

Estudio palinológico de una sección portadora del ámbar de Totolapa, en Chiapas, México

Palinological study of an amber-bearing section in Totolapa, Chiapas, Mexico

Carlos Castañeda-Posadas^{1,*}; Azarael Tomas-Mosso¹

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Herbario y Jardín Botánico, Laboratorio de Paleobiología. Edificio Val 4, Blv. Ecocampus, San Pedro Zacachimalpa, Puebla, México.

* carlos.castaneda@correo.buap.mx

Resumen

En este trabajo se identifica el contenido palinológico de la secuencia estratigráfica de la localidad de ámbar Totolapa, Chiapas. Se identificaron en total 6 géneros fósiles pertenecientes a fungoesporas y 11 géneros-formas pertenecientes a plantas vasculares. En el estrato portador del ámbar se encuentran representados a *Polypodiisporites* (Polipodeaceae), *Deltoidospora* (Cyatheaceae), *Cycadopites* (Cicadaceae), *Arecipites* (Palmae), *Momipites* (Jungladaceae) y *Zonocospites* (Rizophoraceae) y los géneros *Avicennia*, *Pelliceira*, *Quercus* y *Pinus*. Por la asociación de polen fósil la comunidad vegetal pertenece a un bosque tropical perennifolio cercano a un manglar. Por otro lado, al realizar un análisis de similitud de los elementos taxonómicos encontrados con los trabajos reportados en la región, se sugiere que la comunidad de Totolapa es similar a la reportada por Tomasini-Ortiz para la localidad de Simojovel, por lo que se plantea que los estratos portadores de ámbar de Simojovel pueden estar restringidos a una edad Mioceno Inferior similar a los estudiados en Totolapa.

Palabras clave: Polen, Mioceno, Estratigrafía, paleovegetación.

Abstract

This paper identifies the palynological content of the stratigraphic sequence of the amber locality Totolapa, Chiapas. A total of 6 fossil genera belonging to fungospores and the identification of 11 genera-forms belonging to vascular plants were identified; the amber bearing stratum are represented *Polypodiisporites* (Polipodeaceae), *Deltoidospora* (Cyatheaceae), *Cycadopites* (Cicadaceae), *Arecipites* (Palmae), *Momipites* (Jungladaceae) and *Zonocospites* (Rizophoraceae) and the genera *Avicennia*, *Pelliceira*, *Quercus* and *Pinus*. By the association of fossil pollen the plant community belongs to a tropical evergreen forest near a mangrove. On the other hand, when performing a similarity analysis of the taxonomic elements found with the works reported in the region, this community resembles those reported by Tomasini-Ortiz in the locality of Simojovel. As a result, it is proposed that the amber-bearing strata of Simojovel may be restricted to a Lower Miocene age like those found in Totolapa.

Keywords: Pollen, Miocene, Stratigraphy, paleovegetation.

Cómo citar / How to cite: Castañeda-Posadas, C., & Tomas-Mosso, A. (2024). Estudio palinológico de una sección portadora del ámbar de Totolapa, en Chiapas, México. *Paleontología Mexicana*, 13(1), 1–16.

Manuscrito recibido: Abril 12, 2023.

Manuscrito corregido: Junio 6, 2023.

Manuscrito aceptado: Junio 10, 2023.



1. Introducción

El yacimiento fosilífero con ámbar en la localidad de Totolapa, estado de Chiapas, fue reportado por primera vez por Vázquez de Espinoza en 1948 (Bryant, 1983); sin embargo, es Bryant (1983) quien resalta la importancia que tiene el sitio desde un punto de vista arqueológico, además de mencionar que la abundancia y el contenido fósil de ámbar es comparable con el de Simojovel (Bryant, 1983). No obstante, los trabajos paleontológicos publicados formalmente para este yacimiento se registran hasta principios del siglo XXI. Entre ellos están los de Azar *et al.*, (2010) quienes describen un par de himenópteros de la familia Ceratocombidae; Durán-Ruiz *et al.* (2013) describen un par hormigas del género *Forelius*; Riquelme y Hill (2013) reportan una araña de la familia Salticidae; Breton *et al.* (2014) describen filamentos de microorganismos incluidos en el ámbar de Totolapa; y, finalmente, Riquelme y Menéndez-Acuña (2017) reportan una nueva especie de araña: *Maevia eureka*. Como se observa, las publicaciones sobre el ámbar de Totolapa son escasas y hasta el momento no existe ningún estudio palinológico en la zona que ayude a conocer los elementos botánicos presentes cuando se depositó el ámbar (Solórzano-Kraemer, 2010; Durán-Ruiz *et al.*, 2013; Breton *et al.*, 2014; Riquelme y Menéndez-Acuña *et al.*, 2017).

Geológicamente, los yacimientos de Totolapa no son correlacionables con los afloramientos portadores de ámbar de Simojovel y Huitupán, ubicados en la parte

central de los Altos de Chiapas (Solórzano-Kraemer, 2007; 2010; Durán-Ruiz *et al.*, 2013). Por lo tanto, se infiere que los estratos de Totolapa, de donde proviene el ámbar, pertenecen a los estratos de la sección Lutitas Mazantic y Areniscas Balumtum datadas con una edad del Mioceno Inferior-Medio (Vega *et al.*, 2009; Perrilliat *et al.*, 2010; Solórzano-Kraemer, 2010; Durán-Ruiz *et al.*, 2013; Breton *et al.*, 2014).

En el último siglo se han realizado varios trabajos palinológicos en la región central-norte del estado de Chiapas, en los que se han reportado más de 60 familias vegetales mostrando así la gran diversidad vegetal presente en aquella época (Tabla 1) (Langenheim *et al.*, 1967; Biaggi, 1978; Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández, 1984; Martínez-Hernández, 1992; Palacios Chávez y Rzedowski, 1993; Graham, 1999). Estos estudios, aparte de mostrar la diversidad vegetal, intentan proporcionar un panorama regional sobre las condiciones ecológicas que prevalecieron en el Mioceno de Chiapas, llegando a hipotetizar que el posible ambiente climático era cálido-húmedo, en el que estaba establecida una vegetación de tipo selva tropical, bordeada por un manglar distribuido hacia las zonas de baja elevación y cercanas a la costa, así como la presencia de un bosque mesófilo o bosque templado en las zonas de mayor altitud (Langenheim *et al.*, 1967; Biaggi, 1978; Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández, 1984; Martínez-Hernández, 1992; Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993; Graham, 1999; Hernández-Hernández *et al.*, 2020). Sin embargo, todos los trabajos anteriormente mencionados no incluyen

Tabla 1. Número de palinomorfos en cada estrato de la secuencia de estudio de Totolapa.

		1	2	Portador	3	4	5	6	7	8	9
Plantas vasculares	Zonocospites	116	21	439	119	65	10	9	4	4	10
	Avicennia sp.	61	1	414	85	35	1	1	2	2	11
	Pellicera sp.	42		26	42	37		14	2	4	13
	Quercus sp.	20	9		6	15	0	5	1		11
	Pinus sp.	20	2	3	4	16	1	23	1		1
	Deltoidospora sp.	12	5	6	8	15		8	1	11	14
	Polypodiisporites sp.	9		13	6	8		5	1	3	21
	Polypodiisporites cf. alienus	10	6	18	4	4	4	6		2	5
	Cycadopites sp.	3		9	3	8	1		1	1	3
	Arecipites sp.	1	2	14	4	8	1		1		4
	Momipites Tipo 1			17	3	9			1		5
	Momipites Tipo 2			18							
Fungoesporas	Inapertisporites ovalis		8	12	1	1					1
	Monoporisporites macrosporus		7	8	1	2					2
	Hipoxylonites elongatioides			7	1	1					
	Kretzschmaria clavus			3							
	Diporicellaesporites ordinatus			4	1						
	Diporicellaesporites fusiformis			8							
	Foveodiporites anlesvarensis			5							
Total		295	63	1024	291	228	23	77	22	35	110

