tipo.** *Clavatipollenites hughesii*, Couper, 1958



*Clavatipollenites cf hughesii*, Couper, 1958

(Lámina 3: fig. 28, 29)

**Descripción:** Monada, heteropolar con simetría bilateral. Grano de polen monosulcado, sulco largo y recto, se extiende en toda la longitud del grano, con los ápices ligeramente puntiagudos. Exina de 1.29  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado, reticulado. El tamaño de las lúminas es de 1  $\mu\text{m}$  y poseen una forma poligonal, con muros de 0.5  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (2 granos medidos). En vista polar distal: eje ecuatorial mayor 22.94 -24.8  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial menor 17.8 - 20  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presentes en el Nivel XVI. *Clavatipollenites hughesii* comprende granos de polen elípticos a casi esferoidales con una exina de 1-2 $\mu\text{m}$  de espesor, clavas que se alargan y se fusionan en los extremos para formar el tectum el cual puede ser continuo (tectado) o discontinuo (subtectado) formando una ornamentación reticulada supra micro-verrugada (característica no visible en microscopio obtico) con un tamaño de 15-20 X 18-29 $\mu\text{m}$  (Friis *et al.*, 2011; Juhász & Góczán, 1985; Archangelsky & Taylor, 1993; Jansonius, & Hill, 1976-2012; Burger, 1980), y con un largo sulco que presenta una membrana granular (Ward, 1986; Doyle & Hotton, 1991) la cual puede no estar presente. El espécimen descrito en este trabajo se diferencia por presenta un tamaño ligeramente más pequeño, lúminas más grandes, además de que no se pueden observar los elementos supractales difíciles de observar en microscopio óptico, por lo tanto se utiliza nomenclatura abierta.

**Muestra:** Pb\_10447-6(97.5X13); Pb\_1447-11(93.5X12).



**Afinidad Botánica:** Granos de polen *Clavatipollenites* fueron recuperados de la superficie del estigma de frutas (*Couperites mauldinensis*) asignada al Orden *Laurales* (Doyle & Hutton, 1991; Balme, 1995).

**Alcancé Estratigráfico:** Albiano para la Formación Kiowa de Kansas (Ward, 1986). Barremiano Tardío/Aptiano Temprano del Sur de Australia (Burger, 1993). Albiano (Juhász & Góczán, 1985), Cretácico Temprano de la Patagonia (Archangelsky & Taylor, 1993). Barremiano-Turoniano (Chlonova, 1986).

**Género** *Lethomasites*, Ward, Doyle & Hutton 1989

**Especie tipo** *Lethomasites fossulatus*, Ward, Doyle & Hutton 1989

*Lethomasites* cf. *fossulatus*, Ward, Doyle & Hutton 1989

(Lámina 3: fig. 30, 31)

**Descripción:** Monada, heteropolar, con simetría bilateral. Grano de polen monosulcado, sulco largo, se extiende en toda la longitud del grano con los ápices redondeados. Exina de 0.8 a 1.6  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado, micro-foveolado, el tamaño de las foveolas es de 0.4  $\mu\text{m}$ , la distancia entre foveola y foveola es de 1 a 1.3  $\mu\text{m}$

**Dimensiones:** (10 ejemplares medido). En vista ecuatorial; eje ecuatorial 22.4 (30) 50  $\mu\text{m}$ , eje polar 19.2 (20) 25.6  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Raro presente en el Nivel XVII. En la descripción del material para el Aptiano temprano del Grupo Potomac, Doyle & Hutton (1991) indicaron un rango de tamaño comprendido entre  $\geq 50\mu\text{m}$ , con una exina gruesa y un tectum perforado por pequeñas foveolas y una estructura granular, caracteres que se observan en *Lethomasites*. Sin embargo, la estructura granular que Doyle &



Hotton (1991) observaron en *Lethomasites fossulatus* usando TEM y SEM, no se pudo observar en este ejemplar, debido a que solo se usó microscopio óptico.

**Muestra:** Pb\_ 9102-10 (107X3), (112.2X19. 1), Pb\_9102-11(118X22).

**Afinidad botánica:** *Magnoliales* (Doyle & Hotton, 1991; Friis *et al.*, 2011).

**Alcancé Estratigráfico:** Aptiano Temprano de USA (Doyle & Hotton, 1991).

**Género** *Stellatopollis*, Doyle 1976 In Doyle, Van Campo & Lugardon 1976

**Especie tipo** *Stellatopollis barghoornii*, Doyle, Van Campo & Lugardon 1976

Afinidad Botánica: La escultura crotonoide se encuentra en polen de angiospermas de las familias *Euphorbiaceae*, *Buxaceae*, *Thymelaeaceae* (Ward, 1986).

Alcancé Estratigráfico del género: Albiano Medio al Cenomaniano temprano para Norte America, Oklahoma y Barremiano al Aptiano en Africa (Ward, 1986). Barremiano–Cenomaniano Temprano de U.S.A (Chlonova, 1886). Barremiano tardio- Aptiano de Europa (Chlonova, 1886).

*Stellatopollis* sp

(Lámina 3: fig. 32, 33)

**Descripción:** Monada, heteropolar, con simetría bilateral, oblado-esfoidal. Grano de polen sulcado o bisulcado? Exina 1  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado reticulado, suprabaculado, baculas agrupadas en rosetas, integradas por 5 a 6 báculas las cuales se encuentran sobre el muro y exponen un distintivo patrón crotonoide.



**Dimensiones:** (1 grano medido) 57 X 60  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Comentario:** Presente en el Nivel XVII. Debido a la poca preservación de este grano de polen, que solo se cuenta con un individuo y que el tipo, forma y la cantidad de aberturas no son claros, no se ha podido determinar con certeza el género al cual pertenece. Sin embargo, es comparable con *Stellatopollis* por mostrar claramente una escultura crotonoide, característico de este género (Ward, 1986; Friis et al, 2011).

**Muestra:** Pb\_10459-3 (103X11).

Tricolpados

**Género** *Fraxinoipollenites*, (Potonié 1951) Potonié 1960

**Especie tipo.** *Fraxinoipollenites pudicus*, Potonié 1951

*Fraxinoipollenites cf venustus*, Singh, 1971

(Lámina 4: fig. 1, 2)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, prolado. Grano de polen tricolpado, colpos largo (24  $\mu\text{m}$  en vista ecuatorial) que no tocan el margen del grano de polen, y presenta una engrosamiento (costaocolpi) de 1 a 1.6  $\mu\text{m}$  aproximadamente. Exina 0.6  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado micro-reticulado. El tamaño de las luminas es de 0.2  $\mu\text{m}$  y poseen una forma circular las cuales se alinean aparentado formar estrías, muros de 0.2  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1 grano medido) en vista ecuatorial; eje polar 27.84  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial 14.76  $\mu\text{m}$ .



**Comentario:** Presente en el Nivel XVI. El Género *Fraxinopollenites* es usado como una forma-género y no como una afinidad botánica, incluye granos de polen tricolpados con un colpo largo, prolados con una ornamentación scabrada o reticulada (Singh, 1971). *Fraxinopollenites venustus* Singh, 1971 descrito por para el Cretácico, es comparable al ejemplar descrito en este trabajo, debido a que ambos posee un retículo con una orientación definida formando pseudo-estrías. Sin embargo difieren con el ejemplar descrito por Singh ya que presenta un grosor de exina de 1.3  $\mu\text{m}$  y lúminas que se incrementan ligeramente en los polos, caracteres ausentes en el espécimen de este trabajo, lo cual impide asignarlo con seguridad a ese taxon.

**Muestra:** Pb\_10451-22 (106.4X12.1).

**Afinidad Botánica:** Dicotiledónea (Singh 1971).

**Alcancé Estratigráfico:** Albiano Tardío de Canadá (Singh, 1971). Albiano de España (Sender, et al., 2012); Barremiano-Cenomaniano de Australia (Burger, 1993) Cretácico Temprano (Brenner, 1963; Singh, 1971). Eoceno de Alemania (Potonié, 1960).

### Género *Rousea* Srivastava, 1969

**Especie tipo.** *Rousea subtilis* Srivastava, 1969

*Rousea cf georgensis* (Brenner, 1963) Singh, 1983

(Lámina 4: fig. 3)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, contorno polar subcircular. Grano de polen tricolpado, colpos largos que casi tocan los polos (9.7  $\mu\text{m}$  X 5.8  $\mu\text{m}$  de diámetro en vista polar). Exina 1.5  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado, reticulado-





estriado. El tamaño de las luminas es de 0.6 a 0.7  $\mu\text{m}$  y poseen una forma poligonal en el ecuador, y hacia los polos se hace ligeramente más pequeños y poseen una forma irregular, con muros de 0.2 a 0.4  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1 grano medido) en vista polar; eje ecuatorial mayor 26.8  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial menor 23.5  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVII. *Rousea georgensis* descrito por Villanueva-Amadoz y colaboradores (2010), para el Albiano de la Formación Escucha Localidad de España, presenta las mismas características morfológicas que se describen para el ejemplar de este trabajo como exina subtectada, columelar, con un espesor de 1.5  $\mu\text{m}$  y hetero reticulado con una tendencia a disminuir hacia los polos, solo difiriendo en las luminas (0.3 a 1.7  $\mu\text{m}$ ) y muros (0.3 a 0.5  $\mu\text{m}$ ) ya que estas dos características son ligeramente más grandes en el ejemplar descrito por Villanueva-Amadoz et.,(2010).

Muestra: Pb\_10461-10 (98.5X7.5).

**Afinidad Botánica:** La especie tipo es comparable con el polen de los miembros de la Familia de las *Salicaceae* existente.

Alcancé Estratigráfico: Albiano Medio al Cenomaniano (Villanueva-Amadoz et al., 2010). Albiano Medio para Asustralia (Burger, 1990, 1993), Albiano Medio para Australia (Chlonova, 1986). Aptiano Tardío al Albiano Temprano para la Cuenca de Araripe, Brasil (Heimhofer & Hochuli, 2010).

**Género** *Striatopollis*, Krutzsch, 1959

**Especie tipo** *Striatopollis sarstedtensis*, Krutzsch, 1959



*Striatopollis paraneus* (Norris, 1967) Singh, 1971

(Lámina 4 fig. 4)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, subesferoidal. Grano de polen tricolpado, colpos largos que tocan el margen del grano de polen poco distinguibles. Exina 0.5 a 1  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado, reticulado-estriado. El tamaño de las luminas es de 0.2  $\mu\text{m}$  y poseen una forma circular con muros de 0.4  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (5 granos medidos) en vista ecuatorial: eje polar de 12 (19) 24  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial 12 (14) 16.8  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVI. *Striatopollis* Krutzsch, 1959, incluye granos de polen tricolpados con la exina reticulada-estriada, estas características son observadas en los ejemplares descritos en este trabajo y se compra y asignan a *Striatopollis paraneus* descrito por Norris (1967) y enmendado por Singh (1971), debido a que ambos presentan una forma subprolado a prolado, ornamentación reticulada-estriada, con una exina de 0.5 a 1  $\mu\text{m}$  de espesor y un tamaño que va de 16 a 32  $\mu\text{m}$  en su eje polar y 15 a 20  $\mu\text{m}$  en su eje ecuatorial, sin embargo el tamaño de las luminas es ligeramente más grande 0.25  $\mu\text{m}$  contra 0.2  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** Pb\_10451-16 (104X7); Pb\_10451-17 (106X18.2).

**Afinidad Botánica:** *Rosidae*, *Fabaceae*, *Solanaceae* y *Asteraceae* (Ward, 1986).

**Alcance Estratigráfico:** Albiano Medio (Singh, 1971) Cenomaniano Temprano Ward, 1986). Albiano Tardío-Cenomaniano Temprano para el noroeste de España (Sender et al., 2012).

**Género** *Tricolpites* (Cookson, 1947) Jarzen & Dettmann 1989

**Especie tipo.** *Tricolpites reticulatus* (Cookson 1947) Jarzen & Dettmann 1989



Afinidad Botánica: *Gunneraceae* (Pavilauska, 2012; 2013)

Alcancé Estratigráfico: Cretácico-Neógeno (Raine et al., 2011), Jurásico-Mioceno (Fossilworks, 2014). Aptiano- Santoniano (Chlonova, 1986).

*Tricolpites cf augathellaensis*, Burger, 1968

(Lámina 4: fig 5, 6)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, prolado. Grano de polen tricolpado, colpos largos (19.5  $\mu\text{m}$  en vista ecuatorial), que no tocan el margen del grano de polen. Exina 0.8 a 1  $\mu\text{m}$  de espesor, subteclado homo-microreticulado, el tamaño de las lúminas es de 0.3  $\mu\text{m}$  a 0.4  $\mu\text{m}$  las cuales poseen una forma circular muy regular, con muros de 0.2 y 4  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (2 granos medidos). En vista ecuatorial: eje polar 21.7 a 25.6  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial 12.9 a 20.8  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVI. Couper (1953) designó *T. reticulatus* como especie tipo del género creado por Cookson (1947) que incluía granos tricolpados e isopolares con una exina variable (Wingate, 1980; Peyrot et al., 2008). Potonie (1960) limitó el género a las formas tricolpadas, isopolares, provistas de colpos sencillos y con un retículo más o menos uniforme con un tamaño de lúmenes comprendido entre 1 y 2  $\mu\text{m}$ . *Retitricolpites* Van Der Hammen, 1956 exPierce, 1961 estaba originalmente descrito a partir de un grano de polen actual, por lo que no es válido según el ICBN, aunque se hayan descrito varios ejemplares (Van Der Hammen & Wymstra, 1964; Potonie, 1966; Wingate, 1980; Peyrot et al., 2008). En este trabajo se siguen las opiniones de Burger (1968), Wingate (1980) y Peyrot et al. (2008) considerando *Retitricolpites* taxonómicamente inadecuado y sinónimo de *Tricolpites*. Los granos de polen descritos en este trabajo coinciden en forma (prolado), tamaño (26-35 X 17-26  $\mu\text{m}$ ) y ornamentación de la exina (micro-



reticulada) con el material descrito por Burger (1968) para Queensland. Sin embargo se presenta una diferenciación en el espesor de la exina siendo más gruesa (1.3 a 1.7 $\mu\text{m}$ ), la del ejemplar descrito por Burger (1968), lo que impide asignarlo con seguridad al taxón descrito por el autor.

**Muestra:** Pb\_10451-20(101.4X12); Pb\_10451-16(109X11).

**Alcancé Estratigráfico:** Albiano-Cenomaniano de la Cuenca Great Artesian, Queensland (Burger, 1968).

*Tricolpites cf micromunus* (Groot & Penny 1960) Burger, 1968

(Lámina 4 fig. 7)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, contorno polar circular a elíptico. Grano de polen tricolpado, colpos largos (5.6  $\mu\text{m}$  a 7.3  $\mu\text{m}$  en vista polar). Exina 1.5  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado, inter-hetero-microreticulado. El tamaño de las lúminas es de 0.2 a 0.9 $\mu\text{m}$  y poseen una forma circular con muros de 0.2 a 0.8  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1 granos medidos) en vista polar; eje ecuatorial mayor 16  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial menor 15.7.

**Comentario:** Presente en el nivel XVI. La descripción hecha por Burger (1968) indica un grano de polen pequeño (10.5 - (11) - 12.5  $\mu\text{m}$  X 8.5 (10.5)-11.5  $\mu\text{m}$ , con una exina de 1.7 $\mu\text{m}$  de espesor, colpos simples pequeños, con lúminas de 0.2-0.4 $\mu\text{m}$  de diámetro. Todas estas características se pueden observar en el espécimen descrito en este trabajo. Sin embargo el espesor de la exina es ligeramente más grueso (1.7 $\mu\text{m}$  de espesor) en el ejemplar descrito por Burger (1968) además de que presentar un retículo más pequeño. Por presentar estas dos diferencias morfológicas.



**Muestra:** Pb\_10447-6(100X24).

**Alcancé Estratigráfico:** Albiano (Alroy, 1998). Albiano- Cenomaniano de la Cuenca Great Artesian, Queensland (Burger, 1968). Aptiano Tardío–Albiano Temprano (Tschudy *et al.*, 1984) Albiano temprano al Santoniano para Egipto (Deaf *et al.*, 2014).

*Tricolpites cf variabilis*, Burger, 1968

(Lámina 4 fig. 8, 9)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, de contorno polar circular a ligeramente elíptico. Grano de polen tricolpado, los colpos (6  $\mu\text{m}$  en vista polar) casi no se distinguen. Exina 1.3  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectada reticulada. El tamaño de las lúminas es de 0.7  $\mu\text{m}$  a 1  $\mu\text{m}$  y poseen una forma irregular, en ciertas partes se observa de forma poligonal a elíptica, con muros de 0.3 a 1  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1grano medido). En vista polar: eje ecuatorial 12.78 eje ecuatorial menor 11.49  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el nivel XVII. La especie aquí descrita presenta características similares a *Tricolpites cf variabilis* (Burger, 1968), difiriendo en el retículo; el cual es ligeramente más grande (lúminas de 0.3 a 0.6  $\mu\text{m}$  de diámetro) para el Albiano - Cenomaniano de la Fm. Queensland, sin embargo la forma de las lúminas circulares a poligonales esta presente en ambos ejemplares, y las dimensiones generales del grano en vista ecuatorial y el espesor de la exina en ambas especies coinciden.

**Muestra:** Pb\_10460-16(94X14).

**Alcancé Estratigráfico:** Aptiano-Cenomaniano (Vallati, 2001) Albiano-Cenomaniano (Burger, 1968, 1993; Narváez & Prámparo, 2014).



*Tricolpites* sp 1

(Lámina 4: fig. 10)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, prolado. Grano de polen tricolpado, colpos medianos (24  $\mu\text{m}$  en vista ecuatorial) que no tocan el margen del grano de polen, con ápices puntiagudos y poseen una distancia entre colpo y colpo de 5.6  $\mu\text{m}$ . Exina 0.8  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado, hetero reticulado. El tamaño de las luminas es de 0.8 a 1.3  $\mu\text{m}$  haciéndose ligeramente más pequeño hacia los polos con muros de 0.4 a 1  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (2 grano medido) eje polar 30.4  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial 20.8  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el nivel XVII. Lo que caracteriza a este ejemplar es que las luminas del retículo se hacen ligeramente más pequeñas (casi no distinguibles) hacia los polos.

**Muestra:** Pb\_9012\_21 (119X14.8), Pb\_9012\_21 (120X15).

*Tricolpites* sp 2

(Lámina 4: fig. 11, 12)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, de contorno polar circular. Grano de polen tricolpado, colpos pequeños poco distinguibles de 4  $\mu\text{m}$  de largo en vista polar los cuales que no tocan los polos. Exina con un espesor de 1.8 $\mu\text{m}$  tectada, inter-hetero reticulado. El tamaño de las luminas del reticulo es de 0.8 a 1.3  $\mu\text{m}$  aproximadamente las cuales tienen una forma muy irregular que en ocasiones se observan poligonales, con muros de 0.5 a 1  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1 grano medido) en vista polar: eje ecuatorial 22.52  $\mu\text{m}$  X 22.53  $\mu\text{m}$ .



**Comentario:** Presente en el nivel XVII. Se caracteriza y diferencia de los demás *Tricolpites* por presentar un retículo muy irregular pero a la vez en ciertas zonas se ve ligeramente poligonal. Además de tener colpos pequeños (brevicolpado) los cuales son muy difíciles de distinguir.

**Muestra:** Pb\_10459\_11 (98X12).

### Tricolpites sp 3

(Lámina 4 fig. 13, 14)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, de contorno polar cóncavo. Grano de polen tricolpado, colpos pequeños (6-7  $\mu\text{m}$  en vista polar). Exina 1.6 (1.7) 1.6  $\mu\text{m}$  de espesor, reticulada, el tamaño de las lúminas es de 1.1 a 1.7  $\mu\text{m}$  y poseen una forma poligonal a elíptica, con muros de 0.7 a 1  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (4 granos medidos). En vista polar: eje ecuatorial mayor 27.7  $\mu\text{m}$  eje ecuatorial menor 21.93  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el nivel XVII, XVIII. Este grano se diferencia de los demás *Tricolpites* por presentar un retículo con lúminas bien definidas de mayor tamaño.

**Muestra:** Pb\_10460-11 (89X3); Pb\_10459-10 (98X11.4); Pb\_10459-10 (98X9); Pb\_10459-10 (97.5X14); Pb\_10460-8 (92.5X11); Pb\_10467-9 (102.1X21).

