**Paleontología Mexicana**
**Volumen 10, núm. 1, 2021, p. 71 – 82**

# Nuevo registro xilológico de los géneros fósiles *Agathoxylon* sp. y *Protophyllocladoxylon* sp. del Jurásico Medio de Oaxaca, México.

## *New xylological record of the fossil genera Agathoxylon sp. and Protophyllocladoxylon sp. from the Middle Jurassic of Oaxaca, Mexico.*

Ortega Chávez, Elizabeth[a,*]; Velasco De León, Ma. Patricia[b]; Estrada Ruiz, Emilio[b]

[a] Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Guelatao 66, Col. Ejército de Oriente, Iztapalapa, 09230, CDMX, México
[b] Laboratorio de Ecología, Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala, 11340, CDMX, México.

[*] elioch.26@gmail.com

**Resumen**

En la Formación Tecomazúchil del Jurásico Medio de la región de Partideño, Oaxaca, se ha registrado paleoflora de Bennetitales, además de haberse recolectado material de maderas fósiles. De este material se describen dos nuevos registros con base en estructuras anatómicas, las cuales nos permitió relacionarlas con los géneros de fósiles *Agathoxylon* y *Protophyllocladoxylon*. El taxón identificado como *Agathoxylon* sp. se caracteriza por la ausencia de anillos de crecimiento, punteaduras radiales, predominantemente biseriadas alternas y, ocasionalmente, parcialmente uniseriadas de forma circular, punteaduras en los campos de cruzamiento de tipo araucarioide, con cuatro a ocho punteaduras. La segunda madera tiene afinidad con el género fósil *Protophyllocladoxylon* sp., el ejemplar no presenta anillos de crecimiento, en su lugar presenta punteaduras radiales biseriadas alternas parcialmente uniseriadas, ocasionalmente triseriadas de forma poligonal y circular, punteaduras de tipo phyllocladoide de una a dos de forma elíptica que ocupan todo el campo de cruzamiento. Estos dos nuevos registros del Jurásico Medio amplían su distribución espacial y temporal para América del Norte, siendo que *Agathoxylon* ha sido ampliamente descrito y reportado para el Hemisferio Sur del continente.

**Palabras clave:** Anatomía, Araucariaceae, coníferas, madera, Mesozoico, Podocarpaceae.

***Abstract***

*In the Tecomazúchil Formation of the Middle Jurassic of the Partideño region, Oaxaca, paleoflora from Bennetitales have been recorded, but fossil wood material has also been collected. Two new records of this material are described based on anatomical structures, which allowed us to relate them to the fossil genera Agathoxylon and Protophyllocladoxylon. The taxon identified as Agathoxylon sp. it is characterized by the absence of growth rings, predominantly alternate and occasionally partially uniseriate radial pits of a circular shape, araucarioid-type pits with four to eight pits. The second fossil wood has an affinity with the fossil genus Protophyllocladoxylon sp. The specimen does not show growth rings, it has partially uniseriate alternating biseriate radial pits, occasionally polygonal and circular triseriate, phyllocladoid-type pits one to two elliptical in shape that occupy the entire crossover field. These new records from the Middle Jurassic extend its spatial and temporal distribution for North America, and Agathoxylon has been widely described and reported for the Southern Hemisphere of the continent.*

***Keywords:*** *Anatomy, Araucariaceae, conifers, wood, Mesozoic, Podocarpaceae.*

Manuscrito recibido: 10 de agosto del 2020
Manuscrito corregido recibido: 10 de agosto del 2020
Manuscrito aceptado: 10 de agosto del 2020

## 1. Introducción

Durante el Mesozoico el territorio mexicano ocupaba una posición de particular interés ya que se encontraba en el límite de la placa tectónica entre el Norte y Sur América. Debido a su paleogeografía, la evolución geológica de México durante el Mesozoico temprano fue controlada por la actividad de fallas normales y laterales, que determinaron una configuración cortical compleja, caracterizada por numerosas cuencas subsidentes que fueron los sitios de depósito de potentes sucesiones continentales a marinas (Martini *et al*., 2017).