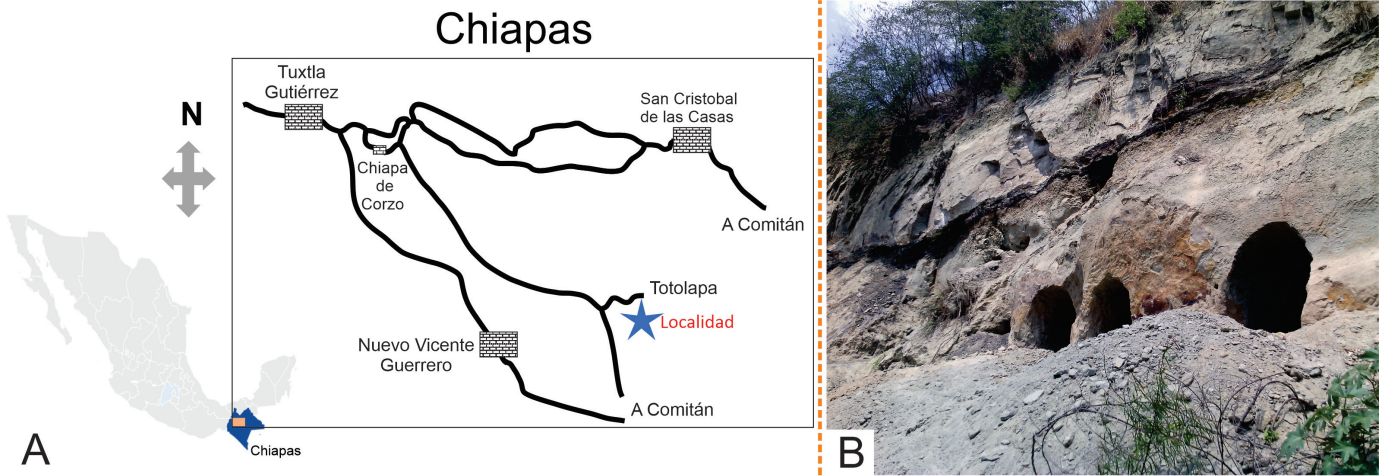


Figura 1. A) Mapa de localización de las minas de ámbar de Totolapa. B) Vista panorámica de las minas de ámbar.

registros de la zona de Totolapa. El presente trabajo contribuirá en reconocer los elementos botánicos presentes en los sedimentos de Totolapa al momento de la deposición del ámbar.

2. Marco geológico

La localidad donde aflora el estrato analizado en este trabajo se encuentra a las orillas del río Salado, a las afueras de la comunidad de Totolapa, Chiapas, México, en las coordenadas 16°32'28" N y 92°41'4" W, a una altitud de 532 metros sobre el nivel del mar (Figura 1). Las capas del estrato de lutita carbonosa, que son portadoras del ámbar, están expuestas a lo largo de la orilla del río Salado y río Yalbantuc. El trazado del río Salado en esa área coincide con una falla geológica que facilita la erosión fluvial (Durán-Ruiz *et al.*, 2013).

La sección Totolapa en la localidad estudiada se compone de tres grandes unidades litoestratigráficas (Durán-Ruiz *et al.*, 2013). La unidad inferior está constituida por una sucesión de calizas con areniscas intercaladas, que corresponden a la Formación Lomut (Meneses-Rocha, 1985; Durán-Ruiz *et al.*, 2013). Hacia la parte superior predominan las rocas carbonatadas con contenido fósil, constituido esencialmente por corales y bivalvos, así como la presencia de icnofósiles. La parte superior de la unidad inferior está constituida por estratos de rocas terrígenas de grano fino, con depósitos volcánicos asignados al Paleógeno superior (Meneses-Rocha, 1985; Durán-Ruiz, 2014).

La unidad medida está compuesta de una secuencia de estratos de areniscas, lignitas intercaladas con trozos de carbón, conglomerados no consolidados y lentes de arcilla. Los niveles de lignito estudiados en este trabajo corresponden a un estrato en la parte superior de la columna, que se ha asignado tentativamente a la sección Mazatic y Balumtum de edad miocénica (Graham, 1999; Meneses-Rocha, 2001; Riquelme *et al.*, 2014a, b;

Riquelme y Menéndez-Acuña, 2017; Durán-Ruiz *et al.*, 2013; Breton *et al.*, 2014). En la unidad superior se encuentran sedimentos piroclásticos de color rojo oscuro, restos de madera carbonizada y material lignítico, así como algunos gasterópodos y bivalvos que se encuentran en una matriz arenosa perteneciente a un flujo de ceniza. Estos sedimentos pertenecen a un evento volcánico ocurrido durante el Plioceno-Pleistoceno (Mora *et al.*, 2007; Breton *et al.*, 2014). De lo anteriormente expuesto, se constata que la edad de la secuencia sedimentaria portadora de ámbar es algo ambigua, pero, al mismo tiempo, algunas unidades litoestratigráficas están fechadas con precisión. Por ejemplo, el paquete de rocas basales atribuido a la Formación Lomut se atribuye al Eoceno, mientras que la unidad superior con actividad volcánica se atribuye al Plioceno-Pleistoceno (Durán-Ruiz, 2013; Breton *et al.*, 2014). El rango de la unidad media que contiene el ámbar, abarca del Oligoceno al Mioceno, por lo tanto, esta secuencia de rocas sedimentarias (Figura 2) puede pertenecer a las formaciones La Quinta, Lutita Mazatic, o arenisca Balumtum (Bretón *et al.*, 2014; Solórzano-Kraemer, 2007; 2010; Vega *et al.*, 2009; Perrilliat *et al.*, 2010).

3. Material y métodos

Se extrajeron diez muestras para el análisis palinológico de las orillas del río Salado, a 100 metros del puente de la carretera de Acala a Totolapa, aproximadamente a 20 km de Totolapa. Las muestras se tomaron directamente sobre la unidad donde se encuentra el estrato de lignito portador del ámbar, se empacaron y se llevaron al Laboratorio de Paleontología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) para su procesamiento.

Las muestras fueron procesadas utilizando las técnicas tradicionales de palinología (lavados en ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico, acetólisis, separación por

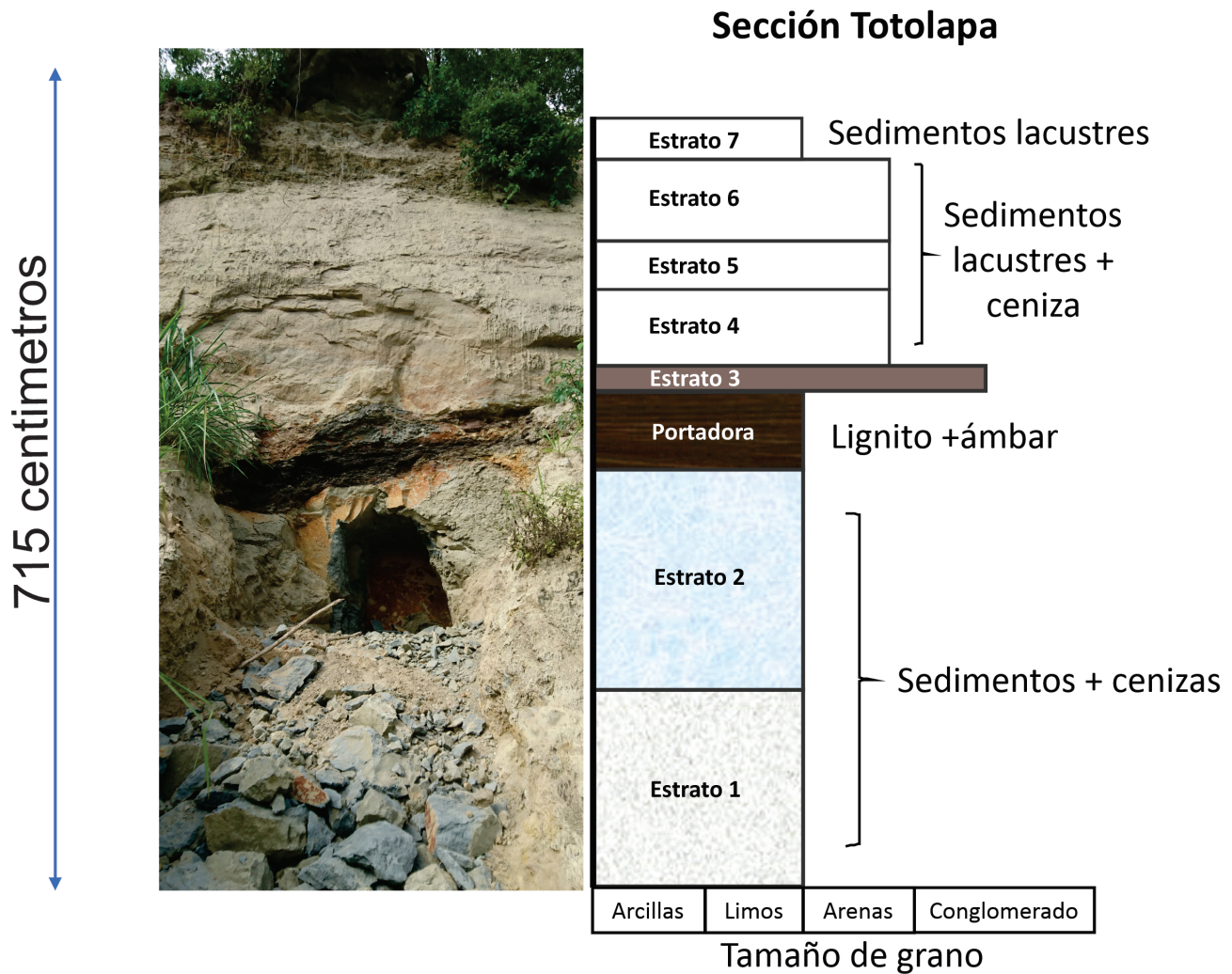


Figura 2. Estratigrafía de la mina de ámbar de Totolapa, a las orillas del río Salado.

densidad y montaje) para la extracción de los palinomorfos. Para la identificación y descripción de los palinomorfos se utilizó un microscopio óptico marca ZEISS Axiostar Plus con una cámara digital Canon acoplada a un programa de captura de imágenes Axiovision. La descripción e identificación de los palinomorfos se realizó utilizando la literatura especializada (e.g. Langenheim *et al.*, 1967; Biaggi, 1978; Martínez-Hernández, 1992; Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993; Graham, 1999; y Kalgutkar y Jansonius, 2000).