Tricolporoidado



---

**Género** *Phimopollenites*, Dettmann, 1973

**Espese tipo.** *Phimopollenites pannosus* (Dettman & Playford, 1968) Dettmann, 1973

Afinidad Botánica: Hamamelidaceae (Ward, 1986).

Alcancé Estratigráfico: Albiano Tardío- Turoniano Tardío para la Formación Tupuangi de Nueva Zelanda (Mays & Stliwell, 2013); Albiano Temprano, Formación Escucha, España (Villanueva-Amadoz et al., 2010). Albiano Temprano-Cenomaniano Tardío (Burger, 1990, 1993).

*Phimopollenites* sp

(Lámina 4 fig. 15, 16)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, prolado. Grano de polen, tricolporoidado ectoabertura larga de 35.47  $\mu\text{m}$  que no llegan hasta el área polar, con los ápices ligeramente redondeados a puntiagudos, la endoabertura poco desarrollada, formando una constricción de aproximadamente de 2.17  $\mu\text{m}$  de diámetro que se ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura. Exina 1.8  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado, con un parón foveolado-microreticulado.

**Dimensiones:** (1 grano medido) En visa ecuatorial; eje polar 44. 26  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial 25.2  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el nivel XVII.El género descrito por Dettmann (1973), incluye granos de polen tricolporoidados finamente reticulados a foveolados. *Phimopollenites augathellaensis* Dettmann, 1973, descrito para el Albiano de la Formación Escucha en el Norte de España (Villanueva-Amadoz et al., 2010) presenta la forma, el tipo de abertura, el espesor de la exina y las dimensiones del grano, lo cual lo hace morfológicamente muy similar, sin embargo difiere en la ornamentación la cual es descrita como microreticulada, contra un patrón foveolado-microreticulado que se presenta en el ejemplar de este trabajo.





Muestra: Pb\_10459-11(105.1X13).

**Género** *Tricolporoidites*, Pacltová 1971

**Espese tipo.** *Tricolporoidites bohemicus*, Pacltová 1971

Afinidad Botánica: Dicotiledóneas (Ward, 1986)

Alcancé Estratigráfico: Albiano de Kansas, U.S.A (Ward, 1986). Albiano (Jansonius & Hills, 1976-2012). Albiano Tardío de España (Sender *et al.*, 2012). Albiano superior- Cenomaniano (Barrón *et al.*, 2014).

*Tricolporoidites cf eximius* Ward, 1986

(Lámina 4: fig. 17, 18)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, prolado. Grano de polen, tricolporoidado ectoaberturas largas, la endoabertura poco desarrollada, formando una constricción de aproximadamente de 1  $\mu\text{m}$ , ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura. Exina 0.8  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado, hetero-reticulado con tendencia a disminuir hacia los polos y aberturas. El tamaño de las luminas es de 1.1 a 0.3  $\mu\text{m}$  y poseen una forma circular a ligeramente poligonal con muros de 0.2 a 0.4  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1 grano medido). En vista ecuatorial; eje ecuatorial 14  $\mu\text{m}$ , eje polar 9.29  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVI. El género *Tricolporoidites* presenta granos de polen tricolporoidados, isopolares, oblados esferoidales a subprolados, con una exina de escultura variada (Ward, 1986). El espesor de la exina es más gruesa que en la especie *Tricolporoidites eximius* Ward 1986. Sin embargo el tipo de ornamentación (reticulada), el tamaño de las luminas (1.3-0.2) y las dimensiones



del eje ecuatorial (11-14  $\mu\text{m}$ ) son comparables con las del ejemplar descrito en este trabajo (Ward, 1986).

**Muestra:** Pb\_10451-21(106X7).

**Alcancé Estratigráfico:** Albiano Tardío-Cenomaniano Temprano de Kansas, U.S.A (Ward, 1986). Albiano Tardío-Cenomaniano Temprano (Burger, 1990,1993).

*Tricolporoidites cf robbinsiae*, Ward 1986

(Lámina 4: fig. 19, 20)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, prolado. Grano de polen, tricolporoidado, ectoabertura larga que no llegan hasta el área polar, con los apices puntiagudos, la endoabertura poco desarrollada, forma una constricción ecuatorial poco visible ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura. Exina 1  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado, foveolado, el tamaño de las foveolas es de 0.2 a 0.3  $\mu\text{m}$  y poseen una forma circular.

**Dimensiones:** (1 grano medido) en vista ecuatorial: eje polar 19.65  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial 11.09  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVI. Ward (1986) describe para el Albiano de Kansasa *Tricolporoidites robbinsia*, el cual es similar morfológicamente al descrito en este trabajo por presentar dimensiones comarables (19 X 13.1  $\mu\text{m}$ , ornamentación foveolada (foveoloas de 0.3  $\mu\text{m}$  de diámetrode forma circular) y se diferencia por que presenta una exina ligeramente más gruesa (1.5  $\mu\text{m}$ ).

**Muestra:** Pb\_10451-21(107.5X19.9).

**Alcancé Estratigráfico:** Albiano Tardío de Kansas, U.S.A (Ward, 1986).



*Tricolporoidites* sp 1

(Lámina 4: fig. 21, 22)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, perprolado. Grano de polen, tricolporoidado ectoabertura larga que llegan hasta el área polar, la endoabertura poco desarrollada ligeramente distinguible y forma una constricción ecuatorial ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura. Exina 0.8  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado, homobrocada. El tamaño de las luminas es de 1.6  $\mu\text{m}$  y poseen una forma poligonal a irregular con muros de 0.8  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1 grano medido). En vista ecuatorial; eje polar 41.6  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial 18.14  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el nivel XVII. La presencia de una abertura tricolporoidada, que ha permitido asignar el espécimen al género *Tricolporoidites*.

**Muestra:** Pb\_9102-9(18.7X104.9).

*Tricolporoidites* sp 2

(Lámina 4: fig. 25, 26)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, prolado. Grano de polen, tricolporoidado, ectoabertura larga que llega hasta el área polar, la endoabertura forma una constricción ecuatorial muy visible ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura. Exina 0.5  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado, con un parón microreticulado.

**Dimensiones:**(1 grano medido) en vista ecuatorial; eje polar 12  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial 6.4 $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVII. *Tricolporoidites* sp 2 presenta menores dimensiones y un patrón microreticulado lo que permite diferenciarlo de



Tricolporoidites sp 1 el cual presentar un retículo de 1.6  $\mu\text{m}$  y mayores dimensiones (eje polar 41.6  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial 18.14  $\mu\text{m}$ ).

Muestra: Pb\_10461-12(93X4).

Tricolporados

**Género** *Caprifoliipites*, Wodehouse, 1933

**Especie tipo** *Caprifoliipites viridifluminis*, Wodehouse, 1933

Afinidad Botánica: Dicotiledóneas (Ward, 1986).

Alcancé Estratigráfico: Albiano Tardío (Ward, 1986). Albiano Tardío – Cenomaniano Temprano (Burger, 1990,1993). Eoceno (Wodehouse, 1933).

*Caprifoliipites* sp

(Lámina 4. 23, 24)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, prolado. Grano de polen, tricolporado, ectoabertura larga que no tocan el área polar de 28  $\mu\text{m}$  de largo, endoabertura lalongada de 2.4 X 4  $\mu\text{m}$  de diámetro que se ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura. Exina 2.4  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado, inter-heteroreticulado. El tamaño de las luminas es de 1.6 a 1  $\mu\text{m}$  y poseen una forma circular a ligeramente poligonal con muros de 0.8  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (2 granos medidos). En vista ecuatorial: eje polar 36–37  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial 22.4- 23.2  $\mu\text{m}$ .



**Comentario:** Presente en el Nivel XVII. El género descrito por Wodehouse, incluye granos de polen tricolporados, de ornamentación reticulada con una endoabertura lalongada. Ward (1986) incluye granos subprolados a prolados.

*Caprifoliipites* sp 1 del Cretácico Temprano de Kansas (Ward, 1986) posee una endoabertura lalongada, ornamentación foveolada con una exina de 2.5  $\mu\text{m}$  de espesor, eje polar de 31  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial 22  $\mu\text{m}$ , características morfológicas similar al descrito en este estudio, solo difieren en el tipo de ornamentación la presentada en este taxón que es reticulada. Sin embargo la endoabertura lalongada permite asignar estos ejemplares al género *Caprifoliipites*.

**Muestra:** Pb\_9102-5(3.4X111.7); Pb\_9102-2(3.3X111.7).

**Género** *Retitricolporites*, Van der Hammer & Wymsta, 1964

**Especie tipo.** *Retitricolporites guianaensis*, Van der Hammer & Wymstra, 1964

Afinidad Botánica: Dicotiledóneas

Alcance Estratigráfico: Albiano Tardío –Cenomaniano Medio Sureste de Inglaterra y noroeste de Francia (Laing, 1975), Maastrichtiano al Terciario de la Guayana Británica. (Van der Hammer & Wymstra, 1964) Cenozoico de Colombia, Cuba, Venezuela, y Chile (Fossilworks, Gateway to the Paleobiology Database, 2014).

*Retitricolporites* sp 1

(Lámina 4: fig. 27, 28)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, suboblado. Grano de polen, tricolporado, ectoabertura larga 13.51  $\mu\text{m}$  de diámetro que no llegan hasta el área polar con los ápices puntiagudos, la endoabertura poco desarrollada,



formando una constricción de aproximadamente de 2.4  $\mu\text{m}$  de diámetro que se ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura. Exina 0.8  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado, con un patrón micro-reticulado. El tamaño de las luminas es menor o igual a 0.2  $\mu\text{m}$  y poseen una forma circular a ligeramente poligonal.

**Dimensiones:** (1 grano medido) en vista ecuatorial: eje polar 16.8  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial 19.2  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVII. El género *Retitricolporites* presenta granos de polen tricolporados, de ornamentación reticulada, con formas variables (Peters & Salami, 2004).

**Muestra:** Pb\_10459-8(100X23).

*Retitricolporites* sp 2

(Lámina 4: fig. 29, 30)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, subprolado. Grano de polen, tricolporado, ectoaberturas largas con una forma cóncava (como arco) que llegan hasta el área polar, y con los ápices redondeados. Las endoaberturas son ligeramente convexas sin bordea meridionales de 18.7  $\mu\text{m}$  de diámetro por 3.6  $\mu\text{m}$  de diámetro que se ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura y presenta una costa de 1.56  $\mu\text{m}$ . Exina 1.6  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado, hetero-reticulado con tendencia a aumentar hacia los polos. El tamaño de las luminas es de 1.2 a 0.3  $\mu\text{m}$  y poseen una forma circular a ligeramente poligonal con muros de 0.4 a 1  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1 grano medido) en vista ecuatorial: eje ecuatorial 24  $\mu\text{m}$ , eje polar 18.6  $\mu\text{m}$ .



**Comentario:** Presente en el Nivel XVI. *Retitricolporites* sp 2 se diferencia de *Retitricolporites* sp 1 descritos en este trabajo, por presentar dimensiones en general mas grandes y un retículo de mayor tamaño.

**Muestra:** Pb\_10447-10(99X17.3).

*Retitricolporites* sp 3

(Lámina 4: fig. 31, 32)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrica, subprolado a esferoidal. Grano de polen, tricolporado, ectoabertura larga que toca el área polar de 14.94 x 1.75 de diametro. La endoabertura es recta con bordes meridionales de 4.53 x 1.66  $\mu\text{m}$  de diámetro que se ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura y presenta una costa de 0.8  $\mu\text{m}$ . Exina 1.25  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado, heteroreticulado. El tamaño de las lumnas es de 0.7 y 1  $\mu\text{m}$  y poseen una forma irregular a ligeramente poligonal el cual se hace ligeramente más pequeño hacia la ectoabertura, con muros de 0.3  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1 grano medido), en vista ecuatorial; eje polar 18.58  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial 16.85  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVI. *Retitricolporites* sp 3 se diferencia de *Retitricolporites* sp 2 descritos en este trabajo, por presentar dimensiones en general más grandes y un retículo de mayor tamaño con lumnas de forma circular.

**Muestra:** Pb\_10451-23(110X14).



*Retitricolporites* sp 4

(Lámina 4: fig. 33, 34)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, prolado-esferoidal. Grano de polen, tricolporado, ectoaberturas larga que toca el área polar y es poco distinguible. La endoabertura es convexa sin bordes meridionales de 5.95 x 3.06  $\mu\text{m}$  de diámetro que se ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura y presenta una costa de 0.8  $\mu\text{m}$ . Exina 1.25  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado, hetero-microreticulado. El tamaño de las luminas es de 0.2- 0.3  $\mu\text{m}$ , poseen una forma poligonal a ligeramente irregular con muros de 0.3  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (1 grano medido). En vita polar: eje polar 18.56  $\mu\text{m}$ , eje ecuatorial 16.85  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el Nivel XVI. *Retitricolporites* sp 4 se diferencia de *Retitricolporites* sp 3 descritos en este trabajo, por presentar dimensiones en general más pequeñas y un retículo de menor tamaño.

**Muestra:** Pb\_10451-23(109.4x11).

**Género** *Striatricolporites*, Van der Hammen ex Leidelmeyer 1966

**Especie tipo.** *Striatricolporites pimulis*, Leidelmeyer 1966

*Striatricolporites striolatus*, Takahashi, 1982

(Lámina 4: fig. 35)

**Descripción:** Monada, isopolar, radiosimétrico, prolado. Grano de polen, tricolporado, ectoabertura larga que no tocan el área polar de 16  $\mu\text{m}$  de largo. La endoabertura es convexa con bordes meridionales de 2.3 x 0.5  $\mu\text{m}$  de diámetro





que se ubicada exactamente en el centro de la ectoabertura y presenta una costa de 2.25  $\mu\text{m}$ . Exina 0.8  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado, estriado-reticulado, las escrias de aproximadamente 0.3 $\mu\text{m}$  de espesor. El tamaño de las lumnas es de 0.2, poseen una forma circular a muy ligeramente irregular con muros de 0.5  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (17 granos medidos), vista ecuatorial: eje polar 19 a 23  $\mu\text{m}$ ; eje ecuatorial 10 a 14  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en el nivel XVI, XVII. El género *Striatricolporites* presenta granos de polen tricolporados, con una exina estriada (Jansonius & Hill, 1976). *Striatricolporites striolatus* posee una exina estriada que corren paralelas más o menos inclinadas a los colpos y un eje polar de 21-25  $\mu\text{m}$  y un eje ecuatorial de 13 a 16 $\mu\text{m}$ , con muros de 0.9 a 1.5  $\mu\text{m}$  (Takahashi, 1982), características que se pueden encontrar en los ejemplares descritos en este trabajo, solo difieren muy ligeramente en el tamaño del eje ecuatorial de 14  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** Pb\_10451-24 (109X5); Pb\_10451-24 (105.5X15); Pb\_10459 8 (94.5X16.3); Pb\_10459-9 (100.5X13); Pb\_10459-9 (94.2X14); Pb\_10460-9 (99X20) Pb\_10459-10 (95.9X7.1); Pb\_10460-9 (95X20); Pb\_10460-6 (102X19); Pb\_10460-6 (109X5); Pb\_10460-9 (94.5X13.3); Pb\_10460-9 (108X11.9); Pb\_10460-16 (101X18.2); Pb\_10460-16 (17X13.5).

**Afinidad Botánica:** Cucurbitaceae- Gymnostemma (Takahashi, 1982).

**Alcancé Estratigráfico:** Campaniano-Mastrichtiano de la Cuenca Neoquina, Argentina (Vallati, 2010) y de la Cuenca del Grupo Salta noroeste de Argentina Narváez & Sabino, 2008). Eoceno de Java (Takahashi, 1982). Oligoceno-Mioceno (Cheng-Long, 1995) Eoceno de Colombia (González-Guzmán, 1978)



Fungoesporas

**Género** *Ctenosporites*, Elsik & Jansonius, 1974,

**Especie tipo.** *Ctenosporites eskerensis*, Elsik & Jansonius, 1974

Afinidad Botánica: Fungica (Kalgutkar & Jansonius, 2000).

Alcancé Estratigráfico: Cretácico Superior-Paleogeno (Kalgutkar & Jansonius, 2000).

*Ctenosporites* sp

(Lámina 5: fig. 3)

**Descripción:** Estructura multicelular de origen fúngico. Formada por hileras de esporas inaberturada, globosas a elipsoidales, de pares lisa con un espesor de 0.25  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones.** (29 ejemplares medidos) 8.8 a 11.2  $\mu\text{m}$  de largo, 6 a 7  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Comentario:** Presente en el nivel XVII.

**Muestra:** Pb\_10459-3 (98X23.5); Pb\_10459-4 (99X15.3); Pb\_10459-4 (99X13) Pb\_10459-4 (103.5X10.1); Pb\_10459-4 (102.5X9).

**Género** *Dicellaesporites*, Elsik 1968

**Especie tipo.** *Dicellaesporites popovii*, Elsik 1968

Afinidad Botánica: Fungica (Kalgutkar & Jansonius, 2000).

Alcancé Estratigráfico: Cretácico Tardío-Neógeno (Kalgutkar & Jansonius, 2000).



*Dicellaesporites* sp 1

(Lámina 5: fig. 4)

**Descripción:** Espora inaberturada, dos células globosas del mismo tamaño, uniceptada de pared lisa con un espesor de 1.6  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** 21.63  $\mu\text{m}$  de largo total, 12.29  $\mu\text{m}$  de ancho total.

**Comentario:** Presente en nivel XVII.

**Muestra:** Pb\_10459-10(97.9X9.5).

*Dicellaesporites* sp 2

(Lámina 5: fig. 5)

**Descripción:** Espora inaberturada, dos células globosas a elipsoidal, una ligeramente mas grande que otra, uniceptada de pared microequinada con un espesor de 0.25  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** 14.49  $\mu\text{m}$  de largo total, 9.2  $\mu\text{m}$  de ancho total.

**Comentario:** Presente en el nivel, XVI.

**Muestra:** Pb\_10451-25 (96X13.5).

**Género** *Dictyosporites*, Felix 1894, emend Kalgutkar & Jansonius, 2000

**Especie tipo.** *Dictyosporites loculatus*, Felix 1894

Afinidad Botánica: Espora comparable a *Pleospora* (Kalgutkar & Jansonius, 2000).



Alcancé Estratigráfico: Cretácico Tardío - Neógeno (Kalgutkar & Jansonius, 2000).

*Dictyosporites* sp 1

(Lámina 5: fig. 6)

**Descripción:** Estructura multicelular formada por 9 células de origen fúngico. Esporas inaberturadas, globosas a elipsoidal, de pares lisa con un espesor de 0.2  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** 10.8  $\mu\text{m}$  de largo total de la colonia, 8.8  $\mu\text{m}$  de ancho total.

**Comentario:** Presente en el nivel XVI.

**Muestra:** Pb\_10447-1(92.5X23.4).

*Dictyosporites* sp 2

(Lámina 5: fig. 7)

**Descripción:** Estructura multicelular (formada por 11 células) de origen fúngico. Esporas inaberturadas, globosas a elipsoidal, de pares lisa con un espesor de 0.2  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** 19.47  $\mu\text{m}$  de largo total de la colonia, 22.1  $\mu\text{m}$  de ancho total.

**Comentario:** Presente en el nivel XVIII.

**Muestra:** Pb\_10469-1(99X11).

**Género** *Inapertisporites*, Van der Hammen 1954

**Especie tipo.** *Inapertisporites variabilis*, Van der Hammen 1954

---



*Inapertisporites deccani*, (Chitaley & Yawale 1978) Kalgutkar & Jansonius, 2000

(Lámina 5: fig. 1, 2)

**Descripción:** Espora inaberturada esferoidales y subesferoidales de pared granulosa, en algunas esporas se observa una depresion que se confunden con un sulco. Se encuentran en un grupo de aproximadamente 100 esporas que se encuentran embebidas en una especie de micelio (el cual se ve como muchos filamentos entrelazados).