Algunas de estas sucesiones contienen el registro fósil más abundante de la flora jurásica de México, por ejemplo, en las cuencas de Ayuquila y Otlaltepec (Velasco de León *et al*., 2019) y Tezoatlán en el estado de Oaxaca, donde existieron comunidades con diversos grupos de gimnospermas bien representadas. Las coníferas son uno de los grupos más antiguos que adquirió gran diversificación durante el Mesozoico principalmente en el Triásico y Jurásico (Wieland, 1914; Silva Pineda, 1978; Anderson *et al.*, 2007; Taylor *et al*., 2009).

Los estudios realizados con base en maderas fósiles proporcionan información no sólo taxonómica sino también sobre la vegetación, biodiversidad y paleoambientes que existieron en un área determinada (Poole, 2000). También proveen una de las mejores fuentes de datos para evaluar los patrones biogeográficos a escala continental y poder analizar las variaciones regionales de la paleoflora en intervalos prolongados (Philippe *et al*., 2004).

En el mundo, se han efectuado diversos estudios sobre anatomía de maderas fósiles relacionadas con el orden de las coniferales (Morgans, 1999; Bamford, 1999; Bamford y Philippe, 2001; Brison *et al*., 2001; Philippe *et al*., 2004; Cantrill y Poole, 2005; Gnaedinger, 2006a, 2007b; Bodnar y Artabe, 2007; Jiang *et al*., 2008; Philippe y Bamford, 2008; Gnaedinger y Herbst, 2009; Crisafulli y Herbst, 2010; Zhang *et al*., 2010; Oh *et al*., 2011; Pujana *et al*., 2014; Kloster y Gnaedinger, 2018; Wan *et al*., 2019). En México, la investigación con maderas fósiles de coniferales inició con trabajos que se remontan a Wieland (1914) quien propone la especie *Araucarioxylon mexicanum* para la Formación Rosario del estado de Oaxaca. Ocho décadas después, Cevallos-Ferriz (1992) describe al género fósil *Brachyoxylon* Hollick y Jeffrey (1906) en el área de Lampazos, Sonora, del Cretácico Inferior, además de *Podocarpoxylon* Gothan, 1905 y *Taxodioxylon* Harting, 1848 de la Formación Olmos del Cretácico Superior en Coahuila. Ortega-Chavez (2013) de la Formación Tecomazúchil del Jurásico Medio describe ejemplares de maderas de los géneros fósiles *Araucarioxylon* y *Podocarpoxylon*. Otro hallazgo para la familia Araucariaceae es el registro de Grajeda-Cruz (2015) de *Agathoxylon* para la Formación Otlaltepec (Jurásico Medio) y la Unidad Magdalena (Cretácico Inferior) en el estado de Puebla. García-Hernández *et al*. (2016) describió una madera con caracteres en *Agathoxylon*, en sedimentos de la Formación San Carlos (Cretácico Superior) en Chihuahua, este registro aumenta el alcance estratigráfico para este género en México. Ríos-Santos (2016) propone el género y especie *Rosarioxylon fusiformis* Ríos-Santos, 2016 y la especie *Protopodocarpoxylon oaxacensis* Ríos-Santos, 2016 del Jurásico Inferior, pero se queda en un trabajo informal. Posteriormente Ortega-Chavez *et al*. (2017) en sedimentos de la Formación Rosario describe la presencia de *Agathoxylon* sp. Un par de años después Ríos-Santos y Cevallos-Ferriz (2019) dan a conocer los registros de nuevas especies fósiles del Jurásico Superior: *Agathoxylon gilii* Ríos-Santos y Cevallos-Ferriz, 2019 y *Agathoxylon jericoense* Riós-Santos y Cevallos-Ferriz, 2019 del Miembro Jericó de la Formación Todos Los Santos, Chiapas. Cevallos-Ferriz *et al*. (2019) registran una nueva especie fósil *Abies cuitlahuacii* Cevallos-Ferriz *et al*., 2019 en el estado de México de edad cuaternaria, por lo que se incrementa el listado para el Sur de México. Por último, Ríos-Santos *et al*. (2020) proponen una especie fósil de *Cupressinoxylon* de la Cuenca Cabullona del Cretácico Superior en el estado de Sonora.

