



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
SISTEMÁTICA

**INFERENCIAS PALEOCLIMÁTICAS CON BASE EN MICRO Y MACROFÓSILES
DEL CONGLOMERADO CUALAC, JURÁSICO INFERIOR Y GRUPO
TECOCOYUNCA, JURÁSICO MEDIO, GUERRERO.**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:
PEDRO CHRISTIAN MARTÍNEZ MARTÍNEZ

TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DRA. MARÍA PATRICIA VELASCO DE LEÓN
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA, UNAM
COMITÉ TUTOR: DRA. ALICIA SILVA PINEDA
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
DRA. MARÍA DEL SOCORRO LOZANO GARCÍA
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM

MÉXICO, D.F. MARZO, 2015.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
SISTEMÁTICA

**INFERENCIAS PALEOCLIMÁTICAS CON BASE EN MICRO Y MACROFÓSILES
DEL CONGLOMERADO CUALAC, JURÁSICO INFERIOR Y GRUPO
TECOCOYUNCA, JURÁSICO MEDIO, GUERRERO.**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:
PEDRO CHRISTIAN MARTÍNEZ MARTÍNEZ

TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DRA. MARÍA PATRICIA VELASCO DE LEÓN
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA, UNAM
COMITÉ TUTOR: DRA. ALICIA SILVA PINEDA
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
DRA. MARÍA DEL SOCORRO LOZANO GARCÍA
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM

MÉXICO, D.F. MARZO, 2015.

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM

Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del subcomité de Sistemática y Evolución del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 16 de junio de 2014, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** del alumno **MARTÍNEZ MARTÍNEZ PEDRO CHRISTIAN** con número de cuenta **097244053** con la tesis titulada **"INFERENCIAS PALEOCLIMÁTICAS CON BASE EN MICRO Y MACROFÓSILES DEL CONGLOMERADO CUALAC (JURÁSICO INFERIOR) Y GRUPO TECOCOYUNCA (JURÁSICO MEDIO), GUERRERO"**, realizada bajo la dirección de la **DRA. MARÍA PATRICIA VELASCO DE LÉON**:

Presidente: DR. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA
Vocal: DR. JOAQUÍN EDUARDO AGUAYO CAMARGO
Secretario: DRA. SOCORRO LOZANO GARCÍA
Suplente: DRA. UXUE VILLANUEVA AMADOZ
Suplente: DRA. ALICIA SILVA PINEDA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
CD. UNIVERSITARIA, D.F., A 14 DE ENERO DE 2015.

M. del Coro Arizmendi
DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
COORDINADORA DEL PROGRAMA



c.c.p. Expediente del (la) interesado (a)

AGRADECIMIENTOS

Al **Posgrado en Ciencias Biológicas**, quien me brindó la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar los estudios de posgrado (CVU/Becario: 440704/270088).

Al Comité Tutoral, integrado por las Dra. María Patricia Velasco de León, Dra. Alicia Silva Pineda y Dra. María del Socorro Lozano García, por sus certeros comentarios y apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

A mi familia: Francisca Martínez Olvera, Pedro Martínez Olvera y Sergio Martínez Martínez, por todo el apoyo otorgado durante el tiempo que dedique a mis estudios, así como en los momentos difíciles de mi vida; por todos los momentos gratos que pase junto a ellos; pero sobre todo por su comprensión y paciencia.

A la Dra. María Patricia Velasco de León por su apreciable e inigualable ejemplo de trabajo, perseverancia, tenacidad y sabiduría: por sus jalones de orejas, taches y megataches, “que llevo acuestas como una cruz”; por todos y cada uno de los momentos gratos que pase en las salidas a campo y reuniones formales e informales; pero sobre todo por su APOYO, TIEMPO, COMPRENSIÓN, PACIENCIA Y AMISTAD, GRACIAS DE CORAZÓN.

A la Dra. Alicia Silva Pineda por su apoyo y asesoría en la identificación y clasificación del material fósil, durante la realización de esta tesis; por su gran ejemplo a seguir como investigadora memorable de este país y del mundo, así como por la amistad brindada durante todo este tiempo.

A la Dra. Socorro Lozano García por facilitarme el uso de su laboratorio y equipo para el procesamiento, observación y fotografiado de las muestras, así como de sus aportaciones para la mejora de este trabajo.

A la Dra. Uxue Villanueva Madoz por su asesoría en el procesamiento de las muestras, así como de su apoyo para corroborar la identificación y descripción de los granos de polen y esporas, además de sus comentarios para la mejora de este trabajo.

A los sinodales Dr. Joaquín Eduardo Aguayo Camargo, Dr. David Nahum Espinosa Organista, Dra. María del Socorro Lozano García, Dra. Alicia Silva Pineda y Dra. Uxue Villanueva Amadoz, por sus invaluable aportaciones, que enriquecieron considerablemente este trabajo.

Al Biólogo Diego Enrique Lozano Carmona por su apoyo y asesoría en el uso del software Photoshop.

Al Biólogo Rigoberto Rodríguez Becerra por su amistad y apoyo en la salvaguarda de muchos de mis archivos de la computadora y disco duro externo, que en más de 1000 ocasiones, “ya perdi la cuenta”, llegaron a perderse, descomponerse o dañarse y que él muy amablemente logro salvarme de tan terrible predicamento y por sus correcciones ortográficas, de verdad no tengo como agradecerle su ayuda, gracias de corazón.

A la Dra. Erika Lourdes Ortiz Martínez por su amistad y apoyo, además de sus consejos para ser mejor en cada aspecto de mi vida, gracias de corazón.

A mis amigos y compañeros del laboratorio Rigo y Erika, por brindarme su AMISTAD y COMPAÑERISMO desde que empecé este viaje y sin el cual no hubiera podido continuar.

A los compañeros y compañeras de la Colección de Paleontología: Diego, Danae, Iran, Eli, Miguel, Daniel, Diana, Lineth y Leo, por todas sus ocurrencias y su bullying en el laboratorio y el campo, que hicieron más ameno el viaje.

A todos aquellos y aquellas que directa o indirectamente interactuaron conmigo en la maestría, gracias por su apoyo y los buenos momentos de esparcimiento.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en particular a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por permitirme realizar mis estudios de licenciatura y ahora de maestría y sobre todo porque se ha convertido en mi segunda casa.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

“Las batallas de la vida no siempre van al hombre más fuerte o más rápido, pero tarde o temprano el hombre que gana es el hombre que piensa que puede.”

Bruce Lee

Dedicatoría

*A mi abuela: Domitila Olvera Trejo
(12-mayo-1930/19-enero-2013)*

Quien con su sabiduría, perseverancia y tenacidad, supo sacar adelante a sus hijos, entre ellos mi madre a quien forjo en carácter y tenacidad. Donde quiera que este, siempre te recordare.

*A mis Padres: Francisca Martínez Olvera
y Pedro Martínez Olvera*

Quienes me enseñaron que no importa cuan' difícil se pongan las cosas, siempre hay que dar lo mejor de sí para superar las adversidades y que ellos siempre estaran conmigo para apoyarme y aconsejarme lo mejor posible.

“El saber no es suficiente, debemos aplicarlo.

El querer no es suficiente debemos hacer.”

Bruce Lee

ÍNDICE

TEMAS

	Páginas
RESUMEN	1
ABSTRACT	3
I INTRODUCCIÓN	4
II MARCO TEÓRICO	8
A Fósiles y paleoecología	8
B Inferencias paleoclimáticas	9
C Tafonomía	10
D Biomas	13
E Distribución de la flora jurásica	14
F Composición macro y microflorística	15
1 Macroflora	15
a) Familia Dicksoniaceae	16
b) Familia Matoniaceae	17
c) Familia Osmundaceae	18
2 Microflora	20
a) Esporas	20
1) Briofitas	20
2) Filicopsida	21
i) Filicales	21
1 Dicksoniaceae	21
2 Matoniaceae	22
3 Osmundaceae	23
b) Polen	23
1) Cycadopsida	25
i) Bennettitales	25
ii) Cycadales	26
2) Ginkgopsida	26
i) Ginkgoales	27
3) Coniferopsida	27
i) Coniferales	27
1 Cheirolepidiaceae	28
G. Facies sedimentarias	29
III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	30
IV HIPÓTESIS	31

V OBJETIVOS	32
A General	32
B Particulares	32
VI DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	33
A Ubicación geográfica	33
B Marco geológico	33
1 Ambiente sedimentario	37
VII ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO	38
A Conglomerado Cualac	38
B Grupo Tecocoyunca	40
VIII MÉTODO	43
A Macrofósiles	43
1 Recolecta	43
2 Tratamiento en el laboratorio	45
3 Identificación y descripción	45
B Microfósiles	45
1 Recolecta	45
2 Tratamiento en el laboratorio	47
3 Identificación y descripción	52
C Inferencias paleoambientales y paleoclimáticas	52
IX RESULTADOS	54
A Macroflora	54
1 Ubicación estratigráfica	54
2 Identificaciones y descripciones	55
3 Láminas	59
B Palinoflora	69
1 Ubicación estratigráfica	69
2 Identificaciones y descripciones	71
a) Esporas	71
b) Granos de polen	75
c) Morfotaxa indeterminados	77
3 Láminas	80
C Descripción y reconstrucción de la composición paleoflorística	88
1 Estrato TC1	88
2 Estrato C1	88
3 Estrato B1	88
4 Estrato B2	89
5 Estrato B3	89
D Abundancia y diversidad	89
X DISCUSIÓN	96

XI CONCLUSIONES	103
XII BIBLIOGRAFÍA	105

APÉNDICES

	Páginas
Apéndice 1	116

CUADROS

	Páginas
Cuadro 1	38
Cuadro 2	39
Cuadro 3	41, 42
Cuadro 4	52
Cuadro 5	53
Cuadro 6	54
Cuadro 7	69, 70
Cuadro 8	90
Cuadro 9	90, 91
Cuadro 10	117

FIGURAS

	Páginas
Figura 1	15
Figura 2	35
Figura 3	36
Figura 4	44
Figura 5	46

GRÁFICOS

	Páginas
Gráfico 1	92
Gráfico 2	93

LÁMINAS

	Páginas
Lámina 1	62
Lámina 2	63

Lámina 3	64
Lámina 4	65
Lámina 5	66
Lámina 6	67
Lámina 7	68
Lámina 8	82
Lámina 9	83
Lámina 10	84
Lámina 11	85
Lámina 12	86
Lámina 13	87

RESUMEN

Con base en el registro y descripción de macroflora y microflora fósil, además de la interpretación de litofacies, se determinaron las condiciones paleosedimentarias y paleoclimáticas en tres localidades: Tres Caminos, Carretera y Barranca. Mismas que afloran en el Grupo Tecocoyunca, en una secuencia clástica conformada por lutitas intercaladas con areniscas, con presencia de lentes de carbón interestraticados con las lutitas. El espesor total de la columna estratigráfica es de 437 m y se le asigna una edad del Jurásico Medio. Se registraron e identificaron 30 ejemplares de macrofósiles y 27 tipos diferentes de palinomorfos, que juntos integran ocho familias, 20 géneros, seis especies y nueve morfotaxa. Del total de la paleoflora reportada solo un 6% se encontró en la localidad de Tres Caminos, en donde se registraron fósiles de la especie *Phlebopteris angustiloba* y el género *Sphenopteris*; el otro 24% se descubrió en la Carretera en la que destaca la presencia de macrofósiles como *Coniopteris* y *Sphenopteris*, además de varios morfotaxa de microfósiles, como el palinomorfo tipo 1, el cual presenta una gran proporción. El 70% restante se encontró en la localidad de la Barranca, la cual se considera la más abundante y diversa de las tres localidades y esta representada por filicales de los géneros y especies *Phlebopteris* y *Dictyophyllidites mortonii*, que se encuentran en mayor número; coniferales como *Inaperturopollenites* y *Classopollis torosus*; elementos sin afinidad botánica como *Cycadopites* y *Equisetosporites*; además de briofitas y morfotaxa sin identificar. Se propone la presencia de una comunidad integrada por herbáceas y riparias con base en las filicales y equisetales; arbustivas denotadas por cycadales/bennettitales; y arbóreas. Estas últimas están constituidas por coníferas de los géneros y especies *Inaperturopollenites* y *Classopollis torosus*, considerados elementos alóctonos, el primero de ellos conformó un bosque en zonas elevadas y el segundo fue un elemento característico de ambientes costeros. Las variaciones litológicas se interpretan como distintos ambientes de depósito, ríos anastomosados, planicies de inundación y llanuras aluviales que evolucionaron a pantanos; además de las diferentes comunidades vegetales que se desarrollaron en el área. Se propone el cambio de un ambiente de menor humedad con clima cálido-húmedo en Tres Caminos, a uno de alta humedad con lluvias

Inferencias Paleoclimáticas con base en micro y microfósiles del Conglomerado Cualac, Jurásico Inferior y Grupo Tecocoyunca, Jurásico Medio, Guerrero.

estacionales y llanuras de inundación en la localidad de la Carretera, que posteriormente evolucionó a un ambiente pantanoso con temperaturas cálidas en las áreas cercanas al pantano y templadas en las zonas más alejadas, en la localidad de la Barranca.

ABSTRACT

Based on the record and description of macroflora fossil, as well as the interpretation of lithofacies, the paleosedimentary and paleoclimatic conditions in three locations (Tres Caminos, Carretera y Barranca) were determined. Those places outcropping in the Tecocoyunca Group in a clastic sequence consist of shales interbedded with sandstones and interbedded lenses presence of coal shales. The total thickness of the stratigraphic column is 437 m and is assigned a Middle Jurassic. Were recorded and identified 30 specimens of macrofossils and 27 different types of palynomorphs, these comprise eight families, 20 genera, six species, and nine morphotaxa without identifying. The total paleofora reported only 6% was found in the town of Tres Caminos, where they were recorded fossils *Phlebopteris angustiloba* species and genus *Sphenopteris*; the other 24% was found in the Carretera, at that site highlights the presence of macrofossils as *Coniopteris* and *Sphenopteris*, plus several morphotaxa microfossils as the palinomorphic type 1, this specimen is large proportion. The remaining 70% was found in the town of Barranca, that locality is considered the most abundant and diverse of the three locations and is represented by filicales of genera and species *Phlebopteris* and *Dictyophyllidites mortonii*, found in greater numbers; coniferales as *Inaperturopollenites* and *Classopollis torosus*; botanical elements without affinity as *Cycadopites* y *Equisetosporites*; addition of bryophytes and unidentified morphotaxa. The presence of a community composed of herbaceous and riparian based on filicales and equisetales; shrub also denoted by cycads/bennettites; as well as of tree communities represented by conifers. Conifers of the genus and species *Inaperturopollenites* and *Classopollis torosus* are considered allochthonous elements, the first of them formed a forest on high ground and the second was a characteristic element of coastal environments. The lithological variations are interpreted as different depositional environments, anastomosing rivers, floodplains and alluvial plains that evolved swamps; addition of different plant communities that developed in the area. The evolved environment with less humidity warm climate to a high moisture with seasonal rains and floodplains wich later evolved onto a swampy environment with warm temperatures in the areas near the swamp and temperate in remote areas.

I. INTRODUCCIÓN

En el periodo Jurásico, que abarcó de hace 201.3 ± 0.2 a 145.0 ma. (Cohen *et al.*, 2013), la flora que constituía el paisaje de ese tiempo estuvo compuesta por gimnospermas siendo más abundantes las cicadofitas, seguida de las coniferofitas, ginkgofitas y pteridofitas (Silva-Pineda, 1978a; Diéguez, 2003; Zhou, 2009; Adame, 2007; Diéguez, *et al.*, 2010).

La distribución y abundancia de dicha flora Jurásica, se encuentra bien representada en regiones como Asia, América del Norte, América del Sur y Europa donde hay registros con buena preservación (Harris, 1961, 1964; Vakhrameev, 1991; Wang *et al.*, 2005; Zhou, 2009). Estos muestran una zonación paleolatitudinal amplia, que va del ecuador a 80° norte, para el Jurásico Inferior, siendo los 45° paleolatitud norte, donde se localiza la mayoría de la flora. En cambio, para el Jurásico Medio dicha vegetación se situó entre los 20 y 60° norte, ello debido al desplazamiento general, conforme a las agujas del reloj, que experimentaron los continentes, en donde China se movió más rápidamente hacia el sur que Europa (Ziegler *et al.*, 1993).

Como resultado de los cambios paleogeográficos, México se ubicó cerca del ecuador, la flora se desarrolló ampliamente hacia la parte suroriental, territorio que ahora constituyen los estados de Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas y Veracruz, en donde actualmente se encuentran fósiles abundantes y bien conservados (Imlay, 1953; Silva-Pineda, 1978a; González-Gallardo, 1987; Díaz-Pedrosa, 1994; Weber y Cevallos-Ferriz, 1994; Silva-Pineda y Buitrón, 2000). De todos ellos, Oaxaca, el estado más estudiado, tiene registros procedentes de las Formaciones Rosario y Zorrillo, en la Mixteca Alta (Wieland, 1914-1916; Delevoryas, 1968; Person, 1976; Person y Delevoryas, 1982; Silva-Pineda, 1978a, 1984). Aunque en el estado de Guerrero, donde aflora la Formación Conglomerado Cualac, se han tenido hallazgos recientes centrados en la elaboración de listados paleoflorísticos, paleopalinología, además de la geología y estratigrafía del lugar (Burckhardt, 1930; Silva-Pineda, 1988; Ángeles, 2009; Velasco de León *et al.*, 2011; Martínez-Paniagua y Velasco de León, 2012).

Estos estudios paleoflorísticos y paleopalinológicos son esenciales para realizar inferencias paleoclimáticas, ya que de ellos se emplean hojas, el polen y las esporas considerados como paleoindicadores (Upchurch, 1989; Wolfe, 1994; Wiemann *et al.*, 1998; Rees *et al.*, 2000; Volkheimer *et al.*, 2008; Ortiz-Martínez *et al.*, 2010). En este sentido, la vegetación es reflejo directo del tipo de clima, por lo que en el Jurásico se desarrollaron climas desde los tropicales/subtropicales secos hasta los templados cálidos y templados fríos, de los cuales el subtropical fue el que se desarrolló en México. Todo lo anterior, producto de la evolución de las placas tectónicas, que consistió en un movimiento ascendente de la masa continental hacia el hemisferio norte, el cual se produjo desde el Triásico Inferior, para culminar con un movimiento, en el sentido de las manecillas del reloj, con dirección hacia el sur (Ziegler *et al.*, 1993; Rees *et al.*, 2000; Volkheimer, 2008).

Además de los indicadores como hojas, polen y las esporas, también existen estratigráficos y sedimentológicos que proveen información relevante para la interpretación paleoambiental y paleoclimática. La observación y clasificación de litofacies por medio de metodologías de análisis de facies, aporta la información necesaria para realizar dichas interpretaciones. De tal forma que, atributos como la depositación primaria, estratificación, textura y estructuras sedimentarias primarias y geomatriz son características que pueden ayudar a las interpretaciones paleosedimentarias de los lechos de ríos; además de carbón que suele ser un componente característico en los sistemas fluviales (Miall, 2006). En este sentido, la presencia de depósitos de evaporitas indican condiciones de sequía (alta evaporación contra baja precipitación) lo que puede ser consecuencia de una alta exposición a la radiación solar, misma que se da en zonas tropicales o subtropicales (Ziegler *et al.*, 1993; Rees *et al.*, 2000). En tanto que, los depósitos de carbón nos indican alta precipitación contra una baja evaporación, con lo cual se puede inferir la presencia de ambientes pantanosos en latitudes tropicales y subtropicales, estos pantanos se corroboran con la presencia de vegetación formadora de turba (Vakhrameev, 1991; Rees *et al.*, 2000; Van konijnenburg-Van Cittert, 2002). De igual forma que las evaporitas y el carbón, las arenas eólicas se les encuentra en zonas de paleolatitudes bajas (Rees *et al.*, 2000).

En México la presencia de secuencias estratigráficas, de edad jurásica, con contenido de carbón, afloran en los grupos como Consuelo y Tecocoyunca, los cuales fueron estudiados por Erben (1956). El primero de ellos está conformado por las formaciones Rosario y Conglomerado Cualac, esta última aflora en el estado de Guerrero. Estudios geológicos de la Formación Conglomerado Cualac se realizaron por Burckhardt (1930), quien reporta flora fósil y Guzmán (1950), quien originalmente describió la secuencia y la denominó Cuarcita de Cualac.

Posteriormente, Erben (1956) describe la secuencia y la designa con el nombre de Conglomerado Cualac; asignándole una edad del Jurásico Medio (Aaleniano-Bajociano), la cual fue determinada con base en la posición estratigráfica, que en casos normales descansa concordantemente encima de la Formación Rosario y subyace, igualmente concordante a la Formación Zorrillo. Estos estudios fueron importantes, pero solo se cuenta con el enfoque geológico y carecen del paleobotánico, hasta que Silva-Pineda y González-Gallardo (1988) realizaron la descripción taxonómica de la flora encontrada por Burckhardt. A partir de entonces Ángeles (2009), Velasco de León *et al* (2011), Martínez-Paniagua y Velasco de León (2012), realizaron el análisis paleoflorístico de tres localidades en la región de Olinalá, en donde, además se realizó la geología y estratigrafía a detalle. Estos trabajos permiten proponer para esta secuencia, un paleoambiente continental con depósitos fluviales de tipo anastomosado con llanuras de inundación y abanicos aluviales. Esta unidad se encuentra circunscrita entre la Formación Acatlán y el Grupo Tecocoyunca.

En Oaxaca también existen afloramientos del Conglomerado Cualac, en los cuales Jiménez (2004) realizó un estudio palinoestratigráfico y propuso como nombre oficial Formación Cuarcítica Cualac, con base en las características litológicas que presenta dicho complejo, además de asignarle una edad del Pliensbachiano-Aaleniano, con base en palinomorfos. Dicho complejo se encuentra circunscrito entre el Conglomerado Prieto (Formación Rosario) de edad Sinemuriana y el Grupo Tecocoyunca del Jurásico Medio.

En cuanto al Grupo Tecocoyunca, de edad Jurásico Medio, sobreyace concordantemente a la Formación Conglomerado Cualac. El primer reporte de estos terrígenos fue hecho por

Burckhardt (1927), seguido de los de Jenny (1933), Guzmán (1950) y Erben (1956). Dentro de los primeros trabajos paleobotánicos se encuentran aquellos realizados por Wieland (1914), años más tarde Silva-Pineda (1984) realiza una tipificación del material que Wieland colectó y estudió.

En años recientes se han realizado nuevos trabajos, tanto del Conglomerado Cualac como del Grupo Tecocoyunca, dentro de los cuales se profundizó en los estudios geológicos, estratigráficos y paleobotánicos con el fin de dar un panorama más amplio del paleoambiente y la paleoecología de dicha zona (Corro y Ruíz , 2011; Lozano, 2012).

La presente investigación complementa los estudios realizados en la Formación Conglomerado Cualac de Guerrero con macroflora (Filicales) y la del Grupo Tecocoyunca que la sobreyace. El estudio de la microflora (polen y esporas) complementará la propuesta del paleoclima y la paleoflora de las tres localidades (Tres Caminos, Carretera y Barranca) pertenecientes al Grupo Tecocoyunca; con ello se proporcionan bases para investigaciones futuras tanto a nivel regional como mundial.

II. MARCO TEÓRICO

A. Fósiles y Paleoecología

Los fósiles definidos por Dunbar (1961) y Pardo (1996) como todos aquellos restos orgánicos, actividad biológica o rarezas preservadas en el sedimento a través del tiempo geológico, son la herramienta más directa para reconstruir la fauna y la vegetación y junto con ella el clima, en periodos de tiempo geológico definido de una región determinada (Lozano, 2012).

Las reconstrucciones paleoecológicas requieren del estudio de la biota del pasado, así como de los paleoambientes; disciplinas como la paleobotánica, la paleopalínología y la geología, son empleadas para reconstruir el entorno y sus organismos (Lozano, 2012). La paleobotánica se encarga del análisis de macrofósiles como las hojas, estructuras reproductoras (flores), semillas y troncos (Taylor *et al.*, 2009). Mientras que la paleopalínología enfoca su estudios en aquellas estructuras reproductoras microscópicas como el polen y las esporas, además de cualquier resto orgánico que resista el ataque físico y químico, como quistes de dinoflagelados, recubierta de foraminíferos, acritarcas, etc. (Traverse, 1996). Por otro lado la estratigrafía interpreta los estratos de roca y sus relaciones espacio-temporales (Arellano, 2011).

La paleobotánica y la paleopalínología son dos ramas de la ciencia que documentan y visualizan la historia evolutiva y filogenia de las plantas (Taylor *et al.*, 2009; Traverse, 1996), se basan en la comparación de los fósiles con estructuras de plantas actuales. Por otra parte, la macro y microflora fósil se emplean en primer lugar para realizar estudios taxonómicos, seguido de la reconstrucción de la paleoflora, para culminar con la inferencia paleoclimática (Upchurch, 1989; Totman *et al.*, 2004; Volkheimer *et al.*, 2008; Taylor *et al.*, 2009).

B. Inferencias paleoclimáticas

Para realizar inferencias paleoclimáticas existen diversos indicadores divididos en tres grupos: paleontológicos, litológicos y geoquímicos. Dentro de los paleontológicos hay cuatro tipos: indicadores directos, del relativo viviente más cercano (NRL), empírico-morfológicos y biogeográficos. Los directos pueden ser aquellos taxones indicadores del clima, es decir, taxones que tiene una tolerancia climática específica. Los indicadores NRL son aquellos cuyo valor como indicador paleoclimático estriba en su relación evolutiva con taxa modernos que tienen tolerancia climática específica. Los empírico-morfológicos son aquellos cuya morfología ha sido determinada empíricamente por correlación con el clima. Por último, la distribución de los organismos está controlada al menos en parte por el clima, por lo tanto, la biogeografía de los organismos extintos se utiliza para interpretar las características paleoclimáticas generales (Totman, 1998).

Dentro de los indicadores más usados para determinar el paleoclima de una región se consideran los empírico-morfológicos, los NRL y los biogeográficos, ejemplo de ellos son la macroflora y microflora fósil. La primera, emplea las hojas, debido a que éstas son el medio de interacción directa entre las plantas y la atmósfera, ya que definen su morfología foliar en función de las condiciones climáticas (Pire y Valenzuela, 1995; Rees *et al.*, 2000; Totman *et al.*, 2004; Ortiz-Martínez *et al.*, 2010). La segunda, emplea los palinomorfos, para establecer las palinofloras las cuales, por ser estáticas, reflejan los cambios climáticos del pasado, debido al movimiento de los continentes (Volkheimer *et al.*, 2008). Existen fuertes argumentos por los cuales estos enfoques son válidos, primero porque las plantas están controladas por las condiciones climáticas, ya que se encuentra fijadas a un sustrato y tienen que soportar condiciones desfavorables, no así los animales que tienen la ventaja de desplazarse por medio de migraciones o hibernación. Por otro lado, la vegetación interactúa directamente con la atmósfera y su morfología es reflejo de las condiciones ambientales; y finalmente éstas no sufren de alteraciones diagenéticas como los isótopos. De tal forma que las plantas fósiles reflejan el clima donde vivieron, como sucede con las plantas actuales (Silva-Pineda, 1978a; Rees *et al.*, 2000).

Los cambios en la síntesis de proteínas, pared celular, espesor de la cutícula concentración y tipos de estomas y área foliar, son formas en que las hojas expresan su interacción con las condiciones ambientales (Rees *et al.*, 2000; Trewavas, 2003). Dentro de la literatura existen trabajos que proponen inferencias paleoclimáticas con base en la composición taxonómica, es decir, por medio del pariente vivo más cercano. Sin embargo, esta metodología puede dar lugar a interpretaciones erróneas, debido a una mala asignación de los taxa extintos a los grupos actuales y la suposición anticipada de que las plantas no han evolucionado con respecto a su tolerancia climática (Totman, *et al.*, 2004). Ello se puede resolver al hacer uso de los demás indicadores paleoclimáticos como los litológicos, que dan un mayor sustento.

Por otra parte, se debe tener en cuenta el aspecto tafonómico, ya que es otro elemento que da importantes aportaciones a las interpretaciones paleoclimáticas. Ello se debe a que tanto las hojas como los palinomorfos pueden tener varios y distintos medios de transporte, depositación, potencial de conservación y diagénesis. De tal forma, para los órganos foliares y palinomorfos, dichas características se ven influenciadas por la morfología, el tamaño y el peso. Por lo tanto, la forma en que se depositan, como su morfología, son tan importantes como la composición taxonómica; distinguir, conocer y comprender tanto la ubicación estratigráfica como el contexto sedimentológico del ambiente de depósito específico, son otros datos importantes que hay que considerar (Spicer, 1981; 1989; Ferguson, 1985; Greenwood, 1991; Totman *et al.*, 2004; Mancuso y Marsicano, 2008; Mancuso, 2009).

Cuando se tienen elementos estratigráficos, sedimentológicos, tafonómicos, y taxonómicos es posible realizar una reconstrucción climática más completa.

C. Tafonomía

En todo trabajo paleontológico es importante considerar el origen de los fósiles, es decir, todos los aspectos que influyen en la preservación de los restos orgánicos desde que muere el individuo hasta que son descubiertos. Dentro de estos aspectos, es importante distinguir aquellas asociaciones o conjuntos que son enterrados en el mismo lugar donde mueren,

autóctonas, de aquellas que son enterradas en lugares alejados del sitio donde murieron, alóctonas. Estas asociaciones o conjuntos se definen como una acumulación de diferentes órganos vegetales provenientes de una o más especies e individuos, además de encontrarse asociados a depósitos sedimentarios en condiciones particulares (Mancuso, 2009).

Según el ambiente sedimentario en el que se encuentren los fósiles, las categorías de distribución autóctona y alóctona están sujetas al grado de fragmentación y/o desarticulación de los elementos, sean estos macroscópicos (hojas, tallos, ramas) o microscópicos (polen y esporas). Todos aquellos elementos que se encuentren articulados y sin fragmentar, que su abundancia sea alta y de lámina foliar grande pueden considerarse vegetación autóctona de dicha localidad. Por otra parte, aquellos elementos que están fragmentados o desarticulados, que su tamaño sea pequeño y de abundancia baja en la localidad son considerados vegetación alóctona (Ferguson, 1985; Greenwood, 1991; Gastaldo *et al.*, 1996; Jäger, 2004; Mancuso y Marsicano, 2008; Mancuso, 2009).

Los aspectos autóctonos y alóctonos de las hojas que se perciben en el registro fósil se encuentran ligados a factores como la dispersión lateral, la cual depende de la altura de la planta fuente y de la velocidad del viento en el dosel; la velocidad de caída de los órganos foliares la cual está influenciada por la densidad de estos órganos; el tamaño y peso que estas presentan, como un factor que favorece la distribución y posterior fosilización de aquellas hojas simples y más ligeras frente a ejemplares compuestos y de mayor peso. Otra variable importante es la tasa de biodegradación que depende de la temperatura y humedad, pero es altamente variable dentro de algunos biomas y se ve afectada por la cantidad de lignina, taninos y azúcares en las partes aéreas de las plantas; también, procesos que ocasionan deformación en la hoja antes y durante el enterramiento son de gran importancia para su posterior reconocimiento (Ferguson, 2005).

Por otro lado, los aspectos tafonómicos que afectan a las hojas no suelen ser los mismos para el polen y las esporas. De tal forma que la composición de las comunidades palinológicas se encuentran fuertemente influenciada por el tipo de dispersión, la abundancia y disgregación de la tetrada, la textura de los sedimentos como tamaño,

clasificación, esfericidad, fabrica y empacamiento, además del tipo de ambiente sedimentario y la diagénesis (Ferguson, 1985; Greenwood, 1991; Gastaldo *et al.*, 1996; Jäger, 2004; Mancuso y Marsicano, 2008; Mancuso, 2009).

Dentro de los aspectos importantes que influyen en la dispersión del polen y las esporas la morfología es un factor que contribuye de forma preponderante junto con la ultraestructura de la pared, ya que, granos de diámetro más pequeño tendrán mayor potencial de amplia diseminación comparados con pólenes no sacados, los cuales son más pesados y se depositan rápidamente mientras que granos de polen bisacados pueden flotar por un largo periodo de tiempo (Ferguson, 2005). Esto depende directamente del tipo de transporte, el cual puede darse por medio de dos vectores el viento y el agua, este último es el más importante para los palinomorfos, ya que la distancia que recorren es del orden de cientos de kilometros, en cambio el viento restringe su dispersión a distancias muy cortas (Jäger, 2004).

La duración del transporte fluvial que sufren los palinomorfos, no solo está controlada por la distancia recorrida sino también por la velocidad del flujo de corriente y los posibles periodos de depositación temporal y su posterior transporte. Durante este proceso se forma una mezcla homogénea de polen y esporas, la cual representa diferentes fuentes dentro del área drenada por el río. Esta mezcla homogénea tiene la misma composición palinológica tanto en los sedimentos suspendidos como en los depositados. El proceso de transporte y depositación que sufren estos palinomorfos es igual al que presentan las partículas sedimentarias, ya que se encuentra controlado por el tamaño, peso, forma y tipo de ornamentación (Jäger, 2004).