**Dimensiones:** (30 esporas medidas) 5.29  $\mu\text{m}$  de largo, 3.7  $\mu\text{m}$  de largo.

**Comentario:** Presente en el nivel XVIII

**Muestra:** Pb\_10464-8(106X23); Pb\_10464-8(104X6); Pb\_10464-8(94X10.1); Pb\_10464-10(91X13)

**Afinidad Botánica:** Fungica (Kalgutkar & Jansonius, 2000).

**Alcancé Estratigráfico:** Cretácico Tardío-Mastrichtiano (Kalgutkar & Jansonius, 2000).

*Inapertisporites* sp 1

(Lámina 5: fig. 8)

**Descripción:** Espora inaberturada, de forma oval la pared posee 1  $\mu\text{m}$  de espesor la cual presenta verrugada de 0.9 a 0.4  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (2 ejemplares medidos) 16 a 17.55  $\mu\text{m}$  de largo, 12.2 a 18.14  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Comentario:** Presente en el nivel XVII

**Muestra:** Pb\_10460-12(89X9); Pb\_10467-3



*Inapertisporites* sp 2

(Lámina 5: fig. 9)

**Descripción:** Espora inaberturada, de formas oval y de pared menor a 1  $\mu\text{m}$  de espeso la cual presenta un microretículo de forma irregular.

**Dimensiones:** (1 grano medido) 23.74  $\mu\text{m}$  de largo, 11.65  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Comentario:** Presente en el nivel XVII.

**Muestra:** Pb\_10460-12(92X13).

**Género** *Monoporisporites*, Van Ver Hammen 1954

**Especie tipo.** *Monoporisporites minutus*, Van der Hammen 1954

Afinidad Botánica: Fungica (Kalgutkar & Jansonius, 2000).

Alcancé Estratigráfico: Cretácico Tardío- Neógeno (Kalgutkar & Jansonius, 2000).

*Monoporisporites* sp 1

(Lámina 5: fig. 10)

**Descripción:** Espora monoporada, poro apical con un diámetro de 1.97  $\mu\text{m}$ , elipsoidal a ovoide, con una pared psilada de 0.79  $\mu\text{m}$  de espesor.

**Dimensiones:** (1 grano medido) 28.5  $\mu\text{m}$  de largo, 15.12  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Comentario:** Presente en el nivel XVII.

**Muestra:** Pb\_10460-6(94.5X12.5).

**Género** *Pluricellaesporites*, (Van der Hammen 1954) Elsik & Jansonius 1974

**Especie tipo.** *Pluricellaesporites typicus* Van der Hammen 1954

Afinidad Botánica: Fungica (Kalgutkar & Jansonius, 2000).

Alcancé Estratigráfico: Neógeno.

*Pluricellaesporites* sp 1

(Lámina 5: fig. 11)

**Descripción:** Espora inaberturada, 6 células elipsoidal, multiceptada de pared microequinada poco visible, con un espesor de 0.25  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** 30.06  $\mu\text{m}$  de largo total, 10  $\mu\text{m}$  de ancho total.

**Comentario:** Presente en el nivel XVI.

**Muestra:** Pb\_10451-21(103.9X21).

*Pluricellaesporites* sp 2

(Lámina 5: fig. 12)

**Descripción:** Espora inaberturada, 6 células elipsoidal, multiceptada de pared microequinada poco visible con un espesor de 0.2  $\mu\text{m}$  de espesor.

**Dimensiones:** 32.48  $\mu\text{m}$  de largo total, 8.8  $\mu\text{m}$  de ancho total.

**Comentario:** Presente en el nivel XVI.

**Muestra:** Pb\_10451-25(102.5X20.1).



Palinomorfos de origen marino

Algas

**División** Prasinophyta Round 1971

**Clase** *Prasinophyceae*, Parke (Parke & Dixon 1964)

**Orden** *Pterospermatales*, Parke & Green and Parke & Dixon 1976

**Familia** *Cymatiosphaeraceae*, Mädler 1963

**Género** *Cymatiosphaera*, (Wetzel 1933) Deflandre 1954

**Especie tipo.** *Cymatiosphaera radiata*, Wetzel 1933.

*Cymatiosphaera* sp 1

(Lámina 6: fig. 1)

**Descripción:** Cuerpo esferoidal a ovoidal, la superficie está dividida por aéreas muy irregulares denominadas campos de 1.6 a 2.4  $\mu\text{m}$  de diámetro distribuidos sobre toda la superficie del cuerpo en forma homogénea. Los campos están delimitados por muros que se acomodan en forma sinuosa de aproximadamente 0.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, con una pared delgada de 0.8  $\mu\text{m}$  de espesor.

**Dimensiones:** (1 ejemplar medido) 58.8  $\mu\text{m}$  X 57.2  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Comentario:** Único, presente en el Nivel XVII. El género *Cymatiosphaera* presenta una pared dividida en campos poligonales, y muros que delimitan los campos, formando una especie de retículo el cual es irregular con muros de bajo relieve. Sin embargo *Pterosphaeridia* es muy próximo morfológicamente a *Cymatiosphaera* y para diferenciarlos bajo el microscopio óptico se observan con





una forma reticulada muy regular y muros muy elevados (Martínez, et al., 2005; Martínez, et al., 2008; Reaugh, 1978).

**Muestra:** Pb\_10451-20(94.5X20.6).

*Cymatiosphaera* sp 2

(Lámina 6: fig. 2)

**Descripción:** Cuerpo central esferoidal a ovoidal; el cuerpo central está formado por plegamientos que se disponen rectos a sinuosos y ocasionalmente fuertemente sinuosos, formando un retículo muy irregular. El márgenes es lisos y en ocasiones se observa sinuoso y posee un pares delgada de 0.65  $\mu\text{m}$  de espesor.

**Dimensiones:** (1 ejemplar medido) 60  $\mu\text{m}$  X 64  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Comentario:** Único, presente en el Nivel XVII. Se diferencia de *Cymatiosphaera* sp1, por que presentar un cuerpo central con un retículo muy irregular y márgenes lisos a ligeramente sinuosos, contra un contra un cuerpo esferoidal a ovoide con una superficie totalmente reticulada.

**Muestra:** Pb\_10451-20(94.5X20.6).

**Género** *Schizosporis* (Cookson & Dettmann 1959) Pierce, 1976

**Especie tipo.** *Schizosporis reticulatus* Cookson & Dettmann 1959

aff. *Schizosporis* sp

(Lámina 7: fig. 1-7)

**Descripción:** Palinomorfo de forma esferoidal, que posee una pared gruesa 3  $\mu\text{m}$  de espesor. Consiste en una capa de unidades muy parecidas a células que van



de 6 a 53 unidades las cuales poseen una forma pentagonal a hexagonal con un tamaño de 8X9 a 16X18  $\mu\text{m}$  de diámetro. Esta distintiva estructura de la pared de *Schizosporis*, forma un retículo (falso retículo), la distancia entre cada unidad y unidad es de 0.8 a 1  $\mu\text{m}$  la cual forma una especie de canal.

**Dimensiones:** (117 ejemplares medidos) 44X43 a 91X73  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Comentario:** Presente en nivel XVII, XVIII, XII. *Schizosporis reticulatus* Cookson & Dettmann (1959) enmendado por Pierce (1976), es discoidal a lenticular, que posee una pared gruesa y compleja la cual consiste en una capa de unidades similares a células muy juntas las cuales pueden poseer un poro, (Pierce, 1976 ) estas dos últimas características de la pared, difiere del ejemplar descrito para este trabajo, ya que estas unidades similares a células poseen una forma definida (hexagonal a pentagonal) y se puede observar una clara separación el cual formando un canal entre cada una de ellas, además de que no se ha observado ningún tipo de poro o abertura. Sin embargo la compleja estructura de la pared de la especie tipo es contrastante con la homogeneidad de la pared en aff. *Schizosporis* sp descrita en este trabajo. Se ha observado en aff. *Schizosporis* sp descrito en la Formación Tlayúa una variación de tamaño en diferentes individuos, el cual está relacionado con el número de unidades “células” que lo conforman, esta característica podría corresponde a su ciclo de vida. Pierce (1976), sugiere un posible desarrollo en el de *Schizosporis reticulatus*, observando en un estadio temprano un número menor de células, y en un estadio maduro un aumento en el número de estas “células”.

**Muestra:** Pb\_10459; Pb\_10464; Pb\_10480; Pb\_10481; Pb\_10482; Pb\_10487.

**Afinidad Botánica:** Grupo de algas con características morfológicas semejantes a las Chlorophytes (Martínez, *et al.*, 2008).



**Género** *Ophiobolus*, (O. Wetzel 1933) Evitt & Deflandert, 1968

**Especie tipo.** *Ophiobolus lapidaries* (O. Wetzel 1933) Evitt & Deflandert, 1968

Afinidad Botánica: Protozoario fagelado? (Evitt, & Deflandert, 1968).

Alcancé Estratigráfico: Albiano Tardío al Maastrichtiano (Evitt, & Deflandert, 1968).

*Ophiobolus* sp 1

(Lámina 6: fig. 3)

**Descripción:** Microfósil de pared orgánica. Presenta un cuerpo ovoide de 7  $\mu\text{m}$  por 11.2  $\mu\text{m}$  de longitud, con una pared delgada de 0.4  $\mu\text{m}$ , de ornamentación microverrugada a granular, con dos flagelos uno de 22.5  $\mu\text{m}$  y otro de 70  $\mu\text{m}$  de diámetro, y una longitud total de 103.7  $\mu\text{m}$ .

**Comentario:** Presente en nivel XVIII. Lo característico de este microfósil acuático es la presencia de su largo flagelo y un cuerpo ovoide.

**Muestra:** Pb\_10464-11 (96.1X9.5).

*Ophiobolus* sp 2

(Lámina 6: fig. 4)

**Descripción:** Microfósil de pared orgánica. Presenta un cuerpo ovoide de 2.3  $\mu\text{m}$  por 9.3  $\mu\text{m}$  de longitud, con una pared de 1  $\mu\text{m}$  de espesor, psilada con un flagelo de 15.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, y una longitud total de 23.8  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** Pb\_10467-7(89.5X20.9).



*Ophiobolus* sp 3

(Lámina 6: fig. 7)

**Descripción:** Microfósil de pared orgánica. Presenta un cuerpo ovoide de 16  $\mu\text{m}$  por 60  $\mu\text{m}$  de longitud, con una pared delgada de .9  $\mu\text{m}$ , de ornamentación psilada con un flagelo de 142  $\mu\text{m}$  de diámetro. , y una longitud total de 202  $\mu\text{m}$ .

**Muestra:** Pb\_10469-1(97.1X13)

Incertae Sedis

aff. *Proxapertites*

**Descripción:** Monada, apolar con simetría radial, prolado. Grano de polen zonisulcado, el cual rodea toda la circunferencia del grano de polen. Exina de 0.65  $\mu\text{m}$  de espesor, subtectado columelar, homo-microreticulado el tamaño de las luminas es de 0.2 a 0.3  $\mu\text{m}$  las cuales poseen una forma circular a ligeramente ovoide, y muros de 0.2  $\mu\text{m}$ .

**Dimensiones:** (4 ejemplares medido) 26 X 26.8  $\mu\text{m}$  de diametro.

**Comentario:** Presente en el Nivel XVII y XVI. Se presenta en la Formación Tlayúa con un buen estado de preservación y se diferencia de *Proxapertites operculatus* Van der Hammen 1956 por presentar menores dimensiones generales y por que la ornamentacion es microreticulada contra una foveolada. Sinbargo el tipo de abertura es similar.

**Muestra:** Pb\_10460-6(107.5X13); Pb\_10447-4(99.6X16); Pb\_10447-10(103X15.5; 92.5X14).



### Grano de polen inaberturado

**Descripción:** Monada apolar, con simetría radial. Grano de polen inaberturado. Exina de 0.2  $\mu\text{m}$  de espesor, tectado con un patrón homo-microreticulado, el tamaño de las luninas no se puede medir ya que es muy pequeño pero poseen una forma circular.

**Dimensiones:** (1 grano medido) 10 $\mu\text{m}$  X 11 $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Comentario:** Presente en el Nivel XVII. El grano de polen se encuentra en buen estado de conservación, en la parte central del cuerpo se puede observar un doble el cual puede parecer un sulco, sin embargo al observarlo detenidamente en el microscopio se puede ver que no es una abertura. Muestra: Pb\_10482-5 (105X18).



## Composición de las asociaciones palinológicas

El Anexo 2 expone un listado de las especies palinológicas identificadas. La palinoflora identificada en esta tesis para el Miembro medio de la Formación Tlayúa incluye solo 5 especies de esporas que representan a las pteridófitas, 8 tipos polínicos de gimnospermas y 34 de angiospermas. Aunque la palinoflora del Miembro medio de la Formación Tlayúa esta empobrecida en cantidad de especies, presenta una gran diversidad de grupos vegetales, ya que además de las previamente mencionadas también son frecuentes las fungoesporas con 11 especies, las algas con 3 especies y otros palinomorfos acuáticos probablemente protozoario con 3 especies que suman un total de 64 especies (tabla 2).

Las algas principalmente los ficomas de prasinofitas (aff. *Schizosporis*) constituyen uno de los grupos más conspicuos de esta palinoflora presentes en 4 de los 5 niveles estudiados (X, XII, XVII y XVIII). Las pteridófitas son el grupo con menores representantes registrados. Las asociaciones de polen gimnospérmicos están presentes en todos los niveles y se encuentran integradas por la Cupresáceas (*Cupressacites*) Podocarpáceas (*Podocarpidites* y *Retivivesiculites*) y Pináceas (*Alisporites*). Los tipos polínicos *Cycadopites*, *Ginkgopites* y *Ephedripites* son elementos poco representativos. Finalmente las angiospermas representan un componente exclusivo de los niveles XVI, XVII y XVIII y son las más diversas con 32 especies.



### Abundancia relativa y diversidad taxonómica por nivel

A continuación se detalla el contenido palinológico de cada nivel analizado en orden estratigráfico descendente. En la tabla 2, se ilustra la presencia/ ausencia de las especies en los diferentes niveles estudiados en el Miembro medio de la Fm. Tlayúa, no se incluye ahí datos de abundancia relativa. La abundancia relativa se puede observar en las gráficas 1, 2 y 3.

**Nivel X.** Fue el nivel que aportó muy poco material palinológico (1%), los palinomorfos descritos para ese nivel son *Retibivesiculites* (*Podocarpáceas*) (0.61 %) y aff. *Schizosporis* (0.30%).

**Nivel XII.** Este nivel fértil aportó el 24% de los palinomorfos estudiados, está caracterizado por la abundancia aff. *Schizosporis* (22.63%). Las gimnospermas están representadas por *Alisporites*, *Podocarpidites* cf *otagoensis* y *Cupressacites* (0.91%). Y las pteridófitas están representadas por *Pilosisporites* (0.30%). Las angiospermas y fungoesporas no están representadas en este nivel.

**Nivel XVI.** Este nivel fértil aportó este trabajo 21% y presenta una gran diversidad taxonómica. Esta caracterizado por la abundancia de gimnospermas (10.70%) como *Alisporites* (Pináceas) *Podocarpidites*, *Cupressacites* y el morfogénero *Cycspites* este último es un elemento exclusivo de este nivel. Le siguen en importancia angiospermas con un (7.03%), aquí se reconoce granos de polen como: *Liliacidites*, *Asteropollis asteroides*, *Clavatipollenites* cf *hughesii*, *Monocolpopollenites reticulatum*, *Proxapertites operculatus*, *Fraxinoipollenites* cf. *venustus*, *Striatopollis paraneus*, *Tricolpites* cf *augathellaensis*, *Tricolpites* cf *micromunus*, *Tricolporoidites* cf *eximius*, *Tricolporoidites* cf *robbinsiae*, *Retitricolpites* y *Striatricolporites striolatus*. Las pteridófitas (1.22%) están representadas por *Pilosisporites* y *Laevigatosporites* exclusiva de este nivel. Las fungoesporas (1.22%) que se identificaron en este nivel son: *Dicellaesporites*, *Dictyosporites* y *Pluricellaesporites*. Finalmente las algas



identificadas en este nivel son las 2 únicas especies de *Cymatiosphaera* que representan el 1%.

**Nivel XVII.** En este nivel se encuentra la mayor diversidad de palinomorfos y el más fértil (45%). En cuanto al contenido polínico es evidente al amplio dominio de las angiospermas (24.15%) representados por granos como *Liliacidites*, *Asteropollis asteroides*, *Monocolpopollenites reticulatum*, *Retimonocolpites*, *Lethomasites cf fossulatus*, *Stellatopollis*, *Rousea cf georgensis*, *Tricolpites*, *Phimopollenites*, *Tricolporoidites*, *Caprifoliipites* y *Retitricolporites*, *Striatricolporites striolstus*. Las gimnospermas se encuentran bien representadas con un 5.81% y destaca la presencia de *Alisporites*, *Podocarpidites marwickii*, *Podocarpidites cf otagoensis* y el único ejemplar registrado de *Ginkgopites*. Las esporas (0.91%) como *Undulatisporites* y *Granulatisporites* son exclusivas de este nivel. Las fungoesporas (2.75%) están solo representadas por *Ctenosporites* y *Dicellaesporites*. En este nivel los ficomas de algas aff. *Schizosporis* están representando un 12% siendo un componente importante después de las angiospermas en este nivel.

**Nivel XVIII.** Este nivel representa el 9% de los palinomorfos estudiados en esta tesis. Se caracterizó por la presencia de *Ophiobolus* un posible protozoario flagelado (Evitt, & Deflandert, 1968).





Taxa/Nivel		X	XII	XVI	XVII	XVII
Pteridófitas	<i>Granulatisporites</i> sp					●
	<i>Laevigatosporites</i> sp			●		
	<i>Pilosiporites</i> sp		●	●	●	
	<i>Polypodiisporites</i> sp					●
	<i>Undulatisporites</i> ps					●
Gimnospermas	<i>Alisporites</i> sp		●	●	●	
	<i>Cycadopites</i> sp			●		
	<i>Ephedripites</i> sp			●		
	<i>Ginkgopites</i> sp				●	
	<i>Taxodiaceapollenites</i> sp	●	●	●	●	●
	<i>Podocarpidites</i> cf <i>otagoensis</i> Couper, 1953				●	
	<i>Podocarpidites</i> <i>marwickii</i> Couper, 1953		●	●	●	●
	<i>Retibivesiculites</i> cf <i>parvus</i> Pierce, 1961	●				
	<i>Asteropollis</i> <i>asteroides</i> Hedlund & Norris, 1968			●	●	
Angiospermas	<i>Caprifoliipites</i> sp				●	
	<i>Clavatipollenites</i> cf <i>hughessi</i> Couper 1958			●		
	<i>Phimopollenites</i> sp			●		
	<i>Fraxinoipollenites</i> cf <i>venustus</i> , Singh, 1971			●		
	<i>Lethomasites</i> cf <i>fossulatus</i> , Ward, Doyle & Hutton 1989				●	
	<i>Liliacidites</i> sp 1			●		
	<i>Liliacidites</i> sp 2					●
	<i>Liliacidites</i> sp 3				●	
	<i>Liliacidites</i> sp 4				●	
	<i>Monocolpopollenites</i> <i>reticulatum</i> Nichols, Ames & Traverse, 1973			●	●	
	<i>Proxapertites</i> <i>operculatus</i> Van der Hammen, 1956			●		●
	<i>Retimonocolpites</i> sp 1			●	●	
	<i>Retimonocolpites</i> sp 2				●	
	<i>Retitricolporites</i> sp1				●	
	<i>Retitricolporites</i> sp 2			●		
	<i>Retitricolporites</i> sp 3			●		
	<i>Retitricolporites</i> sp 4			●		
	<i>Rousea</i> cf <i>georgensis</i> (Brenner, 1963) Singh, 1983				●	
	<i>Stellapollis</i> sp				●	
	<i>Striatopollis</i> <i>paraneus</i> (Norris 1967) Singh, 1971			●		
	<i>Striatricolporites</i> <i>striolatus</i> Takahashi, 1982			●	●	
	<i>Tricolpites</i> cf <i>augathellaensis</i> Burger, 1968			●		
	<i>Tricolpites</i> cf <i>variabilis</i> Burger, 1968				●	
	<i>Tricolpites</i> sp1				●	
	<i>Tricolpites</i> sp2				●	
	<i>Tricolpites</i> sp3				●	
	<i>Tricolpites</i> cf <i>micromunus</i> (Groot & Penny 1960) Burger, 1968			●		
	<i>Tricolporoidites</i> cf <i>eximius</i> Ward, 1986			●		
	<i>Tricolporoidites</i> cf <i>robbinsiae</i> Ward 1986			●		
	<i>Tricolporoidites</i> sp 1				●	
<i>Tricolporoidites</i> sp 2				●		
Fungosporas	<i>Ctenosporites</i> sp				●	
	<i>Dicellaesporites</i> sp 1				●	
	<i>Dicellaesporites</i> sp 2			●		
	<i>Dictyosporites</i> sp 1			●		
	<i>Dictyosporites</i> sp 2					●
	<i>Inapertisporites</i> <i>deccani</i> Chitale & Yawale, 1978					●
	<i>Inapertisporites</i> sp 1				●	
	<i>Inapertisporites</i> sp 2				●	
	<i>Monoporisporites</i> sp 1				●	
	<i>Pluricellaesporites</i> sp 1			●		
<i>Pluricellaesporites</i> sp 2			●			
Palinomorfos acuáticos	<i>Cymatiosphaeraceae</i> sp1			●		
	<i>Cymatiosphaeraceae</i> sp 2			●		
	af. <i>Schizosporis</i> sp	●	●		●	●
	<i>Ophiobolus</i> sp 1					●
	<i>Ophiobolus</i> sp 2					●
<i>Ophiobolus</i> sp 3					●	

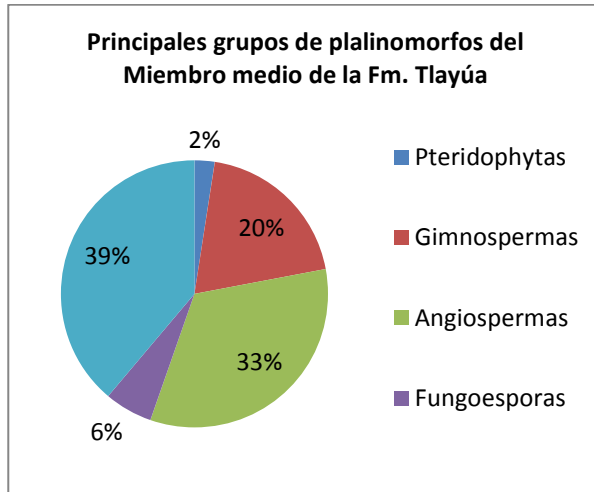
**Tabla 2 Distribución estratigráfica** de los taxones reconocidos en los 5 diferentes niveles estudiados en esta tesis. Se observa la presencia/ ausencia de las especies en los diferentes niveles estudiados en el Miembro medio de la Fm. Tlayúa.