4. Resultados

En el presente trabajo se describen e identifican 2168 palinomorfos que se encuentran agrupados en 19 tipos de distintas morfoespecies y corresponden a 11 géneros-forma de palinomorfos de plantas vasculares y 6 a estructuras esporas de hongos o fungoesporas. Del total, 1024 palinomorfos se encuentran exclusivamente en el estrato portador del ámbar, agrupados de la siguiente manera: Fungo-esporas: doce pertenecen al

género *Inapertisporites*, ocho a *Monoporisporites*, siete a *Hipoxylonites* tipo 1, tres a *Kretzschmaria*, cuatro a *Diporicellaesporites ordinatus*, ocho a *Diporicellaesporites fusiformis* y cinco a *Faveodiporites*. Por parte de las plantas vasculares en el estrato portador de ámbar se ha identificado: trece palinomorfos asignados a *Polypodiisporites* sp. y dieciocho a *Polypodiisporites* cf. *P. alienus*; seis especímenes a *Deltoidospora* (Cyathaceae); nueve a *Cycadopites* (Cicadaceae); catorce a *Arecipites* (Palmae); diecisiete a *Momipites* 1, y dieciocho a *Momipites* tipo 2 (Jungladaceae); cuatrocientos treinta y nueve a *Zonocospites* (Rizophoraceae). El total de los palinomorfos se encuentra distribuido en los diferentes estratos como se muestra en la tabla 1.

4.1. Asociaciones palinológicas

4.1.1. Fungo-esporas

Género. *Inapertisporites* van del Hammen ex Rouse, 1959

Especie. cf. *Inapertisporites ovalis* Sheffy y Dilcher, 1971
Figura 3a.

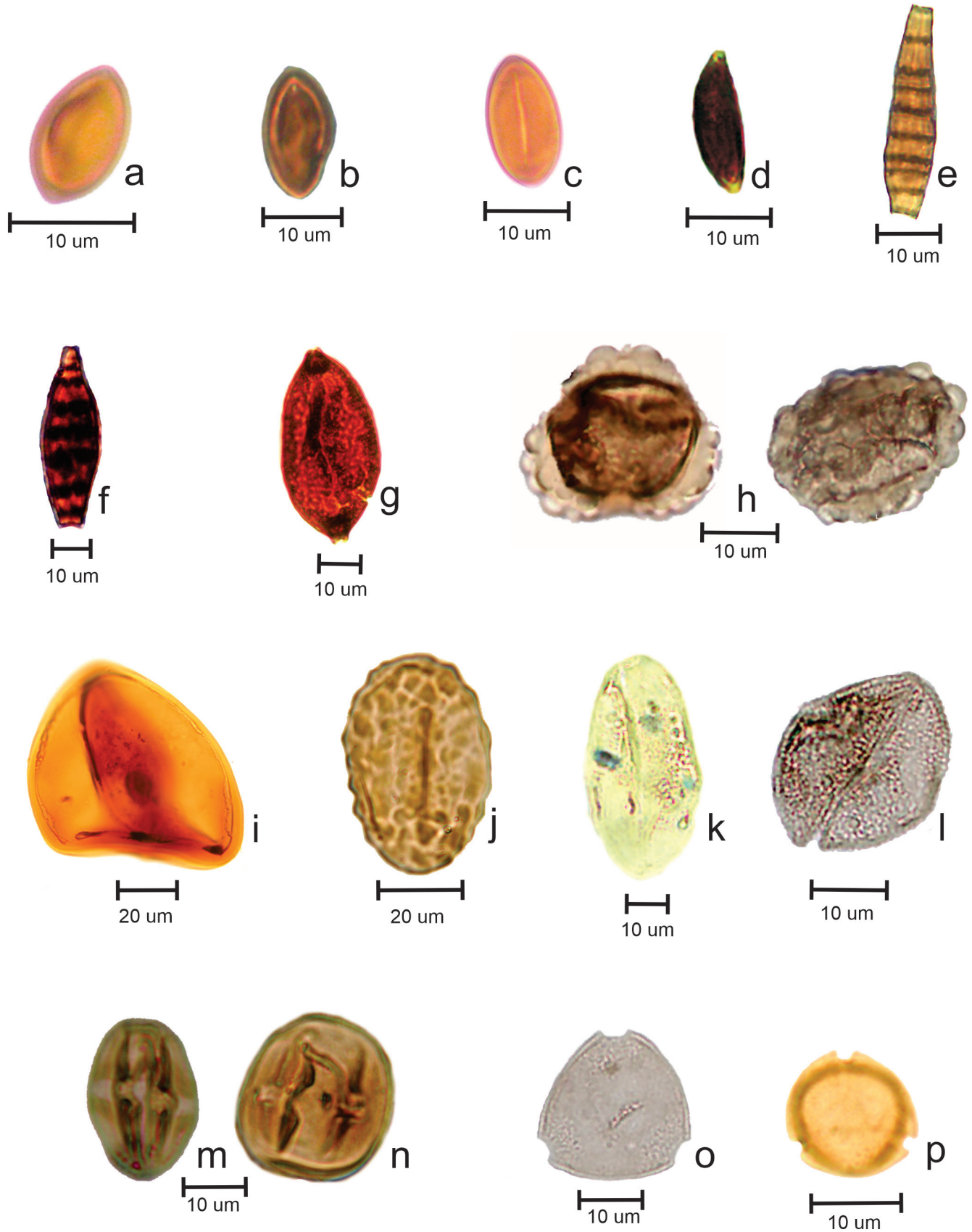


Figura 3. Palinomorfos de los sedimentos del estrato portador de ámbar en Totolapa. Las fotografías están amplificadas x 1000. A) cf. *Inapertisporites ovalis*. B) cf. *Monoporisporites macrosporus*. C) cf. *Hipoxylonites elongatioides*. D) *Kretzschmaria clavus*. E) cf. *Diporicellaesporites ordinatus*. F) *Diporicellaesporites fusiformis*. G) *Foveodiporites anklesvarensis*. H) *Polypodiisporites* sp. Tipo b. I) *Deltoidospora* sp. J) *Polypodiisporites* cf. *alienus*. K) *Cycadopites* sp. L) *Arecipites* sp. M-N) *Zonocostites ramonae*. O) *Momipites* sp. Tipo 1. P) *Momipites* sp. Tipo 2.

Descripción: Espora en forma elipsoidal, aseptada, de color marrón oscuro. Monoporada. El poro tiene 1 µm de diámetro levemente umbonado. La pared es psilada y tiene un espesor de 1 µm. Mide 12–20 µm de longitud por 7–10 µm de ancho.

Afinidad botánica: *Sordaria*.

Formas similares: semejante a *Inapertisporites ovalis*, concordado principalmente con las formas y las medidas reportadas por Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984, Lám. 1, fig. 8); Kalgutkar y Jansonius (2000, Lám. 1, fig. 7). Parecido en forma y dimensiones al género *Sordaria* reportada por Biaggi (1978, Lám. 2, fig. 9); Gelorini *et al.* (2011, Lám. 4, fig. T.1180) y Musotto *et al.* (2013, fig. 2, H).

Abundancia: 12 estructuras encontradas.

Edad: Eoceno Medio-Reciente.

Género: *Monoporisporites* van der Hammen, 1954

Especie: cf. *Monoporisporites macrosporus* Salard-Chelboldaef y Locquin, 1980

Figura 3b.