A pesar de que hay varias localidades con maderas fósiles de coníferas su estudio es aún incompleto y es clave para entender la biodiversidad del pasado en el territorio mexicano. Por lo que el objetivo de este trabajo es dar a conocer el registro de los géneros fósiles *Agathoxylon* sp. y *Protophyllocadoxylon* sp. para el Jurásico Medio de México de la Formación Tecomazúchil.

## 2. Material y métodos

Se recolectaron fragmentos rodados de maderas fósiles en la localidad de Partideño Oaxaca, localizada en el municipio de San Juan Ihualtepec, cerca del poblado Cieneguillas, que pertenece a la Formación Tecomazuchil (Figura 1). La Formación Tecomazúchil tiene una edad asignada de Jurásico Medio (174 millones de años) fechada con circones empleando el método de ablación laser y espectrometría de masas (Campos-Madrigal *et al*., 2013). La litología de la formación en su conjunto corresponde a conglomerado, arenisca, limolita y lutita que indican diferentes niveles de energía en el depósito, condición que también se refleja en las estructuras sedimentarias, entre las que destacan grietas de desecación y canales que denotan un ambiente continental fluvial, con un río principal y varios afluentes, llanuras de inundación, lagos y abanicos aluviales (Campos-Madrigal *et al*., 2013) (Figura 2).

Se seleccionaron dos ejemplares que preservaron xilema secundario. Para su estudio se realizaron láminas delgadas en tres planos tridimensionales, (Transversal: Tr, Longitudinal Tangencial: CLTg, Longitudinal Radial:

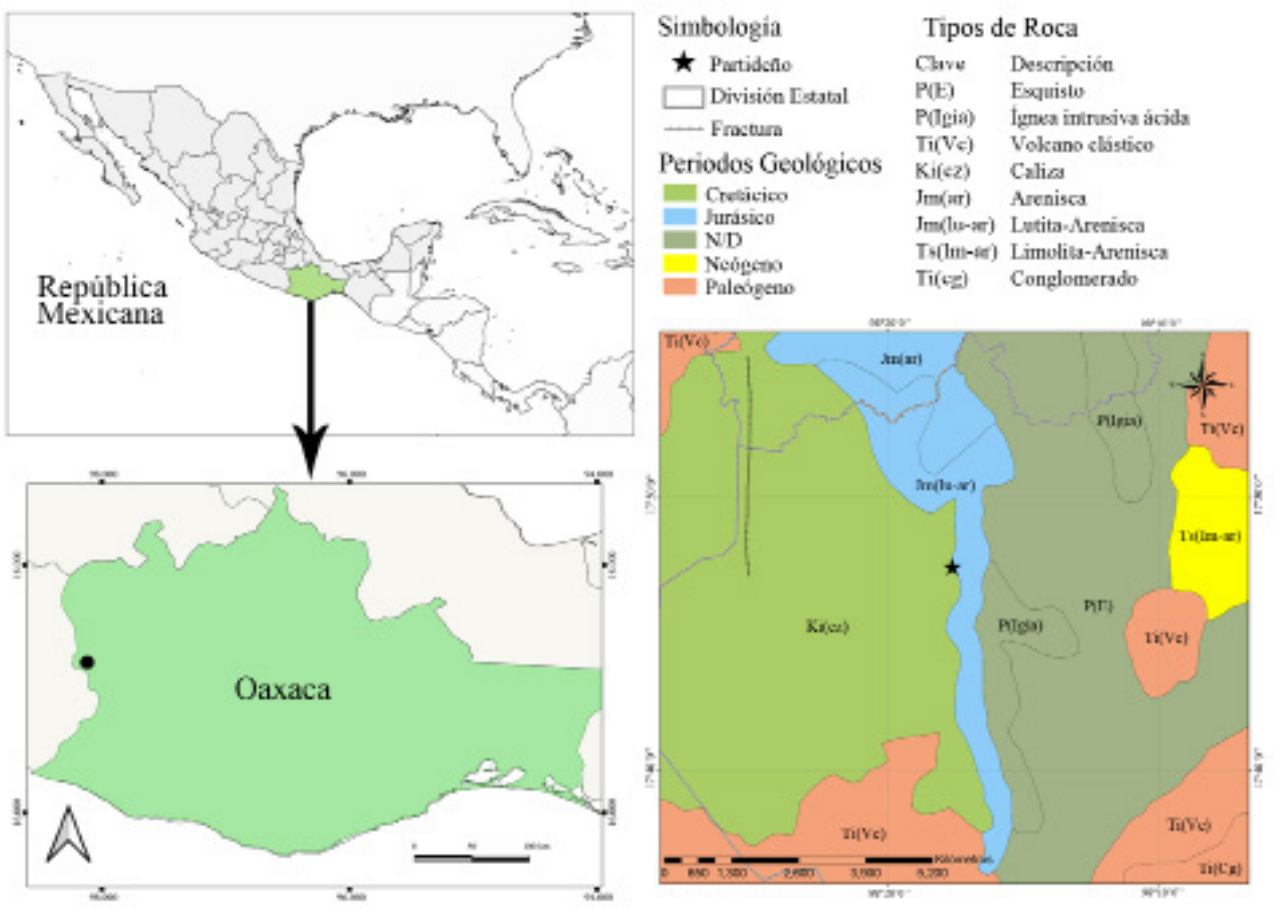


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio, localidad Partideño, estado de Oaxaca, al sur de la República Mexicana.

CLR). Las observaciones y fotografías se realizaron con un microscopio OLYMPUS E-330, y una cámara digital OLYMPUS E-620. De acuerdo con los caracteres observados, se describió la anatomía de cada madera. Se hizo un promedio de 25 mediciones (mínimo y máximo) de los distintos elementos anatómicos. La terminología empleada para su descripción se basa en la lista de caracteres microscópicos de maderas blandas de la IAWA Committe (2004), además de la comparación con literatura especializada con madera de coníferas fósiles y actuales (Greguss, 1955; García-Esteban *et al*., 2002; García Esteban *et al*., 2003; Philippe y Bamford, 2008).

El material esta resguardado en la Colección de Paleontología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México. Las láminas delgadas de micropaleontología quedaron integradas a la colección con los acrónimos MTzTr, MTzCLTg, MTZCLR, (Muestra Tecomazúchil Corte Transversal, Corte Longitudinal Tangencial, Corte Longitudinal Radial, respectivamente). Un aspecto importante que debe considerarse dentro de la identificación, son los problemas nomenclaturales. En este trabajo se siguió el Código Internacional de nomenclatura botánica (ICBN) de Turland *et al*. (2018) y se respeta el principio de prioridad de *Agathoxylon* de acuerdo a la sección III Artículo 11 y 12 y formalizada por Rößler *et al*. (2014).

## 3. Resultados

### 3.1. Descripción sistemática

División Pinophyta Meyen 1984.
Clase Pinopsida (Coniferopsida) Gifford y Foster 1989.
Orden Pinales (Coniferales) Dumortier 1829.
Familia Araucariaceae Henckel y Hochstetter 1865.

Género *Agathoxylon* Hartig 1848, p. 188.
**Especie tipo**. *Agathoxylon carbonaceum* Hartig 1848, p. 188.