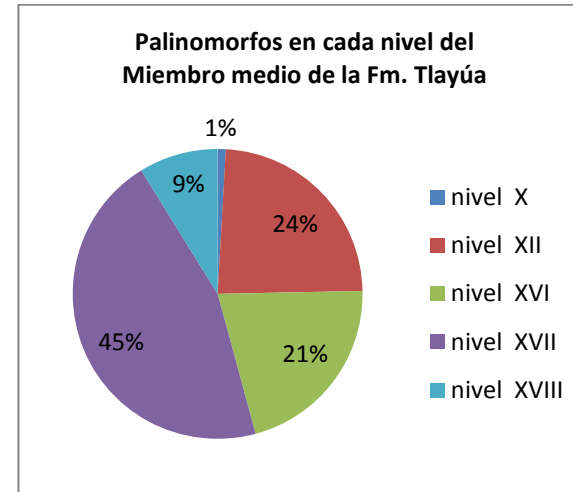
La baja concentración de palinomorfos, característica de esta de esta palinoflora, determino la imposibilidad de contar con un número de ejemplares estadísticamente representativos, debido a que el número de laminillas observadas es mayor al número de palinomorfos recuperados (635 laminillas respecto a 325 palinomorfos) y la inclusión de este tipo de información en estos casos generaría datos sesgados. Como ya se había mencionado anterior mente, se considero para este estudio a grupos botánicos los cuales son: gimnospermas, esporas de pteridófitas, angiospermas, fungoesporas y palinomorfos de origen acuático (grafica 1).

En este análisis se determino que la composicion palinológica de los 5 niveles estudiados es diferente (grafica 2 y 3). Se puede observar que en los niveles XVI y XVII se representan la mayor diversidad taxonómica, donde se encuentran representados todos los grupos botánicos. En cambio en el nivel XII se presente una particularidad, en cuanto a la composición y diversidad taxonómica, ya que en este es donde se observa el mayor número de individuos marinos (ficomas de las algas aff. *Schizosporis*) y la ausencia de la mayoría de los grupos botánicos. En cuanto al nivele X es el menos diversos y abundantes y el que prácticamente no apporto gran cantidad de material en este estudio. Finalmente el nivel XVIII tiene la peculiaridad de presentar elementos marinos exclusivos y raros para estratos del Cretácico temprano, como son la presencia *Ophiobolus* un posible protozooario (Evitt & Deflandert, 1968).

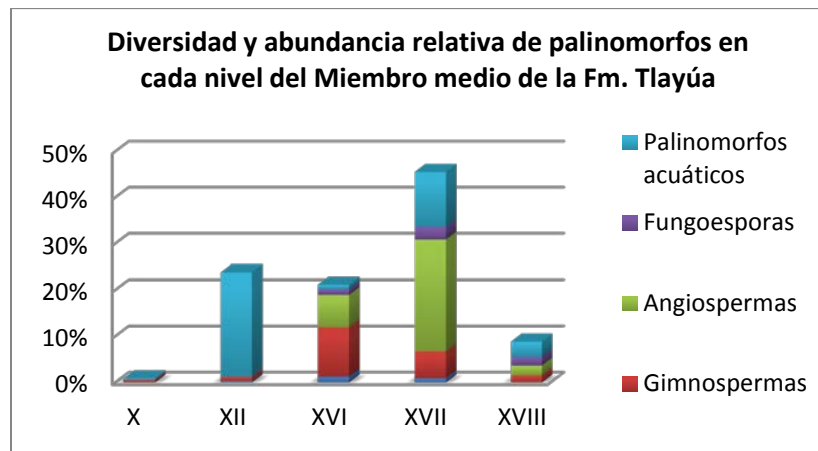




**Grafica 1** Abundancia relativa de los grupos vegetales en los niveles estudiados en el Miembro medio de la Formación Tlayúa.



**Grafica 2** Abundancia relativa de los polinomorfos descritos en los niveles estudiados en el Miembro medio de la formación Tlayúa.



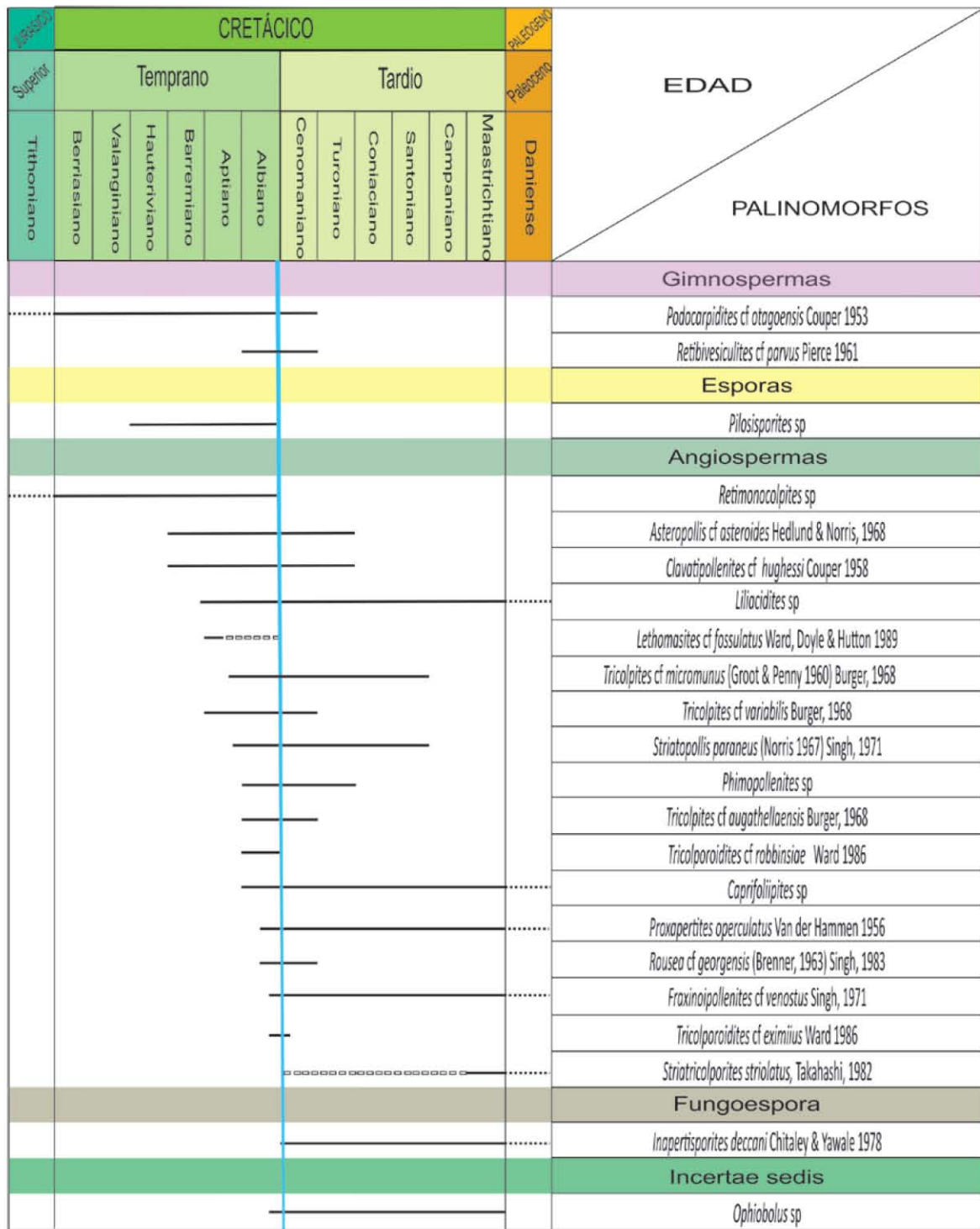
**Grafica 3** Abundancia y diversidad relativa de los grupos vegetales en los niveles estudiados en el Miembro medio de la Formación Tlayúa.



**Taxa de interés estratigráfico**

De las asociaciones palinológicas identificadas en los 5 niveles estudiados del Miembro medio de la Formación Tlayúa, 22 de las 64 especies tienen un significado bioestratigráfico, debido a que han sido identificadas en otras formaciones geológicas dentro de un rango temporal restringido. De esta forma usando como criterio una línea que se traslape en un mayor número de alcances estratigráficos de estas especies, se puede sugerir que este conjunto de palinomorfos encontrados en Tlayúa es útil para señalar una aproximación de la edad del Miembro medio de la Formación Tlayúa. Estos palinomorfos se observan en la siguiente tabla (3).





**Tabla 3 Alcances estratigráficos de las especies de interés en el Miembro medio de la Formación Tlayúa.** Las líneas negras indican los alcances de cada especie de acuerdo a los registros previos. Las líneas punteadas (.....) representan alcances más viejos o más jóvenes, que no es posible señalar en la escala empleada. Las líneas de cuadros (□□□□) representan la ampliación del registro temporal de dicho taxón encontrado en Tlayúa.



## DISCUSIÓN

### Implicaciones de la edad del Miembro medio de la Formación Tlayúa

Desde el descubrimiento de la Cantera de Tlayúa diferentes paleontólogos han tratado de datarla. Kashiyama *et al.*, (2004) en su estudio de paleoambientes de la Formación Tlayúa, identificaron 8 taxa de foraminíferos bentónicos que son característicos del Aptiano Inferior, sin embargo algunas de las especies que presentan tienen un rango estratigráfico más amplio que va del Aptiano inferior hasta Cenomaniano inferior como más tarde fue señalado por Benammi *et al.*, (2006). Cantu-Chapa (1987), reconoció 3 géneros de amonitas *Hysteroceeras*, *Mortoniceras* y cf *Anisoceras*, mientras que Seibertz & Buitron (1987a, b), describieron belemnites Neohibolites (con varias especies) estos taxa representa la típica fauna del Albiano tardío. Por otro lado, Martínez-Hernández (2001) describió granos de polen del Grupo *Complexiopollenites* que son típicos del Cenomaniano temprano. Finalmente un análisis magnetoestratigráfico indica que el depósito de las calizas del miembro medio de la Formación Tlayúa ocurrió entre el Albiano medio-tardío (Benammi *et al.*, 200).

Un conjunto de 22 taxa de palinomorfos del Miembro Medio de la Formación Tlayúa indica una edad Albiano tardío, como fue ya señalado por distintos autores (Cantú-Chapa, 1987; Seibertz & Buitrón, 1987; Benammi *et al.*, 2006). Tomando en cuenta los datos proporcionados por este conjunto de palinomorfos, en primer lugar debemos considerar el hallazgo de las especies: *Liliacidites*, *Retimonocolpites*, *Asteropollis asteroides* y *Clavatipollenites* cf *hughesii*, Chlonova, (1986) Burger, (1990, 1993), Singh, (1975) sitúan el origen de estos granos de polen de angiospermas primitiva en el Cretácico Temprano (Barremiano al Albiano Temprano) y los cuales son común recuperarlos en sedimentos de África ecuatorial, Europa y zonas de la Costa Atlántica, en Estados Unidos, Canadá, Australia, Alemania y Argentina. Estos granos de pole



registrados en esta tesis no podrían atribuirle una edad de Barremiano o Albiano Temprano al Miembro medio de la Formación Tlayúa debido a que no solo se cuenta con la presencia de estos granos de angiospermas primitivas, sino que a pesar de la escases de los palinomorfos se a podido observar una una gran diversidad de granos de polen como *Fraxinoipollenites cf venustus*, *Rousea cf georgensis*, *Striatopollis paraneus*, *Tricolpites cf augathellaensis*, *Tricolpites cf micromunus*, *Tricolpites cf variabilis* *Phimopollenites sp*, *Tricolporoidites cf eximius*, *Tricolporoidites cf robbinsiae*, *Caprifoliipites sp*, *Retitricolporites sp*, los cuales nos indican que la edad de esta rocas no puede ser más antigua que el Albiano medio ya que, hasta el momento, estas especies solo se han registraraso para el Albiano medio y tardío de America (Groot & Penny , 1960; Brenner, 1963; Norris, 1967; Burger, 1968; 1990, 1993; Doyle, 1969; Singh, 1971, 1975, 1983; Wingate, 1980; Villanueva-Amadoz *et al.*, 2010; Villanueva-Amadoz *et al.*, 2011), Queensland al Sur de Australia (Dettmann, 1973, Burger, 1990, 1993); para el noroeste de España en la Formación Escucha (Villanueva-Amadoz *et al.*, 2010), en Kansas, U.S.A (Ward, 1986) y en el sureste de Inglaterra y noroeste de Francia (Laing, 1975), durante ese periodo.

Otros microfósiles con una primera ocurrencia en el registro fósil es *Ophiobolus sp* el cual Evitt & Deflandert (1968) lo describen para el Albiano Tardío, y *Inapertisporites deccani* fungoespora de típica del Cretácico Tardío (Kalgutkar & Jansonius, 2000). Las gimnospermas son muy comunes en la flora del Mesozoico sin embargo *Retibivesiculites cf parvus* tiene una primera aparición en el Albiano (Pierce ,1961; Barrón *et al.*, 2015). Estos palinomorfos por sí solo no representan ningún interés stratigráfico, debido a que su distribución temporal es muy amplia. Sin embargo en conjunto representan una biozona de asociación en la cual se pudo utilizar una línea que sobrelapara sus alcances stratigráficos, 20 de 22 especies consideradas de importancia stratigráfica, y así poder inferir una aproximación de la edad (tabla 3).



Corroborando en este estudio palinológico los datos que se obtuvieron a partir de amonitas, belemnites y paleomagnetos que ubica al Miembro de esta Formación como Albiana tardío (tabla 4), a diferencia de lo que Kashiyama *et al.*, (2004) concluye de acuerdo a 8 taxa de foraminíferos bentónicos los cuales según los autores son característicos del Aptiano Inferior.

Publicación	Taxa	Edad
Kashiyama et al. (2003) Genesis of a locality of exceptional fossil preservation: paleoenvironments of Tepexi de Rodríguez (mid-Cretaceous, Puebla, Mexico).	<i>Spiroloculina cretacea</i> , <i>Trachamminoides coronus</i> , <i>Derventina filipescai</i> , <i>Sabodia minuta</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Valvulineria sp.</i> , <i>Earlandia? conradi</i> , <i>Praechrysalidina infracretacea</i> , <i>Nautiloculina sp</i>	Aptiano temprano
Cantu-Chapa (1987) Las amonitas del Albiano Superior de Tepexi de Rodríguez, Puebla.	<i>Amonitas sp</i> <i>Hysterocheras sp</i> <i>Mortonicerias sp</i> cf. <i>Anisoceras sp</i>	Albiano Tardío
Seibertz & Buitrón, (1987 a,b) Paleontología y estratigrafía de los Neohibolites del Albiano de Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla (Cretácico Medio, México).	<i>Neohibolites obtusus</i> Stolley, 1911 <i>N. minimus pinguis</i> Stolley, 1911 <i>N. minimus claviformis</i>	Albiano Tardío
Martínez-Hernández (2001) Early angiosperm from the Cretaceous of Mexico (Meridional Laurasia).	Grupo Normapolles	Cenomaniano temprano
Benammi et al., (2006) Magnetostratigraphy of the Lower Cretaceous strata in Tlayua Quarry, Tepexi de Rodríguez, State of Puebla, Mexico	Estudio magneto-estratigráfico	Albiano medio

Tabla 4 Publicaciones de los diferentes grupos taxonómicos con interés cronoestratigráficos de la Fm., Tlayúa.

Este trabajo presenta el inconveniente de que los conjuntos palinológicos que se observaron son escasos en el número de ejemplares y en los peores casos solo se cuenta con la presencia de un solo individuo, lo cual ha imposibilitado la identificación taxonómica adecuada de nuestros ejemplares. Esta situación





también representa una pérdida de evidencia para sustentar un mejor análisis para precisar la edad de Tlayúa a través de la identificación de biozonas con base en los palinomorfos.

A pesar de lo anterior la complejidad morfológica (tipo de abertura), ha servido como criterio para podemos sugerir la edad de estas rocas (Brenner, 1963, 1966; Burger, 1968, 1980, 1990, 1993; Doyle, 1969; Doyle & Hotton, 1991; Archangelsky et al., 1994; Archangelsky et al., 1994; Barreda & Archangelsky, 2006; Nichols et al., 2006; Doyle & Endress, 2010). De acuerdo a lo reportado por Juhász & Góczán (1976) quienes documentaron en la Cordillera Central de Transdanubia Hungría polen monosulcado y tricolpado del Albiano Temprano y Medio, así como polen tricolporado y tricolporoidado del Albiano Tardío, lo que sugiere que estos atributos del polen puedan ser utilizados para establecer una sucesión cronológica.

Otro ejemplo de esto ha sido mencionado por Laing (1975) quien describe 22 especies de granos de polen de angiospermas para el Albiano Tardío-Cenomaniano Medio en el sureste de Inglaterra y el noroeste de Francia, en 1976, reporta la secuencial del registro de polen de angiospermas, en donde menciona que los granos de polen monocolpados reticulados se encuentran desde el Barremiano y granos de polen tricolpados reticulados se encuentran en el Albiano Medio para el suroeste de Inglaterra, mientras que en el polen reticulado tricolporado aparece en el Albiano Tardío.

En Miembro medio de la Formación Tlayúa se identificaron 32 especies de angiospermas, 11 corresponden a granos de polen monosulcados columelares reticulados, los cuales según Chlonova, (1986) Burger, (1990, 1993) y Singh, (1975), Cornet, B, (2002) y Hochuli *et al.*, (2004, 2013) son granos de polen de angiospermas primitivas y su presencia se encuentra registrada desde el Triásico medio hasta el Albiano medio. La presencia de granos de polen tricolpados está



representada por 9 especies estos granos de polen comienzan a aparecer en sedimentos de edad Albiana media y tardía según lo reportado por Brenner, (1966), al estudiar la diferenciación en granos de polen de angiospermas del Albiano al Cenomaniano en depósitos de Delaware, Doyle, (1969) de acuerdo en su estudio de granos de polen de angiospermas en la Llanura Costera del Atlántico y su significado evolutivo y Villanueva-Amadoz *et al.* (2010) en su interpretación de polen de angiospermas para el Cretácico temprano en la Formación Escucha, España.