Según Jäger (2004) la forma, más que la ornamentación de la exina, es un carácter que influye en su posterior depositación, es decir, las diferencias locales que presentan las comunidades palinológicas está más estrechamente controladas por los procesos de depositación que por el transporte. De lo cual, la tendencia más obvia de distribución que presentan los palinomorfos, dentro de los sedimentos, es proximal-distal, donde se observa una dominancia de elementos de forma redonda en las zonas proximales sobre elementos

de forma triangulares hacia zonas distales, esto se ve claramente en sedimentos que van de paleoambientes costeros a plataforma continental.

El considerar los análisis tafonómicos dentro de un estudio paleontológico es importante, ya que, proveen de información relevante sobre la estructura de las comunidades vegetales y su posible distribución espacio-temporal y con ellos reconocer los distintos biomas que se desarrollaron en el pasado.

D. Biomas

Dentro de las plantas y animales existen algunas especies que solamente pueden vivir en zonas climáticas definidas, es decir el clima regional de la zona actúa recíprocamente con la biota de dicha región, de tal forma que se producen extensas comunidades de fácil identificación, que en ecología se conoce como biomas. El bioma se define como la mayor unidad ecológica terrestre, donde la vegetación dominante, es la denominada vegetación climática clímax, la cual constituye una base para la identificación ecológica. La geología también juega un papel importante en la distribución de los organismos, es consecuencia de la tectónica de placas que tiene efectos a nivel regional y local (Dunbar, 1961; Odum, 1972; y Kruckeberg, 2002).

Ziegler *et al.*, (1993) y Rees *et al.*, (2000) proponen la existencia de cinco biomas durante el Jurásico: templado-frío, cálido húmedo con invierno húmedo, desierto subtropical y de verano húmedo (tropical). Su propuesta está basada en la composición paleoflorística de distintas localidades a nivel mundial, la cual considera para ello su distribución latitudinal. Se han realizado varias interpretaciones de la flora jurásica, desde el punto de vista botánico y palinológico, a nivel regional y en distintas partes del mundo. Como ejemplo se tienen los trabajos de Wang *et al* (2005), para el noroeste de China; Thorn (2001), en paleolatitudes altas de Nueva Zelanda; Diéguez *et al* (2010), quien describe cambios florísticos para el Jurásico y Cretácico de la península Ibérica entre otros.

E. Distribución de la flora jurásica

Durante el Jurásico a nivel mundial, la flora se desarrolló en varias zonas del planeta (Fig. 1), para paleolatitudes altas son características las ginkgoales como *Gingko*, *Baiera* y *Sphenobaiera*, además de leptostrobales representados por *Czekanowskia* y *Phoenicopsis*, incluso ciertas coníferas que incluyen *Podozamites*, *Pityophyllum* y *Desmiophyllum*, todas ellas consideradas de hoja caduca y que conforman claramente el núcleo principal de la flora de Siberia, dicha flora se desarrolló en biomas de tipo templado cálido (Vakhrameev, 1991; Ziegler *et al.*, 1993). En cambio, las paleolatitudes más bajas estuvieron dominadas por coníferas micrófilas *Brachyphyllum*, *Pagiophyllum* y *Voltzia*, mismas que se han encontrado próximas a evaporitas. Las características xeromórficas y la baja diversidad que presentan dicho conjunto, hace suponer un ambiente seco subtropical de paleolatitudes que va de entre los 10° a los 40° (Ziegler *et al.*, 1993). En zonas ecuatoriales el espectro floral se encuentra representado por comunidades de alta diversidad como helechos y cícadas, además de coníferas y ginkgos, junto con éstas se encuentran asociados pantanos de carbón que de igual forma se extienden hasta paleolatitudes altas (Ziegler *et al.*, 1993).

En México, la flora jurásica se encuentra documentada principalmente hacia la parte suroriental, en los estados de Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas y Veracruz. Son consideradas abundantes y su registro fósil está muy bien conservado (Imlay, 1953; Silva-Pineda, 1978a; González-Gallardo, 1987; Díaz-Pedrosa, 1994; Weber y Cevallos-Ferriz, 1994; Silva-Pineda y Buitrón, 2000). Según Adame (2007) esta paleoflora estuvo constituida en su mayoría por cicadofitas, coniferofitas, ginkgofitas y pteridofitas, las primeras fueron las más abundantes (Adame, 2007; Velasco de León, 2011).

Dentro de las pteridofitas, los registros más antiguos de los que se tiene reporte proceden del Devónico de Bélgica y Estados Unidos, alcanzan su máximo esplendor en el Carbonífero de Europa, Asia y Norteamérica, y para el Mesozoico amplían su distribución (Adame, 2007). En México se les ha reportado en el Triásico de Sonora y el Jurásico de Guerrero, Oaxaca y Veracruz (Weber, 2008). Según Vakhrameev (1991) y Van Konijnenburg-Van Cittert (2002) este grupo de plantas tienen afinidad por la humedad y

son capaces de adaptarse a condiciones ambientales cambiantes. Por lo que su desarrollo posiblemente se dio bajo condiciones cálidas y húmedas en diversos hábitats cambiantes como ambientes pantanosos, riberas de los ríos e incluso formando parte de los bosques en forma de sotobosque, que con el paso del tiempo darían origen a yacimientos de carbón (Thomas, 1985).

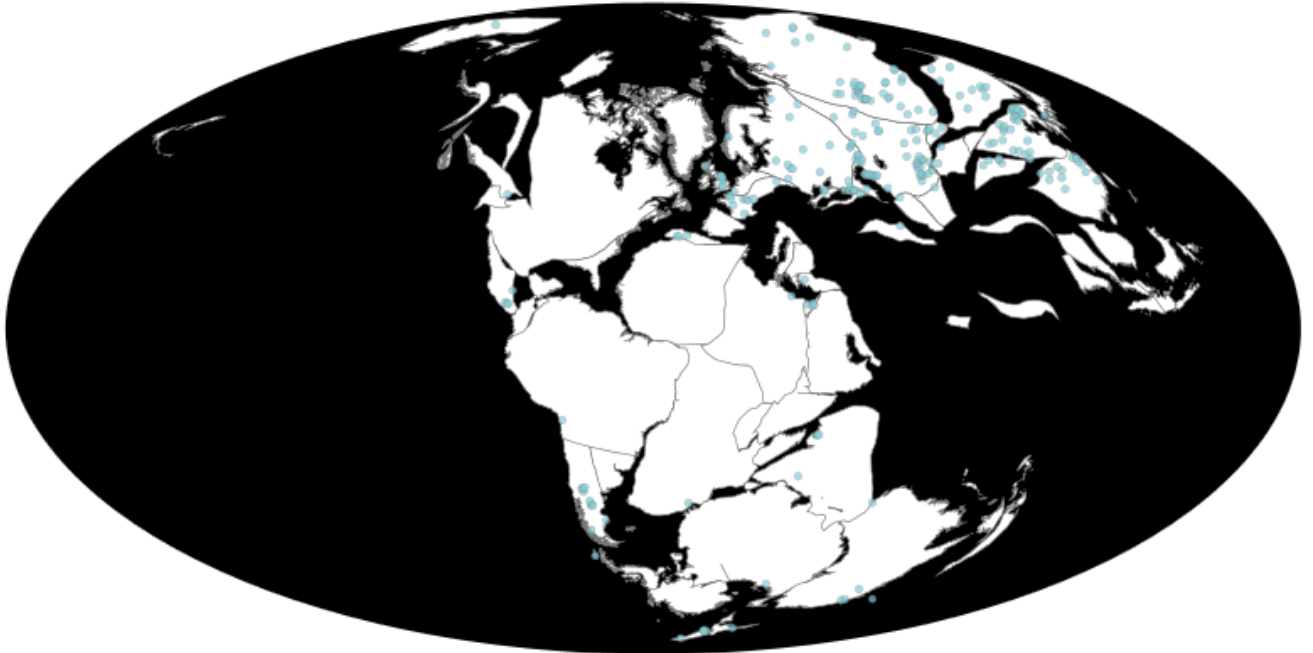


Figura 1. Mapa de distribución de la flora (puntos azules) del Jurásico Medio. Tomado de Paleobiology Database (PBDB Navigator versión Beta).

F. Composición macro y microflorística

1. Macroflora

En general, los helechos son herbáceos o arbóreos, están constituidos por un esporofito, el cual se divide, a su vez, en raíces adventicias, rizoma (tallos subterráneos) y frondas (estas últimas compuestas por un estípite y un raquis que está en contacto con la lámina). Generalmente las láminas se encuentran divididas y su tamaño y forma varían ampliamente. La reproducción puede ser asexual o sexual. Si en el esporófilo (lámina portadora de esporas) se desarrollan esporangios en grupos bien limitados llamados soros,

se les denominan helechos leptosporangiados, en caso contrario, si los esporangios se fusionan para formar sinangios, se les nombra helechos eusporangiados, estos últimos son considerados como los más primitivos (Cronquist, 1986).

Las pteridofitas están integradas por cuatro órdenes, siendo las filicales el mayor de los cuatro grupos (Wier *et al.*, 1983). Según Harris (1961), dicho orden lo conforman siete familias, sin embargo, Balme (1995) considera que son alrededor de 11, en las cuales están incluidos los helechos, de las cuales, sólo cuatro se han registrado en las localidades de estudio.

a) Familia Dicksoniaceae Bower (1908)

El registro para Dicksoniaceae se remonta al Triásico Tardío, sin embargo, su abundancia y amplia distribución se da durante el Jurásico y Cretácico Temprano, principalmente hacia las zonas templadas de todo el mundo, incluidas el Ártico y el Antártico, en particular hacia el hemisferio norte de Eurasia. Aparece repentinamente en gran abundancia y diversidad para el Jurásico Inferior y Medio, siendo un elemento altamente característico de las floras de estas edades. Dentro de la flora del Jurásico Medio de Yorkshire, los helechos de la familia Dicksoniaceae son considerados los más diversos con diez especies (Van Konijnenburg-Van Cittert, 1989). La palinología de esta familia tiene varios géneros descritos (Tryon y Lugardon, 1991).

Se debe hacer notar que algunos autores incluyen a los helechos de Dicksoniaceae dentro de las Cyatheaceae (e.g., Crabbe *et al.*, 1975; Lovis, 1977) mientras que autores como Gastony (1981, 1982) y Tidwell y Ash (1994) los separan con base en los soros marginales que difieren de los soros subcostulares de las Cyatheaceae.

Se distinguen dos subfamilias: Thyrsopteridae, con ocho de las diez especies totales, pertenecientes a los géneros *Kylikopteris*, *Eboracia*, *Coniopteris* y *Dicksonia*, con dos especies del género *Dicksonia* (Harris, 1961; Van Konijnenburg-Van Cittert, 1989). Estos cuatro géneros probablemente preferían un hábitat cálido y húmedo, aunque los

representantes actuales se distribuyen tanto en hábitats tropicales y de bosque templados lluviosos (Vakhrameev, 1991). Por otra parte, actualmente Thyrsopteridae comprende sólo el género monoespecífico *Thyrsopteris* y *Dicksonia* con varias especies repartidas en cuatro géneros *Cibotium*, *Cystodium*, *Culcita* y *Dicksonia* (Van Konijnenburg-van Cittert, 1989).

El registro más antiguo para la Familia Dicksoniaceae, del que se tiene conocimiento, es el género *Coniopteris*, procedente de localidades chinas (Deng y Lu, 2006). Silva-Pineda (1970, 1978b) reporta para el sureste Mexicano *Coniopteris arguta* y *C. cf. hymenophylloides*. En la región de Tecamatlán, Puebla se encuentra reportado *Coniopteris weberii* (Delevoryas, 1982). Actualmente la Familia cuenta con 40 especies (Tryon y Tryon, 1982).

b) Familia Matoniaceae

La familia Matoniaceae fue especialmente común durante el Mesozoico. Son ocho los géneros reconocidos, con base en la morfología de la hoja y las características de los soros. Dicha familia se caracteriza por un típico patrón de ramificación en abanico de las frondas. La ausencia del indusio, que se remonta al Triásico Tardío, es un carácter distintivo en *Phlebopteris*, pero no es sino hasta el Jurásico que se nota la presencia de un indusio bien desarrollado en *Matonia*, sin embargo, géneros como *Matonidium* y *Selenocarpus* poseían indusio muy pequeño y soros, sin indusio, en forma de media luna, respectivamente (Van Konijnenburg-van Cittert, 1993; Tidwell y Ash, 1994; Collinson, 1996). A partir del Jurásico Tardío y Cretácico aparecen géneros bipinnados tales como *Piazopteris* y *Delosorus* (Van Konijnenburg-van Cittert, 2002).

Como se mencionó anteriormente, esta familia fue común en el Mesozoico, para ser más precisos, es a partir del Triásico Medio que se registra su presencia en Europa, Asia y América del Norte, siendo escasos o nulos los registros en Gondwana; y para el Triásico Tardío se estableció con gran éxito con representantes como *Phleboteris* y *Alethopteris*. En el Triásico Tardío (Cárnico) de Laurasia, apareció en algunas localidades, representada por

Phlebopteris smithii (USA) y *P. muensteri* (Europa), considerados como los más antiguos representantes (Weber, 2008); por otro lado, Hirmer y Hoerhammer (1936) proponen que *Selenocarpus* Schenk se encuentra en el Triásico más tardío (Rético) de Kulmbach (Franconia, Alemania). En si, el género *Phlebopteris* tuvo una distribución limitada en el Triásico excepto sus representantes en el oeste de Estado Unidos y Australia (Tidwell y Ash, 1994). Por otra parte, la familia alcanzó una distribución y diversidad notable en el Jurásico y Cretácico Temprano, se dispersó tanto al hemisferio norte como al hemisferio sur, en países como Groenlandia, Alemania, Inglaterra, República de Malasia, India, Rusia, China y Japón (Van Konijnenburg-Van Cittert, 1993; Tidwell y Ash, 1994). Los últimos registros encontrados proceden del Cretácico Temprano de Europa y Cretácico Tardío de Norteamérica (Hall, 1965; Givulescu *et al.*, 1986). Durante el Cretácico Tardío desapareció del hemisferio norte, muy posiblemente debido al cambio climático. En el hemisferio sur sólo se ha encontrado un registro: *Heweria kempii* Tidwell y Skog (1992) y en el Paleógeno de Australia sólo tallos (Van Konijnenburg-Van Cittert, 1993). Por lo que para el Cretácico Tardío la familia es virtualmente ausente; debido a ese sesgo de información no se sabe con exactitud en qué momento comenzó a restringirse hacia el Archipiélago Malayo (Van Konijnenburg-Van Cittert, 1993).

La Familia Matoniaceae tiene una mayor abundancia en el registro fósil que en la actualidad, entre 11 y 15 géneros están reportados para el Mesozoico (Tidwell y Ash, 1994) y son los helechos leptosporangiados más antiguos que sobreviven hasta nuestros días (Weber, 2008). Los representantes actuales son *Matonia* y *Phanerosorus*, que se encuentran confinadas a algunas islas del Archipiélago Malayo (Tidwell y Ash, 1994).

En México hay registro de dos géneros del Jurásico Medio, *Phlebopteris* y *Piazopteris*, procedentes de la Mixteca Alta, en el Estado de Oaxaca (Weber, 2008).

c) Familia Osmundaceae

El registro de esta familia se remonta al Pérmico Tardío, en el Hemisferio Norte y Hemisferio Sur, por lo que las Osmundaceae son consideradas unos de los helechos más

antiguos (Tidwell y Ash, 1994). Aunque, la diversidad estructural de los tallos y la amplia distribución geográfica de miembros fósiles y actuales de esta familia, además de su relativamente lento desarrollo evolutivo desde el Mesozoico hasta el presente puede ser un indicativo de que la familia se originó en el Pérmico Temprano o incluso antes (Gould, 1970). Esto se apoya en la idea de la presencia de esporangios parecidos a los de Osmundaceas en el Carbonífero Superior de Reino Unido, Francia y Asia Menor (Seward, 1910). Algunos de estos esporangios fueron descritos como géneros del Carbonífero *Todeopsis* y *Kidstonia* (Meyen, 1987). El origen pudo darse en el Hemisferio Sur y posteriormente migró hacia el Hemisferio Norte (Tidwell y Ash, 1994).

Se tiene un gran registro Mesozoico de tallos permineralizados de esta familia, tanto de elementos estériles, *Cladophlebis* como de fértiles, *Osmundopsis*, *Todites* y *Raphaelia* (Tidwell y Ash, 1994; Collinson, 1996). Aunque, las especies del género *Cladophlebis* están basadas solo en material estéril y no pueden, por lo tanto, ser asignadas de forma inequívoca a la familia. En el Liásico de Rumania se ha registrado una combinación de troncos y follaje (Popa, 2000), en donde troncos carbonizados, con un diámetro de 10-30 cm, pertenecientes a *Cladophlebis denticulata* fueron encontrados, en posición de crecimiento, en paleosuelos, junto con una comunidad de follaje monoespecífica de *C. denticulata* (Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002).

Durante el Mesozoico, los helechos de la familia Osmundaceae fueron probablemente elementos que crecieron bajo condiciones cálidas y húmedas, ya sea a lo largo de las riberas de los ríos o en pantanos de agua dulce, donde a menudo formaron turba que posteriormente se transformó en carbón, para el Liásico de Hungría, Rumania e Irán. Incluso las capas con poco carbón, del Jurásico Medio de Yorkshire, contiene un gran aumento de helechos de Osmundaceae (Muir, 1964). Otros autores como Van Konijnenburg-Van Cittert y Morgans (1999), proponen que las Osmundáceas se encuentran en depósitos de planicies de inundación, compuestas por limolitas, arcillas, etc.

Para el Triásico Temprano y Medio de Francia e Italia se tienen registros de helechos de *Anomopteris mougeotii*, los cuales tienen esporangios característicos que sugieren una

relación cercana con Osmundaceae, especialmente el actual género *Todea* y el fósil *Todites* (Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002). Aunque, la presencia de la afebia en la base de la pinna y el haz vascular en forma de 'W' no se producen en esta familia. Se considera que pudo haber estado ecológicamente adaptado a vivir en ambientes inestables tales como en los bordes de las cuencas sedimentarias (Grauvogel-Stamm y Grauvogel, 1980).

2. Microflora

a) Esporas

Las pteridofitas producen esporas homospóricas o heterospóricas; aquellos que producen un solo tipo se les nombran homospóricas (isosporas u homosporas), conforman la mayoría de los helechos y fueron un grupo dominante en el Devónico y Carbonífero; mientras tanto los que desarrollan dos tipos de espóra, microspóra (espóra masculina) y megaspóra (espóra femenina), son llamados heterospóricas. Dentro de las características diagnósticas que ayudan a la identificación, se encuentran la forma la cual puede ser bilateral o tetraédrica, siendo esta última la más primitiva y dominante en el Devónico y Carbonífero; la apertura o lesura que es de dos tipos monolete y trilete, esta última considerada como primitiva y frecuente. Dicha microestructura está conformada por tres capas el endosporio, exosporio y perisporio, sin embargo solo el exosporio se conserva a través del tiempo, debido a que está constituido por un material muy resistente la esporopolenina; además de poseer en su superficie ornamentación, útil para la identificación, como lisa, tuberculada, reticulada, rugosa y espinosa.

1) Briofitas

Las briofitas modernas son plantas pequeñas, la clase es diversa con más de 20 000 especies (Balme, 1995). Su registro fósil es escaso, debido a que los musgos, hepáticas y antoceros son susceptibles al deterioro rápido y difíciles de identificar. En las briofitas la estructura vegetativa es el gametofito. En comparación con el bajo nivel de especialización que muestran dichas estructuras vegetativas, las esporas de las briofitas actuales son muy

complejas y diversas. Por lo que se pueden tener esporas triletes, monoletes, hiladas y de forma alete, con una gran variedad de elementos escultóricos y modificaciones estructurales (Balme, 1995). Las esporas dispersas se han asignado a diferentes briófitos. Se tienen esporas de briófitos desde el Carbonífero con las tétradas *Tetrapteris visensis*, *Riccisporites tuberculatus* y *Sphagnumsporites*, además de antoceros del Cretácico Tardío de Norteamérica (Jarzen, 1979).

2) Filicopsida

Se considera que dentro de las Filicopsidas existen dos grupos los pre-helechos paleozoicos extintos y los helechos verdaderos de taxa superiores con representantes actuales. Meyen (1987) reconoce cuatro órdenes, además de dar la morfología de las esporas de Cladoxylales, Zygopteridales y Botryopteridales. Si se sigue un esquema puramente palinológico las Filicopsidas tienen cierta homogeneidad, aunque paradójicamente esto se manifiesta principalmente por la considerable diversidad morfológica de sus esporas (Balme, 1995). Algunas Filicopsidas son heterospóricas pero la mayoría son homospóricas, producen esporas monoletes o triletes de menos de 100 micras de tamaño, en diámetro ecuatorial, que a menudo poseen esculturas prominentes (Balme, 1995). El perisporio está presente en estructuras maduras de prácticamente todos los helechos actuales, pero rara vez se conserva en el material fósil, aunque autores como Van Konijnenburg-Van Cittert (1993) y Van Konijnenburg-Van Cittert y Kurmann (1994) describen e ilustran especímenes perisporados de los esporangios de un número de especies de matoniáceas del Jurásico.

i. Filicales

1. Dicksoniaceae

Las Dicksoniáceas se encuentran integradas por cinco géneros actuales, de los cuales tres se encuentran en regiones tropicales, uno en las Islas Malasias y el quinto confinado a las Islas de Juan Fernandez (Balme, 1995). La filogenia del grupo es controversial, algunos autores las han relacionado con las Cytheaceae, Lophosoriaceae o Dennstaedtiaceae (Tidwell y

Ash, 1994; Balme, 1995). Los miembros vivos de este grupo han variado su hábito, algunos son postrados y otros arborescentes, con una altura de hasta 10 m (Balme, 1995). Son homosporicos y poseen esporangios con indusio; con soros marginales en las grandes hojas pinnadas. Las esporas de Dicksoniaceas extintas son triletes con esporodermis en dos capas y en la mayoría de la compleja superficie aparecen esculturas que se originan en el perisporio (Balme, 1995). Algunos géneros como *Cibotium* y *Calochlaena* tienen escultura exoporal densa. Se tiene registro procedente del Jurásico Temprano de Inglaterra para *Coniopteris*, considerado el más antiguo representante de los helechos dicksoniaceos (Tidwell y Ash, 1994). Esta familia se encuentra ampliamente y abundantemente representada en las floras Mesozoicas. En cuanto a las esporas, estos también son elementos altamente representados en palinofloras jurásicas y cretácicas, aunque su morfología no es lo suficientemente distintiva para diferenciarla con certeza de otras filicales (Balme, 1995).

2. Matoniaceae

Consideradas como una familia relictiva, las Matoniaceas sólo están representadas por dos géneros actuales, que se distribuyen en el sureste asiático, Indonesia, Borneo y Papúa Nueva Guinea (Tidwell y Ash, 1995; Balme, 1995). Su fronda es muy distintiva, especialmente en *Matonia*, que posee una división inicial dicotómica equitativa y seguida de una serie de dicotomías desiguales, dando lugar a frondas pinnatífidas flabeliformes (Tidwell y Ash, 1994). Las láminas tienen venas anastomosadas y esporangios que nacen en soros con indusio dispuestos en filas individuales a cada lado del eje del pabellón de la oreja. Las isosporas de matoniáceas actuales son triletes aunque Erdtman (1957) ilustra esporas monoletes, presumiblemente de *Phanerosorus*. Tryon y Lugardon (1991) observaron el desarrollo de un denso depósito extraaxinal granulado y la presencia de un engrosamiento de la capa media de la exoexina entre la lesura y el ecuador. Este engrosamiento haría presumiblemente dar lugar al kyrto en algunos especímenes. La flora estéril o fértil de esta familia es conocida desde el Triásico Superior y es común y cosmopolita en estratos del Jurásico y Cretácico Inferior (Balme, 1995). Van Konijnenburg-Van Cittert (1993) y Van Konijnenburg-Van Cittert y Kurmann (1994)

reconocieron tres tipos básicos de esporas fósiles de Matoniaceae, todas ellas triletes, pero un grupo carece de engrosamiento exinal, uno es kyrtomado y el tercero kyrtomado y valvado y son clasificadas como *Matonisporites* o *Dictyophyllidites*. La esporodermis es de tres capas con láminas y cavidades desarrolladas en el área apertural de todas las especies (Balme, 1995).

3. Osmundaceae

La familia Osmundaceae, está compuesta por tres géneros actuales, de amplia distribución global (Balme, 1995). Se caracterizan por tener ejes erectos de cerca de 1 m de alto y una corona de hojas simples o bipinnadamente divididas. Los esporangios son homospóricos y se agrupan fuertemente como espigas en las frondas o se encuentran dispersos en la superficie abaxial de la lámina. Las esporas de representantes actuales son triletes, usualmente esferoidales, con un círculo ámbar cuando están comprimidas y con elementos escultóricos característicos que pueden ser más o menos cilíndricos (como pequeñas báculos o espigas) que terminan en finas fibrillas agrupadas (Tryon y Lugardon, 1991). Estos detalles escultóricos tan finos no se han registrado en las esporas de los representantes fósiles de las osmundáceas, ya que es probable que estas delicadas y finas fibrillas agrupadas no queden preservadas. En esporas in situ de esta familia se ha encontrado esculturas, grana o baculas, en disposición irregular, de forma y tamaño variable. Este grupo se remonta al Pérmico, son comunes en muchas paleofloras del Jurásico y Cretácico (Tidwell y Ash, 1994; Balme, 1995). Las esporas también aparecen desde el Pérmico, son abundantes y cosmopolitas en palinofloras mesozoicas (Balme, 1995).

b) Polen

El polen es la estructura reproductiva de las gimnospermas y las angiospermas, resultado de divisiones meióticas. Las unidades de dispersión postmeiótica, generalmente, se conservan como un solo grano de polen nombrada mónada, sin embargo, en algunos casos suelen conservarse unidos, en estos casos reciben el nombre de diadas, tétradas o poliadas. Los

granos de polen pueden ser de tipo isopolar o heteropolar, eso depende de la orientación espacial relacionado a la forma del polen y la ubicación de su apertura. El tamaño del polen varía de menos de 10 micras hasta más de 100 micras, incluso mayores, lo cual sirve como carácter taxonómico para la identificación. Se pueden usar las siguientes categorías de tamaño como un medio para separarlos: muy pequeño (<10 micras), pequeño (10-25 micras), mediano (26-50 micras), grande (51-100 micras) y muy grande (>100 micras) (Hesse *et al.*, 2009).

La apertura es otro elemento del polen que ayuda a su identificación, difiere significativamente del resto de la pared en su morfología, además de ser el sitio de germinación e incluso tiene en ocasiones la función de harmonogenia. Aquellos granos que carecen de una apertura se llaman inaperturados; en las angiospermas y gimnospermas se tiene una diferencia en cuanto a la presencia de un leptoma en la apertura de las gimnospermas; el tipo de apertura depende de la polaridad del polen, es así que se tienen poro, ulco, colpo y sulco; en ocasiones se llega a tener una combinación entre poro y colpo, lo que se denomina colporado, su presencia simultánea es llamada colpi y colpori, estos son característicos en algunos taxa, condición que es nombrada heteroaperturados. Si existe la presencia de más de una apertura se le adiciona el prefijo di o tri, tetra, penta o hexa, según sea el caso (Hesse *et al.*, 2009).

Otro elemento importante para la identificación del polen es la pared, la cual está constituida por dos capas una interna y otra externa, la intina y la exina, respectivamente. Esta última capa constituida por esporopolenina, polímero muy resistente a la degradación (Kapp, 1969; Sáenz, 1978; Faegri e Iversen, 1989). La exina se subdivide en dos capas, con base en criterios químicos se denominan endexina y ectexina, pero desde el punto de vista morfológico en nexina y sexina (Erdtman, 1952; Faegri, 1956). La diferenciación de la exina con base en su composición química es la más utilizada, ya que corresponde a una constitución más real; sin embargo, la separación con base en la morfología resulta útil cuando se observan polen y esporas, desprovistos de tinción, al microscopio óptico o en el microscopio electrónico de barrido (Sáenz, 1978). La ectexina se encuentra formada por una capa basal, un infratectum y un tectum. Es precisamente en la exina donde la

ornamentación se desarrolla. Se tiene diversos tipos de esculturas como psilada o lisa, areolada, clavada, equinada, faveolada, fusulada, granulada, gemada, reticulada, rugulada, plicada, estriada, verrugada (Hesse *et al.*, 2009).

Es así que, la forma, el tamaño, la apertura, la ornamentación y la estructura interna de la pared son caracteres importantes en la identificación de los pólenes ya que las características son distintivas a nivel de familia y género, como a continuación se expone.

1) Cycadopsida

Según Meyen (1984) las Cycadopsidas se subdividen en cuatro órdenes Lagenostomales, Trigonocarpales, Bennettitales y Cycadales, incluye pteridospermas del Carbonífero y excluye a otros grupos del Paleozoico y del Mesozoico. Algunos pre-pólenes de Trigonocarpales pertenecen a los géneros dispersos *Monoletes* y *Parasporites*, morfológicamente distintivos, a diferencia de otros grupos de plantas, pero que entre Lagenostomales y Trigonocarpales no hay diferencia clara. En el caso de las Bennettitales y las Cycadales producen pequeños granos de polen monosulcado que al encontrarse disperso no se puede distinguir de forma fiable entre sí, ni de pólenes relacionados a otros grupos de plantas (Balme, 1995).

i. Bennettitales

El orden de las Bennettitales está constituido por plantas que aparecieron en el Pérmico y se extinguieron en el Cretácico, siendo más comunes en el Triásico (Silva-Pineda, 1979). Las hojas de este orden son de venación abierta subparalela y parecidas a la mayoría de los miembros de Cycadales (Harris, 1932; Balme, 1995), de las que difieren en cuanto a su estructura epidérmica (Rothwell y Stockey, 2002). Se considera que las Bennettitales fueron arbustivas, de hábito ramificado y un tronco columnar (Wing y Sues, 1992; Rothwell y Stockey, 2002). Sus estructuras reproductivas son complejas y su interpretación ha sido controversial (Rothwell y Stockey, 2002). Dentro de este orden las familias Cycadeoidaceae y Williamsoniaceae se caracterizan por poseer conos monosporangiados y

bisporangiados, con un receptáculo central que rodea a los óvulos y escamas interseminales estériles, rodeado por un verticilo de microsporofilos (Rothwell y Stockey, 2002). Los granos de polen en este grupo son pequeños, elípticos y monosulcados, carentes de rasgos distintivos evidentes. La abundancia de estas estructuras, en sedimentos mesozoicos, es poco común en conjuntos palinológicos (Balme, 1995).

ii. Cycadales

Las Cycadales surgen a partir del Triásico Temprano y alcanzan un desarrollo considerable tanto en este periodo como en el Triásico Tardío; a partir del Cretácico empiezan a declinar, sin embargo persisten en la actualidad, con pocos géneros, que están restringidos a regiones tropicales y subtropicales (Silva-Pineda, 1979). Los cycadopsidos son considerados sobrevivientes de este grupo y se encuentran representados por cerca de 65 especies asignadas a 10 géneros (Balme, 1995). Sus hábitos vegetativos son muy similares a la Bennettitales, con una corona de hojas pinnadas correosas, en el ápice de un tronco columnar corpulento, aunque algunas especies actuales son árboles de palma (Harris, 1932; Rothwell y Stockey, 2002). Son dioicas y las estructuras reproductivas masculinas y femeninas son conos, situados terminal o lateralmente. Los granos de polen son elipsoidales y monosulcados, al microscopio óptico se observa que la exina consiste de una nexina homogénea delgada y alveolada o sexina infratectada granulada con aproximadamente 1 micra de espesor, también se pueden observar esculturas nanoverrugadas bajo el SEM, pero al microscopio óptico la superficie parece lisa o finamente escabrada (Balme, 1995).