*Agathoxylon* sp.
Figura 3, A-H

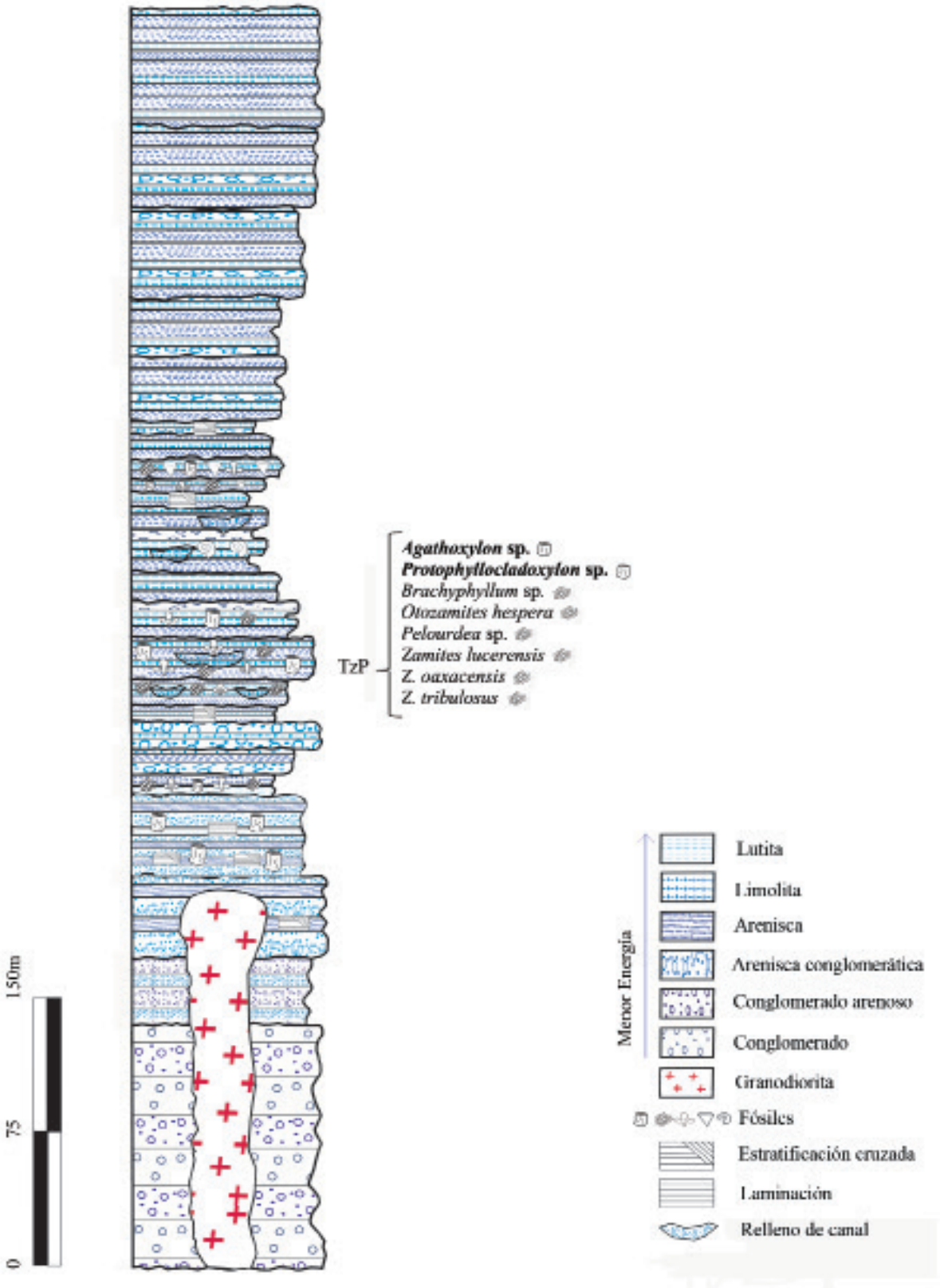


Figura 2. Columna estratigráfica de la Formación Tecomazúchil donde se ubica la zona de muestreo.