Finalmente los granos de polen tricolporoidados están representados por 5 especies y 6 especies de granos de polen tricolporados que de acuerdo a Burger (1990, 1993) Heimhofer *et al.*, (2007, 2010), Brenner, (1966) y Doyle, (1969), solo es posible encontrarlos hasta el Albiano Tardío. De esta forma su complejidad estructural a nivel de la abertura nos permite sugerir nuevamente que la edad del Miembro medio es Albiano temprano, dado que es posible observar una sucesión evolutiva a nivel de la abertura. Dado que los distintos atributos de los granos de polen encontrados en Tlayúa señalan una edad del Albiano tardío, es necesario reconocer las implicaciones que tal hallazgo tiene en los alcances temporales precisamente reconocidos para otros elementos palinológicos encontrados en Tlayúa.

Anteriormente *Lethomasites cf fossulatus* se conocía solo como un elemento bioestratigráfico restringido para el Aptino Temprano (Ward, et al., 1989; Doyle & Hotton, 1991; Cornet, B. 2002) el hallazgo de *Lethomasites cf fossulatus* en Tlayúa sugiere que esta especie está presente hasta el Albiano tardío. Una situación similar pero más drástica, ocurre con *Striatricolporites striolatus* que hasta ahora es considerada como un elemento típico del Campaniano-Mioceno de las regiones de Neoquen, y Grupo Salta en Argentina (Narváez & Sabino, 2008; Vallati, 2010), y de Java en Asia (Takahashi, 1982), el hallazgo de esta especie en Tlayúa representa su registro más antiguo y extiende drásticamente su distribución hasta el Albiano Tardío.



Por otro lado, Martínez-Hernández (2001) en su estudio de las angiospermas del Cretácico de México, destacó la presencia de *Retimonocolpites* sp., *Asteropollis* sp. y *Lethosamites* sp en el Miembro medio de la Formación Tlayúa. Estos taxones también fueron encontrados en esta tesis. Sin embargo, este autor también reportó la presencia de granos triporados del grupo Normapolles, acotando la edad de esta Formación al Cenomaniano Inferior, esta afirmación es sustentada en el hecho de que estos granos de polen de angiospermas se observan solo hasta el Cenomaniano (Góczán et al., 1967; Laing 1975; Kedves y Diniz, 1983; Tschudy, 1973, 1975). Lo cual difiere de este trabajo ya que no se observaron granos de angiospermas con este tipo de abertura. Por lo que se sugiere realizar estudios con un mayor número de muestras y abarcando más niveles que permitan observar una mayor diversidad de palinomorfos de la Formación Tlayúa. Por otro lado las asociaciones polínicas descritas en esta tesis para la Formación Tlayúa representan la típica palinoflora del Albiano Tardío lo cual sugiere que la Formación Tlayúa es de dicha edad. Lo cual es más acercado a lo dicho por Cantu-Chapa 1987, Sebertz & Buitron, 1987a, b, y Benammi et al., 2003 (tabla 4).



## Interpretación de la y vegetación y el paleoambiente del Miembro medio de la Formación Tlayúa

### Paleo ambiente y vegetación

A pesar de que las calizas del Miembro medio de la Formación Tlayúa no se depositaron bajo condiciones ideales para la preservación de la materia orgánica, por lo que se observa una baja abundancia en los conjuntos polínicos, su alta diversidad de palinomorfos reportada sugiere que existieron diferentes tipos de comunidades vegetales continentales asociadas al sitio de depósito de estas rocas.

Las asociaciones palinológicas del Miembro medio de la Formación Tlayúa están dominadas por elementos continentales que alcanzan un 61% del total de los palinomorfos (tabla 5). Las pteridófitas representan el 2 % del contenido palinológico con solo 5 especies, las cuales además tienen escasa representación numérica y son exclusivas del nivel en que se encuentran. Esta escasez podría ser debido a que en el Cretácico la diversificación de las angiospermas marcó un profundo cambio en la flora del Mesozoico dominada por helechos, cicadas y coníferas las cuales tiende a disminuir (Heimhofer *et al.*, 2007). El grupo de las gimnospermas se encuentran en todos los niveles estudiados y representa el 20 % del total de los palinomorfos. Los representantes más importantes son las *Cupressacites* (Cupresáceas) *Podocarpidites* (Podocarpáceas) y *Alisporites* (Pináceas), los cuales representarían el componente arbóreo que se encontraba en los alrededores del medio de depósito a una distancia considerable a juzgar por la baja frecuencia relativa que se encontró en este trabajo, en relación con la alta productividad polínica del grupo (Wodehouse, 1971; Archangelsky *et al.*, 2005; Povilauska 2012; 2013). El registro paleobotánico que se tiene de este grupo en Tlayúa está representado por Bennetitales (*Zimites*), cf *Araucaria*, cf *Frenolepsis*, cf *Brachyphylum* (Alvarado-Ortega, 2005; Applegate *et al.*, 2006), las cuales no se encontraron registros polínicos relacionadas a estos grupos.



Los granos de polen de angiospermas se encuentran en un porcentaje que está en 33 %, representados principalmente por *Liliacidites* sp (Liliaceae), *Monocolpopollenites reticulatum* (Magnoliidae) *Proxapertites operculatus* (*Astrocaryum*) *Asteropollis aseroides* (*Hedyosmun*) *Lethomasidites* cf *fossulatus* (Magnoliaales) *Striatricolporites striolatus* (Cucurbitaceae-Gymnostemma) y *Tricolpites* sp (Gunneraceae), especies que probablemente se distribuyeron en una zona tropical cerca de un cuerpo de agua ya que abrían necesitado una gran cantidad de ella para sobrevivir (Llores, 2012; Povilauskas, 2010). Esto se sabe ya que sus representantes actuales habitan en las regiones ecuatorial, tropical y subtropical las cuales además necesitan la presencia de suelos inundados o muy húmedos (Povilauskas 2013). Además Kashiya *et al.*, (2004) corroboran que el depósito de las rocas de la Cantera de Tlayúa tuvo lugar en una zona tropical, al norte del ecuador, esto debido a que Norte América—Eurasia y Sur América—África estaban distribuidos simétricamente alrededor del ecuador (Hay *et al.*, 1999) y como consecuencia Tepexi se localizó en una región tropical al Norte del ecuador entre esas dos masas continentales. Por otro lado Reynoso-Rosales, (1998) analizó las implicaciones paleobiogeográficas de los reptiles de la Cantera Tlayúa, señalando que estas rocas se depositaron en una zona tropical, conclusión basada en el mapa de la distribución de los mares someros presentes en México durante el Cretácico Inferior (Albiano-Cenomaniano) elaborado por Alencaster (1987) con base en la distribución de moluscos marinos fósiles.

Por otro lado la evidencia contundente de que esta palinoflora se encontraba asociada a un cuerpo de agua, es debido a que dentro del paleomicroplancton encontrado en Tlayúa se identificaron 2 especies de *Cymatiosphaera*, 1 de phycomas de Prasinophytas y 3 especies de posibles protozoarios *Ophiobulus* los cuales representan el 39 % del total de los palinomorfos identificados en este trabajo (tabla 5). Según Martínez (2005, 2008), estas especies tiene la cualidad de ser elementos importantes para las interpretaciones paleoambientales en ambientes acuáticos, pues estas han demostrado ser elementos constitutivos en



asociaciones de ambientes de aguas estancadas, someras y de baja salinidad. La ocurrencia de estas asociaciones palinológicas apoya la idea de que el sitio de depósito del Miembro medio de la Formación Tlayúa fue una laguna bautizada como la laguna Tlayúa por Espinosa-Arrubarrena y Applegate (1996), la cual era alimentada esporádicamente con agua dulce y por agua marina.

Origen %/Nivel	XII	XVI	XVII	XVIII	Total
Continental	1.22%	20.18	33.63%	5.50%	61.14%
Marinos	22.63%	0.61%	11.92%	3.36%	38.82%

Tabla 5. Frecuencia relativa (palinomorfos marinos/continentales) en los 5 niveles estudiados.

Además la diversidad taxonómica en el registro fósil descrito por numerosos autores (Applegate *et al.*, 2006; Alvarado-Ortega 2005; Alvarado-Ortega *et al.*, 2007; Espinosa-Arrubarrena & Applegate, 1996; Reynoso-Rosales, 2000; Cabral-Perdomo & Applegate, 1994; Seibertz & Buitrón, 1987 a, b; Cantú-Chapa, 1987; Buitrón Sánchez *et al.*, 1993; González-Rodríguez & Vega-Vera, 1993; Feldmann *et al.*, 1998; Vega-Vera, *et al.*, 2005; Buitrón-Sánchez & Applegate, 1995; Martín-Madrano, L, *et al.*, 2009; Martínez-Hernández & Ramírez -Arriaga, 1996; Martínez-Hernández, 2001) permite identificar que los organismos provinieron de diversos ambientes (terrestres, dulceacuícolas y marinos), definiendo al conjunto de fósiles recolectados en la Cantera como una asociación fósil de tipo mixta (Alvarado-Ortega, 2005). En estas asociaciones de fósiles de tipo mixta, los elementos aloctonos pueden ser identificados por presentar signos de transporte, sin embargo en el caso de Tlayúa la mayoría de estos fósiles no muestran indicios de ello por el contrario se puede observar una gran preservación la cual se ha interpretado como evidencia de que estos fueron poco transportados (Applegate, 1987). Los elementos autóctonos estarían representados por foraminíferos, cianobacterias, nannoplancton calcáreo (Alvarado-Ortega 2005), gasterópodos crustáceos, reptiles (Seibertz & Buitrón, 1987 a, b; Cantú-Chapa, 1987; Espinosa-



Arrubarrena & Applegate, 1996; Reynoso-Rosales, 2000; Cabral-Perdomo & Applegate, 1994) y recientemente en esta tesis *Cymatiosphaera* y phycomas de Prasinophytas (aff. *Schizosporis*).

Los organismos fósiles aloctonos con hábitos terrestre como son las arañas e insectos (Feldmann et al., 1998; Vega-Vera, et al., 2005), diversos fragmentos de plantas (Alvarado-Ortega, 2005), el polen reportado por Martínez-Hernández & Ramírez-Arriaga (1996) y Martínez-Hernández (2001) y los mencionados componentes palinológicos (gimnospermas, pteridófitas, angiospermas y fungoesporas) reportados en esta tesis. Son componentes biológicos que sea representantes actuales se distribuyen cerca de un cuerpo de agua somero probablemente un lago.

Finalmente al comparar el registro mega florístico que ya ha sido descrito en el Miembro medio de la Formación Tlayúa (Alvarado-Ortega, 2005; Applegate et al., 2006) no se observó una relación directa. La palinología del Miembro medio de la Formación Tlayúa muestra la presencia de un amplio espectro de grupos vegetales y contribuye en su conocimiento paleoflorístico puesto que brinda evidencia de la participación de algunos grupos vegetales ausentes en la megafloora y amplio en el registro palinológico. Así, la aparición de la teridofitas, gimnospermas, angiospermas, fungoesporas y algas que no tienen representación en la megafloora, es más variado y abundante en la palinoflora. En cambio el registro palinológico de angiospermas hecho por Martínez-Hernández & Ramírez-Arriaga, (1996) y Martínez-Hernández, (2001) muestra una relación directa en los individuos registrados presentando los mismos mencionados por los autores (*Asteropollis*, *Retimonocolpites*). Sin embargo *Complexiopollis* identificado por Martínez-Hernández (2001) no fue observado en este trabajo.



## CONCLUSIÓN

- La revisión de los alcances temporales previamente conocidos de 22 palinomorfos encontrados en Tlayúa sugieren que las rocas del Miembro medio de la Formación Tlayúa se depositaron en el Albiano tardío.
- A pesar de la escasez de palinomorfos en las muestras aquí analizadas, presencia de angiospermas como *Liliacidites* sp (Liliaceae), *Monocolpopollenites reticulatum* (Magnoliidae) *Proxapertites operculatus* (*Astrocaryum*) *Asteropollis aseroides* (*Hedyosmun*) *Lethomasidites cf fossulatus* (Magnoliaales) *Striatricolporites striolatus* (Cucurbitaceae-Gymnostemma) y *Tricolpites* sp (Gunneraceae) especies que se distribuyen en una zona tropical cerca de un cuerpo de agua ya que necesitan una gran cantidad de ella para sobrevivir. Y que además estas especies estar asociadas a Prasinophytas las cuales representan elementos importantes en ambientes de aguas estancadas, someras y de baja salinidad. Por lo tanto la presencia de estos elementos palinológicos sugieren y apoyan la idea de que la Formación Tlayúa se depositó en un medio lagunal, con un clima tropical como ha sido sugerido por diversos autores.

Es importante señalar que el presente estudio se limitó a unos cuantos niveles del Miembro medio de la Formación Tlayúa; por eso las conclusiones aquí obtenidas no son de carácter general ni aplicables a toda esta unidad geológica. En el futuro se deberían analizarse los posibles elementos palinológicos de toda la Formación Tlayúa para obtener conclusiones más contundentes y de mayores pesos en los esfuerzos por entender la edad y el ambiente de depósito de la Formación Tlayúa.





## LITERATURA CITADA

- Agasi, J., M., 1969. Late Cretaceous palynomorphs from northeastern Arizona. *Micropalaeontology*, **15**:13-30.
- Alencáster, G., 1987. Moluscos bentónicos de la mitad meridional de México durante el Cretácico. *Revista Sociedad Mexicana Paleontológica*, 1:1-23.
- Alroy, J., 1988. Fossilworks, Gateway to the Paleobiology Database. Fecha de consulta 20 de Enero de 2014. [http://fossilworks.org/?a=taxonInfo&taxon\\_no=252494](http://fossilworks.org/?a=taxonInfo&taxon_no=252494)
- Alvarado-Ortega, J., 1998. Avances en el estudio de los Ichthyodectiformes de la Cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla, VI, Congreso Nacional de Paleontología, Sociedad Mexicana de Paleontología. Resúmenes, 3-4 p.
- Alvarado-Ortega, J., 2005. Sistemática de los peces Ichthyodectiformes de la Cantera de Tlayúa, Puebla, México. Tesis Doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, 302 p.
- Alvarado-Ortega, J., Espinosa-Arrubarrena, L., Blanco-Piñón, A., Vega, F., Benammi, M., & Briggs, D., G., 2007. Exceptional preservation of the soft tissues in fishes from Tlayúa Quarry, Central Mexico. *Palaios*, **22**: 682-685.
- Applegate, S. P., 1987. A preliminary study of the Tlayúa Quarry near Tepexi de Rodríguez, Puebla. *Sociedad Mexicana de Paleontología*, 1:40-50.
- Applegate, S. P., 1988. A new genus and species of a Holostean belonging to the family Ophiopsidae, *Teoichthys kallisto*, from the Cretaceous, near Tepexi de Rodríguez, Puebla. *Instituto de Geología Revista*, **7**: 200-2005.
- Applegate, S. P., 1992. A new genus and species of pycnodont *Tepexichthys aranguthyrum* from the Cretaceous (Albian) of Central Mexico, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. *Instituto de Geología, Revista* **10**: 164-178.
- Applegate, S. P., 1996. An overview of the Cretaceous fishes of the quarries near Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, **in**: Arratia, G., Viohl, G. (eds.), *Mesozoic Fishes: Systematics and Paleoecology*, Proceedings of the International Meeting, 529-538 p.
- Applegate, S. P. & Espinosa-Arrubarrena, L., 1981. The geology and seichian paleontology of Loma del Tirabuzón (Corkscrew Hill), Santa Rosalía, B.C., **in**: *Geology of Northwestem Mexico and Southern Arizona. Field trip for the Geoloegical Society of America*, Ortlieb, L., and Roldán, J., (eds). *Instituto de Geología*, 257-267 p.
- Applegate S. P., Espinosa-Arrubarrena, L., Alvarado-Ortega, J., & Benammi, M., 2006. Recent investigations in the Tlayúa Quarry, **in** Vega, F.J., Nyborg, T.G., Perrilliat, M.C., Montellano-



- Ballesteros, M., Cevallos-Ferriz, S.R.S., & Quiroz-Barroso, S.A., eds., Studies on Mexican Paleontology: Holanda, Sringer, 275-308 p.
- Archangelsky, S., & Gamero, J. C., 1979. Palinología del Paleozoico Superior en el Subsuelo de la Cuenca Chacoparanense, República Argentina, Estudio sistemático de los palinomorfos de tres perforaciones de la Provincia de Córdoba. *Revista Española Micropaleontología*, **11**:417-478.
- Archangelsky, S., Bellosi, E. S., Jalfin, G. A., & Perrot, C., 1994. Palynology and alluvial facies from the mid-Cretaceous of Patagonia, subsurface of San Jorge Basin, Argentina. *Cretaceous Research*, **15**:127-142.
- Archangelsky, S., & Taylor, T., N., 1993. The ultrastructure of in situ *Clavatipollenites* pollen from the Early Cretaceous of Patagonia. *American Journal of Botany*, **80**: 879-885.
- Archangelsky, S., & Villar de Seoane, L., 2005. Estudios palinológicos del Grupo Baqueró (Cretácico Inferior), Provincia de Santa Cruz, Argentina. XI Polen bisacado de Podocarpaceae. *Española de Paleontología*, **20**:37-56.
- Azema, C., Durand, S., & Médus, J., 1972. Des Miospores Du Cénomanién Moyen. *Paléobiologie continentale Montpellier*, **3**:43- 27.
- Balme, E. B., 1995. Fossil in Situ Spores and Pollen Grains: An Annotated Catalogue. *Palaeobotany and Palynology*, Special Issue, **87**: 4- 241.
- Baltes, N., 1966. The microflora of the Albian "Green Sands" in the Moesic Platform (Rumania). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **5**: 183-197.
- Barreda, V., & Archangelsky, S., 2006. The southernmost record of tropical pollen grain in the mid-Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research*, **27**: 778-787.
- Barrón, E., Peyrot, D., Rodríguez-Lopez, J. P., Melendez, N., Lopez del Valle, R., Najarro, M., Rosales, I., & Comas-Rengifo, M., J., 2014. Palynology of Aptian and upper Albian (Lower Cretaceous) amber-bearing outcrops of the southern margin of the Basque-Cantabrian basin (northern Spain). *Cretaceous Research*, **52** :292-312.
- Baksi, S. K., 1962. Palynological investigation of Simsang River Tertiaries, South Shillong Front, Assam. *Society of India, Bulletin*, **26**: 1–22.
- Belsky, C. Y., Boltenhagen, E., & Potonie, R., 1965. Spora dispersae der Oberen Kreide von Gabun, Aquatoriales Afrika. *Palaontologische Zeitschrift*, **39**: 72-83.
- Benammi, M., Alvarado-Ortega, J., & Urrutia-Fucugauchi, J., 2006. Magnetostratigraphy of the lower Cretaceous strata in Tlayua Quarry, Tepexi de Rodriguez, State of Puebla, México. *Earth Planets Space*, **58**: 1295–1302.
- Bettar, I., & Méon, H., 2001. Palynological study of the Middle/Upper Albian Transition in the Tarfaya Basin (Southwest of Morocco) and some new data About the African-South-American Province. *Revue de Micropaléontologie*, **44**: 107-123.\*



- Bettar, I., & Méon, H., 2006. La palynoflore de l'Albien du bassin d'Agadir-Esscaouira (Maroc). *Revue de Paléobiologie*, Genève, **25**: 593-631.
- Brenner, G., J., 1963. The spores and pollen of the Pomac Group of Maryland. Department of Geology Mine and Water Resources, Bulletin, **27**: 207.
- Brenner, G. J., 1966. Early angiosperm pollen differentiation in the Albian to Cenomanian deposits of Delaware. *Palaeobotany and Palynology*, **1**: 219-227.
- Bronckers, F., 1968. Les Nomenclatures En Palinologie. Société Royale de Botanique de Belgique, Bulletin, **101**:23-35.
- Buitron-Sanchez, B. E., Velasco de León, P., & Pantoja-Alor, J., 1993. Un díptero Tipulido del Albiano de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Memoria del IV Congreso Nacional de Paleontología, Sociedad Mexicana de Paleontología, Resúmenes, **4**: 22-23.
- Buitron-Sanchez, B. E., & Applegate, S. P., 1995. El primer hallazgo de holoturias en México, procedentes de la cantera de Tlayúa (Albiano) de Tepexi de Rodríguez, Puebla. **VI** Congreso Nacional de Paleontología, Sociedad Mexicana de Paleontología, Resúmenes, 3-4 p.
- Burger, D., 1968. Early Angiospermous pollen grains from Queensland. In Fisher, N. H. *Paleontological Papers*, Department of National Development Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Bulletin **116**: 1-15.
- Burger, D., 1980. *Palinological studies in the Lower Cretaceous of the Surat Basin Australia*. Australian Government Publishing Service Canberra, Bulletin, **189**:1-211.
- Burger, D., 1990. Early Cretaceous angiosperm from Queensland, Australia. *Palaeobotany and Palynology*, **65**:153-163.
- Burger, D., 1993. Early and middle Cretaceous angiosperm pollen grains from Australia. *Paleobotany and Palynology*, **78**: 183-234.
- Cabral-Perdomo, M. A. & Applegate, S. P. 1994. Pterosaurs from the Tlayua quarries near Tepexi de Rodriguez, central Mexico and its paleoecological significance. Society of Vertebrate Paleontology, 54th annual meeting, abstracts of papers.
- Cantú-Chapa, A., 1987. Las amonitas del albiano superior de Tepexi de Rodríguez, Puebla: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, **1**: 159-169.
- Chitale, S. D., & Yawale, N. R., 1978. Fungal remains from the Deccan Intertrappean beds of Mohgaonkalan, India, *The Botanique*, **7**: 189-194.
- Cheng-Long, S., 1995. Palynomorphs of Oligo-Miocen in Taiwan. *Taiwania*, **40**:57-68.
- Chistoper, R. A., & Goodman, D., K., 1996. *Introduccion to biostratigraphy and time scales*. In: Jansonius, J & McGreogor, D. C. (ed), *Palynology: principles and applications*; American Association of Stratigraphic Palynologists Fundation, Vol **2**, 463-492 .