2) Ginkgopsida

Meyen (1984) propone la Ginkgopsida como una nueva clase, a partir de semillas de plantas representadas por el género *Ginkgo* y quizás también por *Ephedra*. Este grupo procede del Paleozoico y Mesozoico, su semilla ha sido considerada como polispérmica, con óvulos arreglados de forma helicoidal o pinnados alrededor de un eje central, asociado con estructuras laminares que semejan hojas vegetativas o como en algunos glossopteridos que se encuentran asociados con una hoja modificada o no modificadas. Los

microesporangios se encuentran en la parte terminal de estructuras de estróbilos sin hojas o en la parte adaxial de pinnulas fértiles, como en algunos helechos. Algunas Ginkgoideas producen pre-pólenes triletes y otros simples granos monosulcados que se asemejan a los de Bennettitales y Cycadales. Los pólenes bisacados teneados de las Ginkgoideas aparecieron por primer vez en el Carbonífero y abarcó hasta el Triásico Tardío, pero su apogeo fue durante el Pérmico y es un componente importante dentro de los conjuntos polínicos de todo el mundo (Blame, 1995).

i. Ginkgoales

Actualmente existe un sólo representante de las Ginkgoales, el especie *Ginkgo biloba*. Son de hojas flaveliformes con una nervadura dicotómica desarrollada a partir de dos hojas. Las hojas fósiles de morfología muy similar a *G. biloba*, que han sido comúnmente asignadas a los géneros tales como *Ginkgoites*, *Sphenobaiera* y *Baiera*, se les encuentra desde el Pérmico (Zalessky, 1932; Taylor y Taylor, 1993; Zhou y Wu, 2006). El grupo posee microesporangios dispuestos al final de apéndices sobre estructuras axilares como amentos que surgen de a partir de pequeños brotes dentados. Los óvulos se sostienen como péndulos que surgen de las axilas de las hojas, son de gran tamaño, con una capa exterior dura y una capa interior carnosa. El polen recuperado a partir de microestróbilos fósiles, es elíptico, liso y monosulcado (Balme, 1995).

3) Coniferopsida

i. Coniferales

Se reconocen siete familias actuales y seis extintas, aunque muchos de los fósiles de Coniferales son difíciles de interpretar y los paleobotánicos difieren en su asignación (Balme, 1995). Actualmente las Coniferales son cosmopolitas, pero generalmente se distribuyen en climas templados (Cronquist, 1986). Se encuentran representadas por cerca de 51 géneros y 550 especies, la mayoría de las cuales pertenecen a una de las tres familias Pinaceae, Cupressaceae o Podocarpaceae (Balme, 1995). Sus hojas son simples y

típicamente lineales o en forma de aguja, como en *Pinus*, en forma de escama como en Cupressaceae o amplio y múltiples vetas como en Araucariaceae y Podocarpaceae. En algunas coníferas extintas fueron dicotómicas bifurcadas o distal denticuladas. Este grupo se considera principalmente como monoico, con conos monosporangios. Las estructuras reproductivas masculinas son variables en cuanto a forma, pero esencialmente son conos simples con escamas microsporófilas, que llevan entre dos y cerca de 15 esporangios agregados, en función de la familia. Las escamas ovulíferas no surgen del eje primario, pero cada una está subtendida por una bráctea estéril, de manera que el cono es esencialmente una inflorescencia compuesta. Los granos de polen en Pinaceae y Podocarpaceae son bisacados, como lo fueron en las familias extintas Utrechtiaceae, Emporiaceae, Majonicaceae y Ulmanniaceae. En familias actuales los granos son simples o paracavados sin salidas germinales bien definidas, que en coníferas fósiles se presentan en la familia Cheirolepidiaceae como un pseudoporo (Balme, 1995).

1. Cheirolepidiaceae

Dentro de los palinomorfos fósiles, los granos de polen de esta familia son distintivos e intensamente estudiados (Balme, 1995). Por mucho tiempo los especímenes dispersos se han clasificado como *Circulina*, *Corollina* o *Classopollis*, actualmente este último es la asignación más apropiada para identificar este tipo de polenes (Cirilli, 2010). Son granos de polen que se caracterizan por ser simples o paracavados; relativamente pequeños, de forma circular y una exina muy elaborada, su complejidad es análoga con dicotiledóneas magnoliópsidas (Couper, 1958; Balme, 1995). También posee un pseudoporo distal y una fina rimula distal-ecuatorial, con bordes ecuatoriales engrosados, compuesto por bandas estriadas; además de una pequeña cicatriz triangular distinguible y elementos escultóricos suprategmiales (Couper, 1958). El polen de este tipo se encuentra en sedimentos Mesozoicos que van desde el Triásico Tardío al Cretácico Tardío (Balme, 1995).

G. Facies sedimentarias

Para entender los depósitos fluviales es necesario caracterizarlos a través de facies sedimentarias distintivas. Para ello, Miall (1977) propone 15 facies estándar y establece un principio genético para cada una de estas, con un código de letras para nombrarlas, donde las letras mayúsculas corresponden al tamaño de grano predominante y las minúsculas representan la estructura sedimentaria que domina en cada litofacie (Apéndice 1).

La acumulación de material por la acción de los ríos, se da bajo ambientes fluviales estacionales, planicies de inundación y abanicos fluviales. Para Arche (1992) los depósitos aluviales entrelazados provienen de material acumulado en ambientes como ríos entrelazados, abanicos aluviales y llanuras aluviales, lo que genera diferentes tipos de modelos de depósito como Scott, Donjek y S. Saskatchewan.

Es así, que las unidades litoestratigráficas se pueden interpretar mediante el principio del uniformismo, que consiste en deducir las condiciones sedimentarias del área estudiada, desde el inicio del depósito de los materiales más antiguos hasta los más jóvenes a partir de los procesos sedimentarios actuales. Estas unidades también pueden contener biofacies, que son el conjunto de entidades biológicas, en el momento de la sedimentación, que caracterizan al ambiente de depósito.

El objetivo final al realizar estudios de facies es poder llegar a conocer la geología y la génesis de los procesos sedimentarios de una cuenca de depósito, la localización espacial y temporal de las distintas unidades estratigráficas y las relaciones que guardan entre sí. De tal forma, que el estudio de las facies, la litología, las estructuras sedimentarias, el contenido fósil y las discontinuidades, aportan información para identificar el ambiente sedimentario de una zona de estudio en particular y el cambio que sufrió el depósito.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de los registros paleoflorísticos, que utilizó Rees *et al.* (2000) para inferir el paleoclima a nivel mundial, la macroflora fósil de México se encuentra subrepresentada, esto implica un sesgo importante al momento de realizar dichas inferencias. Este sesgo, se puede solucionar al contemplar dentro de los análisis, aquellos trabajos de enfoque palinológico, sin embargo dichas investigaciones para el Jurásico mexicano son pocas. Es por ello, que en este trabajo se pretende incrementar los registros paleontológicos sobre vegetación jurásica, con la ayuda de datos paleopalinológicos y a su vez hacer uso de los ya existentes sobre macroflora fósil, para inferir el clima de una región en particular. De esta forma, al incrementar dichos datos y análisis se contribuye con un mayor conocimiento sobre el clima Jurásico de México.

IV. HIPÓTESIS

Si el esquema de cinco biomas que propone Rees *et al.* (2000) a nivel mundial, para el Jurásico, con base en el gradiente latitudinal que presentan las microcícadas y microconíferas, de paleolatitudes bajas; y macrocícadas, macroconíferas y ginkgofitas, de paleolatitudes altas; México presenta un clima subtropical. Esto último, fundamentado en la presencia de microconíferas y microcícadas como *Brachyphyllum*, *Otozamites*, *Zamites*, *Pterophyllum*, y *Ptilophyllum*. Entonces al realizar un muestreo más exhaustivo y encontrar géneros de macroconíferas y macrobennettitales, dentro del resgistro fósil, se esperaría inferir otro clima aparte del subtropical.

V. OBJETIVOS

A. General

Realizar la reconstrucción de la paleoflora e inferir las condiciones paleoclimáticas existentes con base en el conjunto de micro y macroflora fósil, recuperados de rocas pertenecientes a la Formación Conglomerado Cualac y Grupo Tecocoyunca, que afloran en tres localidades del estado de Guerrero.

B. Particulares

Describir e identificar los palinomorfos y macrofósiles recuperados de las rocas.

Cuantificar la abundancia y establecer la diversidad micro y macroflorística de las tres localidades.

Proponer los tipos de comunidades florísticas que se desarrollaron.

Reconstruir las condiciones paleoclimáticas con base en los porcentajes de abundancia y diversidad de los palinomorfos y macrofósiles.

VI. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

A. Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra ubicada al noreste del estado de Guerrero, delimitada por las poblaciones de Huamuxtitlan al noreste, Copanatoyac al sur, Tlapa de Comonfort al sureste, Alpoyecá al este, Atlixnac al suroeste, Olinalá al norte y Ahuacuotzingo al noroeste.

El poblado de Tres Caminos con coordenadas UTM 14 Q X=527,514, Y=1,944,185, al noreste de Chilpancingo, en el estado de Guerrero, es la población más cercana a las localidades de estudio: Tres Caminos, Carretera y Barranca. Las dos primeras se encuentran en la coordenadas UTM X=527,262, Y=1,945,582 y la última en UTM X=526, 365, Y=1,944,437. La ubicación exacta se hizo con ayuda de las cartas topográficas E-14D21 y E-14D22, de escala 1:50 000, Ahuacuotzingo y Tlapa de Comonfort, respectivamente.

B. Marco geológico

Las localidades forman parte de dos complejos, el Conglomerado Cualac y el Grupo Tecocoyunca. El primero es un afloramiento de un anticlinal formado por un conglomerado de cuarzós con clastos subredondeados a subangulosos de 0.5 cm a 15 cm con presencia de arenas entre los estratos. La estratificación es de 50 cm a 2 m con lo cual se determina que pertenece al Conglomerado Cualac. En cuanto al Grupo Tecocoyunca, la secuencia clástica está conformada por lutitas intercaladas con areniscas, con presencia de lentes de carbón interestratificadas con las lutitas. Esta secuencia aflora en la parte central de la zona de estudio donde se tiene medida una columna estratigráfica local, el afloramiento se localiza al suroeste del poblado Tres Caminos (comunicación personal Flores Domínguez y Mercado Millán, Fig. 2).

En la columna, que es la ordenación vertical de las unidades litoestratigráficas, se pueden ver esquistos y filitas, en la base, que forman parte del complejo basal sobre el que descansa discordantemente el Conglomerado Cualac; conforme se avanza hacia la cima se

presentan conglomerados y areniscas, que posteriormente son sustituidos por intercalaciones de areniscas, lutitas y lentes de carbón pertenecientes ya al Grupo Tecocoyunca (Fig. 3). La primera parte de la columna se encuentra medida en las localidades Tres Caminos y Carretera (C), que se ubican al norte de Tres caminos y tiene un espesor de 297 m. La segunda parte procede de la localidad Barranca (B), que se localiza al oeste del poblado de Tres Caminos y mide 140 m de espesor. De tal forma que se tiene una columna total de 437 m (comunicación personal Flores Domínguez y Mercado Millán).

Inferencias Paleoclimáticas con base en micro y macrofósiles del Conglomerado Cualac, Jurásico Inferior y Grupo Tecocoyunca, Jurásico Medio, Guerrero.

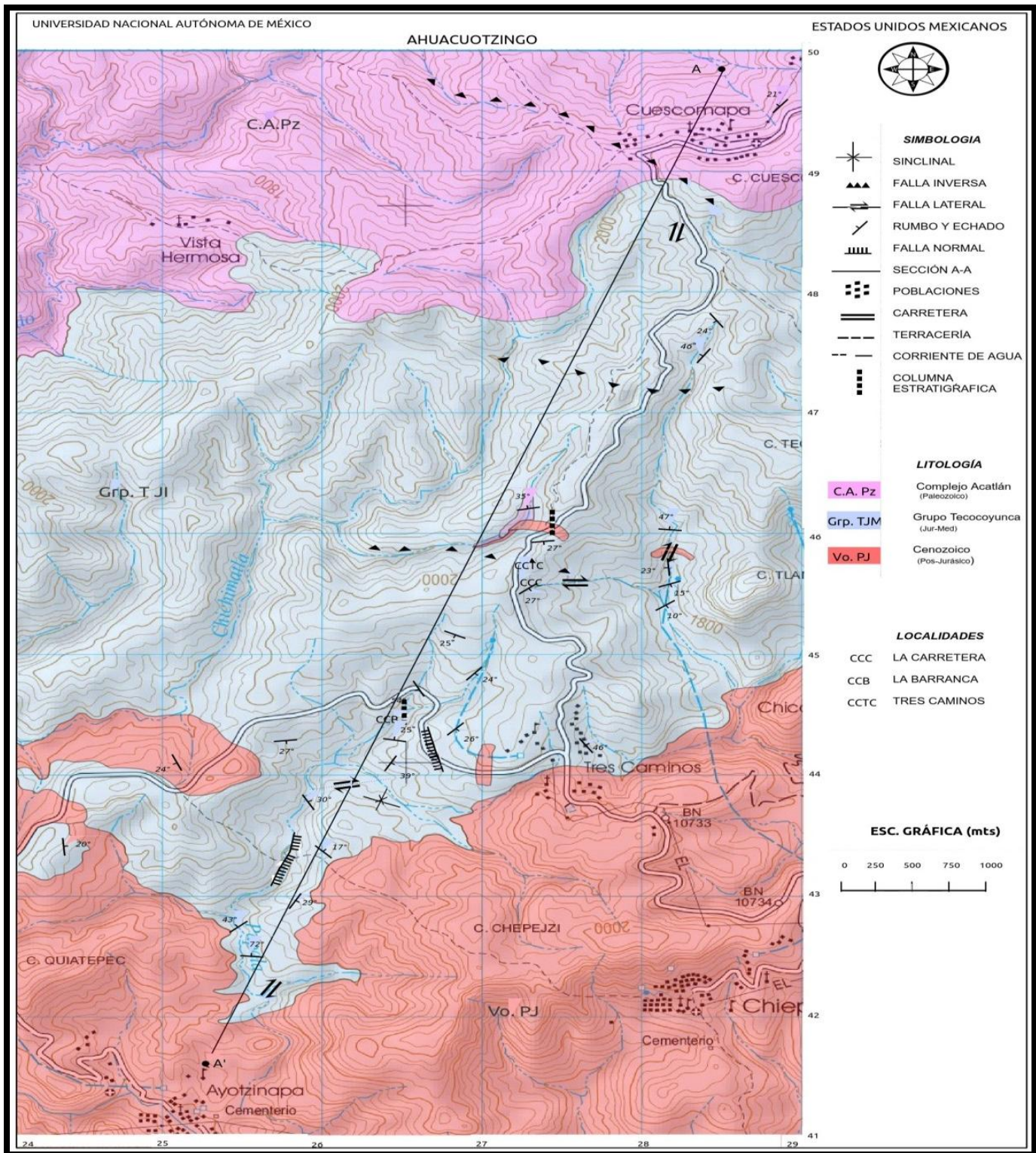


Figura 2. Mapa geológico, comunicación personal Flores Domínguez y Mercado Millán.

Columna estratigráfica local

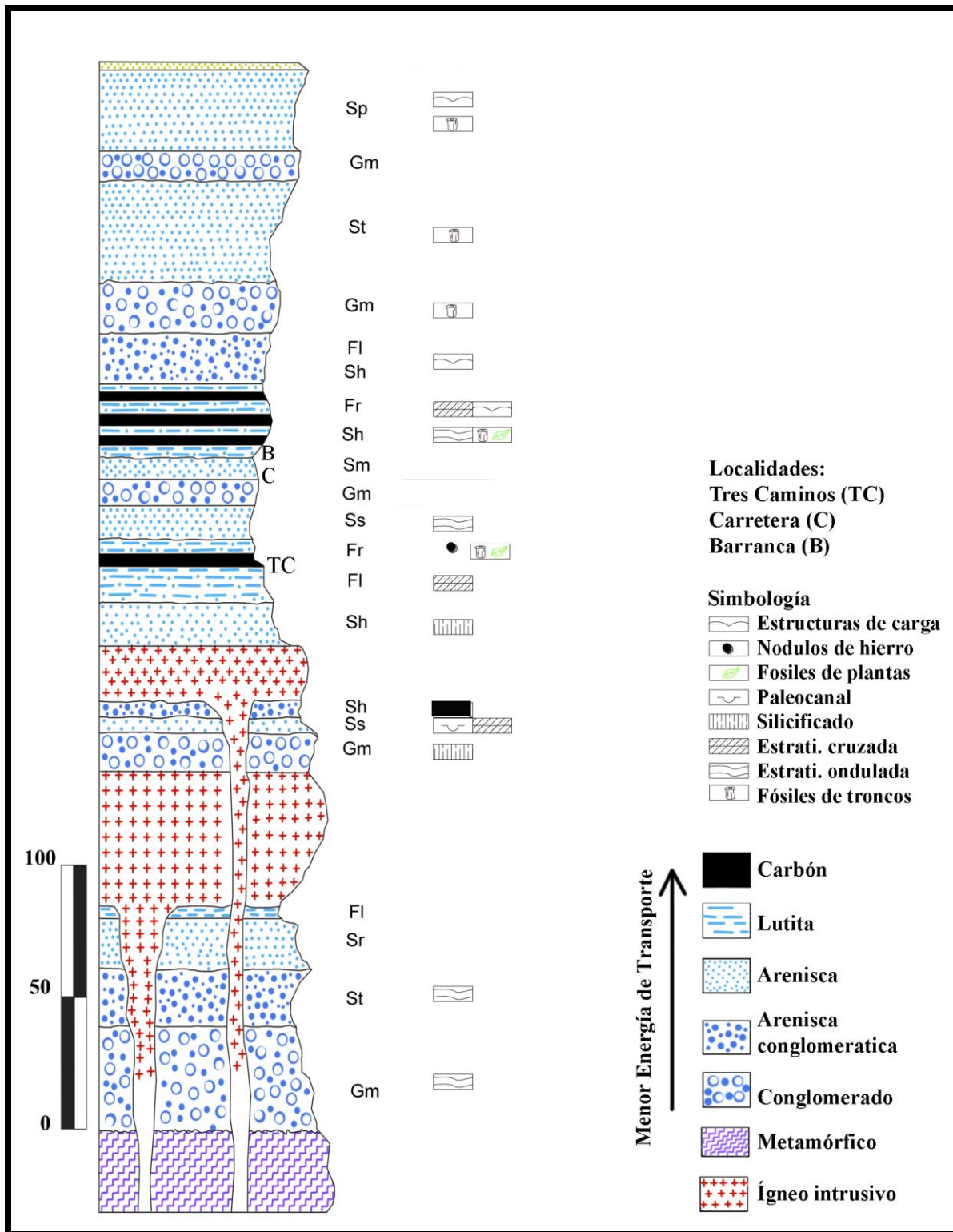


Figura 3. Columna estratigráfica local (tomado y modificado) comunicación personal Flores Domínguez y Mercado Millán. Tres Caminos (216 m), Carretera (246 m) y Barranca (266.8 m).

1. Ambiente sedimentario

El ambiente sedimentario se interpreta con base en las facies, las estructuras sedimentarias y el contenido fósil. La zona de estudio está descrita por Flores-Domínguez y Mercado-Millán, como un ambiente sedimentario continental. Después de clasificar 56 muestras de mano con base en sus características litológicas, estructurales, texturales, su contenido fósil y propiedades geofísicas y geoquímicas proponen la presencia de cuarzoarenitas, ortoconglomerados de cuarzo, grauvacas, subarcosas, granitoide, carbón riolitas, tobas y andesitas en la región (Fig. 3). Los anteriores resultados les permitieron proponer el ambiente de depósito en el cual se formaron estas rocas sedimentarias. En este caso, correspondería al tipo fluvial, en donde las partículas se transportan por mecanismos de carga en suspensión como son las arcillas y las arenas y por carga de fondo como son las gravas. Los cambios en el tamaño de grano indica un cambio en la energía de transporte y por lo tanto en el medio de depósito, la estratificación de la zona de estudio se caracteriza por el depósito de materiales de finos a gruesos, estos depósitos pertenecen al Grupo Tecocoyunca. Además, de acuerdo al modelo de Miall, proponen que los depósitos se desarrollaron dentro de los sistemas de ríos entrelazados, con un modelo de tipo Donjek dominado por facies St, Sr, Sh, Fl, y Fr (Apendice 1), para la primera parte de la columna (Fig. 3), donde está incluida la localidad de Tres Caminos. La segunda sección muestra un modelo de depósito tipo Scott, dominado por facies Gm, además de la presencia de facies Sm, Sh y Fr (Apendice 1), en donde se ubican las localidades Carretera y Barranca (Fig. 3).

VII. ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO

A. Conglomerado Cualac

Jiménez (2004) realizó el primer estudio para el Conglomerado Cualac, con un enfoque palinoestratigráfico, el trabajo se llevó a cabo en la Barranca de Rosario Nuevo, en el estado de Oaxaca y al término del mismo propone que a dicha unidad se le nombre formación Cuarcita Cualac. En él describe la secuencia como una alternancia progradante de estratos masivos de 2.5 a 3.0 m de espesor de brechas y areniscas cuarcíticas, separadas por lutita y limolita carbonosa, físciles, la mayoría de ellas presentan, en sus planos de estratificación abundantes impresiones de flora muy bien conservadas. A través de la secuencia, los estratos masivos cuarcíticos se van adelgazando cada vez más hacia arriba estratigráficamente, en cambio las capas intercaladas de lutita y limolita carbonosa van aumentando de espesor.

El estudio palinoestratigráfico, realizado para dicho sitio, muestra la abundancia (cuadro 1) y presencia de diversos palinomorfos (cuadro 2).

Muestra Palinológica (MP)	Abundancia de Palinomorfos (n° de Elementos)	Esporas triletes (n° de Elementos)	Incertae sedis (n° de Elementos)
MP-18	187	162	10
MP-19	5	12	2
MP-19A	7	2	0
MP-20	50	40	2
MP-20A	45	40	2
MP-21	32	20	12
MP-21A	62	15	47
MP-21B	65	35	25
MP-22	62	60	2
MP-22A	40	11	25
MP-22B	40	20	20
MP-23	13	13	0

Cuadro 1. Número de elementos en cada una de las muestras. Formación Cuarcítica Cualac. Modificado de Jiménez, 2004.

Inferencias Paleoclimáticas con base en micro y microfósiles del Conglomerado Cualac, Jurásico Inferior y Grupo Tecocoyunca, Jurásico Medio, Guerrero.

	MP-18	MP-20	MP-21	MP-21A	MP-21B	MP-22	MP-22A	MP-22B	MP-23
<i>Birestisporites</i> sp.	X								
<i>Verrucosiporites castaneaformis</i>	X								
<i>Sphagnumsporites antiquasporites</i>	X								
<i>Cycadopites cymbatus</i>	X								
<i>Ephedripites</i> sp. EPH-19	X								
Cf. <i>Circulina parva</i>	X								
<i>Apiculatisporites plicatus</i>	X								
<i>Ceratosporites</i> sp.	X								
Cf. <i>Inderites</i> sp.	X								
Pareodiniaceae género tipo <i>Pareodina</i> emend.	X								
<i>Cycadopites</i> cf. <i>C. andrewii</i>	X								
<i>Leiotriletes brevis</i>	X								
<i>Ischvosporites crateris</i>	X						X		
<i>Granulatisporites infirmus</i>	X								X
<i>Duplicisporites granulatus</i>		X		X		X			
<i>Cycadopites</i> cf. <i>durbamensis</i>		X							
<i>Exesipollenites tumulus</i>				X					
<i>Lophotriletes</i> sp.					X	X			
<i>Apiculatisporites</i> sp.						X			
<i>Leiotriletes</i> sp.									X
Espora de afinidad desconocida	X								
Palinomorfo de afinidad desconocida	X		X						
Quiste de dinoflagelado	X						X		
Incertae sedis-D		X	X						
Incertae sedis-E			X						
Incertae sedis-F			X						
Incertae sedis-B				X			X		
Elemento algáceo de afinidad desconocida						X			
Incertae sedis-C						X			
Incertae sedis-G						X			
Incertae sedis-H							X	X	
Incertae sedis cf. <i>Cymatisphaera</i> sp.	X								
Incertae sedis-M fungospora de afinidad desconocida	X								

Cuadro 2. Géneros y especies presentes en cada una de las muestras. Formación Cuarcítica Cualac. Tomado de Jiménez (2004).

En cuanto a la macroflora, presente en la columna estratigráfica de la Barranca de Rosario Nuevo, que forma parte de la formación Conglomerado Cualac, se han registrado los géneros: *Mexiglossa*, *Sphenopteris*, *Taeniopteris*, *Anomozamites* y *Zamites* (Aguilar, 2004).

En su mayoría las investigaciones paleobotánicas, realizadas en la Formación Conglomerado Cualac de Guerrero, están enfocadas al estudio de la macroflora fósil, dando como resultado fragmentos de plantas procedentes de estratos limolíticos

interestratificados. Los restos son identificados como *Brachyphyllum* sp., *Otozamites hespera*, *Ptilophyllum* sp. y el género *Zamites*, este último sin determinar (Silva-Pineda y González-Gallardo, 1988). Ángeles (2009) realizó estudios enfocados a hojas de *Brachyphyllum* para la misma zona, además de la búsqueda de polen fósil para este género, sin tener éxito. Velasco de León *et al.* (2011), después de encontrar numerosas frondas de bennettitales y helechos, llevaron a cabo una nueva búsqueda de palinomorfos, dando como resultado la presencia de esporas, las cuales no fueron identificadas taxonómicamente.

B. Grupo Tecocoyunca

Los primeros estudios geológicos del Grupo Tecocoyunca fueron hechos por Burckhardt (1927), en las cercanías del poblado del mismo nombre, él reconoce de manera general una secuencia de estratos que en su parte inferior son de origen continental, constituida por capas de arenisca con restos de plantas; en su parte media denota la presencia de intercalaciones de rocas continentales con influencia marina como margas con braquiópodos, margas con gasterópodos y bivalvos, margas y calizas con trigonias, ostras, mantos de carbón y bancos de caliza; y hacia la parte superior esta formada por estratos completamente marinos como calizas margosas con amonitas, calizas compactas en bancos gruesos y de gran espesor. Posteriormente Jenny (1933) diferenció estas capas en unidades Superior e Inferior, lo mismo que Guzmán (1950) quien las denomina Serie Inferior y Serie Superior, además de nombrarlas capas Tecocoyunca a las rocas del Jurásico Medio que afloran en los alrededores de Tecocoyunca, al noroeste de Cualac. Erben (1956) las elevó al rango de Grupo con base en el espesor del paquete estratigráfico, el cual es muy grande y dentro del cual se distinguen diferentes unidades formacionales, de tal forma que propone denominarlas como Grupo Tecocoyunca, dentro del cual incluye todos los estratos del Jurásico Medio; así mismo ubica su localidad tipo en la Barranca de Tecocoyunca situada entre Cualac y Huamuxtitlán, Guerrero. Según Carrasco-Ramírez (1981) las unidades formacionales que constituyen este Grupo son formación Zorrillo-Taberna Indiferenciada, formación Simón, formación Otatera y la formación Yucunuti. Estas a su vez fueron divididas en dos subgrupos; la unidad inferior comprende a las formaciones Zorrillo-Taberna Indiferenciadas y Simón; mientras que la unidad superior esta compuesta por las

formaciones Otatera y Yucuñuti (González, 1989). Sin embargo, Jiménez (2004) añade a la formación Cuarcita Cualac dentro del Grupo Tecocoyunca.

En años recientes Corro y Ruíz (2011) realizan un análisis estratigráfico detallado de las secuencias jurásicas que afloran en el poblado de Tlaxiaco, en el estado de Oaxaca. Su estudio propone la presencia de secuencias conglomeráticas con semejanza al Conglomerado Cualac, además de la presencia de la Formación Zorrillo-Taberna Indiferenciadas, la cual pertenece al Grupo Tecocoyunca. Posteriormente Lozano (2012) realizó estudio paleoflorísticos detallados a dicha formación.

Se registran tres nuevas localidades para el Grupo Tecocoyunca, Tres Caminos y Barranca, donde se muestra que existe un aumento en la diversidad, como bennettitales con las especies *Zamites lucerensis*, *Otozamites hespera*, entre otros, (ver cuadro 3) y helechos como *Sphenopteris* sp. y *Coniopteris* sp., en comparación con la registrada previamente (Velasco de León *et al.*, 2010; Velasco de León *et al.*, 2011), además de cutículas (Ortiz-Martínez *et al.*, 2011).

Género	especie	Abundancia	Localidad		
			Tres Caminos	Carretera	Barranca
<i>Ptilophyllum</i>	<i>acutifolium</i>	34			X
<i>Zamites</i>	<i>lucerensis</i>	63		X	X
<i>Otozamites</i>	<i>hespera??</i>	41	X	X	X
<i>Zamites</i>	<i>oaxacensis</i>	21	X	X	X
<i>Williamsonia</i>	<i>nathorstii</i>	1		X	
<i>Equisetum</i>	sp.		X		X
<i>Sphenopteris</i>	sp.				X
<i>Coniopteris</i>	sp.				X
<i>Ptilophyllum</i>	<i>cutchense</i>	7	X	X	
<i>Otozamites</i>	<i>molinianus</i>	1		X	
<i>Williamsonia</i>	<i>netzahualcoyotlii</i>	17	X		
<i>Brachyphyllum</i>	sp.		X		
<i>Pterophyllum</i>	<i>nathorsti</i>	6		X	X
<i>Ptilophyllum</i>	<i>pulcherrimum</i>	9		X	X

Inferencias Paleoclimáticas con base en micro y microfósiles del Conglomerado Cualac, Jurásico Inferior y Grupo Tecocoyunca, Jurásico Medio, Guerrero.

<i>Williamsonia</i>	<i>huitzilopostlii</i>	1		X	
<i>Otozamites</i>	<i>obtusus</i>	3		X	
<i>Zamites</i>	<i>fenionis</i>	2		X	
<i>Zamites</i>	<i>tribulosus</i>	3		X	
<i>Pterophyllum</i>	<i>munsteri</i>	4		X	
<i>Otozamites</i>	<i>mandelslohi</i>	1		X	
<i>Otozamites</i>	<i>reglei</i>	9		X	X

Cuadro 3. Géneros, especies y localidades para el grupo Tecocoyunca, Guerrero. Comunicación personal con la Dra. Velasco de León.

VIII. MÉTODO

A. Macrofósiles

1. Recolecta

La recolecta se llevó a cabo en tres localidades (Tres Caminos, Carretera y Barranca), hechas en los meses de octubre de 2009, mayo y agosto de 2010 y octubre de 2011, a cargo del equipo de tesistas de la Dra. Velasco de León y es con el grupo que se trabajó en este proyecto. Para fines prácticos de esta investigación se decidió emplear siglas que permitieron hacer la separación del material por localidad, en este caso a Tres Caminos se le asignaron las siglas “TC”, la localidad de la Carretera “C” y la Barranca “B”. El material de la macroflora, se encuentra a resguardo en la Colección de Paleontología de la Facultad de Estudios Superiores “Zaragoza” de la Universidad Nacional Autónoma de México con las siglas CFZ-CC.

El material de la macroflora fósil que corresponde a filicales se recolectó en los siguientes estratos de la columna estratigráfica (Fig. 4): TC1 a 216 m (localidad Tres Caminos), C1 a 246 m (localidad Carretera) y B2 a 266.8 m (localidad Barranca). El procedimiento a seguir fue el siguiente:

- De los niveles estratigráficos TC1, C1 y B2, se extrajeron fragmentos de material de dimensiones variables, del tamaño de una muestra de mano hasta bloques de cerca de 30 cm aproximadamente, además de revisar material desprendido al cual se le identificó y ubicó su procedencia estratigráfica, de acuerdo a las características litológicas.
- Todo el material fue lajeado para ver el potencial de contenido en cuanto a flora fósil se refiere.
- Se registró la procedencia estratigráfica exacta del material, así como la litología en la que está depositada.
- Concluido lo anterior el material se empaquetó; se marcó con los datos de la zona, litología y nivel estratigráfico; y trasladó a la Colección Paleontológica de la FES-Zaragoza.