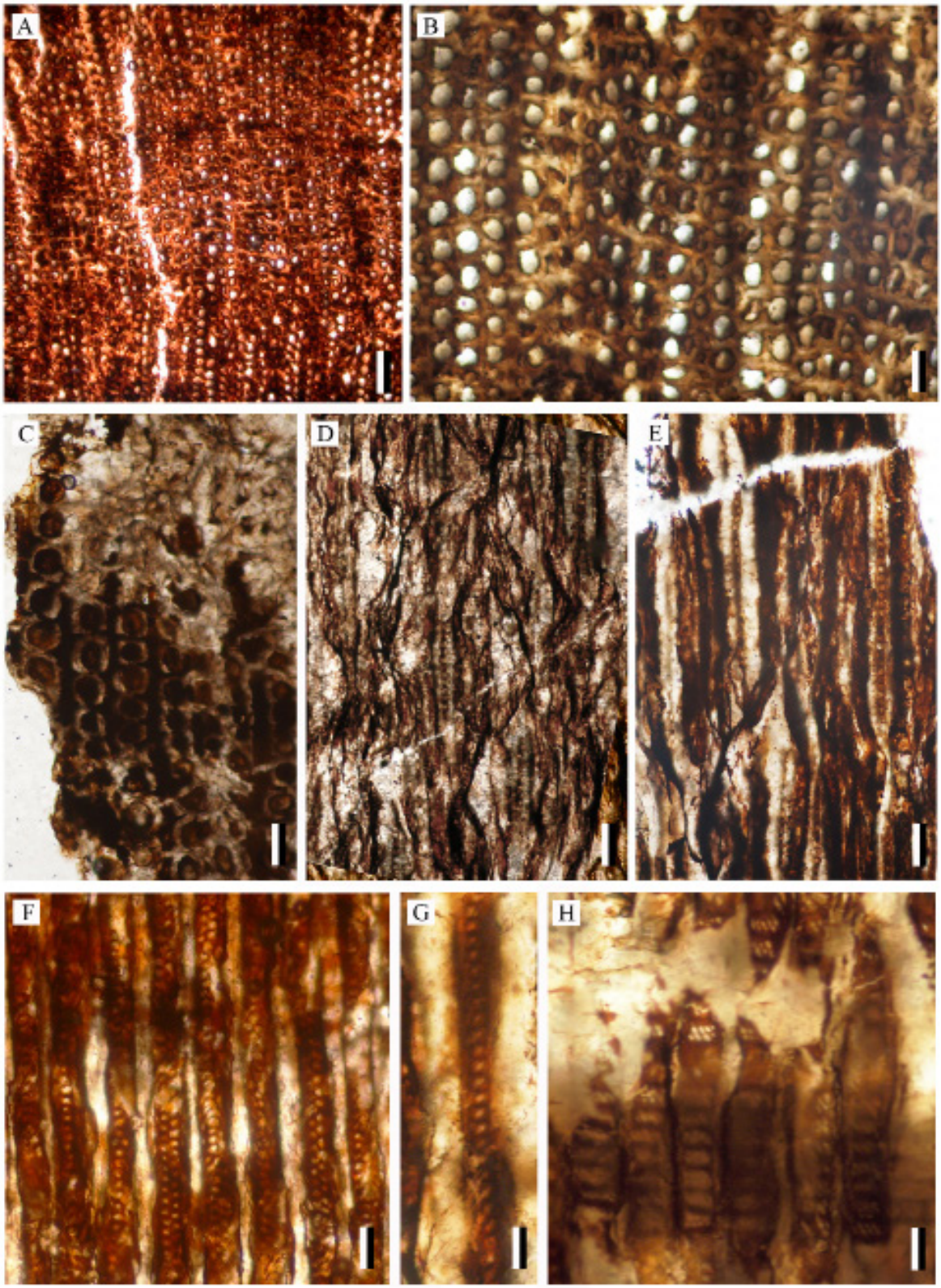


Figura 3. *Agathoxylon* sp. A. (CTr) Ausencia de anillos de crecimiento, parénquima axial y canales resiníferos, MTzCTr-05, escala = 200 µm. B. C. (CTr) Traqueidas de forma rectangular con presencia de lumen, MTzCTr-22, escala = 100 µm. D. E. (CTg) Radios homocelulares uniseriados, MTzCLTg-25, escala = 1000 µm. F. G. (CR) Punteaduras en las paredes radiales biseriadas y uniseridas de forma circular, escala = 100 µm. H. (CR) Punteaduras en los campos de cruzamiento tipo araucarioide, MTzCLR-13, escala = 1000 µm.

**Material estudiado:** CFZ-TzP 118, (MTzCTr-01, MTzCTr-05, MTz CLTg-07, MTzCLTg-09, MTzCLR-11, MTzCLR-11, MTzCLR-13, MTzCLR-15, MTzCLR-17). CFZ-PTz 119 (MTzCTr-18, MTzCTr-22, MTzCLTg-25, MTzCLTg-26, MTzCLR-30).

**Distribución:** Jurásico Medio en la Formación Tecomazúchil, estado de Oaxaca (Campos-Madrigal *et al*., 2013).

**Descripción:** madera permineralizada, diámetro aproximado de 32 cm con un alto de 24 cm. Ausencia de anillos de crecimiento, parénquima axial y canales resiníferos (Figura 3A). Presenta traqueidas de contorno circular, con un diámetro radial de 79 (49 – 90) µm, la pared de las traqueidas tienen un espesor promedio de 20 µm, algunas traqueidas presentan forma rectangular (Figura 3B–C). Los radios son homocelulares uniseriados y de tamaño bajo con dos a 26 células de alto (Figura 3D–E). Se observan punteaduras radiales de las traqueidas biseriadas alternas parcialmente uniseriadas con forma circular (Figura 3F–G). Los campos de cruzamiento tienen punteaduras tipo araucarioide con un número de cuatro a ocho dispuestas en hileras (Figura 3H).

**Discusión taxonómica:** de acuerdo con Philippe y Bamford (2008) la madera de Oaxaca se asigna al género fósil *Agathoxylon*, por presentar punteaduras radiales araucarioides (alternas) y campos de cruzamiento araucarioides (Hartig, 1848). Los registros sobre este género fósil para el Mesozoico de México son de Wieland (1914) quien propuso para el Jurásico Inferior la especie *Araucarioxylon