Descripción: Espora en forma elipsoidal, aseptada, de color marrón oscuro. Monoporada. El poro tiene 1.2 µm de diámetro levemente umbonado. La pared es psilada y tiene un espesor de 0.5 µm y presenta una capa interna que tiene 1 µm de espesor. Mide 17–22 µm de longitud por 8–10 µm de ancho.

Afinidad botánica: Basidiomicetes.

Formas similares: Parecido a *Monoporisporites macrosporus* que reporta Kalgutkar y Jansonius (2000, Lám. 3, fig. 18), solo que en dimensiones más pequeñas al ejemplar de este trabajo. Muy semejante a *Monoporisporites* sp. Potonié, 1960, en tamaño y forma presentada por Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984, Lám. 2, fig. 3).

Abundancia: 8 estructuras encontradas.

Edad: Oligoceno–Mioceno.

Género: *Hipoxylonites* Elsik, 1990

Especie: cf. *Hipoxylonites elongatioides* Elsik, 1990

Figura 3c.

Descripción: Fungospora de forma fusiforme ligeramente curvada, presenta un surco de manera longitudinal que ocupa todo el cuerpo de la espora, es de color marrón claro. Es una espora aseptada, con pared psilada con menos de 1 µm de espesor. Mide de 14–16 µm de longitud por 7 µm de ancho.

Afinidad botánica: *Hipoxylon* sp. Bull 1971.

Formas similares: Los ejemplares tienen semejanza con la especie *H. elongatioides* reportados por Kalgutkar y Jansonius (2000, Lám. 2, fig. 82) semejante en forma, pero en tamaño a *Hipoxylonites* sp., reportado por Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984, Lám. 2, fig. 7).

Abundancia: Se midieron 7 esporas.

Edad: Oligoceno–Reciente.

Género: *Kretzschmaria* Fries, 1849

Especie: *Kretzschmaria clavus* Fries, 1849

Figura 3d.

Descripción: Espora de forma fusiforme a ligeramente curvada y aseptada. Presenta un surco longitudinal poco visible que abarca casi toda la espora. Es de color marrón obscuro. Presenta una pared psilada con 1 µm de espesor. Mide 20 µm de longitud por 9 µm de ancho.

Afinidad botánica: Familia Xylariaceae.

Formas similares: Parecido en dimensiones y forma a ejemplar Tipo UG-1128 *Kretzschmaria clavus* reportadas por Gelorini *et al.* (2011, Lám. 4, fig. T. 1128). También al espécimen reportado por Musotto *et al.* (2013, fig. 3A) como *Anthostomella* cf. *fuegiana*.

Abundancia: Se midieron 3 estructuras.

Edad: Mioceno–Reciente.

Género: *Diporicellaesporites* Elsik, 1968

Especie: cf. *Diporicellaesporites ordinatus* Sheffy y Dilcher, 1971

Figura 3e.

Descripción: Son considerados fragmosporas, de color marrón obscuro, monohiladas; con células más gruesas en la parte central y más angostas en los extremos; septos gruesos, observándose 9; son diporadas, los poros están en los extremos; con pared de 1–2 µm de espesor. Miden 40 micras de alto por 11 micras de ancho. Se contaron 12 estructuras.

Formas similares: Los ejemplares son parecidos a *Diporicellaesporites ordinatus* reportados por Kalgutkar y Jansonius (2000, Lám. 14, fig. 6).

Abundancia: Se hallaron 4 ejemplares.

Edad: Eoceno–Mioceno.

Género: *Diporicellaesporites* Elsik, 1968

Especie: *Diporicellaesporites fusiformis* Kalgutkar, 1993

Figura 3f.

Descripción: Fragmosporas, de color marrón obscuro, monohiladas; con células más gruesas en la parte central y más angostas en los extremos; septos gruesos, observándose 8 septos; son diporadas, los poros están en los extremos; con pared de 1.5 a 2 µm de espesor. Miden 40 micras de alto por 7 a 11 micras de ancho.

Formas similares: Los ejemplares son semejantes a *Diporicellaesporites fusiformis*, reportados por Ramanujam y Srisailam (1980). (Lám. 2, fig. 22).

Abundancia: Se contaron 8 estructuras.

Edad: Mioceno.

Género: *Foveodiporites* Ke y Shi, 1978

Especie: *Foveodiporites anklesvarensis* Varma y Rawat, 1963

Figura 3g.

Descripción: Esporas biporadas, simetría bilateral, isopolar, ligeramente alargadas (usualmente 27 x 67 x 30 µm). Poros en los extremos laterales de aproximadamente 8 µm de diámetro en la base, elevados del cuerpo general por un collar de aproximadamente 4 µm de alto. Apertura de poro pequeña, de aproximadamente 2.5 µm de diámetro. Exina foveolada, menos de 1.4 µm de espesor. Miden 25–27 µm de ancho por 50–56 µm de largo.

Afinidad botánica: Hongos fósiles.

Formas similares: Los ejemplares son semejantes a la especie *Foveodiporites anklesvarensis*, reportados por Kalgutkar y Jansonius (2000, Lám. 5, fig. 35); y a los reportados por Matta-García (2004, fig. 2e).

Abundancia: Se midieron 5 estructuras.

Edad: Oligoceno–Mioceno Temprano.

Género: *Polypodiisporites* (Potonié) Khan y Martin (1972)

Sinonimia:

Polypodiumsporites (Potonié) Thiergart, 1938

Verrucatosporites (Potonié) Pflug y Thomson, 1953

Polypodocaceae-sporites (Potonié) Thomson y Plug, 1953

Reticuloidosporites Elsik, 1968

Especie: *Polypodiisporites* cf. *alienus* (Potonié) Khan y Martin, 1972
Figura 3j.

Descripción: Esporas solitarias, con forma reniforme, presenta una apertura recta situada a lo largo del borde cóncavo, mide 25 µm de longitud. Presenta una ornamentación verrugosa irregular de 3 a 4 µm de diámetro y una pared de 1 a 2 µm de grosor. Miden de 38 a 42 µm de largo por 22 a 25 µm de ancho.

Afinidad botánica: Polypodiaceae.

Formas similares: Espora se asemeja a *Polypodium loriceum* presentada por Biaggi, (1978, Lám. 3, figs. 3-4); además a los ejemplares de *Polypodiisporites* cf. *P. alienus* presentados por Martínez-Hernández *et al.* (1980); por los reportados por Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984, Pág. 16, Lám. 2, fig. 9); Graham (1999, fig. 7).

Abundancia: Se midieron 18 estructuras.

Edad: Paleógeno–Neógeno.

Especie: *Polypodiisporites* sp. / *Verrucatosporites* Tipo b
Figura 3h.

Descripción: Las esporas solitarias de forma triangular. Presenta una ornamentación verrugosa irregular de 3 a 4 µm de diámetro y una pared de 2 a 3 µm de grosor. Miden de 20 µm de largo por 15 µm de ancho.

Afinidad botánica: Polypodiaceae.

Formas similares: Esta espora se asemeja *Verrucatosporites* sp., presentada por Tomasini-Ortiz y Martínez Hernández (1984, Lám. 5, fig. 71).

Abundancia: Se midieron 13 estructuras.

Edad: Oligoceno–Mioceno.

Género: *Deltoidospora* Miner, 1935

Especie: *Deltoidospora* sp.

Figura 3i.

Descripción: Las esporas son solitarias, monada, heteropolar, triangular. La marca trilete ocupa $\frac{3}{4}$ del radio de la célula. Presenta una ornamentación psilada y una pared de 3 a 4 µm de grosor. Miden de 60–65 µm de largo por 70–80 µm de ancho.

Afinidad botánica: Cyatheaceae y Dicksoniaceae.

Formas similares: Esta espora se asemeja con la presentada por Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984); presenta gran parecido al ejemplar *Leiotriletes* sp. reportado por Palacios-Chávez y Rzedowski, (1993, Lám. 1, fig. 23), parecido al presentado como *Cyathea* sp., por Biaggi (1978, figs. 1-2).

Abundancia: Se midieron 6 estructuras.

Edad: Cretácico–Mioceno.

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

Especie: *Cycadopites* sp.

Figura 3k.

Descripción: Polen en monada, heteropolar, simetría bilateral, forma ovoidal. Monosulcada, sulco de 20 µm de largo, que se extiende por toda la longitud del grano y se abre en los extremos. Exina tectada, psilada. Presenta una pared de 0.8 µm de espesor. El tamaño de la espora es de 40–45 µm de largo por 20–25 µm de ancho.

Afinidad botánica: Cycadales.

Formas similares: El espécimen se parece en forma, pero no en dimensiones; es más grande el espécimen de este trabajo que a *Cycadopites* sp. al presentado por Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984, Lám. 4, fig. 2) del Oligoceno–Mioceno de Chiapas; Ramírez-Arriaga *et al.* (2014).