- Chlonva, A. F., 1986. Distribution of several morphologic pollen types of the Cretaceous angiosperms. *Palaeobotany and Palynology*, **48**: 365-372.
- Cookson, I. C., 1947. Plant microfossils from the lignites of the Kerguelen Archipelago. *British and New Zealand Antarctic Research Expedition 1929-1931, reports, series A*, **2**: 129-142.
- Cookson, I. C., & Dettmann., 1959. On Schizosporis, a new form genus from Australian Cretaceous deposits. *Micropaleontology*, **5**: 213-216.
- Cornet, B., 2002. When Did Angiosperms First Evolve. Fecha de consulta 18 Marzo 2013. <http://www.sunstar-solutions.com/sunstar/index/Cornetpubs2.htm>
- Couper, R. A., 1953a. Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. *Paleontological Bulletin*, **22**.
- Couper, R. A., 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains. A systematic and stratigraphic study. *Palaeontographica B*, **103**:75-179.
- Cranwell & Srivastava., 2009. An early Cretaceous (Hauterivian) Spore-Pollen assemblage from southern Chile. *Palynology*, **33**: 241-280.
- Dalmau, J. M., 1961. Polen, Estructura y características de los granos de polen-Precisiones morfológicas sobre el polen de especies recolectadas en el N. E. de España-Polinización y aeropalínología. Talleres Gráficos, D. C. P Gerona, España, 510 p.
- Daugherty, L. H., 1941. The Upper Triassic flora of Arizona. *Carnegie Institute of Washington, Publication* **526**: 108 p.
- Deaf, A. S., Harding, I. C., & Marshall, J. E., 2014. Cretaceous (Albian-? Early Santonian) palynology stratigraphy of the Abu Tunis 1x borehole, northern Western Desert, Egypt. *Palynology*, **38**:51-77.
- Deflandre, G., 1954. Systématique des Hystrichosphaeridés: sur l'acception du genre *Cymatiosphaera* O Wetzell. *Compte Rendu Sommaire des Séances de la Société Géologique de France*, **12**: 257- 258.
- Delcourt, A. F., & Sprumont, G., 1955. Les spores et grains de pollen du Wealdien du Hainaut. *Mémoires de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, nouvelle serie*, **4**:1-83.
- Dettmann, M. E., 1963. Upper Mesozoic microfloras from south-eastern Australia: *In Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **77**: 1-148.
- Dettmann, M. E., 1973. Angiospermous pollen from Albian to Turonian sediments of Australia. *Geological Society of Australia, special publication*, **4**: 3-34.
- Dettmann, M.E. & Playford, G. 1968. Taxonomy of some Cretaceous spores and pollen grains from eastern Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **81**: 69-94.
- Dettmann, M. E., & Thomson M. R. A., 1987. Cretaceous palynomorphs the James Ross Island area, Antarctica-a pilot study. *British Antarctic Survey, Bulletin*, **77**:13-59.



- Doyle, J. A., 1969. Cretaceous angiosperm pollen of the Atlantic Coastal Plain and its evolutionary significance. *Journal of Arnold Arboretum*, **50**:1-35.
- Doyle, J. A., Van Campo, M., & Lugardon, B., 1976. Observation on exine structure of *Eucommiidites* and Lower Cretaceous angiosperm pollen. *Pollen et Spores*, **17**:429-486.
- Doyle, J. A., & Endress, P. K., 2010. Integrating Early Cretaceous fossils into the phylogeny of living angiosperms: Magnoliidae and eudicots. *Systematics and Evolution*, **48**:1-35.
- Doyle & Hotton., 1991. Diversification of angiosperm pollen in a cladistic context: In Blackmore & Barnes. 1991. *Pollen and Spores patterns of Diversification*. Systematics Association Special, **44**: 169-195.
- El Ghazali, E.B., Gamal., 1990. An illustrated key endoaperture morphology. *Review of Paleobotany and Palynology*, **63**: 227-231.
- Elsik, W., & Jansonius, J., 1974. New genera of Paleogene fungal spores. *American Journal of Botany*, **52**: 953-958.
- Elsik, W., 1968. Palynology of a Paleocene Rockdale Lignite Milam County, Texas, I, II Morphology and Taxonomy. *Pollen et Spores*, **2**: 314-363.
- Espinosa-Arrubarrena, L., 2006. Los fósiles de la Cantera de Tlayúa. *Memorias del X Congreso de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, **5**: 7-8.
- Espinosa-Arrubarrena, L. & Applegate, S. P. 1996. A paleoecological model of the vertebrate bearing beds in the Tlayúa Quarries, near Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, *In*: Mesozoic fisher: Systematics and Paleontology (Arratia, G & Viohl, G. eds) München Germany, 539-550 p.
- Espinosa-Arrubarrena L, & Montellano-Ballesteros, M., 2006. Excursión paleontológica a la Mixteca Poblana, X Congreso Nacional de Paleontología, Sociedad Mexicana de Paleontología, Publicación especial, **5**: 143-172.
- Evitt, W. R., & Deflandert, G., 1968. The cretaceous microfossil *Ophiobolus Lapidaris* O. Wetzel and its Flagellum-Like filaments. *Geological Sciences*, Vol XII, **3**: 1-12.
- Faegri, K., & Iverson, J., 1989. *Textbook of Pollen Analysis*, Capítulo **11.3.3**. Microscopic technique, 217-219 p. VI edición for Faegri et al., N.Y. 7(3):1-12.
- Feldmann, R. M., Vega, F. J., Applegate, S. P., & Bishop, S. P., 1998. Early Cretaceous arthropods from the Tlayua Formation at Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico. *Sociedad Mexicana de Paleontología*, **72**:79-90,
- 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, Zona Centro, Distrito Posa Rica, 31p.



- Friis, E. M., Pedersen, K. R., & Crane, P. R., 2004. Araceae from the Early Cretaceous of Portugal: Evidence on the emergence of monocotyledons. *Proceeding of the National Academy of Sciences, USA*, **101**:565-70.
- Friis, E. M., Crane, P. R., & Pederson, K. R., 2011. Early flowers and angiosperm evolution. *Estados Unidos de Norte America: Cambridge University Press*, 585 p.
- Furness, C. A., & Rudall, P. J., 2004. Pollen aperture evolution – a crucial factor for eudicot success?. *Trends in Plant Science*, **9**: 154-158.
- González-Guzmán, A. E., 1967. A palynological study on the upper. Los Cuervos and Mirador formations (Lower and Middle Eocene, Tibu area, Colombia). *Akad. Proef., University of Amsterdam, E. J. Brill*, 68p.
- González-Rodríguez, K. A., & Martínez-Hernández, E., 1998. Hábitos alimenticios de los macrosemidos (Osteichthyes-Neopterygii-Halecostomi) de la Formación Tlayúa (Albiano) de Tepexi de Rodríguez, Puebla. *Sociedad Mexicana de Paleontología*, **6**: 26–27.
- González-Rodríguez, K. A., & Vega-Vera, F., J.1993. Registro de Copepodos como parte de la dieta en peces fosiles (Clupeidos) de Tepexi de Rodriguez, Puebla. *Memoria del IV Congreso Nacional de Paleontología, Sociedad Mexicana Paleontología*, 39-40.
- Groot, J. J., & Penny, J. S., 1960. Plant microfossils and age of non marine Cretaceous sediments of Maryland and Delaware. *Micropaleontology*, **6**: 225-236.
- Hasenboehler, B., 1981. Étude paleobotanique et palynologie del´ Albien et du Cénomanién du “Bassin Occidental Portugais” au sud de láccident de Nazaré (Portugal). *Université Pierre et Marie Curie, Paris, Thése 3-éme Cycle (unpublished)*, 348.
- Hay, W. W., DeConto, R. M., Wold, C. N., Wilson, K. M., Voigt, S., Schulz, M., Wold, A. R., Dullo, W. C., Ronov, A. B., Balukhovsky, A. N., Söding, E., 1999. Alternative global Cretaceous paleogeography. In: Barrera, E., Johnson, C.C. (Eds.), *Evolution of the Cretaceous Oceane Climate System 332*, pp. 1-26 *Geological Society of America, Special Paper*.
- Hedlund, R. W., 1966. Palynology of the Red Branch Member of the Woodbine Formation (Cenomanian), Bryan County, Oklahoma. *Oklahoma Geological Survey Bulletin*, **112**:1-69.
- Hedlund, R.W., & Norris, G., 1968. Spore and pollen grains from Fredericksburgian (Albian) strata, Marshall County, Oklahoma. *Pollen et Spores*, **10**:59-129.
- Heimhofer U., Hochuli, P. A., Burla, S., & Weissert, H., 2007. New records of Early Cretaceous angiosperm pollen from Portuguese coastal deposits: Implications from the timing of the early angiosperm radiation. *Palaeobotany and Palynology*, **144**: 39-76.
- Heimhofer U. Hochuli., 2010. Early Cretaceous angiosperm pollen from a low-latitude sucesion (araripe Basin, NE Brazil). *Palaeobotany and Palynology*, **161**: 105-126.
- Herbst, R., 1965. Algunos palinomorfos del Triásico de Argentina. *Ameghiniana*, **4**:141-155.



- Hessen, M., & Zepper, R., 2006. The fossil pollen of Araceae. *Plant Systematic and Evolution*, **263**: 93-115.
- Hesse, M., Halbritter, H., Zetter R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., & Ulrich, S., 2009. *Pollen Terminology An illustrated Handbook*, Springer Wien New York, 261p.
- Hochuli, P., & Feist-Burkhardt, S., 2004. A boreal early cradle of Angiosperms? Angiosperm-like pollen from the Middle Triassic of the Barents Sea (Norway). *Journal of Micropalaeontology*, **24**: 97-104.
- Hochuli, P., & Feist-Burkhardt, S., 2013. Angiosperm-like pollen and *Afropollis* from the Middle Triassic (Anisian) of the Germanic Basin (Northern Switzerland). *Frontiers in Plan Science*, **4**: 1-14.
- Ibrahim, A. C., 1933. *Sporonfermen des Ägirhorizontes des Ruhr-Reviers*. Würzburg. Ph. D. Dissertation, Berlin, 47 pp.
- Index Nominum Genericorum (**ING**), 2015. Smithsonian, National Museum of Natural History. Fecha de consulta 24 de Agosto de 2013. <http://botany.si.edu/ing/INGsearch.cfm?SearchWord=caprifoliipites>
- Jameossanaie, A., 1987. Palynology and age of South Hospah coal-bearing deposits, McKinley County New Mexico. *New Mexico Bureau of Mines & Mineral Resources, Bulletin*, **112**: 1-65.
- Jansonius, J., & Hill, L. V., 1976-2012. General file of fossil spores and pollen. Special Publication, Department of Geology, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada. 3287 filing cards.
- Jarzen, D. M., & Dettmann, M. E., 1989. Taxonomic revision of *Tricolpites reticulatus* Cookson ex Couper, 1953, with notes on the biogeography of *Gunnera* L. *Pollen et Spores*, **31**: 97-112.
- Juhász, M., & Góczán F., 1986. Early angiosperm pollen grains from Hungaria Albian sediments. P. 215. In: Novak V. J. A., & Pačtová, B., (Eds.) *Evolutionary Biology*, Czechoslovak Biol. Soc. Praha.
- Juhász, M., & Góczán F., 1985. Comparative of Albian monosulcate angiosperm pollen grains. *Acta Biologica Szegediensis*, **31**:147-147.
- Kalgutkar, R. M., & Jansonius, J., 2000. Synopsis of fossil fungal spores, mycelia and fructifications. *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, **38**: 1-429.
- Kashiyama, Y., Fastovsky, D. E., Rutherford, S., King, J., & Montellano-Ballesteros, M., 2004. Genesis of a locality of exceptional fossil preservation: paleoenvironments of Tepexi de Rodriguez (mid-Cretaceous, Puebla, Mexico). *Cretaceous Research*, **25**: 153-177.
- Kedves, M., & Diniz, F., 1983. The Upper Cretaceous Normapolles from Europe paleobiogeographical significations. *Geobios*, **16**: 329-345.
- Kremp, G., 1949. Pollenanalytische Untersuchung des miozänen Braunkohlenlagers von Konin and der Warthe. *Paleontographica (B)*, **90**: 53-93.



- Kremp, G. O. W. W., Spacman, H. T., Ames, & Kovar, A. J., 1957-1972. Catalog of fossil spore and polle. The Pennsylvania State University. Vol. **34**.
- Krutzsch, W., 1959. Sporen-und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung. Zeitschrift für angewandte Geologie, **3**: 519-548.
- Krutzsch, W., 1971. Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lief. VI. Coniferenpollen. Volkseigener Betrieb Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin: 274pp.
- Laing, J. F., 1975. Mid-Cretaceous angiosperm pollen from southern England and northern France. *Palaeontology*, **18**:775-808.
- Laing, J. F., 1976. The stratigraphic setting of early angiosperm pollen. *Linnean Society of London*, **1**:15-26.
- Leidelmeyer, P., 1966. The Paleocene and Lower Eocene pollen flora of Guyana. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst*, **38**:49-70.
- Lorente, M. A., 1986. Palynology and palynofacies of the Upper Tertiary in Venezuela. *Dissertationes Botanicae*, **99**:1-222.
- Llorens, M., 2012. Estudio Palinológico de la Formación Punta del Barco (Aptiano) de la Provincia de Santa Cruz, Argentina: Granos de polen de Gimnospermas y Caracterización de la Flora. *Ameghiniana*, **49**: 409-426.
- Ludlow-Wiechers, B., & Martínez-Hernández E., 1978. Catálogo palinológico para la flora de Veracruz. 1: Palinología de la Familia Chloranthaceae de Veracruz. *Biótica México*, **3**: 3-8 pp.
- Mädler, K. A., 1963. Die figurierten organischen Bestandteile der Posidonienschiefer. *Geologisches Jahrbuch Beihefte*, **58**: 287-406.
- Malpica-Cruz, V. M., Pantoja-Alor, J., Galguera-Rosas, G. A., 1988. Microfacies de la Cantera de Tlayúa, Puebla. Tercer Simposio Geología Regional México, *Memorias*, 53-56.
- Martínez, A. M., Quattrocchio, E. M., Prámparo, B. M., 2005. Análisis palinológico de la Formación Los Molles, Grupo Cuyo, Jurásico medio de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Asociación Paleontológica Argentina*, **42**: 67-92.
- Martínez, A. M., Ferrer, C. N., Asensio, A. M., 2008. Primer registro de algas dulceacuícolas del Paleógeno de la Cuenca de Ñirihuau, Argentina: descripciones sistemáticas y análisis palinofacial. *Revista Asociación Paleontológica Argentina*, **45**: 719-735.
- Martínez-Hernández, E., 2001. Early angiosperm from the Cretaceous of Mexico (Meridional Laurasia): Paleogeographic and Chronostratigraphic Significance. 34th Annual Meeting of the American Association of Stratigraphic Palynologists. 2001. San Antonio Texas, USA. 21-24 October 2001. *Abstracts in Palynology* 26: 269 pp.





- Martínez- Hernández, E., Ludlow-Wieches, B., Sánchez-López, M., 1980. Palinología y sus aplicaciones geológicas Cuenca Carbonífera de Fuentes-Rio Escondido, Coahuila. Ediciones del Sector Eléctrico obras Publicas, Instituto de Geología UNAM, México D.F. 64 p.
- 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 Botánica de México, **58**:87-97.
- Martínez-Hernández, E., & Ramírez-Arriaga, E., 1999. Palinoestratigrafía de la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Implicaciones cronoestratigráficas. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, **16**: 187-207.
- Martin-Medrano, L., Thuy, B., García-Barrera, P., 2009. New Albian (Early Cretaceous) Ophiuroids from Tlayúa Quarry, Puebla, Mexico. Palaentology, **52**: 83-94 pp.
- Matúš-Kempa., 2011. International Association for Plant Taxonomy. Text to HTML by Dušan Senko and Matúš Kempa, **2012**. Chapter 1, Article 1. Fecha de consulta 20 de Junio de 2014. In: [http://www.iapt-taxon.org/index\\_layer.php](http://www.iapt-taxon.org/index_layer.php)
- Mays, C., & Stilwell J. D., 2013. Pollen and spore biostratigraphy of the mid-Cretaceous Tupurangi Formation Chatham Islands, New Zealand. Paleobotany and Palynology, **192**: 79-102.
- Melgarejo-Damián, M. P., & Alvarado-Ortega, J., 2009. Peces *Ellimmichthyiformes* de la Cantera Tlayúa, Puebla (Cretácico temprano), México. Geos, **29**: 90.
- Möller, H., 1980. Belleza y Misterios por la Alta Mixteca poblana, las huellas del Misterio, México desconocido, **39**: 15-24.
- Narváez, P. L., & Sabino., 2008. Palynology of the Las Curtiembres Formation (Late Cretaceous, Salta Group Basin), Las Conchas Creek area, northwestern Argentina. Revista Asociación Paleontológica Argentina, **45**: 473-488.
- Narváez, P. L., & Prámparo, M. B., 2014. First palynologic record of the Cretaceous Layesera Formation (Salta Group), Northwestern Argentina. Revista Brasileira de Paleontologia, **17**:141-156.
- Nichols, D., Ames, T. H., & Traverse, A., 1973. On *Arecipites* Wodehouse, *Monocolpopollenites* Thomson & Pflug, the Species "*Monocolpopollenites traquillus*". Taxon, **22**: 241-256.
- Nichols, D. J., Matsukawa, M., & Ito M., 2006. Palynology and age of some Cretaceous nonmarine deposits in Mongolia and China. Cretaceous Research, **27**:241-251.
- Norris, G., 1967. Spores and pollen from the Lower Colorado Group (Albian? Cenomanian) of Central Alberta. Palaeontographica (B), **120**: 72-115.
- Pacltov . B., 1971. Palynological study of Angiospermae from the Peruc Formation (?Albian-Lower Cenomanian) of Bohemia. Sborník Geologických Věd Geologie, **13**: 105-141.
- Paleobiology Database., 2014. Fecha de consulta 10 de Febrero de 2015. <http://eol.org/collections/36614>



- Pannella, G., 1966. Palynology of the Dakota Group and Graneros Shale (Cretaceous) of the Denver Basin Colorado, Unpublished Doctoral Thesis, University of Colorado, United States, 170 p.
- Pantoja-Alor, J., 1992. Geología y paleoambientes de la Cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla. Instituto de Geología, Revista, **9**: 156-176.
- Pantoja-Alor, J., Malpica-Cruz, V. M., & Galguera-Rosas, G. A., 1988. Geología de los alrededores de la Cantera de Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla. Tercer Simposio Geología Regional México, Memorias, 61-69.
- Papú, O. H., 2002. Nueva flora de edad Maastrichtiana en la localidad de Calmu-Co, sur de Mendoza, Argentina. Ameghiniana, **39**:415-426.
- Parke, M., & Dixon, P. S., 1964. A revised check-list of British marine algae. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, **44**:499-542.
- Parke, M., & Dixon, P. S., 1976. Check-list of British marine algae-third revision. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, **56**: 527-594.
- Povilauska, L., 2010. Palinología del entorno Cretácico/Paleógeno del SO de la Provincia de Santa Cruz: Significado Estratigráfico y Paleoambiental. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, 324 p.
- Povilauska, L., 2012. Palinología de la Formación Monte Checo (Cretácico Tardío) de la Provincia de Santa Cruz, Argentina: Gimnospermas. Revista Brasileira de Paleontología, **15**: 85-94.
- Povilauska, L., 2013. Palinología de angiospermas de la Formación Monte Chico (Cretácico Superior) de la Provincia de Santa Cruz, Argentina. Paleontol, **16**:115.126.
- Peters, D., & Salami, M. B., 2004. Late Cretaceous to Early Tertiary pollen grains from offshore Basin, Southwestern Ghana. Revista Española de Micropaleontología, **36**: 451-465.
- Peyrot, D., Barrón, E., Comas-Rengifo, M. J., Barroso-Barcenilla, F., Feist-Burkhardt, S., 2008. Palinología del tránsito Cenomaniense/Turonense en la sección de Puente (Burgos, España). Coloquios de Paleontología, **58**: 101-161.
- Pierce, L. R., 1961. Lower Upper Cretaceous plant microfossils from Minnesota. University of Minnesota Geological Survey, 86 p.
- Pierce, L., 1976. Morphology of *Schizosporis reticulatus* Cookson and Dettmann 1959. Geoscience and Man, 15: 25-33 pp, In: Geoscience and Man Volumen XV, American Association of Stratigraphic Palynologists.
- Potonie, R., 1934. Zur Mikrobotanik des eocänen Humodils des Geiseltals. Preuss. Geol. Landesanst., Arb. Inst. Paläobot. Petrogr. Brennsteine **4**: 24-125pp.
- Potonie, R., 1951. Pollen- und Sporenformen als Leitfossilien des Tertiars. Mikroschopie **6**: 272-283.