mexicanum*, el ejemplar en estudio se comparó con esta especie. Se encontraron las siguientes diferencias: *A. mexicanum* presenta radios homocelulares muy altos (hasta 40 células) y las punteaduras en las paredes radiales que presenta pueden ser hasta triseriadas, y en el ejemplar estudiado se observan radios homocelulares bajos con dos a 26 células y punteaduras radiales biseridas alternas parcialmente uniseridas. También se comparó con el material de *Agatoxylon* sp. de Ortega-Chavez *et al*. (2017) al realizar la comparación con el ejemplar de Rosario; los caracteres principales que los diferencia son: la cantidad y orden de punteaduras en los campos de cruzamiento, en el ejemplar de Rosario presenta de una a tres punteaduras de tipo araucarioide desordenadas en los campos de cruzamiento, las punteaduras radiales de las traqueidas son biseriadas de forma hexagonal con apertura visible y las del ejemplar en estudio (ambas son de Oaxaca) sus punteaduras radiales son de forma circular, además presentan punteaduras tipo araucarioide de cuatro a ocho en hilera por cada campo de cruzamiento, las cuales pudieran corresponder a especies diferentes. También se comparó con las especies *A. gilii* Ríos-Santos y Cevallos-Ferriz, 2019 y *A. jericoense* Ríos-Santos y Cevallos-Ferriz, 2019 de una edad del Jurásico superior; con la primera especie difiere en los radios que ocasionalmente pueden ser biseriados. En el caso de *A. jericoense* esta especie presenta radios tetraseriados por cual no pueden compararse con el ejemplar CFZTzP118. También se comparó con el registro de una madera con afinidad al género *Agathoxylon* sp. de edad cretácica del estado de Coahuila, la comparación con este registro permite concluir que también se tratan de diferentes especies, ya que el ejemplar cretácico presenta punteaduras de tipo cupresoide de una a tres por campo de cruzamiento, y la aquí estudiada presenta punteaduras de tipo araucarioide de cuatro a ocho punteaduras por campo de cruzamiento, lo que permite diferenciarlas.