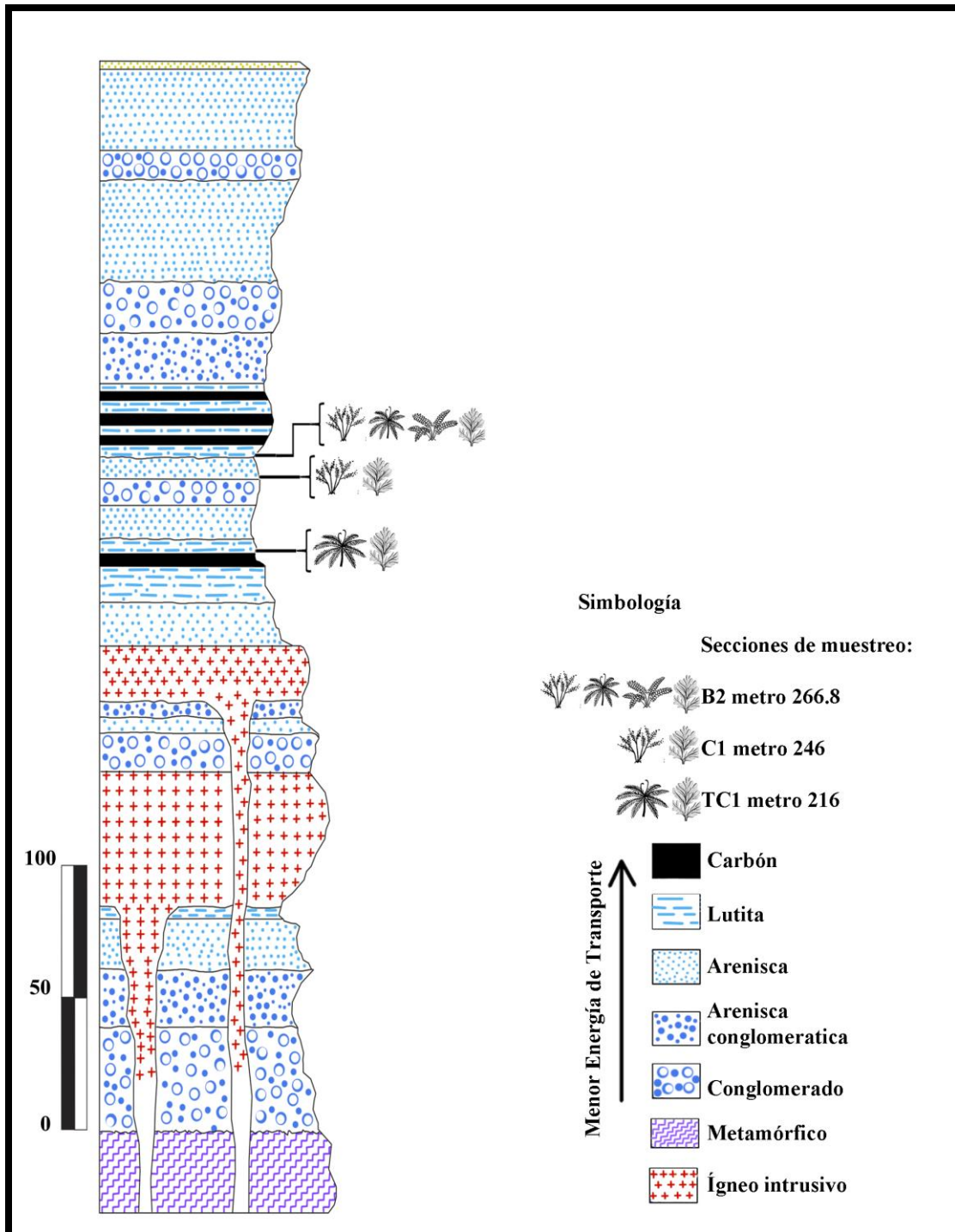


Figura 4. Tomado y modificado de Flores y Mercado, comunicación personal. Localización de las muestra de macrofósiles en la columna estratigráfica: TC1 a 216 m, C1 a 246 m y B2 a 266.8 m.

2. Tratamiento en el laboratorio

Los microfósiles se limpiaron con ayuda de diversos objetos: pinceles, espátulas, agujas de disección, brochas y diversos objetos que no perjudicaran demasiado el material. Las plantas fósiles fueron observadas con ayuda de un estereoscopio modelo Olympus y fotografiadas con ayuda de una cámara Nikon coolpix serie 995.

Posteriormente se catalogó y almacenó, conforme a los lineamientos establecidos para ello (tesistas).

3. Identificación y descripción

Los microfósiles se identificaron y describieron con ayuda de caracteres morfológicos como: largo y ancho de frondas y pinnas, ángulo de inserción de pinnas al raquis, tipo y número de venas, además del tipo de ápice; mismos que fueron consultados en bibliografía especializada como: Reymanowna (1963), Silva-Pineda (1969, 1978b) y Rojas-Chavez (2010).

Las identificaciones y descripciones fueron corroboradas por la especialista en el área, la Dra. Silva-Pineda.

B. Microfósiles

1. Recolecta

Para el material palinológicas se recolectaron muestras de roca, de las mismas localidades de las muestras de flora fósil. Los niveles estratigráficos muestreados fueron: C1 a 246 m, B1 a 266 m, B2 a 266.8 m y B3 a 292.6 m. La litología de procedencia de las muestras fue arenisca de grano fino, carbón y lutita carbonosa (Fig. 5).

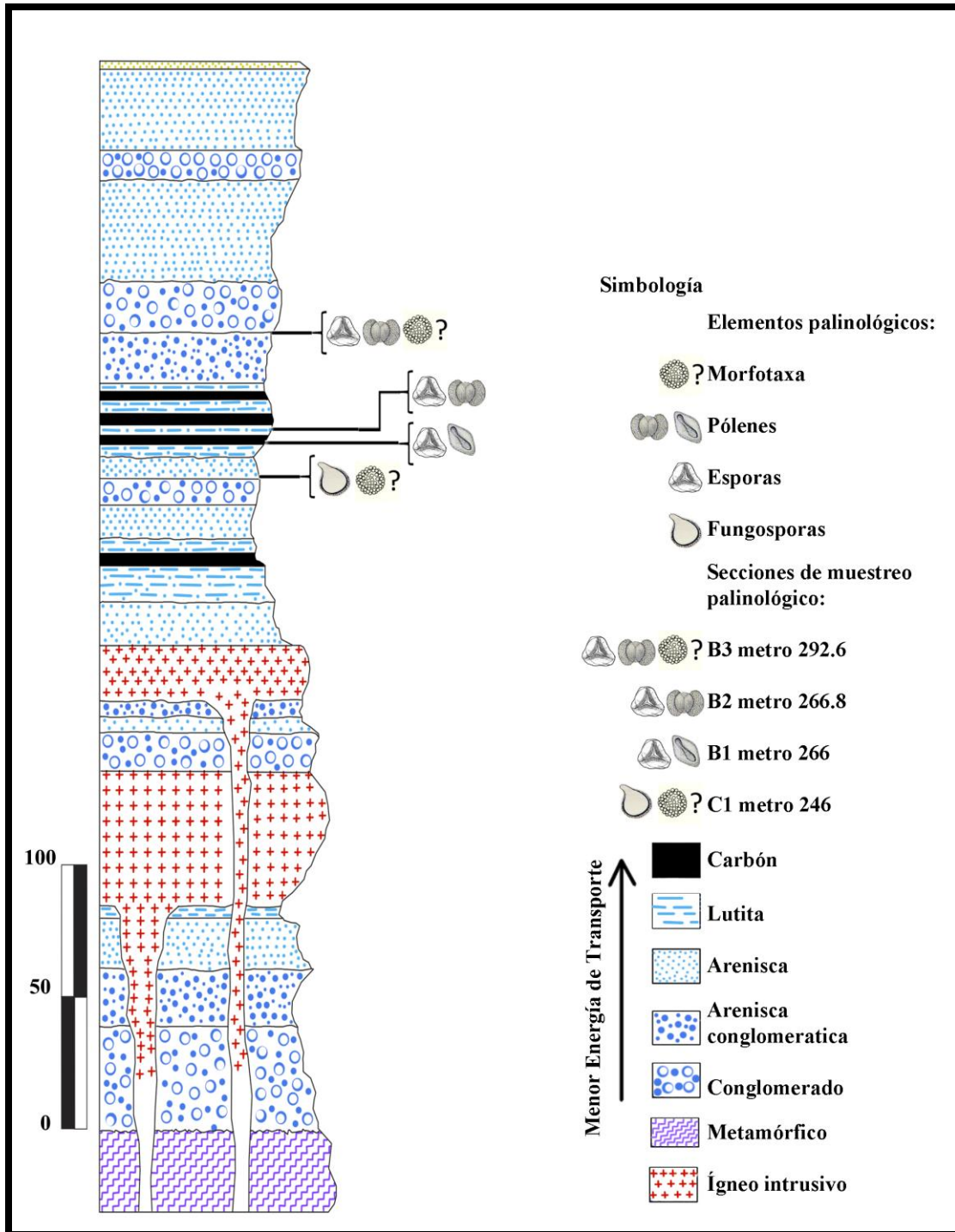


Figura 5. Tomado y modificado de Flores y Mercado, comunicación personal. Localización de las muestra positivas de palinomorfos en la columna estratigráfica: C1 a 246 m, B1 a 266 m, B2 a 266.8 m y B3 a 292.6 m.

El muestreo se llevó a cabo tratando de seguir la secuencia que presentan los estratos, es decir paralelo al plano de estratificación. Para ello, se aplicaron los siguientes pasos:

- Se hizo el retiro de aquellos estratos que presentaban intemperismo, aproximadamente unos 30 cm.
- Se emplearon tubos de metal (2 cm de ancho x 2 cm de alto x 10 cm de largo) enterrándolos, con ayuda de un maso o un martillo de geólogo, lo más profundo posible, para que la muestra fuera de roca no intemperada o lo menos intemperada posible, todo ello con la finalidad de evitar la contaminación con palinomorfos actuales.
- Se etiquetaron con datos del lugar, sitio específico del estrato, fecha de recolecta, tipo de roca y se marcaron con las siglas según correspondieran a cada localidad.
- Las muestras se sellaron con masking tape o cinta canela y resguardaron en bolsas individuales, para su protección y evitar así cualquier tipo de contaminación.

2. Tratamiento en el laboratorio

A las muestras de rocas se les aplicó métodos físicos y químicos para extraer los palinomorfos contenidos en ellas. El procedimiento realizado con apoyo de la Dra. Uxue Villanueva Amado es el siguiente:

Tratamiento Inicial

- a. Moler la roca en fragmentos de 1 a 2 mm.
- b. Registrar las muestras en el cuaderno, preparar los vasos de precipitado de plástico (capacidad 1000 ml) y numerarlos, apuntar el número en el cuaderno, para llevar un orden y que no se confundan las muestras.
- c. Poner dentro de cada vaso 10 g. de material molido.

Tratamiento Químico

a. Ataque del sílice por HF:

1. Verter, con precaución, el ácido fluorhídrico (48-56%) sobre el material molido, mezclando con una varilla de plástico y cubrir.
2. Dejar actuar el ácido aproximadamente 36 h o un poco más, agitando el contenido de vez en cuando.

Transcurrido el tiempo se detiene la reacción, agregando agua corriente, que corresponde al inicio de los lavados o neutralizaciones, en total son tres lavados, en cada uno se deja reposar por 2 h, que es el tiempo necesario para que decanten los granos inclusive los palinomorfos.

Sifonear con mucha precaución el líquido, después de cada lavado.

Si el sedimento es muy silíceo, se puede repetir el ataque de HF.

b. Disolución de los fluoruros por HCl 10%:

1. Trasvasar el residuo a matraces Erlenmeyer de vidrio (capacidad 1000 ml) con ayuda de una solución de HCl al 10 % (5 a 10 ml).
2. Calentar ligeramente (por 2 o 3 min) sin dejar hervir.
3. Dejar reposar durante 45 min aproximadamente.
4. Cuando haya transcurrido el tiempo establecido, detener la reacción con agua corriente.
5. Lo anterior establece el inicio de los lavados ó neutralizaciones, se realizan dos lavados, se deja reposar por 2 h entre cada neutralización.
6. Después de cada lavado se sifonea con mucha precaución para retirar el líquido.

c. Ataque de la materia orgánica con Schulze ($\text{HNO}_3 + \text{KClO}_3$).

1. Preparar la solución Schulze a saturación
2. Trasvasar los residuos que quedaron en el fondo de los matraces Erlenmeyer a frascos más pequeños con tapa.
3. Agregar con mucha precaución la solución y agitar.
4. Dejar reaccionar lo más que se pueda para libar los vapores tóxicos, después tapar bien.
5. Dejar reaccionar la solución aproximadamente 36 h y agitar de vez en cuando.

Al término de ese tiempo, detener la reacción inmediatamente, agregando agua corriente.

Se realizan tres lavados y entre cada uno se deja reposar 2 h.

Sifonear con mucha precaución después de cada uno de los lavados.

d. Observación para corroborar la presencia de palinomorfos.

1. Se toma una pequeña muestra (unas gotas).
2. Se coloca y extiende en una laminilla.
3. Se observa al microscopio, para corroborar si la muestra contiene o no palinomorfos.
4. Después con ayuda de agua corriente la muestra se desliza de la laminilla para ser depositada de nueva cuenta en el recipiente.
5. Esto se hace con cada una de las muestras que se hayan trabajado.

e. **HCl.**

1. Se trasvasan las muestras a recipientes aún más pequeños para el siguiente paso.
2. Se le agrega un poco de HCl al 10 % para eliminar los carbonatos ya que se emplea agua corriente durante el proceso.
3. Se agita y deja reaccionar unos minutos.
4. Se realizan 2 lavados o neutralizaciones con agua destilada, entre cada lavado se deja reposar 2 h.
5. Si se puede nuevamente se trasvasa a pequeños tubos, para concentrar y almacenar la muestra, definitivamente.

Al término del proceso se procedió a realizar el montaje de laminillas en un medio fijo, con ayuda de pegamento epóxico, tipo bifase, marca Devcon serie 5-28. El procedimiento fue el siguiente:

Tratamiento inicial, portaobjetos y cubres

Se limpian perfectamente los portaobjetos y cubreobjetos con ayuda de Acetona, para retirar cualquier tipo de impureza, aun cuando éstos sean nuevos. Incluso si es necesario se puede usar alcohol, después del uso de la Acetona, para una mayor limpieza. Se puede hacer uso de papel seda, si no se cuenta con él, se puede sustituir por pañuelos desechables o cualquier otro papel que no deje pequeñas partículas del mismo, como ayuda para untar los líquidos.

Se observan a contra luz para cerciorarse de su limpieza total

Se dejan secar el tiempo suficiente

Todo lo anterior es para evitar cualquier, objeto extraño o suciedad, que pudiera interferir u opacar la observación del material.

Tratamiento inicial, pegamento

Pre-calentamiento del pegante (leer nota):

Se calienta el pegamento bifásico, marca DEVCON, serie 5-28, con ayuda de una parrilla de calentamiento a baño María. Se calienta con todo y su envase (la presentación es en forma de jeringa, lo cual facilita su calentamiento).

Se retira de su calentamiento cuando se observe que la viscosidad del pegamento sea mucho menor a la que presentaba antes de calentarse.

Al observar que el producto es menos viscoso, quiere decir que ya está listo para usarse.

Durante su uso en el montaje de laminillas, es necesario mantenerlo en baño María para evitar que la viscosidad aumente.

NOTA: Como requisito especial se necesita calentar el adhesivo previo a su uso. Ello se debe a que dicha sustancia al ser bifásica, produce burbujas en el momento de ser mezclada, las cuales tienen que ser removidas al momento de colocar el cubreobjetos, para que no interfieran con la observación. Sin embargo, el tiempo para realizar dicha maniobra es corto, ya que el pegamento se seca, más o menos, en 5 minutos, por lo cual es necesario calentar para retrasar el tiempo de secado y así remover la mayor cantidad de burbujas posibles.

Una vez que el material (portaobjetos, cubreobjetos y pegamento) están listos para usarse se procede a lo siguiente:

Procedimiento de montaje

Una vez limpios los cubreobjetos y con ayuda de una pipeta Pasteur se procede a verter una o dos gotas del material procesado; para ello es necesario primero resuspender el material contenido en su recipiente, para tener la certeza de capturar material de polen y esporas, en dado caso de que haya. Por otro lado la cantidad (una o dos gotas) depende de que tanto material se obtuvo al final de la degradación de la roca y si éste se encuentra muy saturado de residuos de otro material o impurezas. Se agrega una gota si éste se encuentra muy saturado o en su defecto se adelgaza agregando agua destilada. Y se agregan dos o incluso tres gotas si el material se encuentra poco saturado.

A continuación se procede a agregar un poco de agua destilada junto al material palinológico, la cual se incorpora al mismo con ayuda de un palillo común y corriente.

Concluido lo anterior se deja secar la muestra el tiempo suficiente a temperatura ambiente o en su defecto se seca con ayuda de una parrilla de calentamiento a temperatura baja, sin llegar a sobrecalentar (en este punto hay que tener especial

cuidado, ya que la muestra puede llegar a quemarse o quebrarse, por lo cual se debe estar atento de la muestra).

Mientras los cubreobjetos con la muestra se secan, se coloca el pegamento ya caliente en el portaobjetos, la cantidad va en función del tamaño del cubreobjetos. Se procede a integrar las dos fases del pegamento hasta que sea una masa uniforme.

Una vez hecho lo anterior y con la muestra seca se procede a colocar con mucho cuidado el cubreobjetos sobre el portaobjetos. El cubreobjetos debe posicionarse de forma inclinada con respecto al portaobjetos y dejar caer suavemente. Poco a poco el pegamento lo cubrirá. Posteriormente se debe presionar ligeramente, sin llegar a romper, para sacar la mayor cantidad de burbujas y el exceso de pegamento, hasta que las dos piezas estén lo más cerca posible. Se debe tener cuidado de que la muestra de sedimento no salga junto con el pegamento en exceso o las burbujas.

Después del paso anterior se deja secar la muestra bajo la luz de una lámpara ultravioleta alrededor de unos 10 minutos, luego se procede a dejar secar por alrededor de unos tres días (NOTA: esto solo funciona si el pegamento es LOCTITE 350). No es indispensable el uso de la lámpara de luz ultravioleta, la muestra se puede dejar secar a la intemperie por lo menos tres días. El tiempo de secado puede variar.

Al término de los tres días o el tiempo necesario, la laminilla estará seca, pero tendrá residuos de pegamento, los cuales hay que retirar con mucho cuidado con ayuda de un cúter. Al momento de retirar dichos excesos la laminilla puede volverse opaca lo cual dificultaría su observación, la solución para ello es limpiarla con un poco de Acetona y de esa forma quedarán listas para etiquetarse y observar al microscopio.

Con el material montado se hicieron observaciones detalladas de las preparaciones, además de fotografiar y ubicar a los palinomorfos en la laminilla por medio de coordenadas con ayuda de las reglillas de la platina. NOTA: Dichas coordenadas cambian de un microscopio a otro, por lo es recomendable trabajar en uno solo, sino fuera posible esto, entonces hay que anotar las coordenadas de los dos microscopios a la hora de ubicar cualquier polen o espora.

Los palinomorfos se fotografiaron, con ayuda de una cámara Nikon coolpix serie 995 y observaron con tres microscopios distintos: Olympus BH-2, Olympus BX50 y Nikon Eclipse E200.

3. Identificación y descripción

Los microfósiles se identificaron y describieron con ayuda de datos y bibliografía (cuadro 4), dichas identificaciones se corroboraron con ayuda de especialistas en el área de paleopalínología.

Elementos florísticos	Caracteres morfológicos	Bibliografía
Esporas de briofitos y filicales	Apertura, trilete o monolete; Lesura, si se extiende hasta el ecuador o no; Margo y Comisura, si el margo bordea o no claramente la comisura. Forma en vista polar proximal o polar distal: contorno ecuatorial en vista polar circular, triangular u oval; Lados en vista polar convexo, recto o cóncavo; Ángulos en vista polar fuertemente redondeados, redondeados o planos. Forma en vista ecuatorial: superficie proximal plana, convexa, en punta o cóncava; superficie distal plana, convexa o en punta. Ornamentación de la exina. Diámetro ecuatorial, diámetro polar, grosor de la exina.	Couper, 1958; Kremp, 1965; Cornet y Traverse, 1975, Litwin, 1985.
Polen de cycadales, bennettitales y ginkgoales	Apertura, forma, grosor de la exina, ornamentación, longitud, amplitud y profundidad.	Couper, 1958.
Polen de coniferales (Araucariaceae)	Apertura, forma, grosor de la exina, ornamentación, diámetro ecuatorial.	Couper, 1958.
Polen de coniferales (Cheirolepidiaceae)	Apertura, forma, grosor de la exina, ornamentación, diámetro ecuatorial.	Couper, 1958.
Polen de coniferales (Podocarpaceae)	Apertura, forma, número de sacos, ornamentación, longitud del cuerpo, longitud de los sacos, amplitud del cuerpo, amplitud de los sacos.	Couper, 1958.

Cuadro 4. Caracteres cualitativos y cuantitativos para la identificación de palinomorfos.

C. Inferencias paleoambientales y paleoclimáticas

A partir de los datos se creó un listado para determinar la diversidad y el incremento de grupos paleoflorísticos.

Seguido de lo anterior, se realizó un cuadro comparativo de porcentajes de taxa, para obtener los grupos más representativos y así establecer qué tipo de comunidad vegetal se desarrolló.

La ecología general de los palinomorfos se estableció con base en referencias bibliográficas del siguiente cuadro 5:

Elementos florísticos	Ecología general	Bibliografía
Briofitos	Higrófilo	Barrón <i>et al.</i> , 2006.
Filicales (macrofósiles y microfósiles)	Higrófilo	Vakrameev, 1991; Rees <i>et al.</i> , 2000; Wang, 2002; Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002; Barrón <i>et al.</i> , 2006.
Cycadales	Higrófilo/Xerófilo	Rees <i>et al.</i> , 2000; Barrón <i>et al.</i> , 2006.
Bennettitales	Higrófilo/Xerófilo	Rees <i>et al.</i> , 2000; Barrón <i>et al.</i> , 2006.
Ginkgoales	Higrófilo	Rees <i>et al.</i> , 2000.
Araucariaceae	Higrófilo	Rees <i>et al.</i> , 2000.
Cheirolepidiaceae	Xerófilo	Barrón <i>et al.</i> , 2006; Volkheimer, 2008.
Podocarpaceae	Xerófilo	Barrón <i>et al.</i> , 2006.

Cuadro 5. Ecología general de la palinoflora.

Todo lo anterior se complementó con datos litológicos del lugar.

Una vez reunidos todos los datos se reconstruyó las condiciones paleoambientales y paleoclimáticas de la zona.

IX. RESULTADOS

Los análisis realizados en este estudio se basaron en 30 ejemplares microfósiles y 580 elementos palinológicos, entre pólenes y esporas, que fueron recolectados en tres localidades del Grupo Tecocoyunca del Jurásico Medio, en el estado de Guerrero.

A. Macroflora

1. Ubicación estratigráfica

En el cuadro 6 se presentan los microfósiles, su procedencia estratigráfica (Fig. 4) y la relación con el tipo de roca.

Nivel estratigráfico y tipo de roca	TC1, arenisca de grano fino	C1, arenisca (grano fino)-lutita	B1, Carbón	B2, lutita carbonosa	B3, lutita
MACROFLORA (Filicales)					
<i>Cladophlebis</i> sp.	0	0	0	1	0
<i>Cladophlebis exiliformis</i>	0	0	0	1	0
<i>Coniopteris</i> sp.	0	4	0	1	0
<i>Phlebopteris</i> sp.	0	0	0	8	0
<i>Phlebopteris angustiloba</i>	1	0	0	0	0
<i>Sphenopteris</i> sp.	2	8	0	3	0
Morfotaxón (helecho)	0	0	0	1	0

Cuadro 6. Taxa y su relación con el nivel estratigráfico y el tipo de roca. Siglas Tres Caminos (TC1) 216 m; Carretera (C1) 246 m, Barranca (B1) 266 m, Barranca (B2) 266.8 m, Barranca (B3) 292.6 m.

Del total de elementos microfósiles recolectados, el 60% de ellos se les encontró depositados en lutita carbonosa, un 20% en arenisca (grano fino)-lutita y el otro 20% restante en arenisca de grano fino.

La composición macroflorística en el estrato TC1 se encuentra integrada en un 10% por helechos del género y especie *Phlebopteris angustiloba* y *Sphenopteris* sp; el estrato C1 lo componen *Coniopteris* y *Sphenopteris* con 40%; y el 50% además de *Cladophlebis* sp,

Cladophlebis exiliformis, *Coniopteris* sp, *Phlebopteris* sp, *Phlebopteris angustiloba*, *Sphenopteris* sp. y el Morfotaxón (helecho) en el estrato B2, por lo que este último es considerado el más abundante y diverso de los tres estratos, el cual representa a la localidad de la Barranca.

Con lo anterior se propone la existencia de una comunidad herbácea bien establecida, ya que la presencia de las filicales es continua en los tres estratos de la columna estratigráfica.

2. Identificaciones y descripciones

División Pteridofita

Clase Filicopsida

Orden Filicales

Familia Dicksoniaceae

Género *Cladophlebis* Brongniart, 1849

Especie *Cladophlebis* sp.

Lámina 5, Fig. A

Descripción: Fragmento de fronda estéril, bipinnada, raquis de primer orden estriado, pinnas dispuestas al raquis de forma subopuesta. Pinnulas pinnatífidas, dispuestas al raquis de forma opuesta-subopuesta, en ángulos que van de 64° a 82°, ápice agudo, margen entero, venación al menos tres veces bifurcada en ángulos primarios de 70° y secundaria de 25° a 59°, que llegan hasta el margen de la pinnula, la vena principal no toca el ápice.

Dimensiones: Fronda de 3.4 de largo y 6.25 de ancho, ancho del raquis primario de 0.19 cm, ancho del raquis secundario de 0.06 a 0.15 cm. Pinna de 3.09 cm de longitud y 0.8 cm de ancho. Pinnulas de 0.54 cm de longitud y 0.22 cm de ancho.

Material: Fragmento de fronda del ejemplar CC-29.

Localidad: Barranca, Grupo Tecocoyunca, en el municipio de Cualac, Guerrero.

Familia Dicksoniaceae

Género *Cladophlebis* Brongniart, 1849

Especie *Cladophlebis exiliformis* (Geyler) Oishi, 1940

Lámina 5, Fig. B

Descripción: Fragmento de pinna estéril, raquis de segundo orden estriado. Pinnulas pinnatífidas, dispuestas al raquis de forma subopuesta, en ángulos que van de 63° a 76°, ápice redondeado, margen entero, venación al menos tres veces bifurcada en ángulos primarios de 41° a 70° y secundaria de 24° a 72°, que llegan hasta el margen de la pinnula, la vena principal no toca el ápice.

Dimensiones: Ancho del raquis secundario de 0.02 a 0.04 cm. Pinna de 2.6 cm de longitud y 1.3 cm de ancho. Pinnulas de 0.5 a 0.7 cm de longitud y de 0.2 a 0.3 cm de ancho.

Material: Fragmento de pinna del ejemplar CC-56.

Localidad: Barranca, Grupo Tecocoyunca, en el municipio de Cualac, Guerrero.

Familia Dicksoniaceae

Género *Coniopteris* Brongniart, 1849

Especie *Coniopteris* sp.

Lámina 2, Figs. C y D; Lámina 3, Figs. A y B; Lámina 5, Fig. C

Descripción: Fragmentos de frondas bipinnadas, pinnas y pinna primaria estéril, raquis de primer orden estriado, pinnas dispuestas al raquis de forma alterna y subopuesta. Pinnulas pinnatífidas, dispuesta al raquis de forma alterna y subopuesta en ángulos que van de 21° a 69.5°, ápice agudo, margen cercenado, venación bifurcada en ángulos primarios de 37.8° a 57.9° y secundaria de 33.5° a 51.7°

Dimensiones: Frondas de 1.79 a 4.3 cm de largo y ancho de 3.2 a 5.9 cm, ancho del raquis primario de 0.09 a 0.26 cm, ancho del raquis secundario de 0.01 a 0.04 cm. Pinnas de 0.84 a 2.66 cm de longitud y de 0.3 a 0.73 cm de ancho. Pinnulas de 0.15 a 0.35 cm de longitud y de 0.14 a 0.19 cm de ancho.

Material y Localidad: Fragmentos de frondas estériles de los ejemplares CC-213, CC-223, CC-233 y CC-236, localidad Carretera; Fragmento de fronda estéril del ejemplar CC-268, localidad Barranca.

Familia Matoniaceae

Género *Phlebopteris* Brongniart, 1836

Especie *Phlebopteris* sp.

Lámina 5, Figs. D y E; Lámina 6, Figs. A, B, C, D y E; Lámina 7, Fig. A

Descripción: Fragmentos de frondas bipinnadas y pinnas estériles, raquis de primer y segundo orden estriados, pinnas dispuestas al raquis de forma opuesta, alterna u opuesta-subopuesta, mayormente alternas. Pinnulas pinnatífidas, dispuestas al raquis de forma opuesta u opuesta-subopuesta, en su mayoría opuesta-subopuesta insertas al raquis en ángulos que van de 48° a 97°; ápice redondeado y agudo, en su mayoría agudo; margen entero y lobulado, en su mayoría lobulado; venación reticulada, vena primaria prominente que parte del raquis secundario en ángulos que van de 62° a 97° y termina antes de llegar al ápice, venas secundarias que llegan al margen de la pinnula y parten de la vena primaria en ángulos que van de 37° a 64° y forman un retículo.

Dimensiones: Frondas de 5.15 a 21.39 cm de largo y ancho de 5.71 a 11.8 cm, ancho del raquis primario de 0.2 a 0.44 cm, ancho del raquis secundario de 0.07 a 0.19 cm. Pinnas de 2.72 a 7.6 cm de longitud y de 1.58 a 3.7 cm de ancho. Pinnulas de 0.81 a 1.85 cm de longitud y de 0.23 a 0.48 cm de ancho.

Material: Fragmentos de frondas y pinnas estériles de los ejemplares CC-2, CC-19, CC-32, CC-51, CC-77, CC-104, CC-113 y CC-541.

Localidad: Barranca, Grupo Tecocoyunca, en el municipio de Cualac, Guerrero.

Familia Matoniaceae

Género *Phlebopteris* Brongniart, 1836

Especie *Phlebopteris angustiloba* (Presl) Hirmer et Hoerhammer, 1936

Lámina 1, Figs. A y B

Descripción: Fragmento de fronda pinnada. Pinnulas pinnatisectas; dispuestas al raquis de forma alterna en ángulos que van de 55.3° a 90°; fuertemente falcadas con una flexión hacia arriba en aproximadamente 1/3 de su longitud para formar un ángulo que va de 24° a 26.96°; ápice agudo; margen entero; nervio central de la pinnula deprimido fuertemente, la venación secundaria no es perceptible; con soros redondeados de 5 mm de diámetro.

Dimensiones: Fronda de 11.2 cm de longitud y 1.51 cm de ancho, ancho del raquis de último orden 0.06 cm. Pinnas de 1.05 cm de longitud y 0.14 cm de ancho.

Material: Fragmento de fronda del ejemplar CC-205.

Localidad: Tres Caminos, Grupo Tecocoyunca, en el municipio de Cualac, Guerrero.

Familia Sphenopteridae Dilcher, 2005

Género *Sphenopteris* (Brongniart) Sternberg, 1825

Especie *Sphenopteris* sp.

Lámina 2, Figs. A y B; Lámina 3, Figs. C, D y E; Lámina 4, Figs. A, B, C, D y E;

Lámina 7, Figs. B, C y D

Descripción: Fragmentos de frondas y pinnas estériles, bipinnadas y tripinnadas, raquis de primer orden con y sin estrías, raquis de segundo orden estriado, pinnas dispuestas al raquis de forma alterna en ángulos que van de 13° a 31°. Pinnulas pinnatífidas y pinnatisectas, dispuestas al raquis de forma alterna y subopuesta, en ángulos que van de 20° a 42°, ápice agudo, margen entero, venación bifurcada en ángulos primarios de 22° a 48° y secundaria de 16.3° a 40°.

Dimensiones: Frondas de 1.4 a 5.63 cm de largo y ancho de 1.8 a 5.04 cm, ancho del raquis primario de 0.03 a 0.1 cm, ancho del raquis secundario de 0.01 a 0.06 cm. Pinnas de 0.6 a 3.3 cm de longitud y de 0.2 a 1.2 cm de ancho. Pinnulas de 0.25 a 1.34 cm de longitud y de 0.04 a 0.98 cm de ancho.

Material y Localidad: Fragmentos de frondas y pinnas de los ejemplares CC-22, CC-64 y CC-74, localidad Barranca; fragmentos de frondas estériles de los ejemplares CC-154, CC-215, CC-217, CC-218, CC-219, CC-231, CC-237 y CC-238, localidad Carretera; Fragmentos de Frondas estériles de los ejemplares CC-255 y CC-262, localidad Tres Caminos.

Morfotaxón 1

Lámina 7, Fig. E

Descripción: Fragmento de fronda estéril, tripinnada, raquis de primer, segundo y tercer orden estriados, pinnas con ángulos de inserción al raquis que van de 100° a 109°. Pinnulas de segundo orden pinnatífidas, dispuestas al raquis de forma opuesta-subopuesta en ángulos que van de 91° a 105°. Pinnulas de tercer orden pinnatífidas, dispuestas al raquis de forma opuesta en ángulos que van de 53° a 75°, ápice redondeado, margen entero, vena principal inserta al raquis en ángulos que van de 56° a 62°.

Dimensiones: Fronda de 3.61 cm de largo y ancho de 3.85 cm, ancho del raquis primario de 0.29 a 0.36 cm, ancho del raquis secundario de 0.01 cm, ancho del raquis terciario de 0.06 a 0.07 cm. Pinnas de 1.75 a 3.04 cm de longitud y de 1.74 a 2.35 cm de ancho. Pinnulas de segundo orden de 1.68 cm de longitud y de 0.65 cm de ancho. Pinnulas de tercer orden de 0.27 a 0.34 cm de longitud y de 0.18 a 0.20 cm de ancho.