Abundancia: Se midieron 9 ejemplares.

Edad: Oligoceno.

Género: *Arecipites* (Wodehouse) Nichols, Ames y Traverse, 1973

Especie: *Arecipites* sp.

Figura 3l.

Descripción: Polen en monada, simetría bilateral, forma ovoidal, prolada. Monosulcada, sulco recto de 22.5 µm de largo, que se extiende por toda la longitud del grano, margen interior entero. Exina semitectada, columnelada, microreticulado, los muros y los lúmenes del mismo tamaño (0.8 a 1 µm) aproximadamente. El ancho de la pared es de 2.5 µm. El tamaño de la espora es de 27.5–31.5 µm de largo por 20–22.5 µm de ancho.

Afinidad botánica: Palmae.

Formas similares: Los especímenes fueron comparados con los *Arecipites* sp. descritos por Biaggi (1978, Lám. 8, figs. 1-3); y el espécimen de *Arecipites* sp. reportado Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984, Lám. 4, fig. 2), con el presentado por Palacios-Chávez y Rzedowski (1993, Lám. 29, fig. 600) como *Astrocaryum*. Ramírez-Arriaga *et al.* (2014) teniendo mayor semejanza con este reporte.

Abundancia: Se encontraron 14 ejemplares.

Edad: Cretácico-Mioceno.

Género: *Momipites* (Wodehouse) Nichols, 1973

Sinonimia:

Engelhardtipollenites Raatz, 1937

Engelhardtioipollenites Potonié, 1951

Triatriopollenites Thomson y Pflug, 1953

Maceopolipollenites Leffingwell, 1971

Especie: *Momipites* tipo 1 (*Alfaroa/Oreomunea*)

Figura 3o.

Descripción: Polen en monada, simetría radial, de forma oblado a triangular. El grano es triporado, poros arreglados ecuatorialmente, equidistantes con un diámetro del poro de 4 μm de ancho. La exina es tectada finamente escrabada, tiene aproximadamente 0.8 μm de espesor. Tienen un diámetro ecuatorial de 20 a μm .

Afinidad botánica: Jungladaceae.

Formas similares: Los ejemplares tienen parecido a lo reportado por Biaggi (1978, Lám. 10, figs. 3-4) y por Graham (1999, fig. 17) como *Alfaroa/Oreomunea*. Con el presentado por Palacios-Chávez y Rzedowski (1993) como *Engelharthia-Oreomunea* Lám. 16, fig. 307. Con el ejemplar *Momipites corylipites* Wodehouse (1993) descrito en Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1994) o los ejemplares descritos por Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1999, Lám. 4, fig. 12) para el Oligoceno de Puebla.

Abundancia: 11 especímenes encontrados e identificados.

Edad: Oligoceno-Mioceno.

Especie: *Momipites* tipo 2

Figura 3p.

Descripción: Polen en monada, simetría radial, de forma oblado a triangular. El grano es triporado, poros, equidistantes con un diámetro del poro de 2.5 μm de ancho. La exina es tectada finamente escrabada, tiene aproximadamente 1.5 μm de espesor. Tienen un diámetro ecuatorial de 18 a 22 μm y un diámetro polar de 24 μm .

Afinidad botánica: *Engelhardtia*.

Formas similares: Los ejemplares tienen parecido a los reportados por Martínez-Hernández (1992, Lám. 1, fig. 34.; Lám. 2, fig. 4). Parecido a *Engelhardtoidites*

microcoryohaeus reportado por Biaggi (1973, Lám. 10, fig. 13) y Graham (1999).

Abundancia: 18 especímenes encontrados e identificados.

Edad: Oligoceno-Mioceno.

Género: *Zonocostites* Germeraad, Hopping y Muller, 1968

Especie: *Zonocostites ramoneae* Germeraad, Hopping y Muller, 1968

Figuras 3n, 3n. Laminillas BUAPAL 102, 103, 104.

Descripción: Polen en monada, isopolar, simetría radial, de forma subprolado. El grano es tricolpado, con una endoapertura alargada con costillas transversales que convergen. Los bordes meridionales son indistintos. La exina es subtectada tiene aproximadamente 1 μm de espesor. Presenta estrías con un grosor de 0.5 μm paralelas al eje polar. Tienen un diámetro ecuatorial de 12 a 18 μm y un diámetro polar 18 a 27 μm . 25 especímenes medidos y 278 encontrados.

Afinidad botánica: Familia Rhizophoraceae.

Formas similares: Los ejemplares presentados como *Rhizophora* por Biaggi (1978, Lám. 14, figs. 15-19); Palacios-Chavez y Rzedowski (1993, Lám. 13, figs. 445, 446); por Martínez-Hernández (1992, Lám. 1, figs. 19-23); y Graham (1999, figs. 25-26). También muestra similitudes con los descritos en Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1994, Lám. 5, fig. 7) como *Zonocostites*.

Abundancia: 439 especímenes.

Edad: Oligoceno-Reciente.

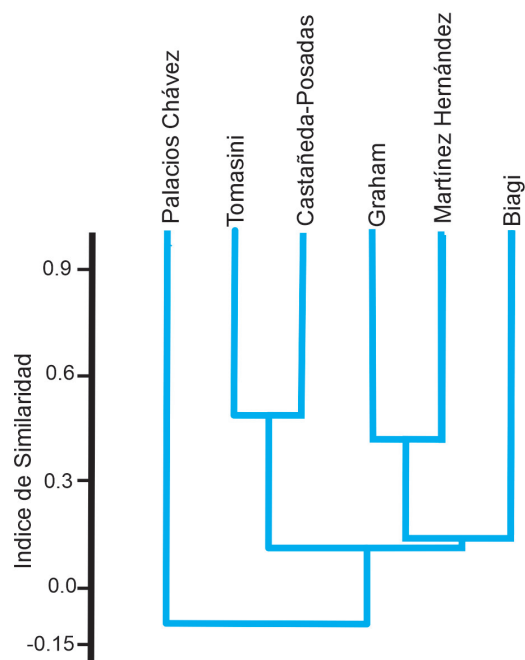


Figura 4. Fenograma mostrando las Asociación de las comunidades palinológicas para el Oligoceno, Mioceno del estado de Chiapas.

5. Discusión

El reconocimiento de los palinomorfos identificados sugiere que corresponden a una comunidad vegetal tipo manglar, dominado por el género *Rhizophora*, junto con otros elementos tropicales como helechos (Polipodiácea), algunas cícadas, y palmas. Este tipo de vegetación es concordante con la planteada por Frost y Langenheim (1974), Palacios-Chávez y Rzedowski (1993), Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1994), y Graham (1999). Sin embargo, la abundancia del género *Avicennia*, nos indican que el sitio se encuentra en la parte interna del manglar, sin contacto con el mar, más próximo a la vegetación de continente.

El reconocimiento de las fungo-esporas pertenecientes a *Sordaria*, *Hipoxylon* y *Xylaria*, nos permite inferir que en el lugar de depósito se encontraban una gran cantidad de herbívoros en el ambiente, así como la presencia de grandes cuerpos de agua en encharcamiento, donde la materia orgánica no tenía una descomposición constante (Ramanujam y Srisailam, 1980; Van Geel *et al.*, 2010; Musotto *et al.*, 2013).

Para encontrar una mayor afinidad a la comunidad palinológica presente en Totolapa, se realizó un análisis de cluster (Fenograma) aplicando el índice de similitud, para comparar la asociación palinológica encontrada en este estudio con lo reportado anteriormente para sedimentos contemporáneos (Figura 4). El fenograma se realizó en el programa Past 4, utilizando el índice de correlación para comparar la similitud de las localidades (ver Anexo 1). Los resultados obtenidos en el análisis de clusters arrojan un índice de correlación de 8.643 entre la asociación palinológica reportada en este trabajo y la descrita por Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1994) para sedimentos de Simojovel en Chiapas (Figura 4). Sin encontrarse correlación significativa con las asociaciones palinológicas reportadas por Martínez-Hernández (1992), Palacios-Chávez y Rzedowski (1993) y Graham (1999).

Nuestros hallazgos indican la presencia de elementos vegetales costeros para la zona de Totolapa y concuerdan con los datos de Durán-Ruiz *et al.* (2013), mientras que los reportados por Martínez-Hernández (1992), Palacios-Chávez y Rzedowski (1993) y Graham, (1999), corresponden a elementos vegetales más continentales para las distintas zonas centrales de Chiapas.