- Potonié, R., 1956. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae II Teil: Sporites (Nachträge), Saccites, Aletes, Praecolpates, Polyplicates, Monocolpates. Beihefte zum, Geologischen Jahrbuch, **23**:103.
- Potonié, R., 1960. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. III. Teil: Nachtrage Sporites, Fortsetzung Pollenites, Mit Generalregister zu Teil I-III. Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, **39**: 189.
- Potonié, R. 1966. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. Teil IV: Nachtrage zu allen Gruppen (Turmae). Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, **72**: 1–244.
- Potonié, R., & Gelletich, J., 1933. Über Pteridophyten-Spore einer eózanen Braunkohle aus Dorog in Ungarn. *Sitzungsberichte Gesellschaft naturforschender Freund*, Berlin, **33**: 517-526.
- Potonié, R., & Kremp, G. O., 1954. Die Gattungen der Paläozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. Beihefte Geologischen Jahrbuch, **69**:111-194.
- Praglowski, J., 1971. Reticulate and Allied Exines. Grana, **11**: 79-86.
- Praglowski, J., & Punt, W., 1973. An Elucidation of the Microreticulate Structure of the Exine. Grana, **13**: 45-50.
- Praglowski, J., & Bhoj Raj., 1979. On Some pollen morphological concepts. Grana, **18** :109-113.
- Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S., Le Thomas, A., 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Palaeobotany and Palynology*, **143**:1-81.
- Raine, J. I., Mildenhall, D. C., Kennedy E. M., 2011. New Zealand fossil spores and Pollen: an illustrated catalogue. 4<sup>th</sup> edition. GNS Science Miscellaneous Series no. 4. Fecha de consulta Marzo de 2013. <http://data.gns.cri.nz/sporepollen/index.htm>
- Ramírez-Arriaga, E., & Martínez-Hernández, E., 2011. Curso teórico-práctico de morfología polínica y aplicaciones de la Palinología. Instituto de Geología, UNAM, México, 33 p.
- Ramírez, J. L., & Cevallos-Ferriz, S., 2000. Consideraciones sobre las angiospermas (plantas con flor) fósiles en México. *Unión Geofísica Mexicana*, 433-444.
- Round, F. E., 1971. The taxonomy of the Chlorophyta II. *British Phycological Journal*, **6**:-264-235.
- Reaugh, A. B., 1978. A new species of *Cymatiosphaera* (Acritarcha) with constant field tabulation from the Devonian of Tennessee. *Palaeontology*, **21**: 835-846 pp.
- Reynoso-Rosales, V. H., 1998. Un esfenodonte raro (Reptilia: *Lepidosauria*) de la Formacion Tlayua, Puebla, Mexico. VI Congreso Nacional de Paleontologi, Sociedad Mexicana de Paleontología, Resúmenes, 3-4.
- Reynoso-Rosales, V. H., 2000. An unusual aquatic sphenodontian (Reptilia; Diapsida) from the Tlayua Formation (Albian), central Mexico. *Journal of Paleontology*, **74**: 133-148.



- Reynoso-Rosales, V. H., 1998. *Huehucuetzpalli mixtecus* gen. et sp. nov: abasal squamate (Reptilia) from the Early Cretaceous of Tepexide Rodríguez, central Mexico. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, **353**: 477-500.
- Scott, R. A., 1960. Pollen of Ephedra from the Chincle formation (Upper Triassic) and the genus Equisetosporites. Micropaleontology, **6**: 271-276.
- Schopf, J.M., Wilson, L. R., & Bentall, R., 1944. An annotated synopsis of Palaeozoic fossil spores and the definition of generic groups. Illinois State Geological Survey, Report of investigations, 91:1-72.
- Seibertz, E., 1986. Die Belemniten aus der Mittelkreide von Tepexi de Rodríguez bei Puebla (Mexiko): Giese, P., 10. Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium; Kurzfassungen der Beiträge. Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe A. Geologie und Palaeontologie, Sonderband, 187 p.
- 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 bioestratigráficas de los *Neohibolites* de Tepexi de Rodríguez, Edo. De Puebla (Albiano, Cretácico Medio, México), El Cretácico de México y América Central. Resúmenes, Acta Facultada Ciencias Tierra, Universidad Autónoma Nuevo León Lin., **2**, 121-124.
- Sender, L.M., Villanueva-Amadoz, U., Díez, J.B., Sanches-Pellicer, R., Bercovici, A., Pons, Denise., & Ferre, J., 2012. A new uppermost Albian flora from Teruel province, northeastern Spain. Geodiversitas, **34**:373-397.
- Singh, C., 1964. Microflora of the Lower Cretaceous Mannville Group, East-Central Alberta. Research Council of Alberta, Bulletin, **15**: 238.
- Singh, C., 1971. Lower Cretaceous Microfloras of the Peace River Area, Northwestern Alberta. Research Council of Alberta, Bulletin, **1**: 20-18.
- Singh, C., 1975. Stratigraphic significance of early angiosperm pollen in the mid-Cretaceous of Alberta. Geological Association of Alberta, Special Paper, **13**:364-389.
- Singh, C., 1983. Cenomanian microfloras of the Peace River area, northwestern Alberta. Alberta Geological Survey, Bulletin, **44**: 322.
- Srivastava, S. K., 1975. Microspores from the Frederiksborg Group (Albian) of the Southern United States. Paläobiologie Continentale, **6**: 1-48.
- Srivastava, S. K., 1969. Upper Cretaceous proteaceous pollen from the Edmonton Formation, Alberta (Canada) and their paleoecologic significance. Canadian Journal of Botany **47**: 1571-1578.



- Stephenson, M. H., 1998. Preliminary correlation of palynological assemblages from Oman with the Grandisporites confluens Opper Zone of the Grant Formation (Lower Permian). *Journal of African Earth Sciences*, **26**: 521-626 .
- Shusheng, H., Jarzen, D. M., Dilcher, D. L., 2008. New species of Angiosperm pollen from the Dakota Formation (Cenomanian, Upper Cretaceous) of Minnesota. *Palynology*, **32**: 17-26.
- Takahashi, K., 1982. Miospores from the Eocene Nanggulan Formation in the Yogyakarta Region, Central Java. *Palaeontological Society of Japan*, **126**:303-326.
- Thanicaimoni, G., 1986. Pollen apertures form & function In: *Pollen And spores. Form And function*" pp.118 -136. Linnean Society simposium series numbers 12, Blackmore, S. & Ferguson edit. Academic, Press, 443 p.
- Thiergart, F., 1949. Der stratigraphische Wert mesozoischer Pollen un Sporen. *Palaeontographica Abteilung*, **89**: 1-34.
- Thomsom, P. W., & Pflug, H., 1953. Pollen und Sporen des Mitteleuropäischen Tertiárs. *Palaeontographica Abteilung*, **94**: 1-138.
- Traverse, A., 1988. *Paleopalynology*, Unwin Hyman Ltd., Boston Mass., U. S. A., 600 p.
- Traverse, A., 2007. *Paleopalynology*, Vol 28, Springer, Second Edition, Pennsylvania USA, 813 p.
- 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. Normapollis Pollen from the Mississippi Embayment. *Geological Survey Professional Paper*, 865, 1-42.
- Tschudy, R. H., Tschudy, B. D., & Craig, L. C., 1984. *Palynological Evaluation of Cedar Mountain and Burro Canyon Formations, Colorado Plateau*. United States government printing office, Washington, 24.
- Tschudy, R. H., & Scout, R. A., 1969. *Aspects of palynology*. John Wiley & Sons, Nueva York EUA, 509 p.
- Vallati, P., 2001. Middle Cretaceous Microflora from the Huincul Formation ("Dinosaurian Beds) in the Neuquén Basin, Patagonia, Argentina. *American Association of Stratigraphic Palynologists*, **25**:179-197.
- Vallati, P., 2010. Asociaciones palinológicas con angiospermas en el Cretácico de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **13**: 143-158.
- Van Der Hammen, T., 1954. El desarrollo de la flora colombina en los períodos geológicos. I: Maestrichtiano hasta Terciario más inferior. (Una investigación Palinológica de la formación de Guaduas y equivalentes). *Boletín Geológico*, **2**: 40-106.
- Van Der Hammen, T., 1956. Description of some genera and species of fossil pollen and spores. *Boletín Geológico*, **4**:111-117.



- 
- Van der Hammen T., 1957. Climatic periodicity and evolution of South American Maastrichtian and Tertiary floras. *Boletín Geológico*, **5**:49–91.
- Van Der Hammen, T., 1963 A palynological study on the Quaternary of British Guiana. *Leidese Geologische Mededelingen*, **29**: 125-180.
- Van Der Hammen, T., & Wymstra, T. A., 1964. Apalynological study of the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana. *Leidse Geologische Mededelingen*, **30**: 183–241.
- Van Geel, B. 1998. Are the resting eggs of the rotifer *Hexarthra mira* (Hudson 1871) the modern analogs of *Schizosporis reticulatus* Cookson and Dettmann 1959? *Palynology*, **22**: 83-87.
- Vega-Vera, F., Bruce, N. L., Serrano, L., Bishop, G. A., & Perrilliat, M. C., 2005. A review of the Lower Cretaceous (Tlayúa Formation: Albian) Crustacea from Tepexi de Rodríguez, Puebla, Central Mexico. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum*, **32**: 25-30.
- Villanueva-Amadoz, U., Pons, D., Diez J. D., Ferrer, J., Sender, L. M., 2010. Angiosperm pollen grains of San Just site (Escucha Formation) from the Albian of the Iberian Range (north-eastern Spain). *Paleobotany and Palynology*, **162**: 362-381.
- Volkneimer, W., Gallego, O.F., Cabaleri, N. G., Amella, C., Narváez, P. L., Silva-Nieto, D.G., Páez, M. A., 2009. Stratigraphy, palynology, and conchostracans of a Lower Cretaceous sequence at the Cañadón Calcáreo locality, Extra-Andean central Patagonia: age and palaeoenvironmental significance. *Cretaceous Research*, **30**: 270-282.
- Ward, J. V., 1986. Early Cretaceous Angiosperm pollen from the Cheyenne and Kiowa Formations (Albian) of Kansas, U.S.A. *Palaeontographica*, **202**: 1-81 pp.
- Ward, J.V., Doyle, J. A., & Hutton, C. L., 1989. Probable granular magnoliid angiosperm pollen from the Early Cretaceous. *Pollen et Spores*, **33**: 20-101.
- Wetzel, O., 1933. Die in organischer Substanz erhaltenen Mikrofossilien des baltischen Kreide-Feuersteins mit einem sediment-petrographischen und stratigraphischen Anhang. *Palaeontographica* **77**: 141-186; **78**: 1-110.
- Wingate, F. H., 1980. Plant microfossil from the denton shale Member of the Bokchito Formation (Lower Cretaceous Albian) in Southern Oklahoma. *Oklahoma Geological Survey, Bulletin*, **130**:1-93.
- Wilson, L. R., & Webster, R. M., 1946. Plant microfossils from a Fort Union coal of Montana. *American Journal of Botany*, **33**: 271-278.
- Wodehouse, R. P., 1933. The oil shales of the Eocene Green River Formation. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, **60**: 479-535.
- Wodehouse, R. P., 1971. *Haytever*, Plantas hafner, publishing New York, 280 p.
- Zippi, A. P., 1998. Algae from the Mattagami Formation (Albian), Ontario, Paleocology, Botanical Affinities, and Systematic Taxonomy. *Micropaleontology*, **44**: 1-78.
- 



## ANEXO I

## Lista de palinomorfos recuperados en la cantera de Tlayúa

En esta sección se presenta un listado con las 64 taxa de los palinomorfos identificados en el Miembro Medio de la Formación Tlayúa.

<b>Esporas de pteridófitas</b>	<i>Fraxinoipollenites cf venustus</i> , Singh, 1971
<i>Granulatisporites</i> sp	<i>Lethomasites cf fossulatus</i> , Ward, Doyle & Hutton 1989
<i>Laevigatosporites</i> sp	<i>Liliacidites</i> sp 1
<i>Pilosisporites</i> sp	<i>Liliacidites</i> sp 2
<i>Polypodiisporites</i> sp	<i>Liliacidites</i> sp 3
<i>Undulatisporites</i> ps	<i>Liliacidites</i> sp 4
<b>Granos de polen</b>	<i>Monocolpopollenites reticulatum</i> , Nichols, Ames and Traverse, 1973
<b>Gimnospermas</b>	<i>Proxapertites operculatus</i> , Van der Hammen 1956
<i>Alisporites</i> sp	<i>Retimonocolpites</i> sp 1
<i>Cycadopites</i> sp	<i>Retimonocolpites</i> sp 2
<i>Ephedripites</i> sp	<i>Retitricolporites</i> sp 1
<i>Ginkgopites</i> sp	<i>Retitricolporites</i> sp 2
<i>Cupressacites</i> sp	<i>Retitricolporites</i> sp 3
<i>Podocarpidites cf otagoensis</i> Couper, 1953	<i>Retitricolporites</i> sp 4
<i>Podocarpidites marwickii</i> Couper, 1953	<i>Rousea cf georgensis</i> , (Brenner, 1963) Singh, 1983
<i>Retibivesiculites cf parvus</i> Pierce, 1961	<i>Stellapollis</i> sp
<b>Angiospermas</b>	<i>Striatopollis paraneus</i> , (Norris 1967) Singh, 1971
<i>Asteropollis asteroides</i> Hedlund & Norris, 1968	<i>Striatricolporites striolatus</i> , Takahashi, 1982
<i>Caprifoliipites</i> sp	<i>Tricolpites cf augathellaensis</i> Burger, 1968
<i>Clavatipollenites cf hughessi</i> , Couper 1958	<i>Tricolpites cf variabilis</i> Burger, 1968
<i>Phimopollenites</i> sp	



*Tricolpites* sp1*Tricolpites* sp2*Tricolpites* sp3*Tricolpopollenites* cf *micromunus*, (Groot & Penny 1960) Burger, 1968*Tricolporoidites* cf *eximius* Ward, 1986*Tricolporoidites* cf *robbinsiae*, Ward 1986*Tricolporoidites* sp 1*Tricolporoidites* sp 2**Fungoesporas***Ctenosporites* sp*Dicellaesporites* sp 1*Dicellaesporites* sp 2*Dictyosporites* sp 1*Dictyosporites* sp 2*Inapertisporites deccani* Chitaley & Yawale, 1978*Inapertisporites* sp 1*Inapertisporites* sp 2*Monoporisporites* sp 1*Pluricellaesporites* sp 1*Pluricellaesporites* sp 2**Palinomorfos acuáticos***Cymatiosphaeraceae* sp1*Cymatiosphaeraceae* sp 2aff *Schizosporis* sp*Ophiobolus* sp 1*Ophiobolus* sp 2*Ophiobolus* sp 3**Palinomorfos de origen incierto**

Grano de polen Zonizulado

Grano de polen inabertura.





---

## ANEXO II

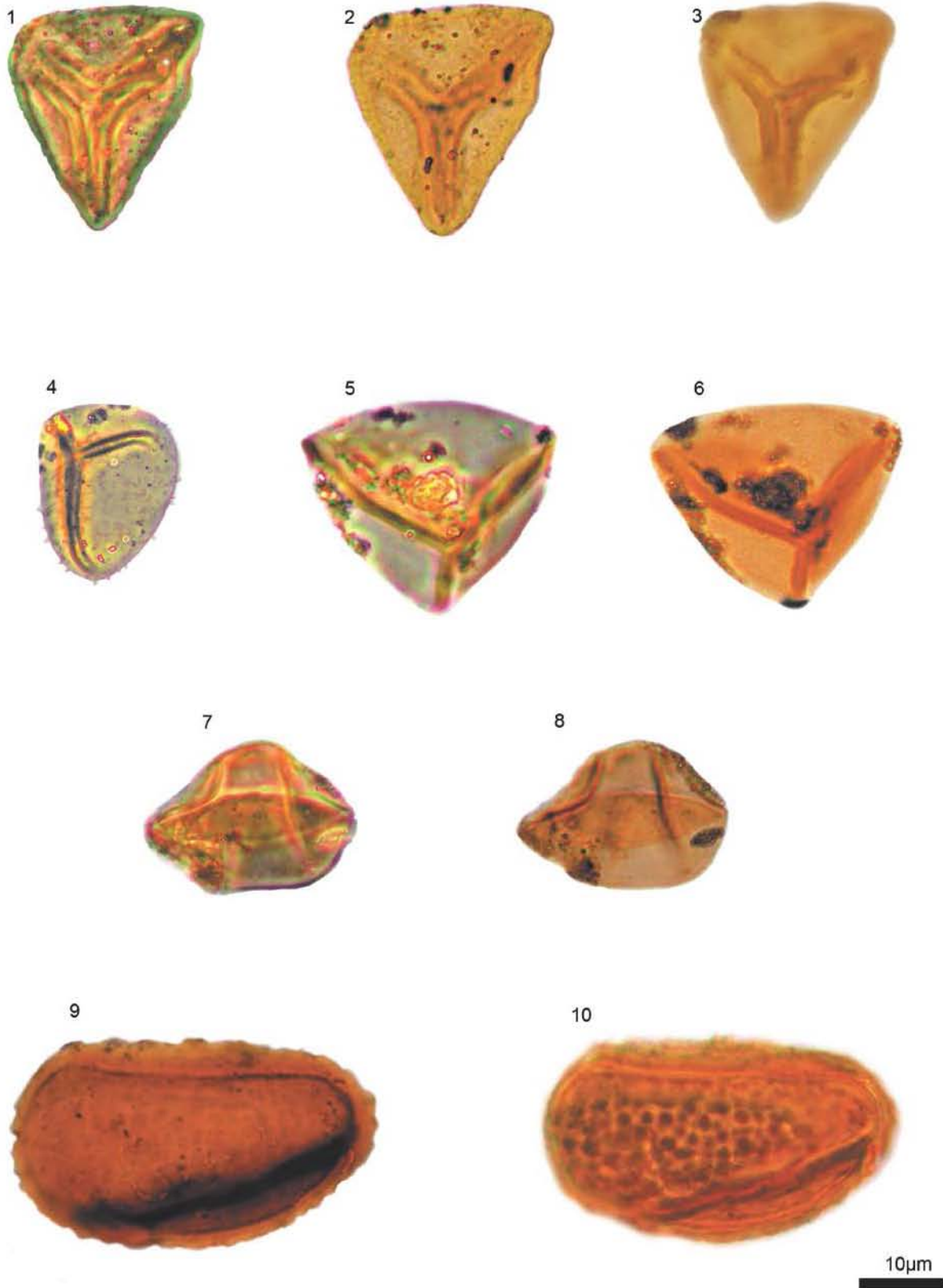
### Láminas fotográficas de palinomorfos

#### Lámina 1

*Granulatisporites* sp (1-3), *Pilosporites* sp (4), *Undulatisporites* sp (5, 6), *Laevigatosporites* sp (7, 8), *Polypodiisporites* sp (9, 10). Todas la microfotografías fueron tomadas en aumento de 100 X, escala 10 mm = 10  $\mu$ m.