Material: Fragmento de fronda estéril del ejemplar CC- 41.

Localidad: Barranca, Grupo Tecocoyunca, en el municipio de Cualac, Guerrero.

3. Láminas

Lámina 1.

(A) Fragmento de fronda de *Phlebopteris angustiloba*.

(B) Pinna de *Phlebopteris angustiloba* donde se pueden observar los soros de forma redonda.

Lámina 2.

- (A y B) Fragmentos de frondas de *Sphenopteris* sp., impresas en arenisca de grano fino.
(C y D) Fragmentos de frondas de *Coniopteris* sp., conservadas como impresiones carbonosas.

Lámina 3.

- (A) Fragmento de pinna de *Coniopteris* sp. conservada como compresión carbonosa.
(B) Pinna primaria de *Coniopteris* sp., característica de la parte basal de los helechos, adherida al raquis principal.
(C y D) Fragmentos de pinnas de *Sphenopteris* sp, conservadas como compresiones carbonosas.
(E) Fragmento de fronda de *Sphenopteris* sp.

Lámina 4.

- (A) Fragmento de pinna de *Sphenopteris* sp.
(B) Fragmento de fronda de *Sphenopteris* sp., asemeja la parte apical del helecho.
(C y D) Fragmentos de frondas de *Sphenopteris* sp., compresiones carbonosas.
(E) Fragmento de fronda de *Sphenopteris* sp., impresión y compresión carbonosa.

Lámina 5.

- (A) Fragmento de fronda de *Cladophlebis* sp., formas de conservación impresión y compresión carbonosa.
(B) Fragmento de pinna de *Cladophlebis exiliformis*, forma de conservación compresión carbonosa.
(C) Fragmento de fronda de *Coniopteris* sp., forma de conservación: compresión carbonosa.

(D) Fragmento de pinna de *Phlebopteris* sp., forma de conservación: compresión carbonosa.

(E) Fragmento de fronda de *Phlebopteris* sp., forma de conservación: impresión.

Lámina 6.

(A, B, C y D) Fragmentos de frondas de *Phlebopteris* sp., forma de conservación: impresión.

(E) Fronda, en su mayoría completa, de *Phlebopteris* sp., forma de conservación: compresión carbonosa.

Lámina 7.

(A) Fragmento de fronda de *Phlebopteris* sp., forma de conservación: compresión carbonosa.

(B y D) Fragmentos de frondas de *Sphenopteris* sp., forma de conservación: compresión carbonosa.

(C) Fragmento de pinna de *Sphenopteris* sp., forma de conservación: compresión carbonosa.

(E) Fragmento de fronda de Morfotaxón 1, forma de conservación: compresión carbonosa.

Lámina 1

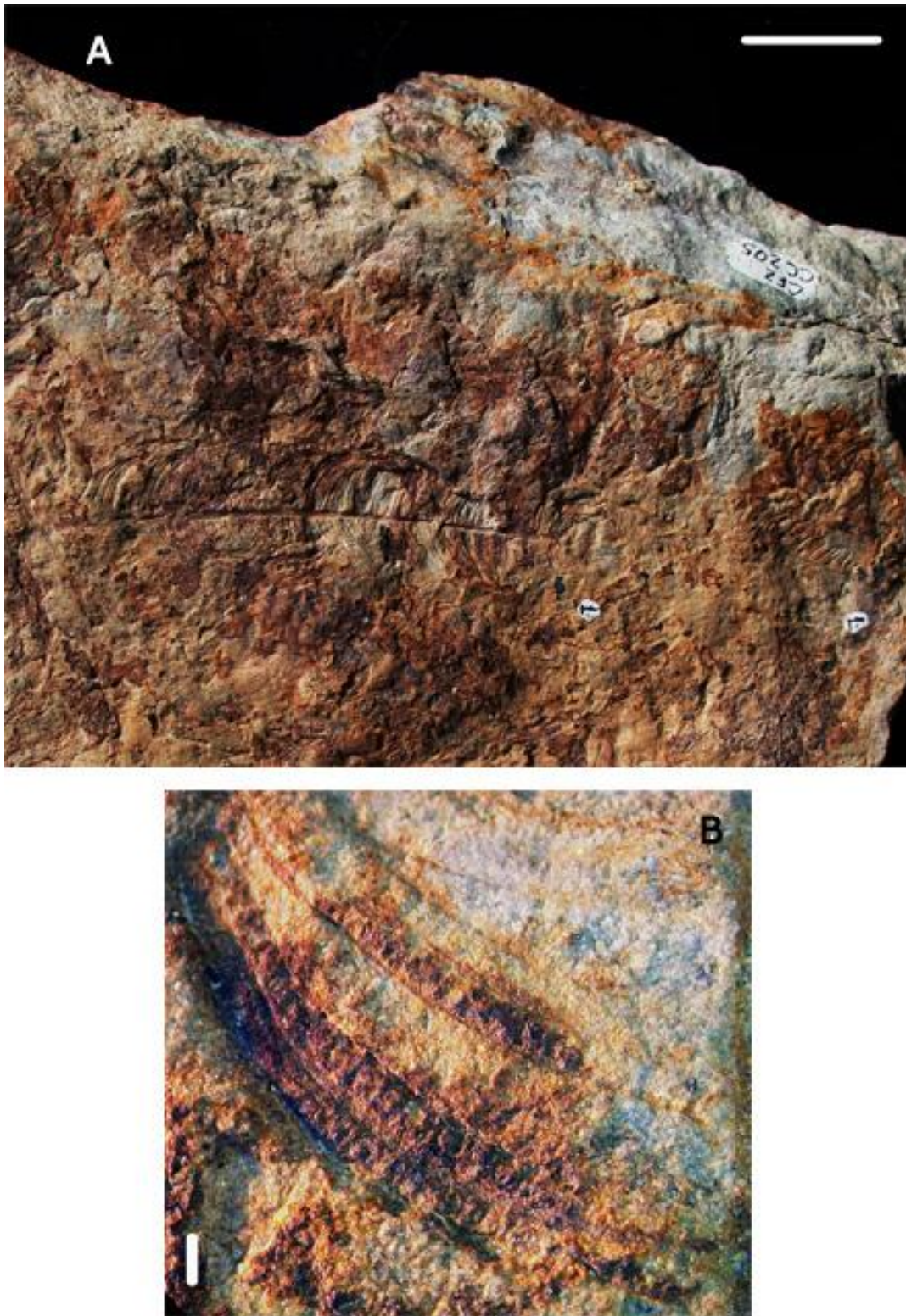


Lámina 1. Figura A, la barra mide 2 cm; figura B, la barra mide 5 mm.

Lámina 2

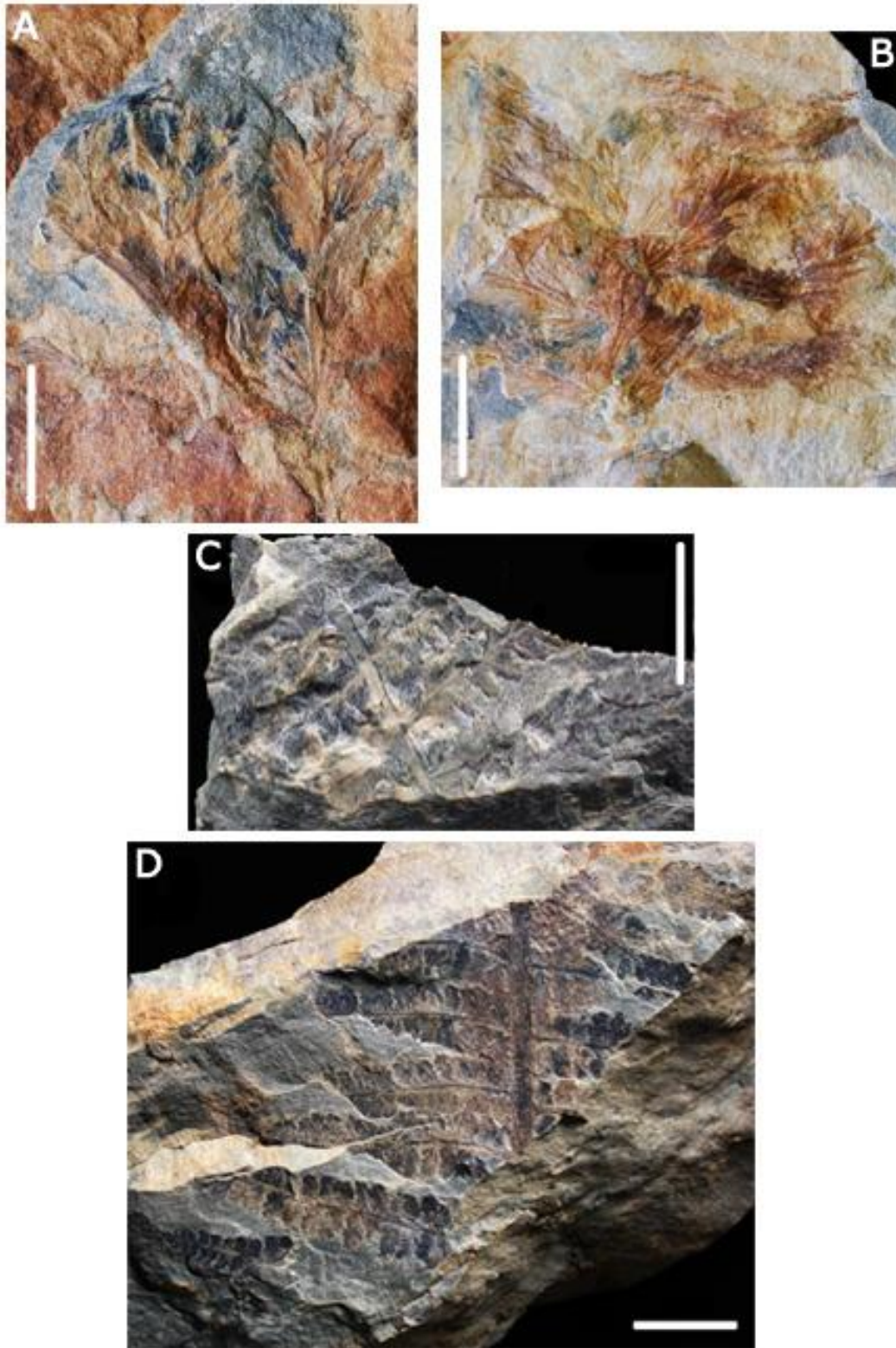


Lámina 2. Figuras A, B, C y D, la barra mide 1 cm.

Lámina 3

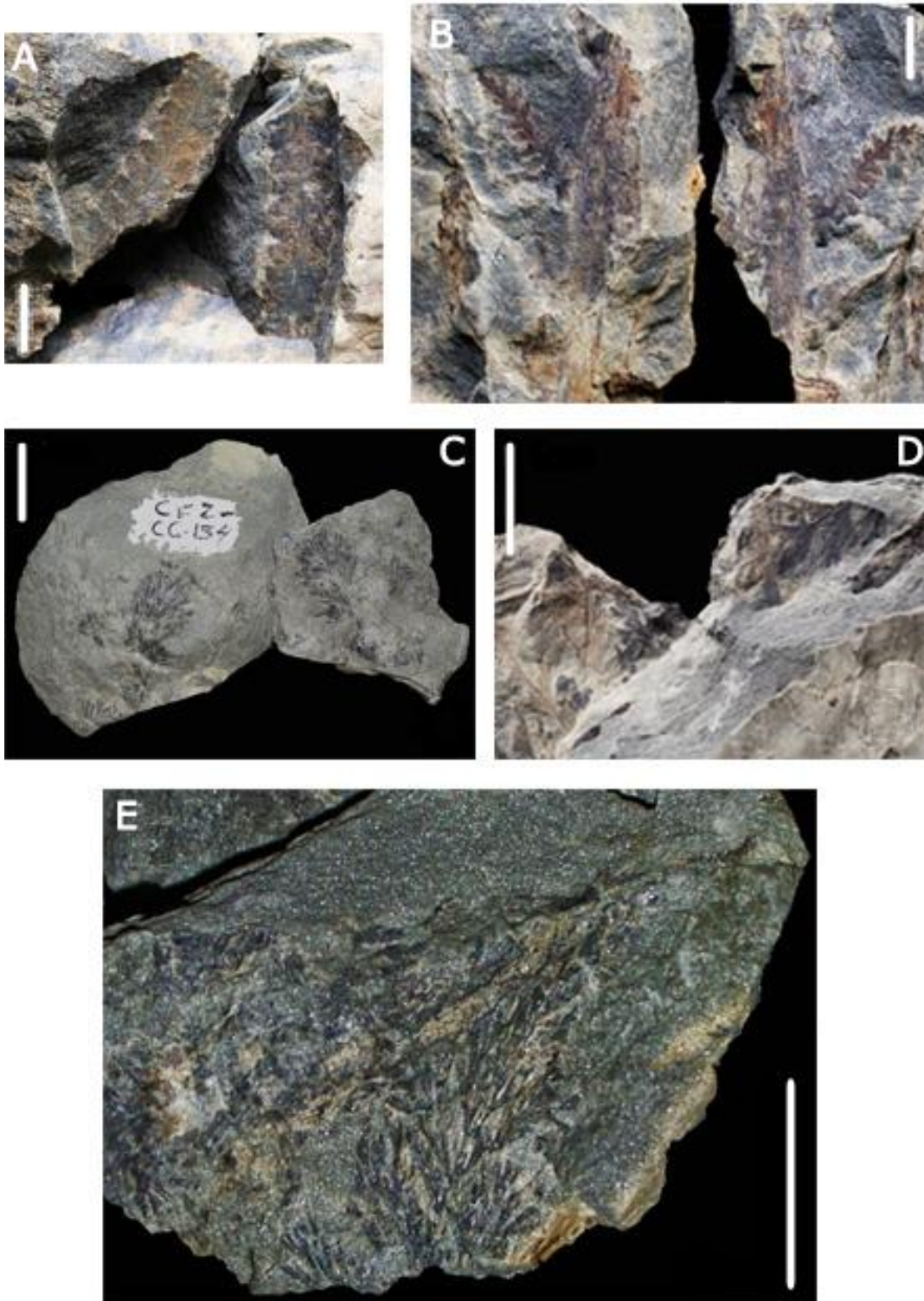


Lámina 3. Figuras A y B, la barra mide 0.5 cm; figuras C, D y E, la barra mide 1 cm.

Lámina 4

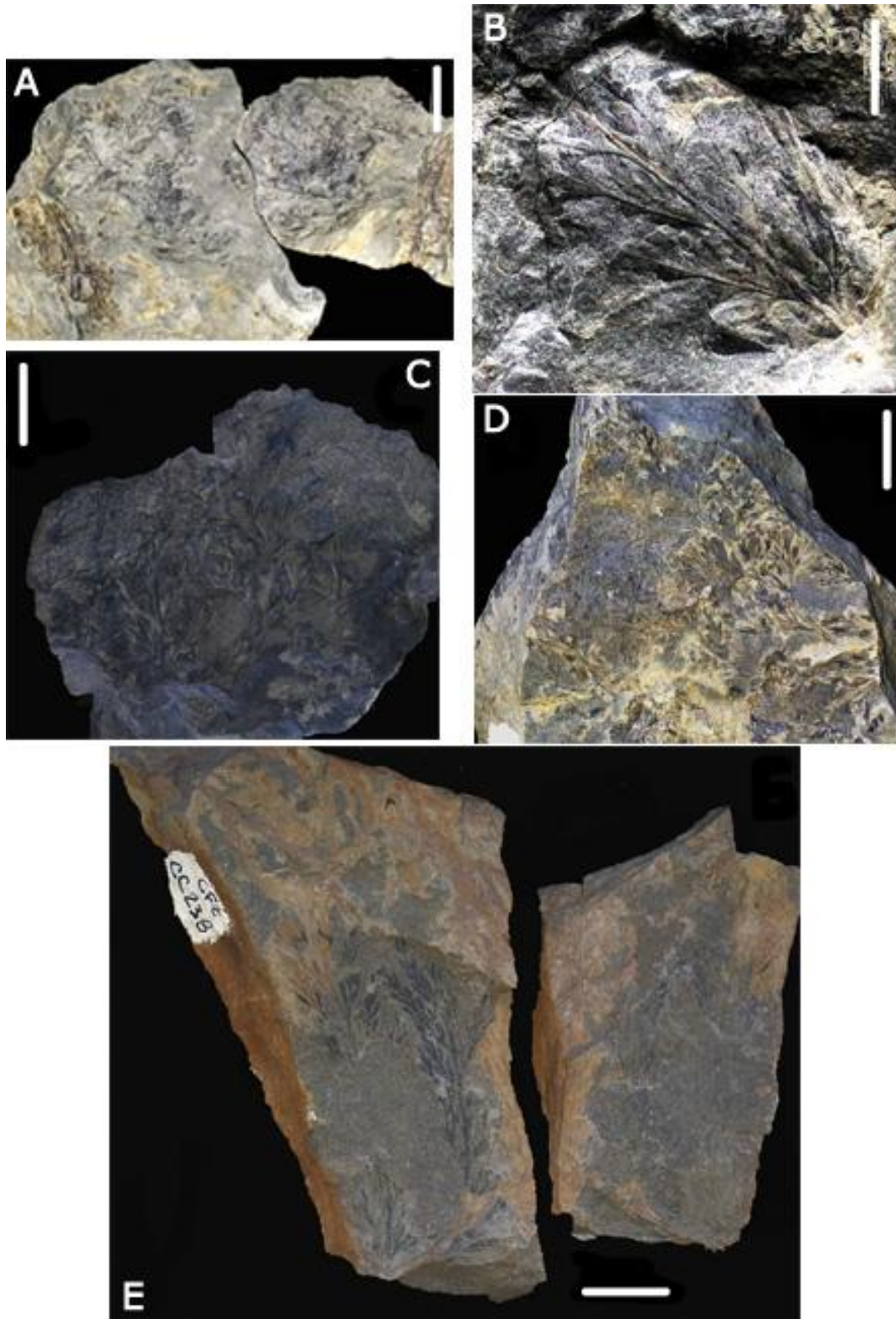


Lámina 4. Figuras A, C, D y E, la barra mide 1 cm; figura B, la barra mide 0.5 cm.

Lámina 5

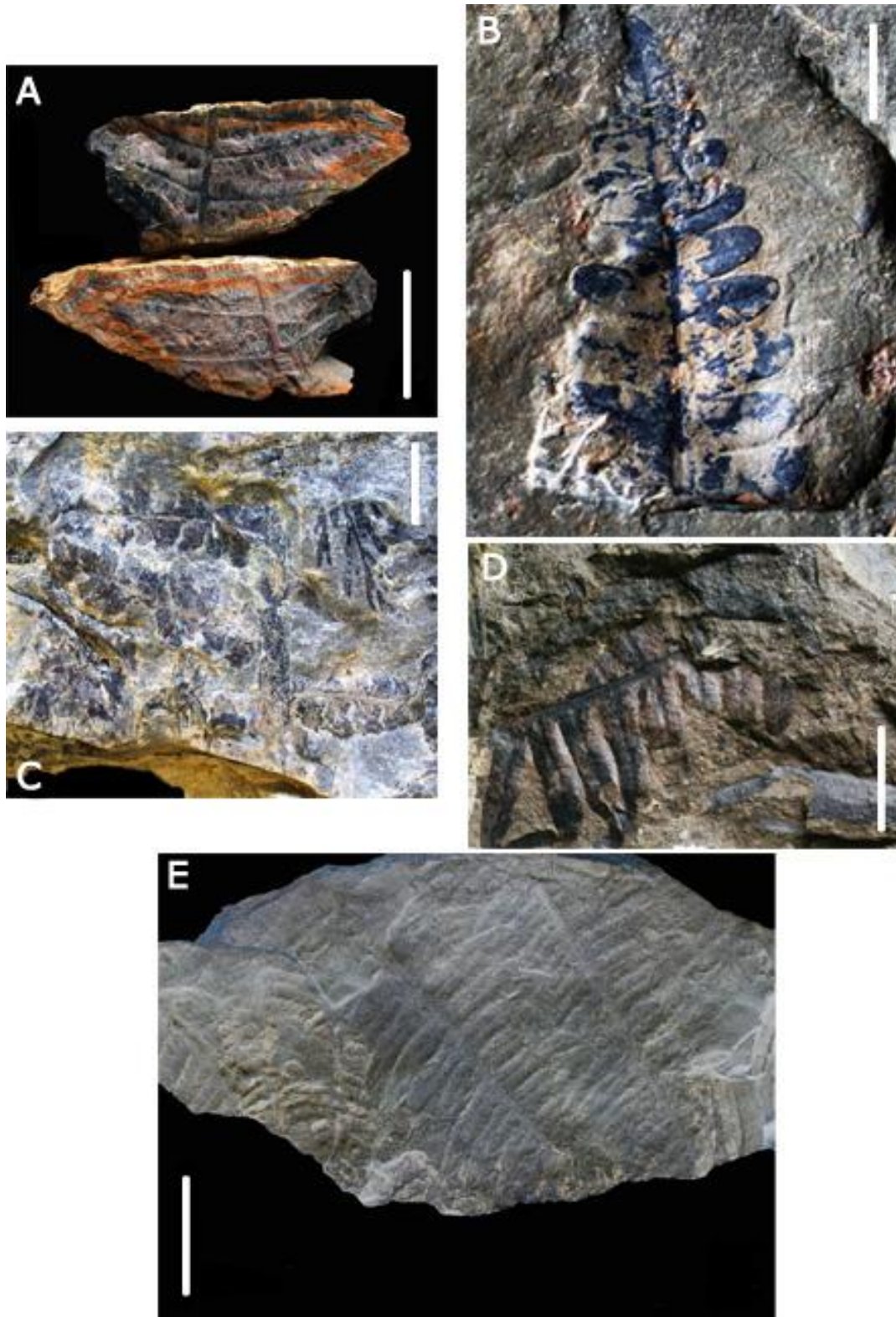


Lámina 5. Figura A, la barra mide 3 cm; figuras B y C, la barra mide 0.5 cm; figura D, la barra mide 1 cm; figura E, la barra mide 2 cm.

Lámina 6

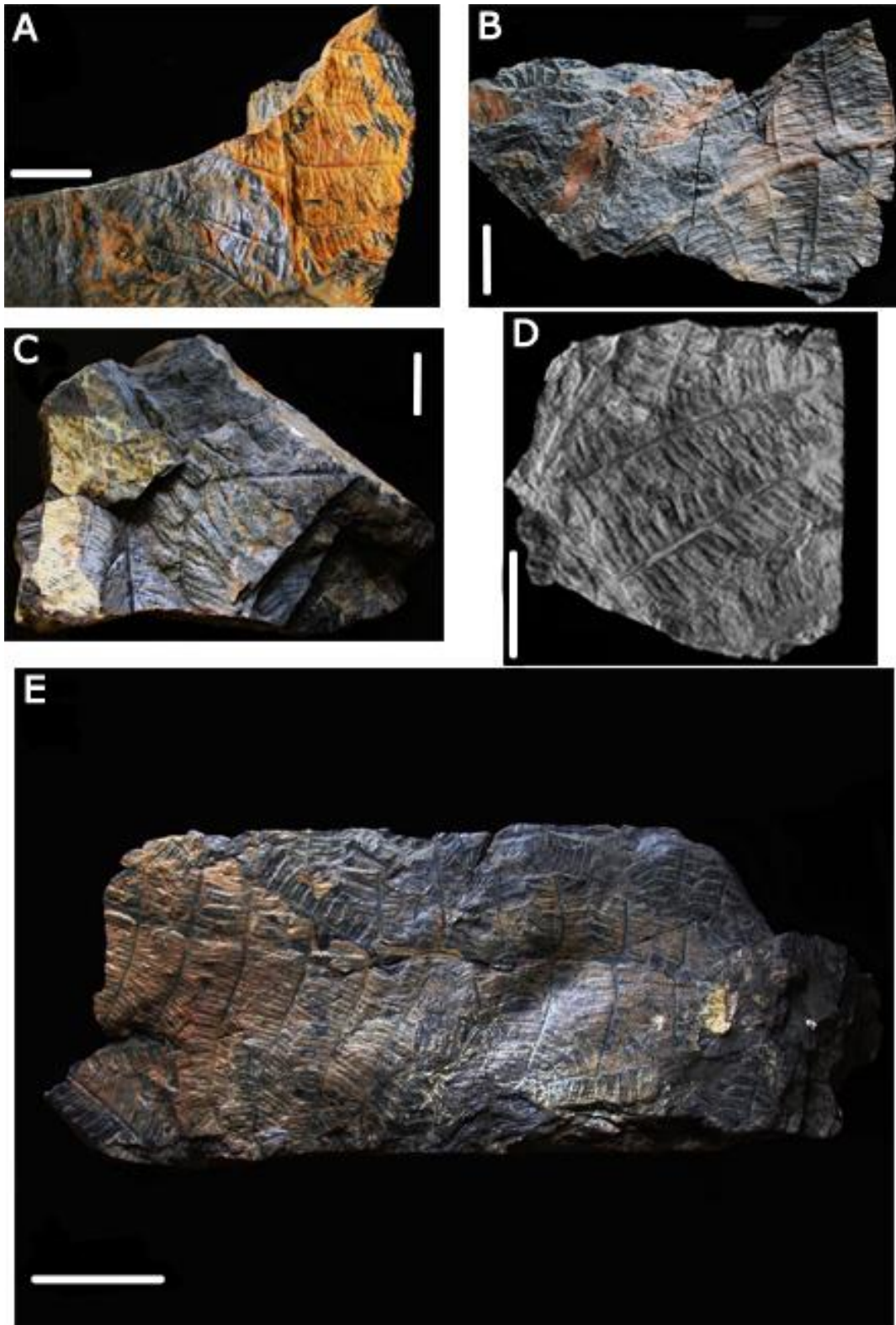


Lámina 6. Figuras A, C y D, la barra mide 2 cm; figura B, la barra mide 3 cm; figura E, la barra mide 5 cm.

Lámina 7

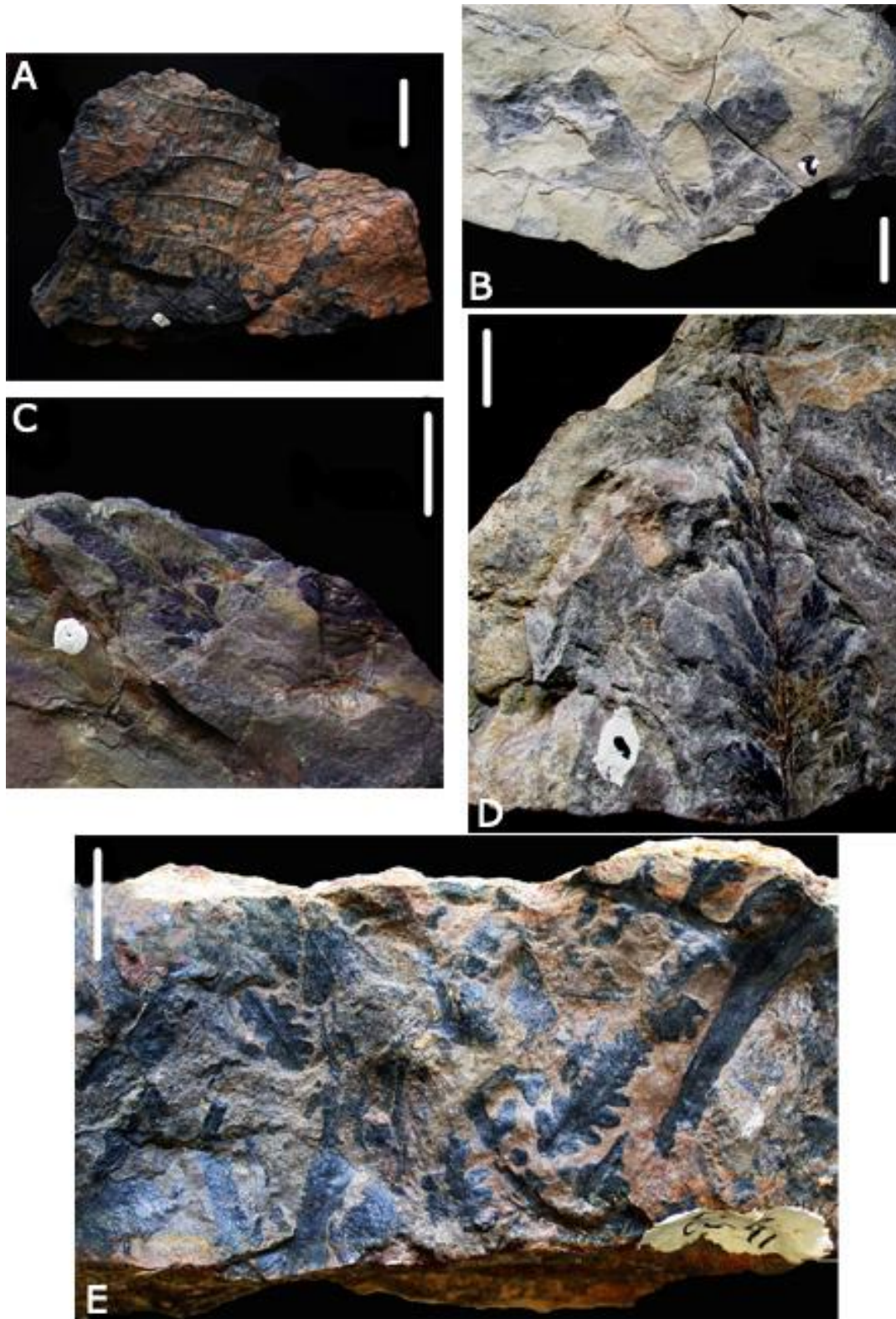


Lámina 7. Figura A, la barra mide 3 cm; figuras B, C, D y E, la barra mide 1 cm.

B. Palinoflora

1. Ubicación estratigráfica

El total de muestras palinológicas, tomadas en las localidades Tres Caminos, Carretera y Barranca fue de 16, de las cuales C1, B1, B2 y B3 presentan numerosos granos de polen y esporas. En el resto de las muestras no se observó palinomorfos.

En el cuadro 7 se presentan los microfósiles su abundancia, procedencia por estrato (Fig. 5). y la relación con el tipo de litofacies (Fig. 3 y Apendice 1).

Taxa	Nivel estratigráfico y litofacies		Abundancia por estrato				Litofacies (Apéndice 1)
	C1	B1	B2	B3			
MICROFLORA							
Esporas							
<i>Ahrensisporites</i> sp.		2				Sm	
<i>Baculatisporites</i> sp.				1		Fl	
<i>Cibotiumspora jurienensis</i>		3				Fr	
<i>Dictyophyllidites mortonii</i>		489	2	3		Fr/Fl	
<i>Dictyophyllidites paramuensteri</i>				2		Fl	
<i>Echinatisporis</i> sp.				1		Fl	
Fungospora	4					Sm	
<i>Gleicheniidites</i> sp.		3				Fr	
<i>Matonisporites</i> sp.		1				Fr	
<i>Nevesisporites</i> sp.				1		Fl	
<i>Osmundacidites</i> sp.				2		Fl	
<i>Punctatosporites</i> sp.				1		Fl	
<i>Verrucosisporites</i> sp.			1	1		Fr/Fl	
Granos de polen							
<i>Inaperturopollenites</i> sp.				8		Fl	
<i>Classopollis torosus</i>	1	1		4		Sm/Fr/Fl	
<i>Cycadopites</i> sp.			1	4		Fr/Fl	
<i>Equisetosporites</i> sp.				1		Fl	
<i>Podosporites</i> sp.				3		Fl	
Morfotaxa indeterminados							
Morfotaxón 1	23					Sm	

Inferencias Paleoclimáticas con base en micro y macrofósiles del Conglomerado Cualac, Jurásico Inferior y Grupo Tecocoyunca, Jurásico Medio, Guerrero.

Morfotaxón 2	6				Sm
Morfotaxón 3	1				Sm
Morfotaxón 4	2				Sm
Morfotaxón 5	2				Sm
Morfotaxón 6				2	Fl
Morfotaxón 7				2	Fl
Morfotaxón 8				1	Fl
Morfotaxón 9				1	Fl

Cuadro 7. Abundancia y procedencia de los Taxa por estrato y la relación con el tipo de litofacies. Siglas C1 (Carretera 1) 246 m, B1 (Barranca 1) 266 m, B2 (Barranca 2) 266.8 m, B3 (Barranca 3) 292.6 m. Para más información a cerca de los estratos y las facies ver Figuras 3 y 5.

En cuanto a la composición microflorística se reportó la presencia de palinomorfos en cuatro estratos. Los porcentajes para cada uno de los niveles estratigráficos son los siguientes, ordenados de base a techo:

- Estrato C1: se registraron fungosporas, *Classopollis torosus* y los morfotaxa 1 al 5, que constituyen un 21% de la vegetación.
- Estrato B1: integrado por helechos y coníferas en un 18%.
- Estrato B2 en la capa de lutita carbonosa: es notoria la presencia de filicales y cicadales en un 9%.
- Estrato B3: con un 52%, lo integran briofitas, filicales, cicadales, coniferales y morfotaxa 6 al 9, por consiguiente, esta última capa es considerada la más diversa.