Los resultados del presente estudio tienen implicaciones estratigráficas relevantes para la zona de estudio. La cercana correlación entre las asociaciones palinológicas aquí reportadas y descritas para el área de Simojovel, Chiapas, nos permiten sugerir que el estrato portador del ámbar de Totolapa es semejante a la Formación La Quinta (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior), más en específico a la parte superior, donde dicha formación es de edad miocénica o parte de la Lutita Mazatic, situación que es más aceptada por otros trabajos realizados en la zona (Duran-Ruiz *et al.*, 2013). La propuesta estratigráfica que postulamos en el presente

trabajo se ve fortalecida por los reportes en la bibliografía que indican que ambos yacimientos no se encuentran fósiles de microforaminíferos y escolecodontos, no hay presencia de dinocistos, hay un aumento de diversidad de polen y esporas, y diversidad de fungoesporas (Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández, 1994).

6. Conclusiones

Se identificaron 2168 palinomorfos que se agrupan en 15 morfoespecies y 11 género-forma. Por la presencia y abundancia del género *Zonocostites* y su asociación con el género actual *Rhizophora* se puede asumir que la vegetación en el sitio de Totolapa puede ser tipo manglar, muy parecida taxonómicamente a la reportada por Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández en 1994 para Simojovel, Chiapas. Esta asociación entre comunidades nos permite hipotetizar que Totolapa puede ser un manglar con una edad del Mioceno Inferior y ser perteneciente a la Lutita Mazatic. Es necesario continuar con estudios estratigráficos integrativos con el fin de establecer las edades de todas las localidades fosilíferas de ámbar, lo que nos permitirá establecer bien el contexto temporal de los yacimientos y robustecer las hipótesis de los escenarios biológicos que predominaban en el pasado del sureste de México.

Agradecimientos

Los autores agradecen a dos revisores anónimos por sus acertados comentarios al escrito. También agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y al Ecocampus Valsequillo-BUAP, por el apoyo para el desarrollo de esta investigación. Igualmente se agradece la labor editorial del Dr. Josep A. Moreno Bedmar, Mtra. Sandra Ramos Amézquita y Mtro. León Felipe Álvarez Sánchez.

Referencias

- Azar, D., Nel, A., Coty, D., & Garrouste, R. (2010). The second fossil ceratocombidae bug from the Miocene amber of Chiapas (México) (Hemiptera: Ceratocombidae). *Annales de la Société Entomologique de France (Nouvelle série)*, 46(1-2), 100-102.
- Biaggi, R. E. (1978). *Palynology and paleoecology of some Oligo-Miocene sediments from Chiapas, Mexico*. Tesis de Máster no publicado. Walla College. Walla, Washington.
- Breton, G., Serrano-Sánchez, M. L., & Vega, F. (2014). Filamentous micro-organisms, inorganic inclusions and pseudo-fossil in the Miocene amber from Totolapa (Chiapas, México): Taphonomy and systematics. *Boletín de la Sociedad Geológica de México*, 66(81), 199-214.
- Bryant, D. D. (1983). Recently discovered amber source near Totolapa, Chiapas, México. *American antiquity*, 48(2), 54-357.
- Durán-Ruiz, C., Riquelme, F., Coutiño-José, M., Carbot-Chanona, G., Castaño-Meneses, G., & Ramos-Arias, M. (2013). Ants from the Miocene Totolapa amber (Chiapas, México), with the first record

- of the genus *Forelius* (Hymenoptera, Formicidae). *Canadian Journal of Earth Sciences*, 50, 495–502. dx.doi.org/10.1139/cjes-2012-0166
- Frost, S. H., & Langenheim, R. L. (1974). *Cenozoic reef biofacies*: De Kalb. Northern. Illinois University Press.
- Graham, A. (1999). Studies in Neotropical Paleobotany. XIII. An Oligo-miocene palynoflora from Simojovel (Chiapas, México). *American Journal of Botany*, 86(1), 17–31.
- Gelorini, V., Verbeken, A., van Geel, B., Cocquyt, C., & Vershuren, D. (2011). Modern non-pollen palynomorphs from East African lake sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 164, 143–173. Doi: 10.1016/j.revpalbo.2010.12.002
- Hernández-Hernández, M. J., Cruz J. A., & Castañeda-Posadas, C. (2020). Paleoclimatic and vegetation reconstruction of the Miocene southern Mexico using fossil flowers. *Journal of South American Earth Sciences*, 104, 102827. Doi: 10.1016/j.jsames.2020.102827
- Kalgutkar, R. M., & Jansonius, J. (2000). *Synopsis of fossil fungal spores, mycelia and fructifications*. American association of stratigraphic palynologists foundation. Dallas, Texas. USA.
- Langenheim, J. H., Hackner, B. L., & Bartlett, A. S. (1967). Mangrove Pollen at the depositional site of Oligo-Miocene Amber from Chiapas, Mexico. *Botanical Museum Leaflets Harvard University*, 21, 289–324.
- Matta-García, L. B. (2004). Hongos fósiles del Mioceno al sur del estado Monagas (Venezuela) y sus implicaciones paleoecológicas. Resultados preliminares. *Acta Botánica de Venezuela*, 27(2), 127–139.
- Martínez-Hernández, E. (1992). Caracterización ambiental del Terciario de la región de Ixtapa, Estado de Chiapas- Un enfoque Palinoestratigráfico. *Revista del Instituto de Geología*, 10, 54–64.
- Martínez-Hernández, E., Hernández-Campos, H., & Sánchez-López, M. (1980). Palinología del Eoceno en el Noreste de México. *Revista del Instituto de Geología*, 4(2), 155–166.
- Meneses-Rocha, J. J. (1985). *Tectonic Evolution of strike-slip Fault province of Chiapas, Mexico*. Tesis de maestría no publicada, Universidad de Texas.
- Meneses-Rocha, J. J. (2001). Tectonic Evolution of the Ixtapa graben, an example of a strike-slip basin in southeastern Mexico: implications for regional petroleum system. In *The Western Gulf of Mexico Basin. Tectonic, Sedimentary Basin, and petroleum system*. En Bartolini, C., Buffler, R. T. & Cantú-Chapa, A. (eds.). *American Association of Petroleum Geologists Memoir* 75. pp 183–216.
- Mora, J. C., Jaimes-Viera, M. C., Garduño-Monroy, V. H., Layer, P., Pompa-Mera, V., & Godínez, L. (2007). Geology and geochemistry characteristics of the Chiapanecan Volcanic Arc (Central area), Chiapas, México. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 162, 43–72.
- Musotto, L. L., Bianchinotti, M. V., & Borromei, A. M. (2013). Inferencias paleoecológicas a partir del análisis de microfósiles fúngicos en una turbera pleistoceno-holocena de Tierra del Fuego, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 15(1), 89–98.
- Palacios-Chávez, R., & Rzedowski, J. (1993). Estudio palinológico de las floras fósiles del Mioceno inferior y principios del Mioceno medio de la región de Pichucalco, Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*, 24, 1–96.
- Perrilliat, M., Vega, F., & Coutiño, M. (2010). Miocene mollusk from the Simojovel area in Chiapas, Southwestern Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 30, 111–119. Doi: 10/1016/j.jsames.2012.04.005
- Ramanujam, C. G. K., & Srisailam, K. (1980). Fossil fungal spores from the Neogene beds around Cannanore in Kerala state. *The Botanique*, 9(1978), 119–133.
- Riquelme F., & Hill, D. E. (2013). Insights into amber salticids from the Neogene of Middle America, with the first report of Marpissinae (Araneae: Salticidae) from the Chiapas Amber. *Peckhamia*, 106(1), 1–5.
- Riquelme, F., & Menéndez-Acuña, M. (2017). Miocene spider *Maevia eureka* nov. sp. (Araneae: Salticidae). *PeerJ*, 5: e3614. doi: 10.7717/peerj.3614
- Riquelme F., Ruvalcaba-Sil, J. L., Alvarado-Ortega, J., Estrada-Ruiz, E., Galicia-Chávez, M., Porras-Múzquiz, H., Stojanoff, V., Siddons, D. P., & Miller, L. (2014a). Amber from Mexico: coahuilite, simojovelite and bacalite. *MRS Proceedings*, 1618, 169–180.
- Riquelme F., Northrup, P., Ruvalcaba-Sil, J. L., Stojanoff, V. Siddons, D. P., & Alvarado-Ortega, J. (2014b). Insights into molecular chemistry of Chiapas amber using infrared-light microscopy, PIXE/RBS, and sulfur K-edge XANES spectroscopy. *Applied Physics A*, 116, 97–109.
- Salard-Cheboldaeff, M., & Locquin M. V. (1980). Champignons présents au Tertiaire le long du littoral de l' Afrique équatoriale: 105e *Congrès National des Sociétés savantes*, Caen, 183–195.
- Solórzano-Kraemer, M. M. (2007). Systematic, palaeocology, and palaeobiogeography of the insect fauna from Mexican amber. *Palaentographica Abteilung A*, 282(1-6), 1–133.
- Solórzano-Kraemer, M. M. (2010). Mexican Amber. *Biodiversity of fossil in amber from the major world deposits*. Penney, Siri Scientific Press. Manchester.
- Tomasini-Ortiz, A. C., & Martínez-Hernández, E. (1984). Palinología del Eoceno – Oligoceno de Simojovel, Chiapas. *Paleontología Mexicana*, 50, 1–61.
- Van Geel, B., Gelorini, V., Lyaruu, A., Aptroot, E., Rucina, S., Marchant, R., Sinninghe-Damsté, J. S., & Versschuren, D. (2010). Diversity and ecology of tropical African fungal spores from a 25,000-year palaeoenvironmental record in southeastern Kenya. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 164, 174–190.
- Varma, C. P., & Rawat, M. S. (1963). A note on some diporate grains recovered from Tertiary horizons of India and their potential marker value. *Grana Palynologica*, 4, 130–139.
- Vega, F. J., Nyborg, T., Coutiño, M. A., Sole, J., & Hernández-Monzón, O. (2009). Neogene Crustaceae from Southeastern Mexico. *Bulletin the Mizunammi fossil Museum*, 35, 51–69.