LÁMINA 1



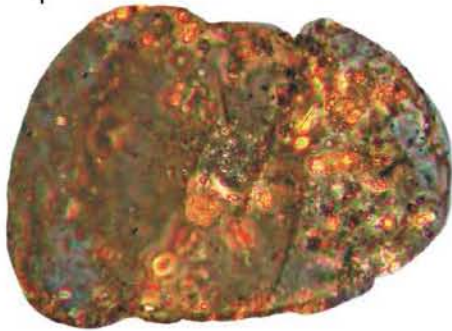
**Lámina 2**

*Alisporites* sp 1 (2), *Podocarpidites* cf *otagoensis* Couper 1953 (3, 4) *Podocarpidites marwickii* Couper 1953 (5, 6), *Retibivesiculites* sp (7, 8). Todas la microfotografías fueron tomadas en aumento de 100 X, escala 10 mm = 10  $\mu$ m.



LÁMINA 2

1



2



3



4



5



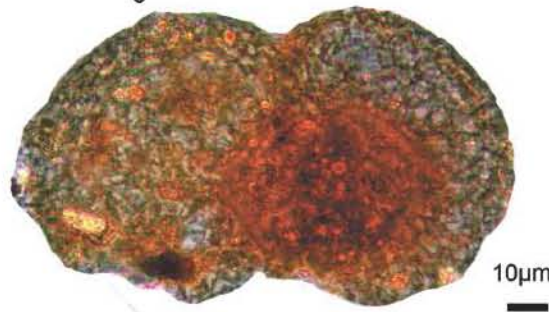
6



7



8

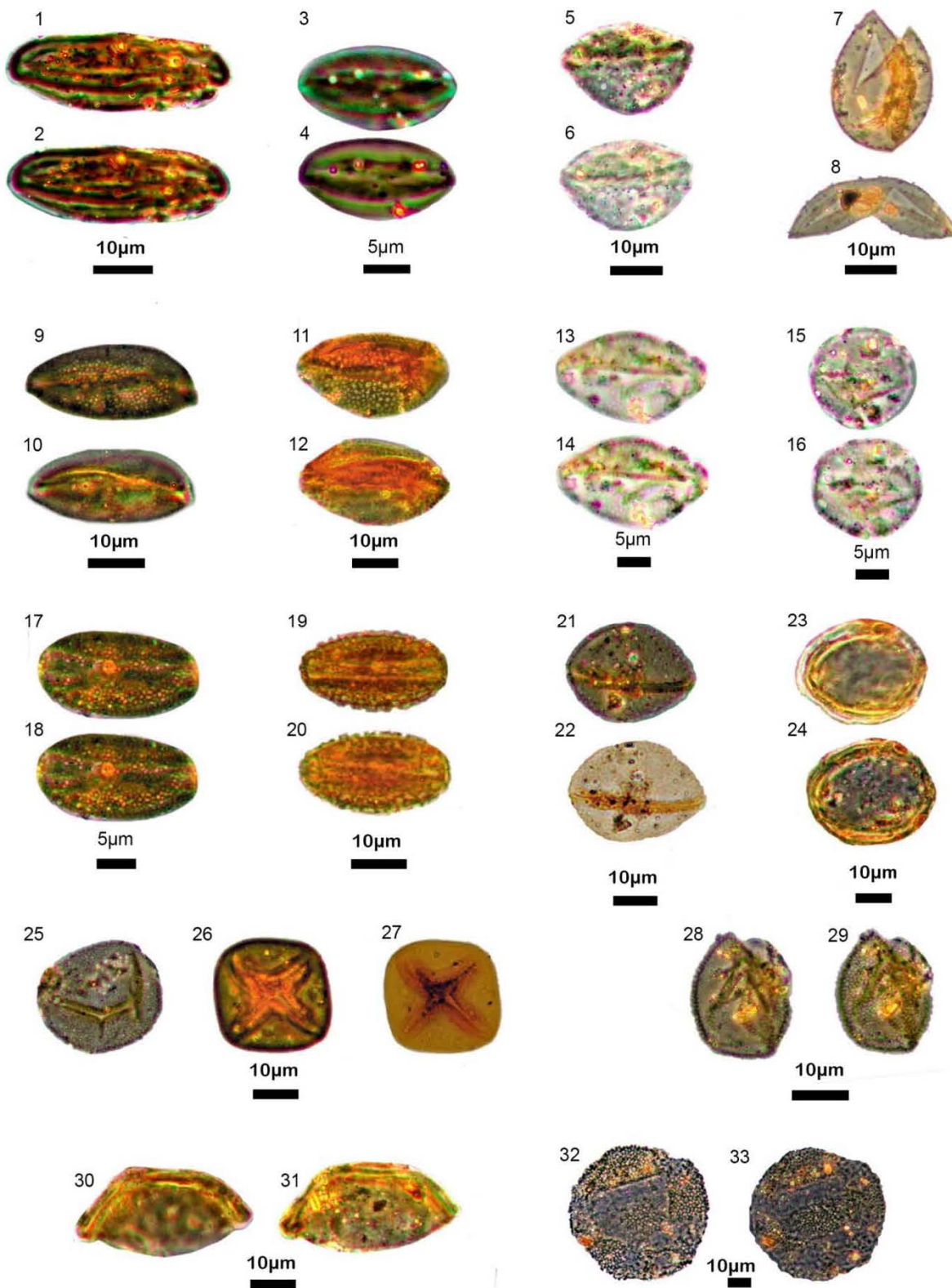


**Lámina 3**

*Ephedra* sp (1, 2), *Cycadopites* sp (3, 4), *Ginkgopites* sp (5, 6), *Taxodiaceapollenites* sp (7, 8), *Liliacidites* sp 1 (9, 10), *Liliacidites* sp 2 (11, 12), *Liliacidites* sp 3: 13, 14), *Liliacidites* sp 4 (15, 16), *Monocolpopollenites reticulatum* Nichols, Ames & Traverse, 1973 (17, 18), *Retimonocolpites* sp 1 (19, 20), *Retimonocolpites* sp 2 (21, 22), *Proxapertites operculatus* Van der Hammen 1956 (23-24), *Asteropollis asteroides* Hedlund & Norris, 1968 (25-27), *Clavatipollenites cf hughesii*, Couper, 1958 (28,29), *Lethomasites cf fossulatus*, Ward, Doyle & Hutton 1989 (30, 31), *Stellatopollis* sp (32, 33 ).  
Todas la microfotografías fueron tomadas en aumento de 100 X, escala 10 mm = 10 µm.



LÁMINA 3

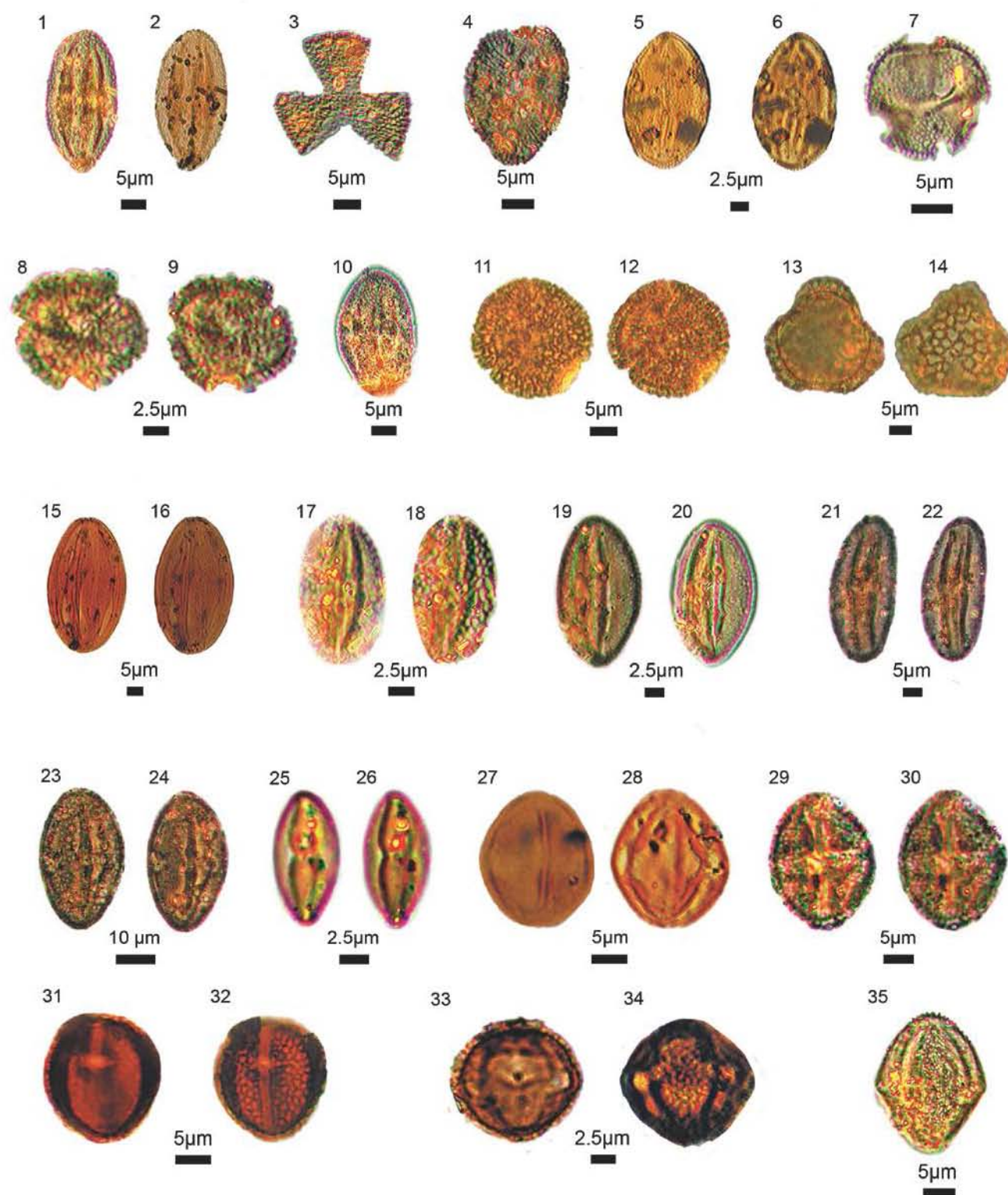




**Lámina 4**

*Fraxinoipollenites cf venustus*, Singh, 1971 (1, 2), *Rousea cf georgensis* (Brenner, 1963), Singh 1983 (3), *Striatopollis paraneus* (Norris, 1967) Singh, 1971 (4), *Tricolpites cf augathellaensis* Burger, 1968 (5,6), *Tricolpopollenites cf micromunus* (Groot & Penny 1960) Burger, 196 (7), *Tricolpites cf variabilis* Burger, 1968 (8, 9), *Tricolpites* sp 1 (10), *Tricolpites* sp 2 (11, 12), *Tricolpites* sp 3 (13, 14) *Phimopollenites* sp (15, 16), *Tricolporoidites cf eximius* Ward 1986 (17, 18), *Tricolporoidites cf robbinsiae* Ward 1986 (19, 20), *Tricolporoidites* sp 1 (21,22), *Tricolporoidites* sp 2 (25, 26), *Caprifoliipites* sp (23, 24), *Retitricolporites* sp 1 (27,28); *Retitricolporites* sp 2: 29, 30); *Retitricolporites* sp 3: 31, 32); *Retitricolporites* sp 4 (33,34) *Striatricolporites striolatus* Takahashi, K. 1982 (35) Todas la microfotografías fueron tomadas en aumento de 100 X.



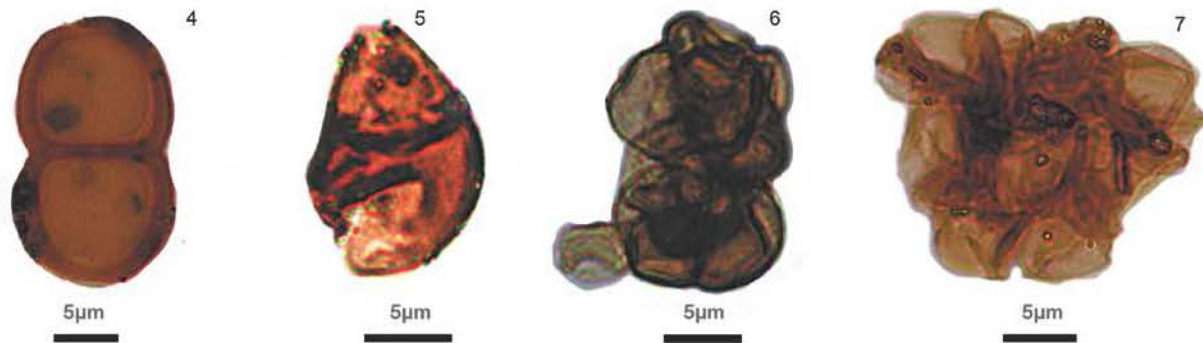
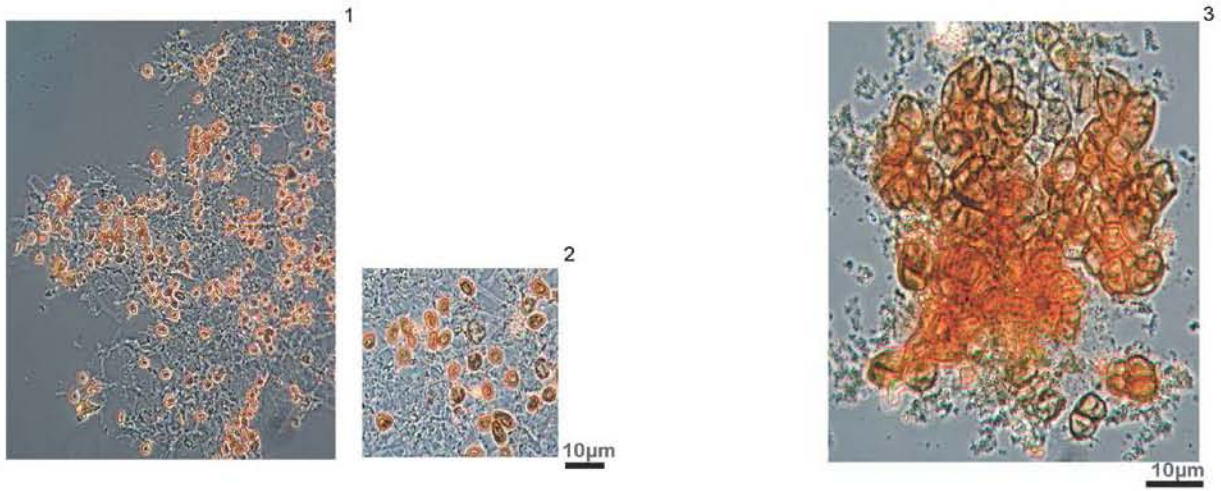




**Lámina 5**

*Inapertisporites deccani* Chitale & Yawale 1978 (1, 2), *Ctenosporites* sp (3), *Dicellaesporites* sp 1 (4), *Dicellaesporites* sp 2 (5), *Dictyosporites* sp 1 (6), *Dictyosporites* sp 2 (7), *Inapertisporites* sp (1, 8), *Inapertisporites* sp 2 (9), *Monoporisorites* sp 1 (10), *Monoporisorites* sp 2 (11), *Pluricellaesporites* sp1 (12). Todas la microfotografías fueron tomadas en aumento de 100 X, escala 10 mm = 10 µm.

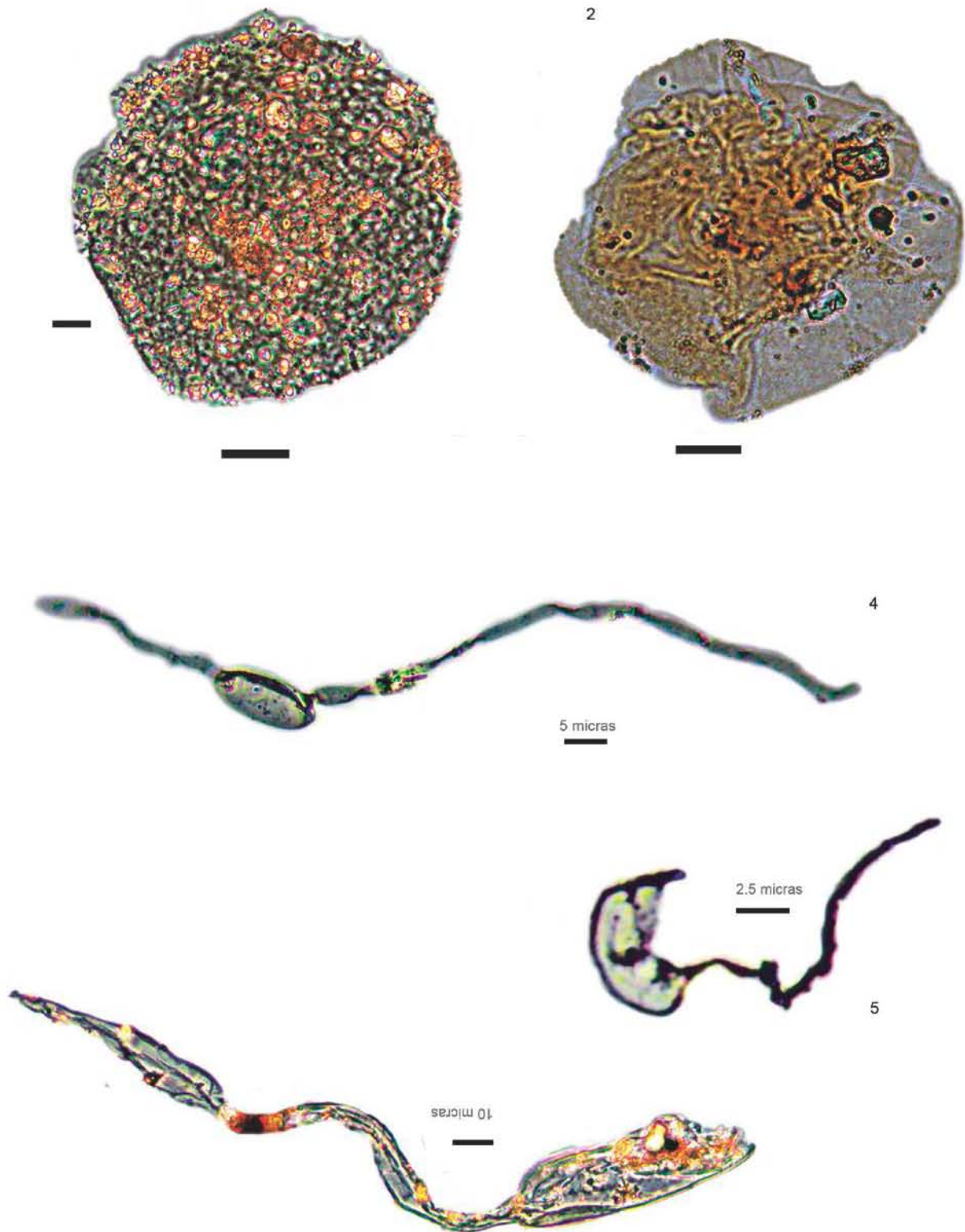




**Lámina 6**

*Cymatiosphaera* sp 1, 1); *Cymatiosphaera* sp2 (2); *Ophiobolus* sp 1 (3); *Ophiobolus* sp 2 (4); *Ophiobolus* sp 3 (5). Todas la microfotografías fueron tomadas en aumento de 100 X, escala 10 mm = 10  $\mu$ m.





**Lámina 7**

aff *Schizosporis* sp (1-7). Todas la microfotografías fueron tomadas en aumento de 100 X, escala 10 mm = 10  $\mu$ m.