Los elementos microflorísticos asociados a un tipo de litofacies, se depositaron en dos tipos de facies. El 7% de los palinomorfos reportados en la capa C1, se depositó en una planicie de inundación, mientras que el 93% de los elementos polínicos, encontrados en los estratos B1, B2 y B3, sedimentó en una zona pantanosa.

2. Identificaciones y descripciones

a) Esporas

Género *Ahrensisporites* (Potonié & Kremp) Horst, 1955

Ahrensisporites sp.

Lámina 8, Fig. A

Descripción: Trilete, apertura con lesura larga que llega hasta el ecuador, kyrtooma; contorno ecuatorial triangular, lados ligeramente cóncavos o levemente rectos, ángulos ampliamente redondeados; ornamentación psilada a ligeramente escabrada, exina 1 micra de grosor.

Dimensiones: Diámetro ecuatorial 30 micras.

Género *Baculatisporites* Thomson y Pflug, 1953 emend. Kurtzsch, 1967

Baculatisporites sp.

Lámina 8, Fig. B

Descripción: Trilete, apertura con lesura que se extiende casi hasta el ecuador; contorno ecuatorial circular, frecuentemente plegado y ornamentado con báculas de 2 micras de alto y 1.7 micras de ancho.

Dimensiones: Diámetro ecuatorial 28 micras.

Género *Cibotiumspora* Chang, 1965 emend. Filatoff, 1975

Cibotiumspora juriensis (Balme, 1957) Filatoff, 1975

Lámina 8, Fig. C

Descripción: Trilete, lesura larga que llega hasta el ecuador, comisura bordeada por un margo distintivo; contorno ecuatorial triangular, lados ligeramente convexos o levemente rectos, ángulos redondeados; pliegues de la exina distales muy prominentes debajo de los ápices; ornamentación escabrada, exina 1 micra de grosor.

Dimensiones: Diámetro ecuatorial 30 micras.

Género *Dictyophyllidites* (Couper, 1958) Dettmann, 1963

Dictyophyllidites mortonii (de Jersey, 1959) Playford y Dettman, 1965

Lámina 8, Figs. D, E y F

Descripción: Trilete, apertura con lesura larga que se extiende hasta el ecuador, comisura claramente elevada, bordeada por un margo distintivo; contorno ecuatorial triangular, lados rectos, ángulos fuertemente redondeados; cara distal marcadamente convexa, cara proximal aplanada pero debido a la elevación de la comisura se trata de una punta afilada en el medio de la lesura trirradiada; ornamentación psilada, exina de 1 (1.5) 2 micras de grosor (59 especímenes).

Dimensiones: Diámetro ecuatorial 26 (35) 42.5 micras (59 especímenes).

Diámetro polar 22 (28) 40 micras (28 especímenes).

La espora fue comparada con esporas *in situ* de *Phlebopteris smithii*, que son de forma similar a las esporas dispersas de *Dictyophyllidites harrisii* y *Dictyophyllidites mortonii* (Litwin, 1985, Lam. 9, Fig. 2). *D. mortonii* presenta similitudes con las microsporas de *Phlebopteris polypodioides* Brongniart (Harris, 1961, p. 105) y *Thaumatopteris schenki* Nathorst (Harris, 1931, p. 93).

Dictyophyllidites paramuensteri Cornet y Traverse, 1975

Lámina 8, Fig. G

Descripción: Trilete, apertura con lesura larga que se extiende hasta el ecuador, comisura claramente elevada y bordeada por un margo pobremente desarrollado; contorno ecuatorial triangular, lados ligeramente convexos, ángulos redondeados, ornamentación psilada, exina 1 micra de grosor.

Dimensiones: Diámetro ecuatorial 24 micras.

La espora fue comparada con *Dictyophyllidites paramuensteri*, Cornet and Traverse, 1975. Lam. 3, Fig. 4.

Género *Echinatisporis* Krutzsch, 1959

Echinatisporis sp.

Lámina 13, Fig. E

Descripción: Espora; contorno subsférica; ornamentación equinada (espinas de 2 micras de alto y 1 micra de ancho); exina de 1 micra de grosor.

Dimensiones: Longitud 25 micras.

Amplitud 14 micras.

Fungosporas

Lámina 8, Fig. I; Lámina 12, Fig. H

Descripción: Esporas fúngicas inaperturadas o con apertura monoporada; forma oval o subcircular; mostrando canales o pliegues; ornamentación psilada; exina de 0.5 a 0.9 micras de grosor.

Dimensiones: Diámetro de 11 a 19 micras

Gleicheniidites sp.

Lámina 8, Fig. H

Descripción: Trilete, apertura con lesura larga que se extiende hasta el ecuador, comisura simple bordeada por un margo pobremente desarrollado; contorno ecuatorial triangular con lados cóncavos y ángulos planos; ornamentación psilada, exina de 1 micra de grosor.

Dimensiones: Diámetro 30 micras.

La espora fue comparada con *Eboracia lobifolia*, Couper, 1958. Lam. 20, Fig. 4.

Género *Punctatosporites* Ibrahim, 1933

Punctatosporites sp.

Lámina 8, Fig. J

Descripción: Monolete de simetría bilateral; apertura con lesura angosta que se extiende casi a todo lo largo de la espora; contorno ecuatorial subcircular a subelipsoidal y bordes redondeados; ornamentación ligeramente escabrada a subgranular; exina 0.5 micras de grosor.

Dimensiones: Longitud 40 micras.

Amplitud 27 micras.

Genero *Matonisorites* Couper, 1958

Matonisorites sp.

Lámina 8, Fig. K

Descripción: Trilete, apertura con lesura que se extiende $2/3$ de su radio, comisura elevada y bordeada por un margo; contorno ecuatorial subtriangular, lados convexos, ángulos redondeados; ornamentación psilada; exina muy gruesa de 3 micras.

Dimensiones: Diámetro 40 micras.

Género *Nevesisorites* Jersey & Paten, 1964

Nevesisorites sp.

Lámina 8, Fig. L

Descripción: Trilete cingulada; apertura con lesura larga que se extiende hasta el ecuador; contorno ecuatorial circular; ornamentación baculada con báculas de 0.8 micras de largo; exina de alrededor de 1 micra de grosor.

Dimensiones: Diámetro ecuatorial 17.5 micras.

La espora fue comparada con *Nevesisorites vallatus*, Mildenhall 1994, Lam. 22, Fig. 7.

Género *Osmundacidites* Couper, 1958

Osmundacidites sp.

Lámina 9, Figs. A y B

Descripción: Trilete, apertura con lesura larga, contorno ecuatorial circular pero frecuentemente plegado; ornamentación granular; exina 1 micra de grosor.

Dimensiones: Diámetro ecuatorial de 30 a 40 micras.

Género *Verrucosisporites* Ibrahim, 1933 emended Potonie y Kremp, 1954

Verrucosisporites sp.

Lámina 9, Fig. C; Lámina 10 Fig. G

Descripción: Trilete, apertura con lesura variable, contorno ecuatorial circular a subcircular; ornamentada verrugas; exina de 0.6 a 1 micras de grosor.

Dimensiones: Diámetro ecuatorial de 30 a 32.5 micras.

b) Granos de polen

Género *Inaperturopollenites* Pflug y Thomson, 1953

Inaperturopollenites sp.

Lámina 9, Figs. E, F, G, H e I

Descripción: Inaperturados; granos originalmente esféricos pero frecuentemente plegados; ornamentación subgranular o escabrada; exina de 0.5 a 1 micra de grosor.

Dimensiones: Diámetro de 20 a 46 micras.

Género *Classopollis* Pflug, 1953

Classopollis torosus (Reissinger, 1950) emend. Couper, 1958

Lámina 9, Figs. D, J, K y L; Lámina 13, Fig. A

Descripción: Grano de polen pseudomonoporado; especímenes agrupados en tétradas tetraédricas y aislados; contorno ecuatorial más o menos esférico, subcircular, oval, o subtriangular; ornamentación escabrada, que consisten en pequeños gránulos que sobresalen hacia dentro y dan una apariencia de picadura, engrosamiento endexinal en la región ecuatorial de 3 micras de grosor, formado de 5 a 6 o más bandas anulares (cada banda es de aproximadamente de 1 micra de ancho y entre sí forman una zona de 10 micras de ancho); vestigio de cicatriz tetraédrica mal desarrollada en forma triangular presente en el área débil de la exina en el polo proximal; exina de 1 micra de grosor.

Dimensiones: Diámetro ecuatorial de 22 a 37 micras.

Género *Cycadopites* (Wodehouse, 1933) Wilson y Webster, 1946

Cycadopites sp.

Lámina 10, Figs. A, B, C, D y E

Descripción: Granos de polen monosulcados; el sulco se extiende a todo lo largo del polen, estrecho en la parte media ocasionalmente se ensancha hacia uno de los extremos, sinuoso, con márgenes que ocasionalmente están acompañados por pliegues longitudinales; forma ecuatorial elíptica, ojival o fusiforme con extremos redondeados ocasionalmente puntiagudos; ornamentación psilada a levemente escabrada; exina de 0.5 a 1 micra de grosor.

Dimensiones: Longitud de 25.5 a 55 micras.

Amplitud de 16 a 21 micras.

Género *Equisetosporites* (Daugherty, 1941) Singh, 1964

Equisetosporites sp.

Lámina 10, Fig. F

Descripción: Grano de polen poliplicado con 4 costillas o plicas finas, de 0.6 micras de grosor que se extienden longitudinales a lo largo del polen y fusionan hacia los extremos; asulcado; contorno ecuatorial fusiforme con extremos agudos; exina de 1 micra de grosor.

Dimensiones: Longitud 27 micras

Anchura 10 micras

Género *Podosporites* Rao, 1943

Podosporites sp.

Lámina 10, Figs. H e I; Lámina 11, Fig. A

Descripción: Granos de polen libres, trisacados; cuerpo del grano circular a subcircular, cappa convexa; sacos semicirculares, frecuentemente distorsionados en una serie de pliegues, cubriendo a menudo el polo distal y no extendidos más allá del ecuador; ornamentación levemente granulada; exina de la capula de 0.5 micras.

Dimensiones: Tamaño variable de 8 a 22 micras.

c) Morfotaxa indeterminados

Morfotaxón 1

Lámina 11, Figs. B, C, D, E, F y L;

Lámina 12, Figs. A, E, F, J y K

Descripción: Granos de polen inaperturados; de contorno circular, subcircular, oval, plano-convexa o cóncavo-convexa, algunos amorfos; ornamentación que va de reticulada a rugulada, algunas veces fusulada; exina 1 micra de grosor.

Dimensiones: Diámetro que va de 5 a 18 micras

Morfotaxón 2

Lámina 11, Figs. G, H, I, J y K

Descripción: Granos de polen inaperturados; de contorno triangular, con lados rectos, ocasionalmente cóncavos a convexos, ápices redondeados, fuertemente redondeados o planos; grosor de la exina no determinado debido a lo delgada de la misma y a la ornamentación, exina reticulada a rugosa, en ocasiones psilada.

Dimensiones: Especímenes con lados equiláteros de 10 a 20 micras.

Especímenes con lados desiguales: el más angosto de 6 a 12 micras,
el más amplio de 15 a 18 el micras.

Morfotaxón 3

Lámina 12, Fig. B

Descripción: Grano de polen inaperturado, contorno irregular u ovalado, presentan lados rectos con ápices agudos; grosor de la exina no determinado debido a lo delgada de la misma; ornamentación de la exina de reticulada a rugulada.

Dimensiones: Longitud 17 micras.

Amplitud 10 micras.

Morfotaxón 4

Lámina 12, Figs. C y D

Descripción: Granos de polen inaperturados; contorno triangular, lados rectos, apices agudo; ornamentación reticulada a rugulada; exina de alrededor 0.3 micras de grosor.

Dimensiones: Longitud de los lados de 10 a 11 micras.

Morfotaxón 5

Lámina 12, Fig. G

Descripción: Granos de polen inaperturados; contorno elipsoidal a subcuadrangular; grosor de la exina no determinado debido a lo delgada de la misma y a la ornamentación, esta última reticulada a rugulada.

Dimensiones: Longitud de 12 a 13 micras.

Amplitud de 7 a 8 micras.

Morfotaxón 6

Lámina 12, Fig. L

Descripción: Esporas; apertura no perceptible claramente; contorno subcircular o elíptico; ornamentación ligeramente escabrada o rugulada; exina de 0.5 micra de grosor.

Dimensiones: Longitud de 12 a 25 micras.

Amplitud de 8 a 10 micras.

Morfotaxón 7

Lámina 13, Figs. B y C

Descripción: Granos de polen inaperturados; contorno circular a subcircular, plegado; ornamentación psilada; exina de 0.5 micra de grosor.

Dimensiones: Diámetro de 17 a 25 micras.

Morfotaxón 8

Lámina 13, Fig. D

Descripción: Grano de polen inaperturado; contorno ojival con ápices agudos; ornamentación reticulada; exina de 0.5 micra de grosor.

Dimensiones: Longitud 18 micras.

Amplitud 10 micras.

Morfotaxón 9

Lámina 13, Fig. F

Descripción: Espora o polen con posible apertura tricolpado; de contorno circular o subcircular; ornamentación psilada.

Dimensiones: Diámetro 14 micras.

3. Láminas

Lámina 8.

- (A) *Ahrensisporites* sp.
- (B) *Baculatisporites* sp.
- (C) *Cibotiumspora jurienensis* (Balme, 1957) Filatoff, 1975
- (D, E y F) *Dictyophyllidites mortonii* (de Jersey, 1959) Palyford y Dettmann, 1965.
- (G) *Dictyophyllydites paramuensteri* Cornet y Traverse, 1975.
- (H) *Gleicheniidites* sp.
- (I) Fungospora.
- (J) *Punctatosporites* sp.
- (K) *Matonisorites* sp.
- (L) *Nevesisorites* sp.

Lámina 9.

- (A y B) *Osmundacidites* sp.
- (C) *Verrucosisporites* sp.
- (E, F, G, H e I) *Inaperturopollenites* sp.
- (D, J, K y L) *Classopollis torosus* (Reissinger, 1950) emended Couper, 1958

Lámina 10.

- (A, B, C, D y E) *Cycadopites* sp.
- (F) *Equisetosporites* sp.
- (G) *Verrucosisporites* sp.
- (H e I) *Podosporites* sp.

Lámina 11.

- (A) *Podosporites* sp.
- (B, C, D, E, F y L) Morfotaxón 1
- (G, H, I, J y K) Morfotaxón 2

Lámina 12.

- (A, E, F, J y K) Morfotaxón 1
- (B) Morfotaxón 3
- (C y D) Morfotaxón 4
- (G) Morfotaxón 5
- (H) Fungospora
- (I) Restos de materia
- (L) Morfotaxón 6

Lámina 13.

- (A) *Classopollis torosus* (Reissinger, 1950) emended Couper, 1958
- (B y C) Morfotaxón 7
- (D) Morfotaxón 8
- (E) *Equinatisporis* sp
- (F) Morfotaxón 9

Lámina 8

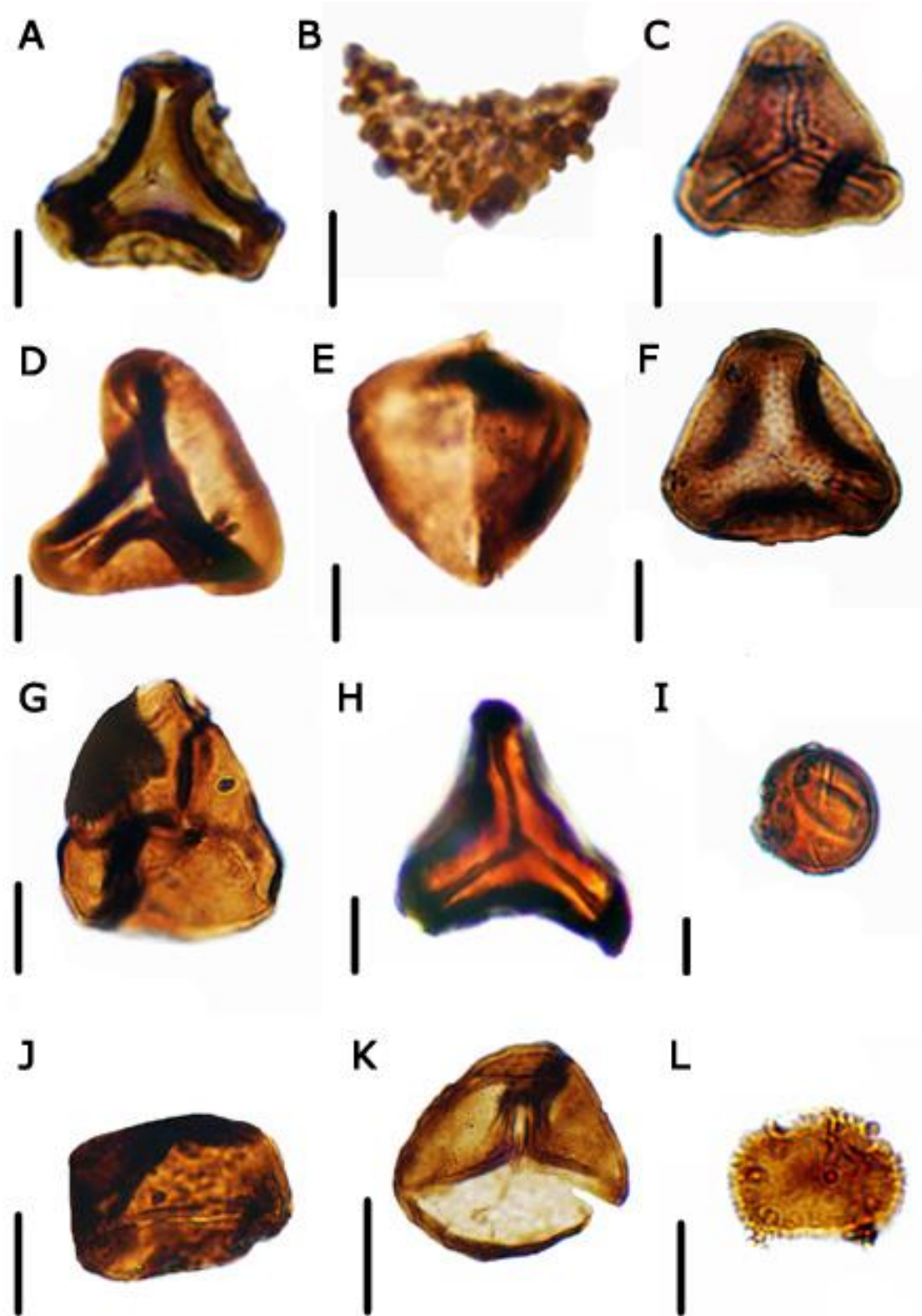


Lámina 8. Figuras A, B, C, D, E, G, H y L, la barra mide 10 micras; figura F, la barra mide 15 micras; figura I, la barra mide 5 micras; figuras J y K, la barra mide 20 micras.

Lámina 9

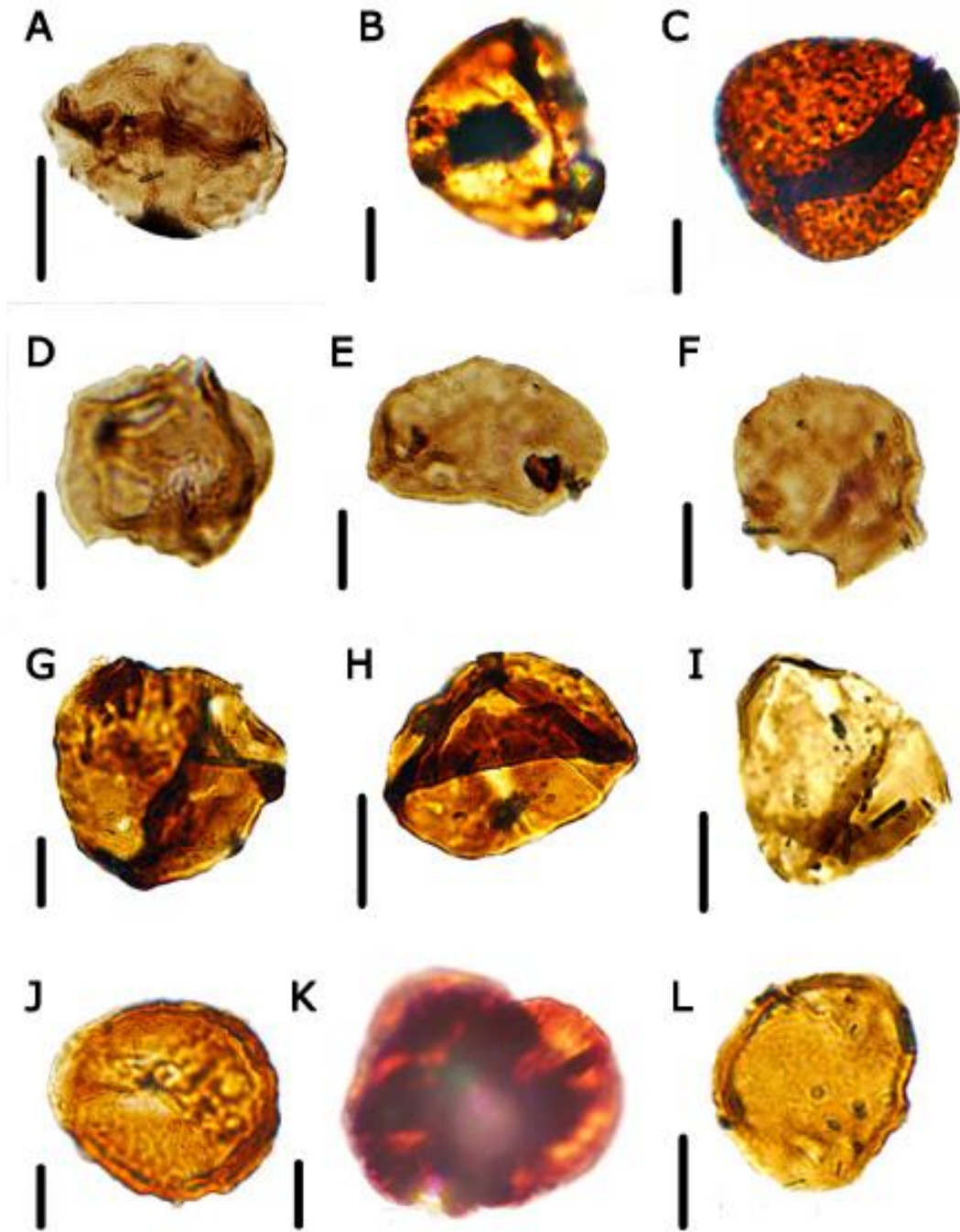


Lámina 9. Figuras A, H e I, la barra mide 20 micras; figuras B, C, D, E, F, G, J, K y L, la barra mide 10 micras.

Lámina 10

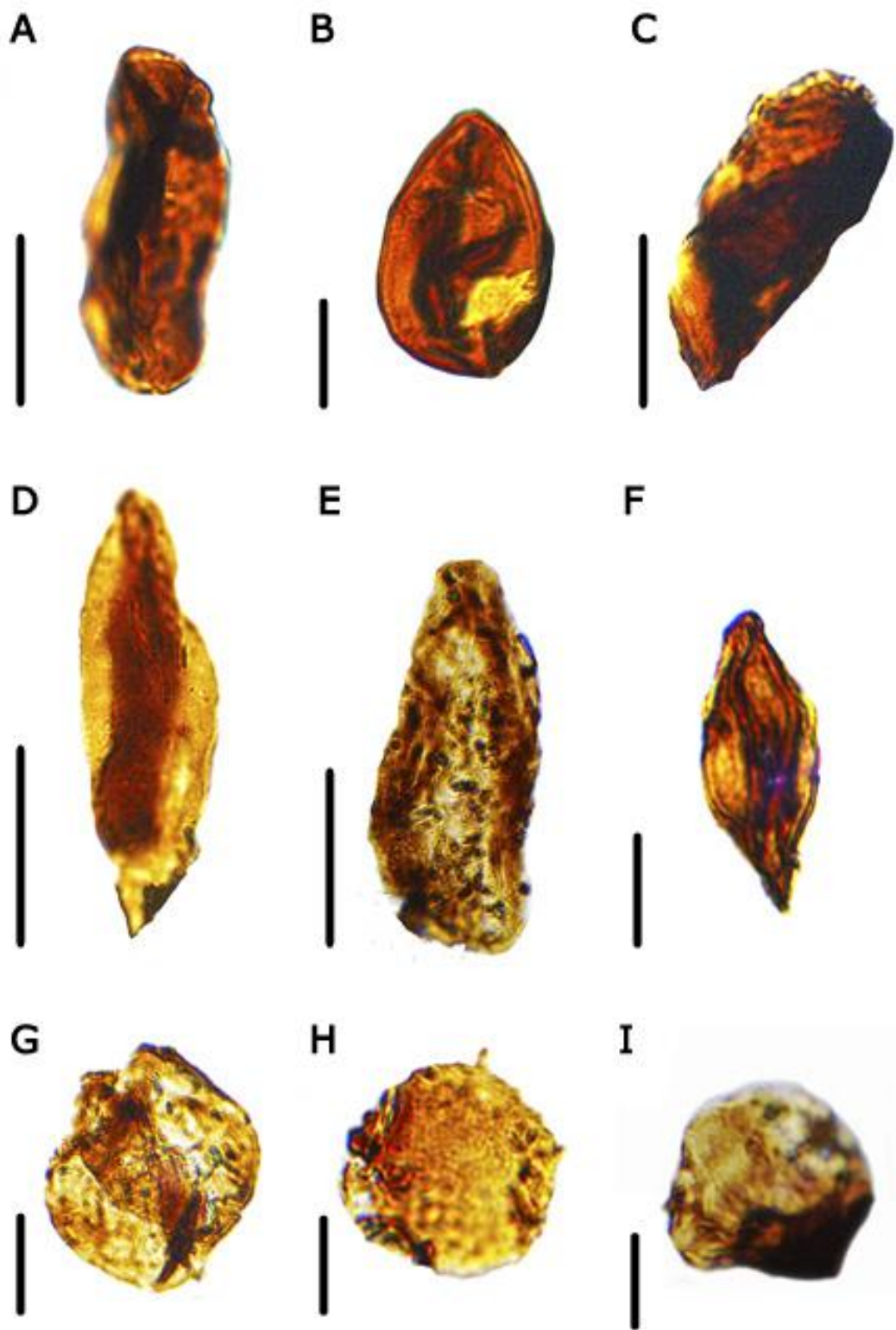


Lámina 10. Figuras A, C y D, la barra mide 20 micras; figuras B, F, H e I, la barra mide 10 micras; figura E, la barra mide 25 micras; figura G, la barra mide 15 micras.

Lámina 11

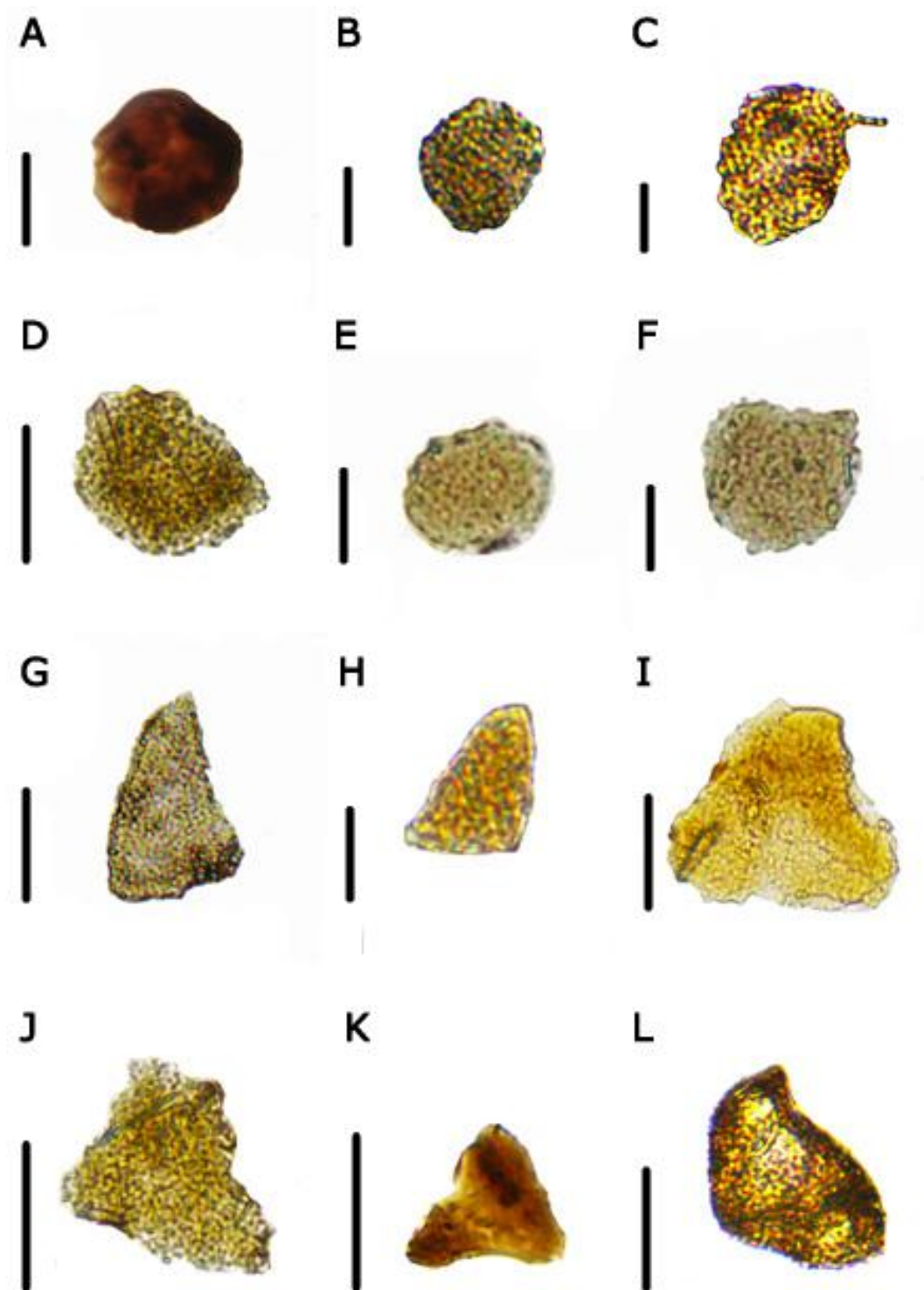


Lámina 11. Figuras A, B, C, E, F y H, la barra mide 5 micras; figuras D, G, I, J, K y L, la barra mide 10 micras.

Lámina 12

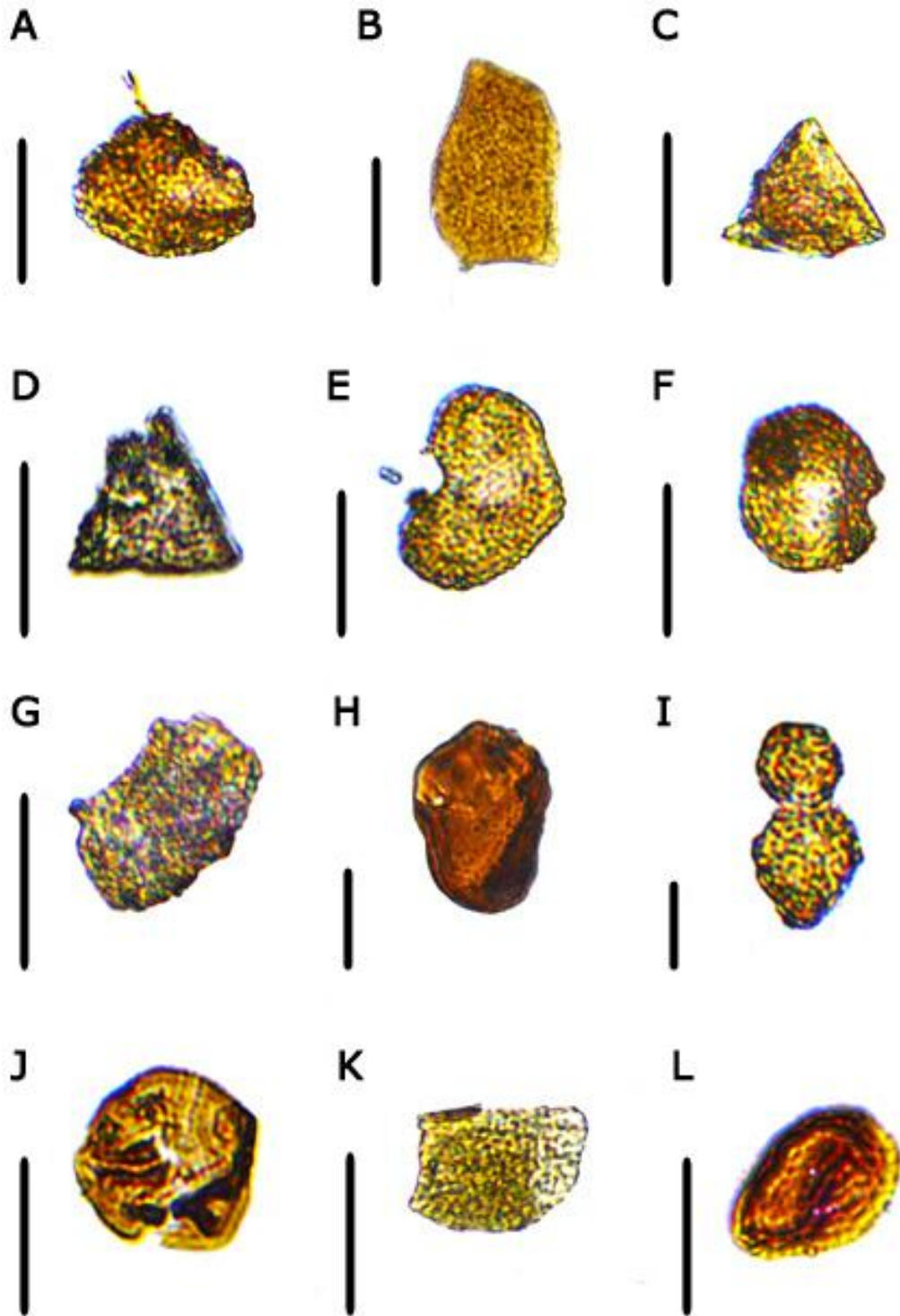


Lámina 12. Figuras A, B, C, D, E, F, G, H, J, K y L, la barra mide 10 micras; figura I, la barra mide 5 micras.