Anexo 1.

Información complementaria al artículo.

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
Deflandreaceae	1	0	0	0	0	0
<i>Deflandrea</i>	1	0	0	0	0	0
Homotrybliaceae	1	0	0	0	0	0
<i>Cyclonephelium</i>	1	0	0	0	0	0
Sarcoscyphaceae	1	0	0	1	0	0
<i>Cookeina</i>	1	0	0	0	0	0
Sordariaceae	1	0	0	1	1	0
<i>Actinopelte</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Sordaria</i>	1	0	0	0	1	0
Xilariaceae	0	0	0	1	1	0
<i>Hypoxylon</i>	0	0	0	1	1	0
Incertae Sedis	1	0	0	1	1	0
<i>Monoporisporites</i>	1	0	0	1	1	0
<i>Striadisporites</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Microthyriaceous</i>	0	0	0	1	0	0
Pucciniaceae	1	0	0	1	0	0
<i>Puccinia</i>	1	0	0	0	0	0
Ustilaginaceae	1	0	0	0	0	0
<i>Ustilago</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Inapertisporites</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Lacrimasporonites</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Entophlyctis</i>	1	0	0	0	0	0
Hyphomyceteae	1	0	0	1	1	0
<i>Alternaria</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Celaesporites</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Dicellaesporites</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Diporicellaesporites</i>	1	0	0	1	1	0
<i>Diporisporites</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Dyadospornites</i>	1	0	0	1	0	0
Lycopodiaceae	1	0	1	1	0	1
<i>Lycopodium</i>	1	0	1	0	0	1
<i>Laevigatosporites</i>	0	0	0	1	0	0
Selaginellaceae	1	1	1	1	0	1
<i>Selaginella</i>	1	1	1	0	0	1
<i>Echinatisporites</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Sphagnum</i>	0	0	0	0	0	1

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
Equisetaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Equisetum</i>	1	0	0	0	0	1
Aspleniaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Asplenium</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Holodictyum</i>	0	0	0	0	0	1
Cyatheaceae	1	1	1	1	0	1
<i>Alsophila</i>	1	0	0	0	0	1
<i>cf. Chemidaria</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Cyathea</i>	1	0	1	0	0	1
<i>Sphaeropteris</i>	1	1	0	0	0	0
Deltoidospora	0	0	0	1	1	1
Davaliaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Davalia</i>	0	0	0	0	0	1
Dicksoniaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Dicksonia</i>	0	0	0	0	0	1
Gleicheniaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Gleicheniaceae</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Dichranopteris</i>	1	0	0	0	0	0
Gymnosgrammaceae	1	0	0	0	0	0
<i>Jamesonia</i>	1	0	0	0	0	0
Marattiaceae	1	0	0	0	0	1
<i>cf. Daneae</i>	1	0	0	0	0	1
<i>cf. Marattia</i>	1	0	0	0	0	0
Matoniaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Klukisporites</i>	0	0	0	0	0	1
Plagiogyriaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Plagiogyria</i>	0	0	0	0	0	1
Polypodiaceae	1	0	0	1	1	1
<i>Dryopteris</i>	0	0	0	0	0	1
<i>cf. Acrostichum</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Grammitis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Laevigatosporites</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Microgramma</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Phlebodium</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Polypodium</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Polypodiisporites</i>	0	0	0	1	1	1
<i>Polypodiidites</i>	1	0	0	0	0	0
Pteridaceae	1	1	1	0	0	1

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
<i>Adiantum</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Ceraptopteris</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Hypolepis</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Hemiperis</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Lindsaeae</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Ochropteris</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Pteris</i>	1	1	1	0	0	1
<i>Verrugancin gulatisporites</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Pteridium</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Birestisporites/</i> <i>Hymenophyllum</i>	0	0	0	1	0	0
Hemionitidaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Anogramma</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Hemionitis</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Jamesonia</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Schizoloma</i>	0	0	0	0	0	1
Sinopteridaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Cheiloplacton</i>	0	0	0	0	0	1
Schizaceae	1	0	0	1	0	1
cf. <i>Anemia</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Cicatricosisporites</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Lygodium</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Corrugatisporites</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Klukisporites</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Triplanosporites</i>	1	0	0	0	0	0
Vittariaceae	1	1	0	0	0	0
<i>Polytaenium</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Vittaria</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Corollina</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Ephedraceae</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Equisetoporites/Ephedra</i>	0	0	0	1	0	0
Cupressaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Cupressus</i>	0	0	0	0	0	1
cf. <i>Taxodium</i>	1	0	0	0	0	1
Pinaceae	1	1	1	1	0	1
<i>Abiespollenites</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Cedrus</i>	1	0	0	1	0	1
cf. <i>Clavabivesiculites</i>	1	0	0	0	0	0

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
<i>Larix</i>	1	0	0	0	0	1
cf. <i>Picea</i>	1	1	0	0	0	1
<i>Pinus</i>	1	1	1	0	0	1
<i>Pseudotsuga</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Tsuga</i>	0	0	0	0	0	1
Podocarpaceae	0	1	0	1	0	1
<i>Podocarpus</i>	0	1	0	1	0	1
Taxodiaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Sequoia</i>	0	0	0	0	0	1
Cycadophyta	0	0	0	1	1	1
<i>Cycadopites</i>	0	0	0	1	1	1
Gramineae	1	0	0	1	0	1
<i>Graminidites</i>	1	0	0	1	0	1
Aceraceae	1	0	0	0	0	1
<i>Acer</i>	1	0	0	0	0	1
Acanthaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Odontema</i>	0	0	0	0	0	1
Anacardiaceae	1	1	0	0	0	0
<i>Tapirira</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Spondias</i>	1	0	0	0	0	0
Agavaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Agave</i>	0	0	0	0	0	1
Annonaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Annona</i>	0	0	0	0	0	1
Apocynaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Prestonia</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Rauvolfia</i>	0	0	0	0	0	1
Aquifoliaceae	1	1	1	0	0	1
<i>Ilex</i>	1	1	1	0	0	1
Araliaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Dendropanax</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Oreopanax</i>	0	0	0	0	0	1
Asteraceae	0	1	0	0	0	1
Betulaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Alnus</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Carpinus</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Corylus</i>	1	0	0	0	0	1
Bigmoniaceae	0	0	0	0	0	1

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
<i>Crescentia</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Tabebuia</i>	0	0	0	0	0	1
Bombacaceae	1	1	0	0	0	1
<i>Bombax</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Aguiaria</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Pachira</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Ceiba</i>	0	0	0	0	0	1
Boraginaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Tournefortia</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Cordia</i>	0	0	0	0	0	1
Bromeliaceae	0	0	1	0	0	1
<i>Catopsis</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Tilandsia</i>	0	0	1	0	0	1
Brunelliaceae	0	0	0	0	0	0
<i>Brunellia</i>	0	0	0	0	0	1
Burseraceae	0	0	0	0	0	0
<i>Bursea</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Protium</i>	0	0	0	0	0	1
Buxaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Buxus</i>	0	0	0	0	0	1
Capparidaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Cleome</i>	0	0	0	0	0	1
Caprifoliaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Lonicera</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Viburnum</i>	0	0	0	0	0	1
Caryophyllaceae	1	0	0	0	0	0
Casuarinaceae	1	0	0	0	0	0
<i>Casuarinidites</i>	1	0	0	0	0	0
Chenopodiaceae/ Amaranthaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Chenopodipollis</i>	1	0	0	0	0	0
Clethraceae	1	0	0	1	0	1
<i>Clethra</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Psilatricolporites</i>	0	0	0	1	0	0
Chloranthaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Hedyosmum</i>	0	0	0	0	0	1
Combretaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Combretum</i>	1	0	0	0	0	1