Lámina 13

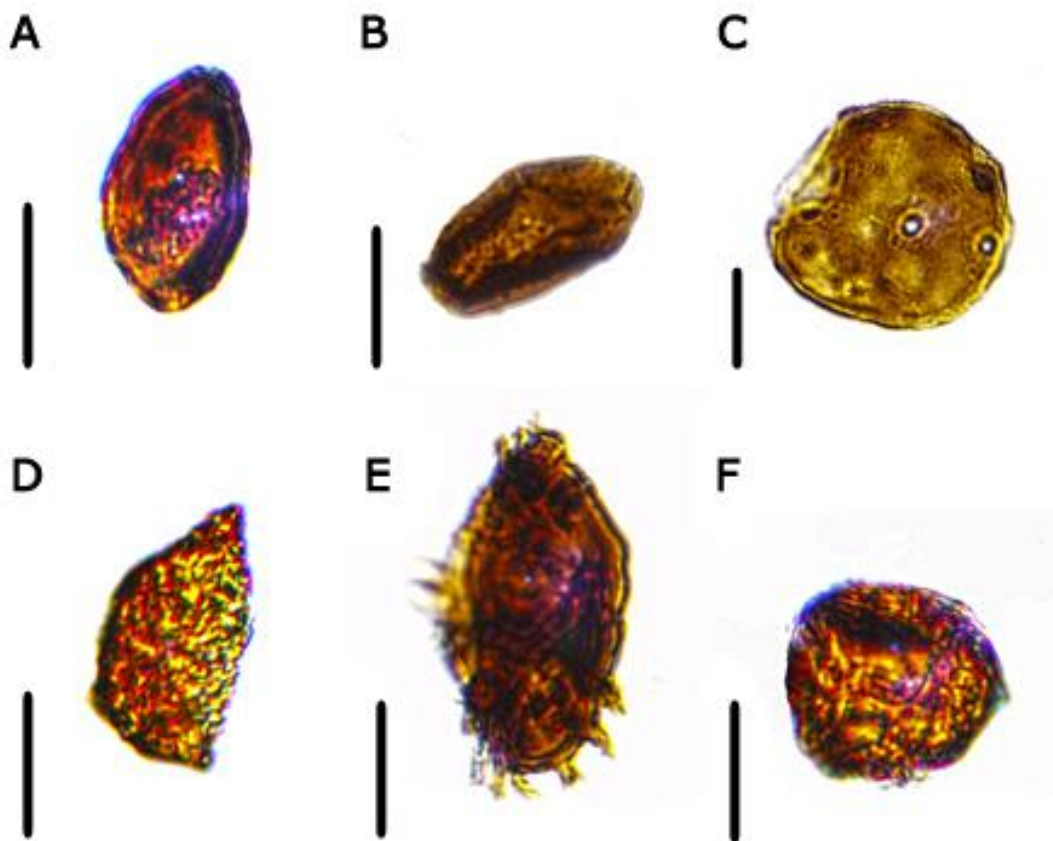


Lámina 13. Figuras A, B, C, D, E y F, la barra mide 10 micras.

C. Descripción y reconstrucción de la composición paleoflorística

1. Estrato TC1

Este estrato localizado a partir del metro 216 de la columna estratigráfica se compone de un ejemplar de helecho de la especie *Phlebopteris angustiloba* y dos ejemplares del género *Sphenopteris*, sin presencia de esporas o pólenes que indiquen la existencia de otra flora fósil, aparte de la ya mencionada. Aunque, en este mismo estrato, Martínez-Paniagua y Velasco de León (2012) reportan el género *Brachyphyllum* (macroflora) en gran abundancia. Por lo tanto, la composición florística de este estrato está conformada mayoritariamente por coníferas cheirolepidiáceas y en menor proporción por helechos (cuadro 6).

2. Estrato C1

La capa se localiza a los 246 m, en ella se registraron cuatro ejemplares microfósiles de los géneros *Coniopteris* y ocho ejemplares de *Sphenopteris*, además de cuatro esporas de hongos, un polen de *Classopollis torosus* y diversos morfotaxa. De acuerdo con Martínez-Paniagua y Velasco de León (2012) también existe la presencia de macroflora como *Zamites*, *Otozamites*, *Pelourdea* y *Brachyphyllum*. Esto permite suponer que la composición de la vegetación estuvo integrada por elementos herbáceos (helechos), arbustivos (bennettitales) y arbóreos (coníferas), además de hongos y taxa no identificados, representadas por la microflora.

3. Estrato B1

Esta capa se encuentra a los 266 m, el contenido fosilífero está representado fundamentalmente por esporas de *Dictyophyllidites mertonii* y en proporciones muy bajas de esporas y pólenes de los géneros y especies *Ahrensia sporites*, *Cibotium spora jurienensis*, *Gleicheniidites*, *Matoniosporites* y *Classopollis torosus*, de tal forma que la composición de la flora estuvo integrada por elementos herbáceos como los helechos y arbóreos como las

coníferas. Estos datos no pudieron contrastarse con la macroflora, ya que su ausencia no lo permite.

4. Estrato B2

La ubicación estratigráfica del estrato es a los 266.8 m, se caracteriza por abundantes y diversos macrofósiles como *Cladophlebis exiliformis*, *Cladophlebis* sp, *Coniopteris* sp, *Phlebopteris* sp, *Sphenopteris* sp. y un helecho indeterminado. Dentro de la microflora se registró la presencia de esporas y pólenes como *Dictyophyllidites mortonii*, *Verrucosisorites* y *Cycadopites*. La presencia de esta vegetación indica que se desarrollaron comunidades herbáceas y arbustivas, de helechos, y cicadales, respectivamente siendo los helechos los de mayor abundancia y diversidad.

5. Estrato B3

El último nivel estratigráfico muestreado fue a los 292.6 m, el contenido fosilífero consta únicamente de esporas y pólenes como *Baculatisporites*, *Dictyophyllidites mortonii*, *D. paramuensteri*, *Echinatisporis*, *Nevesisporites*, *Osmundacidites*, *Punctatosporites*, *Verrucosisorites*, *Inaperturopollenites*, *Classopollis torosus*, *Cycadopites*, *Equisetosporites*, *Podosporites*, además de los morfotaxa del 6 al 9. Aunque reportes anteriores denotan la presencia de bennettitales, equisetales y troncos (Martínez-Paniagua y Velasco de León, 2012). Esta vegetación representa una comunidad bien establecida y estructurada, ya que se tienen diversos elementos desde los herbáceos hasta los arbóreos como briofitas, filicales, cicadales y coniferales.

D. Abundancia y diversidad

Los cuadros siguientes muestran las abundancias por localidad de cada uno de los elementos paleoflorísticos presentes en las tres localidades, así como su ecología general.

El cuadro 8 relaciona la familia el género y la especie con su abundancia por localidad y la ecología general.

Elementos Macroflorísticos (Filicales)						
Familia	Género	Especie	Abundancia de ejemplares por localidad			Ecología general
			TC	C	B	
Osmundaceae	<i>Cladophlebis</i>	<i>Cl. sp.</i>	0	0	1	Higrófilo-cálido
Osmundaceae		<i>Cl. exiliformis</i>	0	0	1	Higrófilo-cálido
Dicksoniaceae	<i>Coniopteris</i>	<i>C. sp.</i>	0	4	1	Higrófilo-cálido
Matoniaceae	<i>Phlebopteris</i>	<i>P. sp.</i>	0	0	8	Higrófilo-cálido
Matoniaceae		<i>P. angustiloba</i>	1	0	0	Higrófilo-cálido
Sphenopteridae	<i>Sphenopteris</i>	<i>S. sp.</i>	2	8	3	Higrófilo-cálido
	Morfotaxón (helecho)		0	0	1	Higrófilo-cálido
		Subtotal	3	12	15	
		TOTAL	30			

Cuadro 8. Abundancia por localidad de los ejemplares macrofósiles y ecología general (cuadro 5).

El cuadro 9 relaciona el género y la especie con su afinidad botánica, su abundancia por localidad y su ecología general.

Elementos Microflorísticos						
Género	Especie	Afinidad botánica	Abundancia de palinomorfos por localidad			Ecología general
			TC	C	B	
Esporas						
<i>Ahrensispores</i>	<i>A. sp.</i>	Pteridofita (desconocida)	0	0	2	Higrófilo-cálido
<i>Baculatisporites</i>	<i>B. sp.</i>	Pteridofita (Osmundaceae)	0	0	1	Higrófilo-cálido
<i>Cibotiumspora</i>	<i>C. jurienensis</i>	Pteridofita (Dicksoniaceae)	0	0	3	Higrófilo-cálido
<i>Dictyophyllidites</i>	<i>D. mortonii</i>	Pteridofita (Matoniaceae)	0	0	494	Higrófilo-cálido
<i>Dictyophyllidites</i>	<i>D. paramuensteri</i>	Pteridofita (desconocida)	0	0	2	Higrófilo-cálido
<i>Echinatisporis</i>	<i>E. sp.</i>	Pteridofita (desconocida)	0	0	1	Higrófilo-cálido

Inferencias Paleoclimáticas con base en micro y microfósiles del Conglomerado Cualac, Jurásico Inferior y Grupo Tecocoyunca, Jurásico Medio, Guerrero.

Fungospora		Fungi (desconocido)	0	4	0	
<i>Gleicheniidites</i>	<i>G. sp.</i>	Pteridofita (Dicksoniaceae)	0	0	3	Higrófilo- cálido
<i>Matoniosporites</i>	<i>M. sp.</i>	Pteridofita (Matoniaceae)	0	0	1	Higrófilo- cálido
<i>Nevesisporites</i>	<i>N. sp.</i>	Briofita (desconocida)	0	0	1	Higrófilo
<i>Osmundacidites</i>	<i>O. sp.</i>	Pteridofita (Osmundaceae)	0	0	2	Higrófilo- cálido
<i>Punctatosporites</i>	<i>P. sp.</i>	Pteridofita (Marattiaceae)	0	0	1	Higrófilo- cálido
<i>Verrucosisporites</i>	<i>V. sp.</i>	Pteridofita (Osmundaceae)	0	0	2	Higrófilo- cálido
Granos de Polen						
<i>Inaperturopollenites</i>	<i>I. sp.</i>	Conferofita (Araucariaceae)	0	0	8	Xerófilo- templado
<i>Classopollis</i>	<i>C. torosus</i>	Coniferofita (Cheirolepidiaceae)	0	1	5	Xerófilo-cálido
<i>Cycadopites</i>	<i>C. sp.</i>	Ginkgoales/Cycadales/ Bennettitales	0	0	5	Xerófilo- templado
<i>Equisetosporites</i>	<i>E. sp.</i>	Gnetopsida/ Cycadales	0	0	1	Xerófilo-cálido
<i>Podosporites</i>	<i>P. sp.</i>	Coniferofita (Podocarpaceae)	0	0	3	Xerófilo-cálido
Morfotaxa indeterminados						
Morfotaxón 1			0	23	0	
Morfotaxón 2			0	6	0	
Morfotaxón 3			0	1	0	
Morfotaxón 4			0	2	0	
Morfotaxón 5			0	2	0	
Morfotaxón 6			0	0	2	
Morfotaxón 7			0	0	2	
Morfotaxón 8			0	0	1	
Morfotaxón 9			0	0	1	
Subtotal			0	39	541	
TOTAL			580			

Cuadro 9. Abundancia por localidad de los elementos microflorísticos y ecología general (cuadro 5).

El gráfico 1 detalla la abundancia y diversidad de las tres localidades y que géneros son los más representativos. Para ello, se tomó en consideración cuantos géneros, tanto

macrofósiles como microfósiles, se encontraron en cada una de las localidades estudiadas y que grupos fueron los más representativos.

La gráfica 2 muestra los porcentajes de la paleoflora a nivel local, en esta se consideró el total de géneros, macro y microfósiles, de las tres localidades y su proporción en cada uno de los seis grupos paleoflorísticos, todo ello para dar un panorama más general del total de la flora fósil que se desarrolló.

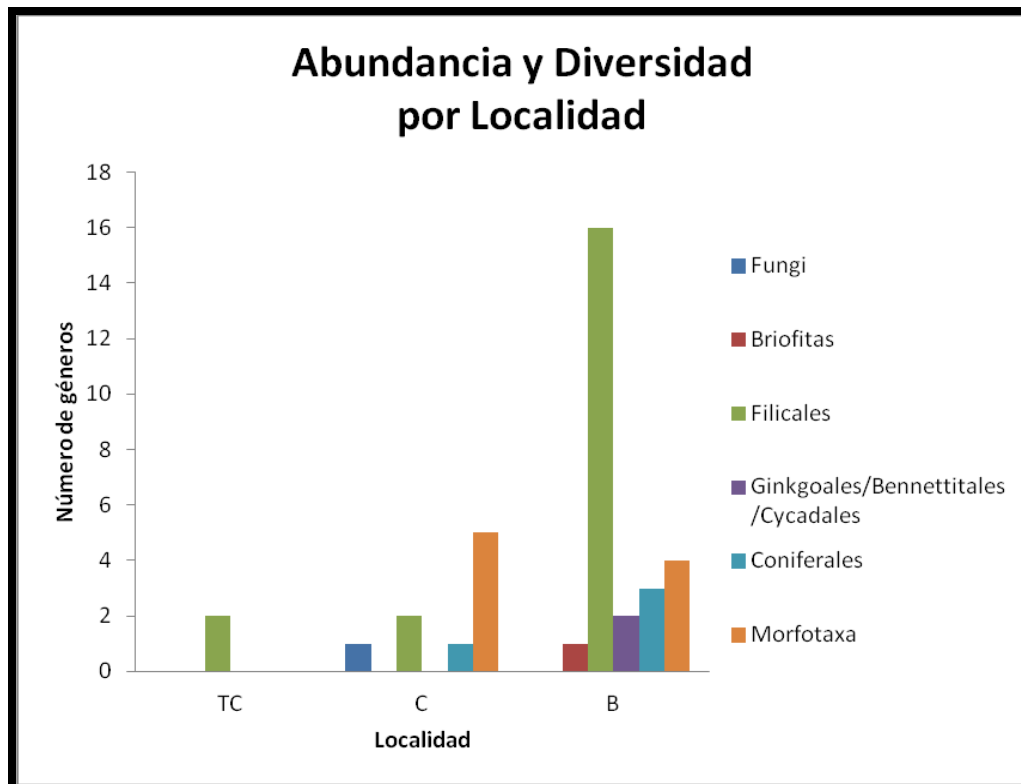


Gráfico 1. Abundancia y diversidad por localidad de la paleoflora.

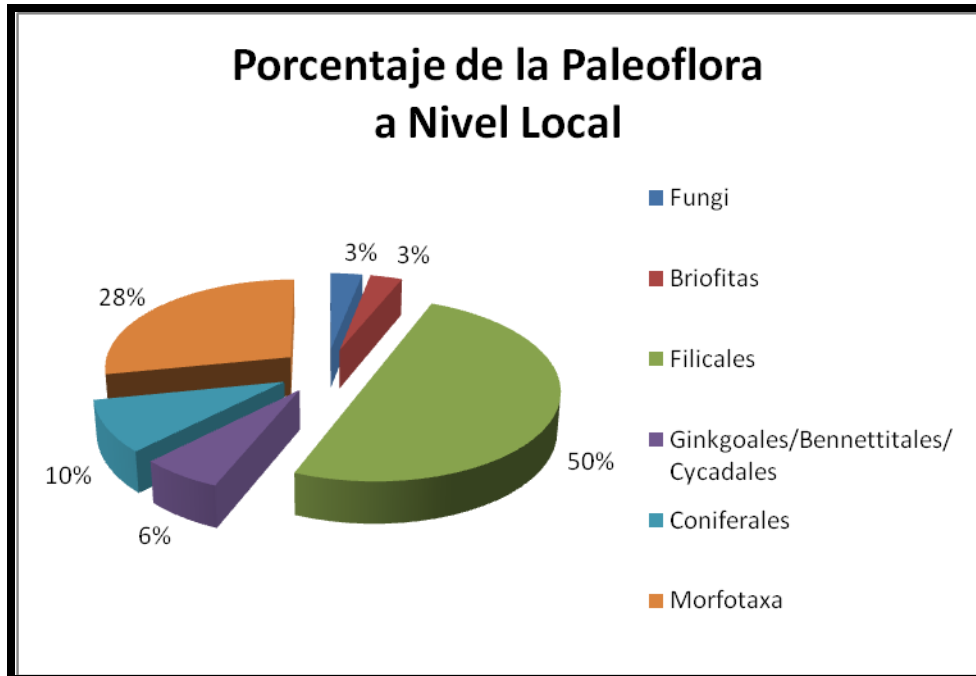


Gráfico 2. Porcentajes paleoflorísticos.

Para las tres localidades se registraron, entre macro y microflora, nueve familias, 20 géneros, seis especies y 10 morfotaxa (Cuadro 8 y 9).

Los cuadros 8 y 9 muestran que a nivel de género, *Sphenopteris*, *Phlebopteris* y la espora *Dictyophyllidites mortonii* son de las filicales más abundantes, con 13 y nueve ejemplares y 494 esporas, respectivamente. El primer de ellos presente en las tres localidades, siendo la Carretera la que posee el mayor número de ejemplares; seguido de *Phlebopteris* que se encuentra en Tres Caminos y Barranca. Esta última localidad con un mayor número de ejemplares de este género; y por último, la espora que solo se ha encontrado en la Barranca. El resto se encuentra en proporción baja, de uno a cuatro ejemplares de helechos de los géneros y especies *Cladophlebis exiliformis*, *Coniopteris*, *Phlebopteris angustiloba*, Morfotaxón de helecho; de una a cinco esporas *Ahrensia sporites*, *Baculatisporites*, *Cibotiumspora jurienensis*, *D. paramuensteri*, *Echinatisporis*, *Fungospora*, *Gleicheniidites*, *Matoniosporites*, *Nevesisporites*, *Osmundacidites*, *Punctatosporites*, *Verrucosisporites*; de uno a ocho granos de polen *Inaperturopollenites*, *Classopollis torosus*, *Cycadopites*, *Equisetosporites*, *Podosporites*; y de 1 a 23 granos los morfotaxa 1 al 9; en su mayoría encontrados en la localidad de la Barranca. En el gráfico 1 se muestra que la mayoría de los

grupos paleoflorísticos, conformados por estos microfósiles y palinomorfos, se encuentran bien representados en la localidad de la Barranca, siendo el grupo de las filicales el que tiene mayor preponderancia, seguida de la Carretera en donde el grupo mayoritario son los morfotaxa, mientras que Tres Caminos esta subrepresentado solo con filicales.

Los porcentajes paleoflorísticos de la gráfica 2 nos muestran las proporciones de cada uno de los grupos vegetales, los cuales en conjunto conforman el entorno local. Dentro de estos grupos, las filicales constituyen el 50% de la paleoflora que se desarrolló en ese entorno, de este porcentaje el 75% de los helechos se encuentra en la localidad de la Barranca, mientras que el restante 25% se divide a partes iguales entre la localidad de la Carretera y Tres Caminos. El gran porcentaje de helechos encontrados en la Barranca, posiblemente se deba a que este lugar posee las características climáticas para el desarrollo de una gran cantidad y variedad de este grupo.

El segundo grupo de mayor representatividad son los morfotaxa con 28% del cual el 55.5% lo constituyen los morfotaxa 1 al 5 que se desarrollaron en la localidad de la Carretera, el resto de ellos, 6 al 9, fueron encontrados en la Barranca. Cabe destacar que el morfotaxón 1 posee una gran cantidad de granos, alrededor de 23, le sigue el morfotaxón 2 con 6 y el resto solo presenta de 1 a 2 granos. La calidad de la preservación que presentan dichos palinomorfos es mala, ya que muchos de ellos están rotos, lo que indica un posible retrabajamiento del material y por lo tanto no pueden ser utilizados para inferir condiciones ambientales.

En el grupo de las coniferales, que conforman el 10% de la paleoflora a nivel local, el 75% se encuentra representado en la localidad de la Barranca por géneros y especies como *Inaperturopollenites*, *Classopollis torosus* y *Podosporites*; por otro lado, la Carretera solo presenta la especie *Classopollis torosus*.

Dentro de los grupos minoritarios, los géneros *Cycadopites* y *Equisetosporites*, de posición incierta, pero que pueden ser atribuidos a ginkgoales, bennettitales o cycadales, conforman solo el 6% de la paleoflora a nivel local, la cual únicamente se encuentra presente en la

localidad de la Barranca. Por otra parte, la proporción de briofitas y hongos es insignificante, solo representada por el 3% cada, dichos grupos se les encuentra en la Barranca y la Carretera, respectivamente.

Todo lo anterior muestra que la Barranca es la más abundante y diversa en cuanto a micro y macroflora fósil se refiere, ya que posee el 70%. De este porcentaje, las filicales son el grupo más representativo en dicha localidad. En abundancia y diversidad le sigue la Carretera con un 24%, del cual los morfotaxa son los elementos característicos. Por último, Tres Caminos que solo cuenta con registros de macrofilicales fósiles y representan el 6 % de la paleoflora. En las tres localidades destaca la presencia continua de las filicales, ya sea, como macro o microflora.

X. DISCUSIÓN

Como ya se mencionó en la sección –ubicación estratigráfica y tipo de roca- los porcentajes de la macro y microflora, encontrados en los distintos estratos, son diferentes, ello se debe a la textura de los sedimentos y a la historia de sepultamiento que interviene en el proceso de fosilización. En primer lugar los microfósiles, depositados en la localidad de la Barranca, se encuentran mejor conservados, ya que las impresiones y compresiones de frondas se encuentran en capas de roca de sedimento fino (lutita), además de presentar bajo grado de fragmentación, por lo que su depósito fue *in situ*, estos factores favorecieron la preservación de dicha vegetación en gran cantidad. La presencia de macroflora junto con el bajo grado de maduración que presenta el carbón (kerogeno de tipo III), corrobora un ambiente deposicional continental, más que marino, en la Barranca.

En cuanto a la microflora, esta debe también su presencia a la textura fina de la roca, además del tipo de carbón, características que permitieron la preservación de una gran cantidad de palinomorfos. En la figura 5 y el cuadro 7 se observa claramente la presencia de diferentes palinomorfos en distintos niveles de la columna estratigráfica. Es así, que el estrato B1 se caracteriza por la presencia de abundantes y diversas esporas de filicales, consideradas autóctonas, dado que presentan buen estado de preservación, no así para el polen de *Classopollis torosus*, el cual es de dispersión anemócora y por ende considerado alóctono. Por otro lado, la capa B2 al igual que la anterior posee esporas, aunque distintas y en menor proporción, además de polen de *Cycadopites*. En el último nivel, B3, que esta muy cerca de la cima, se nota una gran diferencia con respecto a los anteriores estratos, ya que se reporta una gran variedad de granos de polen alóctonos y esporas autóctonos, de distintos géneros y especies. Por lo tanto, estos tres niveles estratigráficos que se localizan en la zona de la Barranca denotan una mayor abundancia, que TC1 y C1.

La diferencia de porcentajes de los macro y microfósiles en los distintos estratos se relaciona con el ambiente de depósito y condiciones climáticas distintas. En la capa TC1 no se encontraron esporas o polen debido a que el cambio de energía del ambiente de depósito y a las condiciones subaéreas, denotado por la presencia de arenisca de grano grueso,

nódulos de hierro y estratificación cruzada (Flores Domínguez y Mercado Millán, comunicación personal), impidieron la sedimentación de dichas estructuras. La presencia en menor grado de herbáceas como las filicales *Phlebopteris* y *Sphenopteris*, consideradas flora higrófila (Wang, 2002; Van konijnenburg- Van Cittert, 2002) denotan el aporte estacional de agua. El abundante elemento arbóreo del género *Brachyphyllum* (Martínez-Paniagua y Velasco de León, 2012), considerado termófilo (Rees *et al.*, 2000; Volkheimer, 2008), indica temperaturas elevadas. Por lo tanto la presencia de helechos y coníferas permite proponer una estacionalidad para esta capa, misma que se apoya en el tipo de roca y estructuras sedimentarias, que según Flores Domínguez y Mercado Millán (comunicación personal) indican un cambio en la energía del ambiente de depósito, ya que la formación de nódulos de hierro es característica de ambientes subaéreos y se asocia a una disminución en la cantidad de agua, además la presencia de areniscas de grano grueso necesita un agente de transporte con mayor energía en este caso un río debido a la redondeado de los granos, todo lo anterior les permitió interpretar este ambiente como fluvial estacional. Este estrato se propone como biofacies 1 dada la abundante presencia de *Brachyphyllum*.

El estrato TC1 muestra una proporción, composición florística y estructura litológica, distinta a la de la capa subsecuente, la C1; en la cual se registró la presencia de fungosporas, coníferas como *Classopollis torosus*, además de los morfotaxa 1 al 5, los cuales se depositaron en arenisca de grano fino con lutita. Si bien, en la arenisca la posibilidad de encontrar palinomorfos es muy remota debido a su tamaño de grano, algunas ocasiones su presencia es factible, esto puede deberse a que dicha roca se encuentra relacionada con arcilla, lo que indica condiciones de baja energía lo cual posibilita el depósito y preservación de dichos elementos microscópicos. Junto con esta microflora también se encontró macroflora de los géneros *Coniopteris* y *Sphenopteris*, además *Zamites*, *Otozamites*, *Pelourdea* y *Brachyphyllum* reportados anteriormente por Martínez-Paniagua y Velasco de León (2012). El registro de estos microfósiles y palinomorfos es debido a que el ambiente de depósito era de baja energía denotado por la presencia de arenisca de grano fino con lutita, el depósito ocurrió en abanicos fluviales en cuyo entorno y épocas de máxima precipitación pluvial se formaron llanuras de inundación, con variaciones locales por topografía, según lo propuesto por Flores Domínguez y Mercado

Millán (comunicación personal). El encontrar registros de fungosporas, aunque en baja proporción, elementos macroflorísticos como *Zamites*, *Otozamites* y *Pelourdea* (este último género es característico de ambientes húmedos según Ash (1987), permite suponer la presencia de un ambiente más húmedo que la zona TC1 y cálido, esto último con base en los registros de *Brachyphyllum* y *Classopollis torosus*, los cuales como ya se mencionó anteriormente, son elementos termófilos.

Es importante señalar, que conforme se avanza a niveles superiores en la columna estratigráfica la composición paleoflorística es distinta a los estratos anteriores ya sea en abundancia o diversidad. En la capa de carbón B1 el registro de la macroflora es nula, pero la presencia de palinomorfos como *Ahrensia sporites*, *Cibotium spora jurienensis*, *Dictyophyllidites mortonii*, *Gleicheniidites*, *Matonisporites* y *Classopollis torosus* es diverso. La presencia de estos elementos se vio favorecida por el ambiente de depósito, el cual era anóxico y de muy baja energía. Por lo tanto, se puede proponer que la zona fue un pantano situado en el exterior de los márgenes de un delta, dado que los depósitos de carbón, la gran cantidad de esporas de filicales, anteriormente mencionadas y la baja energía, reflejan un ambiente de muy alta humedad, además de ser cálido, esto último con base en la presencia del palinomorfo *Classopollis torosus*, de afinidad a Cheirolepidiaceae y que está asociado a medios costeros (Watson, 1977; Alvin, 1982).

La composición florística del estrato B1, se caracterizó por la presencia exclusiva de esporas de helechos, se diferencía de la capa B2 en la cual se registran los géneros y especies de esporas y pólenes como *Dictyophyllidites mortonii*, *Verrucosisporites* y *Cycadopites*, además de macroflora como *Cladophlebis* sp., *Cladophebis exiliformis*, *Coniopteris* sp., *Phlebopteris* sp. en gran abundancia, *Sphenopteris* sp. y un morfotaxón de helecho. Todos ellos se depositaron en lodos carbonosos y mostraron buenas condiciones de preservación, ya que la macroflora muestra señales de poco arrastre, por lo cual se puede inferir que la vegetación era autóctona, lo mismo que la microflora. El ambiente de depósito con base en la litología (lutita carbonosa) y la alta proporción de la macroflora poco fragmentada, indican un ambiente de baja energía. La presencia de lutita carbonosa y de las filicales (macroflora) las cuales según Wang (2002) y Van Konijnenburg-Van Cittert

(2002) son formadoras de turba y se distribuyen en zonas pantanosas, hacen suponer que, precisamente, hubo un ambiente de depósito pantanoso con clima cálido. Este tipo de clima posiblemente debe su presencia a la posición latitudinal de México en el Jurásico, la cual estuvo más cerca al ecuador. Por otro parte, *Cycadopites* de afinidad botánica a ginkgoales hace pensar que existió otro paleoclima, en este caso, templado, en sitios más lejanos, dado que este tipo de flora es común en zonas con topografía más elevada (Ziegler *et al.*, 1993). Esto último se basa en la aloctonía de dicho palinomorfo, ya que es de baja abundancia comparada con las esporas; además se debe tener especial reserva ya que su afinidad botánica no está del todo bien definida, dada la dificultad para identificarlo debido a su semejanza con pólenes de bennettiales y cycadales (Balme, 1995).

Si bien, los anteriores estratos han presentado una gran abundancia y diversidad de elementos paleoflorísticos, ésta no es tan notable comparada con la capa B3. En dicha capa fue característica la presencia de géneros y especies de pólenes y esporas como *Baculatisporites*, *Dictyophyllidites mertonii*, *D. paramuensteri*, *Punctatosporites*, *Nevesisporites*, *Osmundacidites*, *Verrucosisorites*, *Inaperturopollenites*, *Classopollis torosus*, *Cycadopites*, *Equisetosporites*, *Podosporites* y los morfotaxa del 6 al 9, además de bennettiales, equisetales y troncos reportados por Martínez-Paniagua y Velasco de León (2012). De todos los elementos, los mejor representados fueron las esporas de pteridofitas, ya que se encuentran en mayor proporción y con buena preservación, por lo que se les consideró autóctonos. Es el caso de *D. mertonii*, espora reportada en floras del Jurásico y Cretácico de Europa, Asia, América del Norte y América del Sur, incluso se le ha asociado con helechos del género *Phlebopteris* (Litwin, 1985), es así que, este trabajo contribuye a incrementar los reportes y la distribución de dicha especie. El resto de los palinomorfos se preservó en menor cantidad y en muy malas condiciones por lo que se les consideró material proveniente de zonas más alejadas, es decir alóctonos. Como *Classopollis torosus* e *Inaperturopollenites*, granos de polen que forma parte de palinofloras jurásicas con igual distribución que la espora *D. mertonii*, pero con escasos registros para nuestro país. Sin embargo la presencia de elementos Gondwánicos como *Podosporites* podría suponer una afinidad Gondwánica de la flora fósil mexicana.

La proporción y condición autóctona que presentan los esporomorfos del estrato B3 y sobre todo que dicha vegetación es considerada higrófila, además de la litología presente en la zona, permite proponer un ambiente húmedo de muy baja energía, característico de un pantano. Por otro lado la aloctonía de elementos como *Classopollis torosus*, considerado termófilo, apoya la idea de un ambiente con temperaturas cálidas, sin embargo la presencia de otros elementos polínicos como *Inaperturopollenites*, el cual se encuentra en mayor proporción que *C. torosus*, también hace posible la idea de que se desarrollaron ambientes más templados alejados de la zona de depósito. Desde el punto de vista de la macroflora reportada por Martínez-Paniagua y Velasco de León (2012), la presencia de elementos higrófilos como equisetales y de bennettiales, permiten considerar más la idea de un ambiente húmedo y cálido. Sin embargo, se considera que la presencia de elementos paleoflorísticos tanto higrófilos y xéricos-cálidos como templados, apoya la propuesta de un ambiente húmedo, tanto cálido en las zonas de depósito como templado en las zonas más alejadas. Esta gran abundancia y diversidad de elementos macro y microflorísticos permite caracterizar este estrato como biofacies 2.

Este trabajo reporta que la paleoflora de las tres localidades está representada por elementos florísticos que denotan una mayor diversidad y nuevos registros para la zona como esporas de hongos, briofitos; frondas y esporas de filicales; pólenes de coniferales y de categorías *Incertae sedis*, que pueden ser atribuidas a ginkgoales, bennettiales o cycadales; además de morfotaxa. En este estudio, el orden más abundante, fueron las filicales con un registro del 50% (30 ejemplares entre frondas y pinnas, además de 511 elementos palinológicos), este incremento es debido a la gran cantidad de esporas del género *Dictyophyllidites mortonii*, las cuales posiblemente podrían haber sido producidas por un sólo individuo, ya que algunos reportes indican una producción por individuo de alrededor de 300 esporas. Sin embargo, cabe decir, que el conteo de dichos elementos fue en sólo dos de las diez laminillas montadas, por lo tanto se puede proponer la existencia de más de un individuo productor de este tipo de espóra. El siguiente más abundante son los morfotaxa con un 28% (40 elementos palinológicos), le siguen las coniferales con 10% (17 elementos palinológicos), el 6% (6 elementos polínicos) pertenecen a elementos que pueden ser ginkgoales, bennettiales o cycadales, el 3% (con un solo elemento) briofitas y por último

3% de esporas de hongos. En términos generales, la composición paleoflorística, a nivel de localidad, según Martínez-Paniagua y Velasco de León (2012), se encuentra integrada en su mayoría por Bennettitales con un 62%, le siguen las coniferales con un 15%, las ginkgoales con un 11%, el 6% corresponde a ramas/corteza/troncos, las equisetales y las estructuras reproductoras conforman el 3% y 2%, respectivamente y el 1% son *Incertae sedis*. Hay diferencias con respecto a lo reportado por Martínez-Paniagua y Velasco de León (2012), si se observaba el cuadro 8 y 9, el polen de la bennettitales, ginkgoales y cycadales no es fácilmente diferenciable entre sí, además de estar escasamente preservado, en comparación con los microfósiles de estos ordenes, los cuales pueden quedar en el registro fósil como hojas y conos, que puede ser identificados a nivel de género o especie. En contraste, los macro y microfósiles de helechos, al encontrarse en buen estado de preservación y en gran abundancia, pudieron identificarse a nivel de especie, además este grupo al estar presente en las tres localidades, denota que fueron un elemento persistente en el tiempo, en donde estacionalmente existió alta precipitación o incremento de humedad, esto se refuerza con la presencia de esporas de hongos y briofitas que tienen requerimientos ecológicos similares, pero que son escasos como microfósiles.

La diferencia entre estos porcentajes fue probablemente influenciada por el proceso de sedimentación y preservación, el cual es distinto para macroflora y microflora, por lo que se interpreta que el proceso de fosilización causó un sesgo importante en la macroflora, afectado por el tiempo que tarda en llegar a la madurez, el ciclo de reproducción y la cantidad de palinomorfos que produce. En lo general, los reportes de microfósiles indican la presencia de abundante y diversa vegetación en las localidades, las estructuras reproductoras como conos y semillas apoyan la idea de comunidades bien establecidas. Estas comunidades, se desarrollaron cerca de un afluente, sobre todo aquella que depende mucho del agua para su reproducción como las filicales, la cuales de acuerdo con Wang (2002) pudieron distribuirse en las periferias del cuerpo de agua. Además de estar expuestas a eventos de máxima precipitación, en el cual las llanuras de inundación evolucionaron a zonas con pantanos situados en el exterior de los márgenes de un delta. A esta vegetación le seguiría aquella un poco más xerófila, pero que igualmente pudo estar muy cerca de las

filicales y las equisetales, como las bennettitales. Por último, estarían las coniferofitas y ginkgofitas, que, dada la presencia en baja proporción, se desarrollarían en zonas lejanas.

Corona-Esquivel *et al* (2006) mencionan capas de carbón, en la región nororiental del estado de Guerrero que se corresponden con las de este trabajo, las cuales se generan en paleoambientes pantanosos y se forman en condiciones tropicales, cálidas y húmedas, a partir de vegetación abundante, como la ya mencionada, además de presentar tectonismo de subsidencia, el cual se interpreta en la columna estratigráfica con el crecimiento y sepultamiento de la vegetación. La litología que presenta el área de estudio es característica de secuencias estratigráficas que reciben el nombre de ciclotemas, es decir, una secuencia litológica que se repite en el tiempo, en donde dicha roca organoclástica forma parte.

XI. CONCLUSIONES

Se obtuvieron y describieron 27 tipos de palinomorfos, en su mayoría depositados en la Barranca; el más abundante en esta zona fue *Dictyophyllidites mertonii* seguido del morfotaxón uno de la localidad Carretera.

De los 30 ejemplares de macrofósiles identificados y descritos, *Sphenopteris* y *Phlebopteris* fueron los más abundantes en las localidades de la Carretera y Barranca, respectivamente. En tanto que *Cladophlebis* y *Coniopteris* se encuentran subrepresentados.

En la localidad de Tres Caminos se desarrolló una comunidad de baja diversidad y abundancia, integrada por filicales como *Phlebopteris angustiloba* y *Sphenopteris*, sin presencia de microfósiles. Por el contrario, en la Carretera se desarrolló en mayor proporción una comunidad más diversa de helechos de los géneros *Coniopteris* y *Sphenopteris*, además de microfloras aún sin identificar. En contraste, en la localidad de la Barranca se tiene la presencia de una comunidad vegetal de mayor abundancia y diversidad que las anteriores localidades, integrada por filicales, en su mayoría representadas por *Phlebopteris* y *Dictyophyllidites mertonii*; coniferales como *Inaperturopollenites* y *Classopollis torosus*, entre otros; elementos Insertae sedis como *Cycadopites* y *Equisetosporites*; además de briofitas y morfotaxa sin identificar.

Se considera a las filicales como un elemento persistente a lo largo del tiempo y su incremento es proporcional a la evolución del ambiente sedimentario, el cual culmina en uno con mayor humedad.

Las litofacies y facies que presentan las tres localidades del Grupo Tecocoyunca, representan distintos tipos de ambiente de depósito continental. Por lo que, se propone el cambio de un ambiente de menor humedad con clima cálido-húmedo, en Tres Caminos a uno de alta humedad con lluvias estacionales y llanuras de inundación, en la Carretera, que posteriormente evolucionó a un ambiente pantanoso con temperaturas cálidas en las áreas

Inferencias Paleoclimáticas con base en micro y microfósiles del Conglomerado Cualac, Jurásico Inferior y Grupo Tecocoyunca, Jurásico Medio, Guerrero.

cercanas al pantano y templadas en las zonas más alejadas, esto en la localidad de la Barranca.

Por último, con base en los datos reportados en este trabajo, se sugiere que en los alrededores cercanos al cuerpo de agua se desarrolló una paleoflora ampliamente abundante y diversa.

XII. BIBLIOGRAFÍA

Adame, J. H. 2007. Flórmula del Jurásico Medio de la región de Ayuquila, noroeste del estado de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 50 pp.

Aguilar, F. J. 2004. Plantas Jurásicas de la región noroccidental de Oaxaca (Formaciones Rosario y Cualac): implicaciones paleobiogeográficas. Tesis de Maestría. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 144 pp.

Ash, S. R. 1987. Growth habit and systematics of the Upper Triassic plant *Pelourdea poleoensis*, southwestern U.S.A. Review of Palaeobotany and Palynology 51: 37-49.

Alencáster, G. 1963. Pelecípodos del Jurásico Medio del noroeste de Oaxaca y noreste de Guerrero. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana núm. 15, 52 p.

Alvin, K. L., 1982. Cheirolepidiaceae: Biology, structure and paleoecology. Review of Palaeobotany and Palynology 37: 71-98.

Ángeles, F. R. 2009. El género *Brachyphyllum* en el Mesozoico de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza", UNAM. México, D.F. 64 pp.

Arche, A., 1992. Sedimentología vol. I, Consejo Superior de Investigaciones Científicas Madrid, 103 p.

Arellano Gil J., 2011. Curso: Bases geológicas para biólogos y su aplicación en campo. Duración 20 hrs, dentro del programa Actualización y superación docente de la DGAPA. UNAM, FES Zaragoza.

Balme, E. B., 1995. Fossil in situ spores and pollen grains: an annotated catalogue. Review of Palaeobotany and Palynology 87: 81-323.

Barron, E., Gomez, J. J., Goy, A., Pieren, A. P., 2006. The Triassic-Jurassic boundary in Asturias (northern Spain): palynological characterization and facies. Review of Palaeobotany and Palynology 138: 187-208.

Burckhardt, C. 1927. Cefalópodos del Jurásico Medio de Oaxaca y Guerrero: Boletín del Instituto Geológico de México, (47), 108 p.

Burckhardt, C. 1930. Etude systématique sur le Mesozoïque mexicain. Mémoires de la Société Paléontologique Suisse 49-50: 279.

Carrasco-Ramírez, R.S., 1981. Geología Jurásica del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca: México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, tesis de maestría, 105 p.

Cirilli, S., 2010: Upper Triassic-lowermost Jurassic palynology and palynostratigraphy: a review. Pp. 285-314 in: Lucas, S. G. (ed.). The Triassic timescale. Geological Society, London special publication 334.

Cohen, K.M., Finney, S.M., Gibbard, P.L., and Fan, J.-X., 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes, 36(3): 199-204.

Collinson, M.E., 1996. 'What use are fossil ferns?'- 20 years on: with a review of the fossil history of extant Pteridophyte families and genera. In: Camus, J.M., Gibby, M., Johns, R.J. (Eds.), Pteridology in Perspective. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 349-394.

Cornet, B. and Traverse, A., 1975. Palynological contributions to the chronology and stratigraphy of the Hartford Basin in Connecticut and Massachusetts. Geoscience and man 11: 1-33.

Corona-Esquivel, R., Jordi, T., Benavides-Muñoz, Ma. E., Piedad-Sánchez, N., Ferrusquía-Villafranca, I., 2006. Geología, estructura y composición de los principales yacimientos de carbón mineral en México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, núm. 1: 141-160.

Corro-Ortíz M. G. y F. J. Ruíz-González, 2011. Análisis estratigráfico de las secuencias Jurásicas del área de Tlaxiaco, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

Couper, R. A., 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains. Palaeontographica B, 103: 77-175.

Crabbe, J.A., Jermy, A.C. and Mickel, J.T., 1975. A new generic sequence for the Pteridophyte herbarium. Fern Gaz., 11(2, 3): 141-162.

Cronquist, A. 1986. Botánica básica. Ed. Continental. México, D.F. 318 pp.

Delevoryas, T. 1968. Jurassic Paleobotany in Oaxaca. Geological Society of America, Guidebook for the 1968. Annual Meetings. Mexico City 7: 10-14.

Delevoryas, T. 1982. A new *Coniopteris* from the Middle Jurassic of Tecamatlán, Puebla, México. *Phyta, Studies on Living & Fossil Plants, Pant Comm 1*: 71-77.

Deng, S. and Y. Lu. 2006. The Mesozoic Dicksoniaceae ferns: characteristic, distribution, origin and evolutionary trend. *Global Plant Letters 1*(1): 9-29.

Díaz-Pedrosa, A. 1994. Localidades continentales que han aportado plantas fósiles en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 44 pp.

Diéguez C., 2003. Flora y vegetación durante el Jurásico y Cretácico. *Monograf. Jard. Bot. Córdoba 11*: 53-62.

Diéguez C., D. Peyrot y E. Barrón, 2010. Floristic and vegetational changes in the Iberian Peninsula during Jurassic and Cretaceous. *Review of Palaeobotany and Palynology. 162*: 325-340.

Dunbar Carl O., 1961, 2^{da} edición, *Geología Histórica*, Compañía Editorial Continental, S. A., México, Pp 556.

Erben, H. K., 1956. El Jurásico Medio y el Caloviano de México, en XX Congreso Geológico Internacional, México, D.F., Monografía, 140 p.

Erben, H. K. 1956. Estratigrafía a lo largo de la carretera entre México, D.F. y Tlaxiaco, Oax. con particular referencia a ciertas áreas de los Estados de Puebla, Guerrero y Oaxaca. *Cong. Geol. Inter. XX Sesión. México. Pp 24*.

Erdtman, G., 1952. Pollen morphology and planta Taxonomy. Angiosperms. *Almqvist & Wiksell, Estocolmo*.

Erdtman, G., 1957. Pollen and Spore Morphology/Plant Taxonomy. Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta. *Almqvist & Wiksel, Stockholm, 151 pp*.

Faegri, K., 1956. Recent trends in palynology. *Bot. Rev.*, 22: 639-644.

Faegri, K., & J. Iversen. 1989. *Textbook of pollen analysis. Fourth edition. John Wiley & Sons, New York. 328 pp*.

Ferguson, D. K., 1985. The origin of leaf-assemblages-new light on an old problem, *Review of Palaeobotany and Palynology. 46 (1/2)*: 117-88.

Ferguson, D. K., 2005. Plant Taphonomy: Ruminations on the Past, the Present, and the Future. *PALAIOS*. 20: 418-428.

Gastaldo R. A., D. K. Ferguson, H. Walther and J. M. Rabold, 1996. Criteria to Distinguish parautochthonous leaves in Tertiary alluvial channel-fills. *Review of Palaeobotany and Palynology* 91: 1-21.

Gastony, G.J., 1981. Spore morphology in the Dicksoniaceae I. The genera *Cystodium*, *Thyrsopteris* and *Culcita*. *Am. J. Bot.*, 68(6): 808-819.

Gastony, G.J., 1982. Spore morphology in the Dicksoniaceae II. The genus *Cibotium*. *Can. J. Bot.*, 60(6): 955-972.

Givulescu, R., T. Neagu and O. Dragastan. 1986. *Matonidium goeppertii* Schenk in der Oberen Kreide der Inneren Flysch Zone der Ostkarpaten Rumaniens. *Acta Paleobotanica* 26(1,2): 29-32.

González-Gallardo, S. 1987. Estado actual del conocimiento de plantas fósiles superiores de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 121 pp.

González Torres, E. A., 1989. "Geología y Paleomagnetismo del área de Tezoatlán, Oaxaca". Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. Tesis de Licenciatura. 188 p.

Gould, R. 1970. *Palaeosmunda*, a new genus of siphonostelic osmundaceous trunks from the Upper Permian of Queensland. *Palaeontology* 13: 10-28.

Guzmán, E. J. 1950. Geología del noreste de Guerrero: *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 2(2), 95-156.

Grauvogel-Stamm, L. and Grauvogel, L., 1980. Morphologie et anatomie d' *Anomopteris mougeoti* Brongniart, une fougère du Buntsandstein supérieure des Vosges (France). *Sci. Geol. Bull.* 33, 53-66.

Greenwood D. R., 1991. The taphonomy of plant macrofossils. In: Donovan, S.K. (Ed.), *Fossilization: The Processes of Taphonomy*. Columbia University Press, New York. 141-169.

Hall, J. W. 1965. Remains of a Cretaceous member of the Matoniaceae. *American Journal Botanical* 52(6): 638-639.

Harris, T. M., 1932. The fossil floras of Scoresby Sound East Greenland – Part 3: Caytoniales and Bennettitales. *Meddelelser om Gronland*, 85, 1-133.

Harris, T. M., 1961. The Yorkshire Jurassic Flora. Part 1: Thallophyta and Pteridophyta. London: British Museum (Natural History).

Harris, T. M., 1964. The Yorkshire Jurassic Flora. Part 2: Caytoniales, Cycadales and Pteridosperms. London: British Museum (Natural History).

Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., 2009. *Pollen Terminology: An illustrated handbook*. Springer-Verlag/Wien. Austria.

Hirmer, M. & L. Hoerhammer, 1936. Morphologie, Systematik und geographische Verbreitung der fossilen und rezenten Matoniaceen. *Palaeontographica*, 81: 1-70.

Imlay, R.W., 1953. Las formaciones Jurásicas de México. *Boletín de la Sociedad Geológica de México* 16(1): 1-66.

Jäger, H. 2004. Facies dependence of spores assemblages and new data on sedimentary influence on spore taphonomy. *Review of Palaeobotany and Palynology* 130:121-140.

Jarzen, D. M., 1979. Spore morphology of some Anthocerataceae and the occurrence of *Phaeoceros* spores in the Cretaceous of North America. *Pollen Spores*, 21(1/2): 211-231.

Jenny, H. 1933. Geological reconnaissance survey of the northeastern part of the State of Guerrero: Repte. *Geol. Núm. 418*, *Archivo Petróleos Mexicanos*.

Jiménez, R. J. 2004. Estudio palinoestratigráfico de los grupos Consuelo y Tecocoyunca (Triásico-Jurásico), en la Barranca Rosario Nuevo, región de Tezoatlán, al noroeste del estado de Oaxaca. Tesis Ingeniero Geólogo. Facultad de Ingeniería, UNAM.

Kapp, R. O., 1969. *How to Know Pollen and Spores*. WM.C. Brown, Dubuque, Iowa, USA. 249 pp.

Kremp, G. O. W., 1965. *Morphologic encyclopedia of palynology*. University of Tucson Press, Tucson, Arizona. 186 pp.

Kruckeberg A. R., 2002, *Geology and plant life: The effects of landforms and rock types on plants*, University of Washington Press, Seattle and London, pp 362.

Litwin, R.J., 1985. Fertile organs and in situ spores of ferns from the Late Triassic Chinle formation of Arizona and New Mexico, with discussion of the associated dispersed spores. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 44: 101-146.

Lovis, J.D., 1977. Evolutionary patterns and processes in ferns. *Adv. Bot. Res.*, 4: 230-415.

Lozano, C. D. E. 2012. Paleoclima y flora fósil de Río Ñumí, Formación Zorrillo-Taberna Indiferenciada, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores “Zaragoza”, UNAM. México, D.F. 170 pp.

Mancuso A. C. y C. A. Marsicano, 2008. Paleoenvironments and taphonomy of a Triassic lacustrine system (Los Rastros Formation, Central-Western Argentina). *PALAIOS*, 23(8): 535-547.

Mancuso A. C., 2009. Taphonomic analysis in lacustrine environments: Two different contexts for Triassic Lake Paleofloras from Western Gondwana (Argentina). *Sedimentary Geology* 222: 149-159.

Mander L, Kurschner W. M. and McElwain J. C. 2010. An explanation for conflicting records of Triassic-Jurassic plant diversity. *Pro. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 107 (35): 15351-6.

Martínez-Paniagua, O. D. y Velasco de León, M. P. 2012. Paleoambiente y diversidad de la paleoflora en la Formación Conglomerado Cualac. Memorias de la VI Jornadas Paleontológicas y I Simposio de Paleontología en el Sureste de México 100 años de Paleontología en Chiapas. Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Pp 55.

Meyen, S. V., 1984. Basic features of gymnosperm systematics and phylogeny as shown in the fossil record. *Bot. Rev.*, 50: 1-111.

Meyen, S. V., 1987. *Fundamentals of Palaeobotany*. Chapman & Hall, London, New York. 432 pp.

Miall, A. D., 1977. “A review of the braided river depositional environment”. *Earth Science. Rev.* 13, pp. 1-62.

Miall, A. D. 2006. *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. 4th Edition. Canada Springer.

Muir, M.D., 1964. *The Palaeoecology of the Small Spores of the Middle Jurassic of Yorkshire*. PhD. Thesis, University of London (Unpublished).

Odum Eugene P., 1972, 3^{ra} edición, Ecología, Nueva Editorial Interamericana S. A. de C. V., México, Pp 639.

Ortiz-Martínez, E. L., M. P. Velasco-de León & I. H. Salgado-Ugarte, 2010. Área foliar en gimnospermas fósiles del Jurásico de Oaxaca y su relación con el clima. IV Simposio Argentino Jurásico y sus Límites, Bahía Blanca, Pp: 20.

Ortiz Martínez, E.L., Ma. P. Velasco de León y A. Silva Pineda. 2011. Estomas de Bennettitales del Grupo Tecocoyunca. Memorias del XII Congreso Nacional de Paleontología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Pp 103.

Pardo A., 1996. Fósiles y fosilización: Procesos y resultados de la larga historia subterránea. Biol. SEA. 16, PaleoEntomología: 31-42.

Person, C. P. 1976. The Middle Jurassic flora of Oaxaca, México. Tesis de Doctorado. The University of Texas, Austin. 145 pp.

Person, C. P. y T. Delevoryas. 1982. The Middle Jurassic flora of Oaxaca, México. Paleontographica 180: 82-119.

Pire R. y I. Valenzuela, 1995. Estimación del área foliar en *Vitis vinífera* L. French Colombarda partir de mediones lineales en las hojas. Agronomía tropical 45 (1): 143-154.

Popa, M. E., 2000. Early Jurassic Landflora of the Getic Nappe. Ph. D. Thesis, University of Bucharest (unpublished).

Rees, P. M., Ziegler, A. M. and Valdes, P. J. 2000. Jurassic phytogeography and climates: new data and model comparisons. In: Huber, B. T., Macleod, K. G. and Wing, S. L. (eds.), Warm climates in earth history. Cambridge Univ. Press: 297-318.

Reymanowna Maria, 1963. The Jurassic flora from Grojec near Cracow in Poland; part I; Jurajska flora z Grojca kolo Krakowa; czesc I. Acta Palaeobotanica 4(2): 9-48.

Rojas-Chávez C., 2010. Taxonomía de Dicksoniaceae, Gleicheniaceae y Matoniaceae (Filicales) del Jurásico en la región Mixteca, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.

Rothwell, G. W. and Stockey, R. A. 2002. Anatomically preserved *Cycadeoidea* (Cycadeoidaceae), with a reevaluation of systematic characters for the seed cones of Bennettitales. American Journal of Botany 1447-1458.

Sáenz, C., 1978. Polen y esporas (Introducción a la Palinología y Vocabulario palinológico). Blume, Madrid 213 pp.

Seward, A. C. 1910. Fossil plants: A text-book for Students of Botany and Geology, Vol. 2. Cambridge University Press, Cambridge.

Silva-Pineda, A. 1969. Plantas fósiles del Jurásico Medio de Tecamatlán, Estado de Puebla. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geología. Paleontología Mexicana núm. 27.

Silva-Pineda, A. 1970. Plantas fósiles del Jurásico Medio de la región de Tezoatlan, Oaxaca. Society of Geology Mexicana. Excursión México-Oaxaca. Pp.129-153.

Silva-Pineda, A. 1978a. Paleobotánica del Jurásico de México. En: Contribuciones a la Paleobotánica del Jurásico de México. Paleontología Mexicana, Número 44, Instituto de Geología, UNAM. 1-16.

Silva-Pineda, A. 1978b. Plantas del Jurásico Medio del sur de Puebla y noreste de Oaxaca. Paleontología Mexicana 44: 30-35.

Silva-Pineda, A. 1979. La Flora Triásica de México. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geología, Revista, Vol. 3, núm. 2, 138-145.

Silva-Pineda, A. 1984. Revisión taxonómica y tipificación de las plantas jurásicas colectadas y estudiadas por Wieland (1914) en la región del consuelo Oaxaca. Paleontología Mexicana 49: 1-103.

Silva-Pineda, A. y González-Gallardo S. 1988. Algunas Bennettitales (Cycadophyta) y Coniferales (Coniferophyta) del Jurásico Medio del Área de Cualac, Guerrero. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 7, p. 244-248.

Silva-Pineda, A. y B. E. Buitrón. 2000. Paleontología de México: Plantas vasculares fósiles. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 125 pp.

Spicer, R. A., 1981. The sorting and deposition of allochthonous plant material in a modern environment at Silwood Lake, Silwood Park, Berkshire, England. US Geological Survey Professional Paper, 1143: 1-77.

Spicer, R. A., 1989. The formation and interpretation of plant fossil assemblages. Advances in Botanical Research, 16: 96-191.

Taylor, T. N., and Taylor, E. L., 1993. *The Biology and Evolution of Fossil Plants*. Prentice Hall, New Jersey, 982 pp.

Taylor T.N., E. L. Taylor & M. Krings, 2009, 2th Edition, *Paleobotany the biology and evolution of fossil plants*. Elsevier Inc.

Thomas, B. A. 1985. Pteridophyte success and past biota – a paleobotanist's approach. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 86B: 423-430.

Thorn V., 2001. Vegetation communities of a high paleolatitude Middle Jurassic forest in New Zealand. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 168: 273-289.

Tidwell, W.D. and Skog, J.E., 1992. Two new fossil matoniaceous stem genera from Tasmania, Australia. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 70: 263-277.

Tidwell, W.D. & Ash, S.R., 1994. A review of selected Triassic to Early Cretaceous ferns. *J. Plant Res.* 107, 517-442.

Totman, P. J. 1998. *Interpreting Pre-Quaternary Climate from the Geologic Record*. Columbia University Press. United States of America.

Totman, Parrish Judith, Fred Peterson, Christine E. Turner, 2004. Jurassic “savannah”-plant taphonomy and climate of the Morrison Formation (Upper Jurassic, Western USA). *Sedimentary Geology* 167, 137-162.

Traverse, A. 1996. Nomenclature and taxonomy: systematics: A rose by any other name would be very confusing. In: *Palynology: Principles and Applications*. Vol. 1 (J. Jansonius and D. C. McGregor, eds.). Dallas. Am. Assoc. Strat. Palynol. Found. Pp. 11-28.

Trewavas A., 2003, Aspect of plant intelligence. *Annal of Botany* 92: 1-20.

Tryon, R.M. and A.F. Tryon. 1982. *Ferns and Allied Plants with Sporical Reference to Tropical America*, Springer-Verlag, New York.

Tryon, A. F. and Lugardon, B., 1991. *Spores of the Pteridophyta*. Springer, New York, NY, 648 pp.

Upchurch, G. R. Jr., 1989. *Dispersed Angiosperm Cuticles, Biology*, Department of Faculty Publications-Biology, Texas State University-San Marcos, Pp: 65-92.

Vakrameev, V. A. 1991. *Jurassic and Cretaceous Flora and Climates of the Herat*. Cambridge University Press. Cambridge. 318 pp.

Van Konijnenburg-van Cittert, J.H.A., 1989. Dicksoniaceae spores in situ from the Jurassic of Yorkshire, England. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 61: 273-301.

Van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A. 1993. A review of the Matoniaceae base on *in situ* spores. *Review of Palaeobotany and Palynology* 78: 235-267.

Van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A. 2002. Ecology of some Late Triassic to Early Cretaceous ferns in Eurasia. *Review of Palaeobotany and Palynology* 119: 113-124.

Van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A. and Kurmann, M. H., 1994. Comparative ultrastructure of living and fossil matoniaceous spores (Pteridophyta). In: M. H. Kurmann and J. A. Doyle (edit), *Ultrastructure of Fossil Spores and Pollen*. R. Bot. Gard., Kew, pp. 67-86.

Van Konijnenburg-Van Cittert, J. H. A., Morgans, H. S., 1999. The Jurassic Flora of Yorkshire. *Palaeontological Association Field Guides to Fossils* 8, The Palaeontological Association, London, 134 pp.

Velasco de León, M.P., E.L. Ortiz-Martínez y A. Silva P. 2010. El registro fósil del terreno Mixteco (México) en el Jurásico. *Memorias del IV Simposio Argentino Jurásico y sus Límites*, Departament de Geología/INGEOSUR (CONICET), Bahía Blanca, Argentina. Pp 22.

Velasco de León, M.P., A. Domínguez-Flores, H.A. Mercado-Millán y J.L. Arcos-Hernández. 2011. Paleontología y Estratigrafía de dos localidades de la Formación Cualac en Guerrero. *Memorias del XII Congreso Nacional de Paleontología*, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Pp 140.

Volkheimer W., O. W. M. Rauhut, M. E. Quattrocchio & M. A. Martínez, 2008, Jurassic Paleoclimates In Argentina, A Review, *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63 (4): Pp 549-556.

Wang Y., 2002. Fern ecological implication from the Lower Jurassic in Western Hubei, China. *Review of Paleobotany and Palynology* 119: 125-141.

Wang Y., V. Mosbrugger and H. Zhang, 2005. Early to Middle Jurassic vegetation and climatic events in the Qaidam Basin, North west China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 224: 200-216.

Watson, J., 1977. Some Lower Cretaceous conifers of the Cheirolepidiaceae from the USA and England. *Palaeontology* 20: 715-749.

Weber, R. y S.R.S. Ceballos-Ferriz. 1994. Perfil actual y perspectivas de la paleobotánica en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 55: 141-148.

Weber, R. 2008. *Phlebopteris* (Matoniaceae) en el Triásico y Jurásico de México. En: Weber, R (ed.). *Plantas triásicas y jurásicas de México*. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónomas de México. Boletín 115, Parte 2, pp. 85-115.

Weir, T. E., C. R. Stocking y M. G. Balbauor. 1983. Botánica. 5° ed. Ed. Limusa. México, D. F. pp. 602-642.

Wieland, G. R. 1914-1916. La flora Liásica de la Mixteca Alta. Boletín del Instituto Geológico de México 31: 1-165.

Wiemann M. C., S. R. Manchester, D. L. Dilcher, L. F. Hinojosa & E. A. Wheeler, 1998. Estimation of temperature and precipitation from morphological characters of dicotyledonous leaves, American Journal of Botany. Volumen 85, Pp 1796-1802.

Wing, S. L. & Sues, H. D., 1992. Mesozoic and early Cenozoic terrestrial ecosystems. In Terrestrial ecosystems through time (eds A. K. Behrensmeyer, J. D. Damuth, W. A. DiMichele, R. Potts, H. D. Sues & S. L. Wing), pp. 327-418. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Wolfe J. A. 1994. Tertiary climatic changes at middle latitudes of western North America, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Volumen 108. Número 3-4, Pp: 195-205.

Zalessky, M. D., 1932. Observations sur l' extension d' une flore fossile voisine de celle de Gondwana dan la parte septentrionales de L'Eurasie. Bull. Soc. Geol. France, Ser. 5 (11), 109-129.

Zhou Z-Y., 2009. An overview of fossil Ginkgoales. Palaeoworld 18: 1-22.

Zhou, Z. Y., and Wu, X. W., 2006. Early Mesozoic radiation and diversification of ginkgoaleans. In: Rong, J. Y., Fang, Z. J., Zhou, Z. H., Zhan, R. B., Wang, X. D., Yuan, X. L. (Eds.), Originations, Radiations and Biodiversity Changes-Evidences from the Chinese Fossil Record. Science Press, Beijing, pp. 519-549, 904-906 (in Chinese, with English summary).

Ziegler A. M., J. M. Parrish, Y. Ping, E. D. Gyllenhaal, D. B. Rowley, J. T. Parrish, N. Shangyou, A. Bekker & M. L. Hulver. 1993. Early Mesozoic phytogeography and climate. Phil. Trans. R. soc. Lond. B. 341: 297-305.

Paginas Web:

1. The Paleobiology Database

<http://paleobiodb.org/navigator/>

(Consultada 24 de mayo de 2014 a las 14:30 pm)

APÉNDICE 1

Facies de Miall (1977) para depósitos fluviales

Código de litofacies	Características de la litofacies	Estructuras sedimentarias
Gms	Gravas masivas con textura no granosostenida.	Ninguna
Gm	Gravas masivas o algo estratificadas.	Estratificación horizontal, imbricación.
Gt	Gravas estratificadas.	Estratificación cruzada.
Gp	Gravas estratificadas.	Estratificación cruzada planar.
St	Areniscas, a veces con cantos.	Estratificación cruzada.
Sp	Areniscas, a veces con cantos.	Estratificación cruzada planar.
Sr	Areniscas.	Ripples de diversos tamaños.
Sh	Areniscas.	Laminación horizontal.
Se	Niveles erosivos con cantos de cuarzo.	A veces estratificación cruzada poco marcada.
Ss	Arenisca, a veces con cantos.	Estratificación cruzada, sensiblemente paralela a nivel basal erosivo.
Fl	Limos, arcillas.	Laminación paralela o ripples.
Fm	Limos, arcillas.	Masivos.
Fr	Limos, arcillas.	Raíces y restos vegetales.
P	Carbonatos.	Caracteres edáficos.
B	Limos, arcillas a veces areniscas.	Bioturbación.

Cuadro 10. Litofacies propuesta por Miall (1977) para depósitos fluviales