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
<i>Terminalia</i>	1	0	0	0	0	0
Convolvulaceae	1	0	0	0	0	0
<i>Merremia</i>	1	0	0	0	0	0
Cunoniaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Weinmannia</i>	0	0	0	0	0	1
Cornaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Cornus</i>	0	0	0	0	0	1
cf. <i>Cyrilla</i>	1	0	0	0	0	0
Cyrillaceae	1	0	0	0	0	0
Cyperaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Cyperus</i>	0	0	0	0	0	1
Ericaceae	1	1	0	0	0	1
<i>Ericipites</i>	1	0	0	0	0	1
Euphorbiaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Acalypha</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Alchornea</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Hura</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Hyeronima</i>	1	0	0	0	0	0
cf. <i>Tetrorchidium</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Codiaeum</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Jatroba</i>	0	0	0	0	0	1
Fagaceae	1	0	0	1	0	1
<i>Castanea</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Fagus</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Nothofagus</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Quercus</i>	1	0	0	0	0	1
Gunneraceae	0	0	0	0	0	1
<i>Gunnera</i>	0	0	0	0	0	1
Hamamelidaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Liquidambar</i>	1	0	0	0	0	1
Hippocastanaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Aesculidites</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Ballia</i>	0	0	0	0	0	1
Icacinales	1	0	0	0	0	1
<i>Phytocrene</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Calatola</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Demostachys</i>	0	0	0	0	0	1
Iliciaceae	1	0	0	0	0	0

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
<i>Myocolpopollenites</i>	1	0	0	0	0	0
Junglandaceae	1	1	1	1	1	1
<i>Alfaroa</i> / <i>Engelhardtia</i> / <i>Oreomunnea</i>	1	1	1	0	1	1
<i>Engelhardtiodites</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Junglans</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Momipites</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Pterocarya</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Carya</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Oudhkusumites</i>	1	0	0	0	0	0
Labiatae	1	0	0	0	0	0
Lauraceae	0	0	0	0	0	1
<i>Persea</i>	0	0	0	0	0	1
Leguminosae	1	1	0	0	0	1
<i>Acacia</i>	1	1	0	0	0	1
<i>Hymenaea</i>	0	1	0	0	0	0
<i>crudia</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Enterolobium</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Inga</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Mimosa</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Baikiaee</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Bauhinia</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Cassia</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Oacolpollenites</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Dalea</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Myroxylon</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Phaseolidites</i>	0	0	0	0	0	1
Liliaceae	0	0	1	1	1	1
<i>Liliacidites</i>	0	0	0	1	1	1
Loranthaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Aethanthus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Arceuthobium</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Psittacanthus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Struthanthus</i>	0	0	0	0	0	1
Lythraceae	0	0	0	0	0	1
<i>Cuphea</i>	0	0	0	0	0	1
Magnoliaceae	0	0	0	1	0	1
<i>Liriodendron</i>	0	0	0	0	0	1

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
Melastomaceae	0	0	0	0	0	1
Malpighiaceae	1	0	0	0	0	1
cf. <i>Byrsonima</i>	1	0	0	0	0	0
Meliaceae	0	1	0	0	0	1
<i>Cedrela</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Guarea</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Swietenia</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Trichillia</i>	0	0	0	0	0	1
Malvaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Thespesia</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Hibiscus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Sida</i>	0	0	0	0	0	1
Moraceae	1	0	0	0	0	0
<i>Broussonetia</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Ficus</i>	1	0	0	0	0	0
Myricaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Myrcia</i>	0	0	0	0	0	1
Myrsinaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Heberdenia</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Parathesis</i>	0	0	0	0	0	1
Myrtaceae	1	1	0	0	0	1
<i>Eugenia</i>	1	1	0	0	0	1
<i>Myrtacidites</i>	1	0	0	0	0	0
Nyssaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Nyssa</i>	1	0	0	0	0	1
Ochnaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Ourateae</i>	0	0	0	0	0	1
Oleaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Fraxinus</i>	1	0	0	0	0	1
Onagraceae	1	0	0	0	0	1
<i>Fuchsia</i>	0	0	0	0	0	1
Palmae	1	1	0	1	0	1
cf. <i>Areca</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Arecipites</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Astrocaryum</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Crysophilia</i>	0	1	0	0	0	0
cf. <i>Granophyllum</i>	1	0	0	0	0	0
cf. <i>Iriarte</i>	1	0	0	0	0	1

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
cf. <i>Jessenia</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Liliacidites</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Monocolpopollenites</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Nypa</i>	1	0	0	0	0	1
cf. <i>Paralinospadix</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Phoenix</i>	1	0	0	0	0	0
Passifloraceae	0	0	0	0	0	1
<i>Passiflora</i>	0	0	0	0	0	1
Piperaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Piper</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Peperomia</i>	0	0	0	0	0	1
Platanaceae	1	0	0	0	0	1
cf. <i>Platanus</i>	1	0	0	0	0	1
Polygalaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Polygala</i>	1	0	0	0	0	1
Polygonaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Coccoloba</i>	0	0	0	0	0	1
Portulacaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Lewisia</i>	0	0	0	0	0	1
Potamogetonaceae	1	0	0	0	0	0
cf. <i>Potamogeton</i>	1	0	0	0	0	0
Primulaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Dococatheon</i>	0	0	0	0	0	1
Pyrolaceae	1	0	0	0	0	0
<i>Monotropa</i>	1	0	0	0	0	0
Ranunculaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Ranunculus</i>	0	0	0	0	0	1
Rhamnaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Rhamnus</i>	0	0	0	0	0	1
Rhizophoraceae	1	1	1	1	1	1
<i>Rizophora</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Cassipourea</i>	0	0	0	0	0	1
Rosaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Crataegus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Prunus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Rosa</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Rubus</i>	0	0	0	0	0	1
Rubiaceae	1	0	0	0	0	1

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
cf. <i>Randia</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Alibertia</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Deppea</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Farameae</i>	0	0	0	0	0	1
Rutaceae	1	0	0	0	0	1
cf. <i>Zanthoxylum</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Cassimiroa</i>	0	0	0	0	0	1
Sabiaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Meliosoma</i>	0	0	0	0	0	1
Salicaceae	1	0	0	0	0	1
cf. <i>Populus</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Salix</i>	1	0	0	0	0	1
Sapindaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Cupania</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Paullinia</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Serjania</i>	0	0	0	0	0	1
Sapotaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Manilkara</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Pouteria</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Tetracolpoporellenites</i>	0	0	0	0	0	1
Saxifragaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Phyllomona</i>	0	0	0	0	0	1
Smilacaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Smilax</i>	0	0	0	0	0	1
Sterculaceae	1	0	1	0	0	1
<i>Ayenia</i>	1	0	1	0	0	1
<i>Bythneria</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Chiranthodendron</i>	0	0	0	0	0	1
Solanaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Salanum</i>	0	0	0	0	0	1
Stryracaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Stryrax</i>	0	0	0	0	0	1
Symplocaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Symplocos</i>	0	0	0	0	0	1
Theaceae	1	1	1	1	0	1
<i>Pelliciera</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Ternstroemia</i>	0	0	0	0	0	1
Tiliaceae	1	0	1	0	0	1

Familia/Género	Biaggi, 1978	Graham, 1999	Martinez, 1992	Tomasini <i>et al.</i> , 1984	Castañeda <i>et al.</i> , 2023	Palacios, 1993
<i>Tilia</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Tiliapollenites</i>	0	0	1	0	0	0
Thymelaeaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Sernapollenites</i>	0	0	0	0	0	1
Typhaceae	1	0	0	0	0	0
cf. <i>Typha</i>	1	0	0	0	0	0
Ulmaceae	1	0	0	0	0	1
<i>Celtis</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Planera</i>	1	0	0	0	0	0
cf. <i>Trema</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Ulmus/Zelkova</i>	1	0	0	0	0	1
Umbelliferae	1	0	0	0	0	1
<i>Berula</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Eryngium</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Cupuliferoipollenites</i>	1	0	0	0	0	0
Urticaceae	1	0	0	0	0	1
cf. <i>Sarcopilea</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Urtica</i>	1	0	0	0	0	0
Verbenaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Verbena</i>	0	0	0	0	0	1
Vitaceae	0	0	0	0	0	1
<i>Cissus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Vitis</i>	0	0	0	0	0	1