Se comparó también con especies fósiles de edad mesozoica empleando la revisión que realizaron a nivel mundial Kloster y Gnaedinger (2018). También se incluyeron los géneros que se consideran sinonimias (*Araucarioxylon* y *Dadoxylon*). El ejemplar en estudio asignado al género *Agathoxylon* sp. de Oaxaca se comparó con las especies: *D*. (*A*.) *jurassicum* Bhardwaj, 1953; *D. rajmahalense* Sahni (*en* Suryanarayna), 1956; *A. agathioides* Kräusel y Jain, 1964; *A. santanlense* Sah y Jain, 1964; *D. agathiodes* Krausel y Jain, 1964; *D. bindrabanense* Sah y Jain, 1964; *D. mandroense* Sah y Jain, 1964; *D. parenchymatosum* Vogellehner, 1965; *D*. (*A*.) *dallonni* Duperon-Laudoueneix y Lejal-Nicol, 1981; *D. sudanense* Duperon-Laudoueneix y Lejal-Nicol, 1981; *A*. *kellerense* Lucas y Lacey, 1981; *A. pichasquense* Torres y Rallo, 1981; *A. pranhitaensis* Rajanikanth y Sukh-Dev, 1989; *A. ohzuanum,* (Nishida, Ossawa, Nishida y Rancusi) Gnaedinger y Herbst, 1992; *D*. *tordoxyloides* Vozenin- Serra y Salard-Cheboldaeff, 1992; *A. mosurense* Jeyasingh y Kumarasamy, 1995; *A. protoaraucana* Brea, 1997; *A. chapmanae* Poole y Cantrill, 2001; *A*. sp. Falcon-Lang y Cantrill, 2001; *A. liguanensis* Torres y Philippe, 2002; *A. matildense* Zamuner y Falaschi, 2005; *A. termieri* Gnaedinger y Herbst, 2009; *A. protoaraucana* (Brea) Gnaedinger y Herbst, 2009; *A. lamaibandianus* Crisafulli y Herbst, 2011; *A. sriperumbudurensis* Kumarasamy, 2014; *A. wagadensis* Rai *et al*., 2016; *A. santacruzense* Kloster y Gnaidenger, 2018; *A. africanum* Bamford, 2020; *A. karooensis* Bamford 2020. Todas estas especies presentan punteaduras radiales de formas hexagonales aplanadas y alternas además de radios uniseriados ocasionalmente biseriados. Estos caracteres no están presentes en el ejemplar de Oaxaca, que se caracteriza por punteaduras radiales biseriadas alternas parcialmente uniseriadas de forma circular, además de solo presentar radios uniseriados; por consiguiente, no presenta similitud con las especies antes mencionadas.

Los caracteres que presenta *Agathoxylon* sp. son: punteaduras radiales de las traqueidas con contorno circular, biseriadas alternas parcialmente uniseriados. Por la cantidad de punteaduras en los campos de cruzamiento de tipo araucarioide y además de radios únicamente unicelulares, podría tratarse de una nueva especie, sin embargo, es necesario contar con más ejemplares para

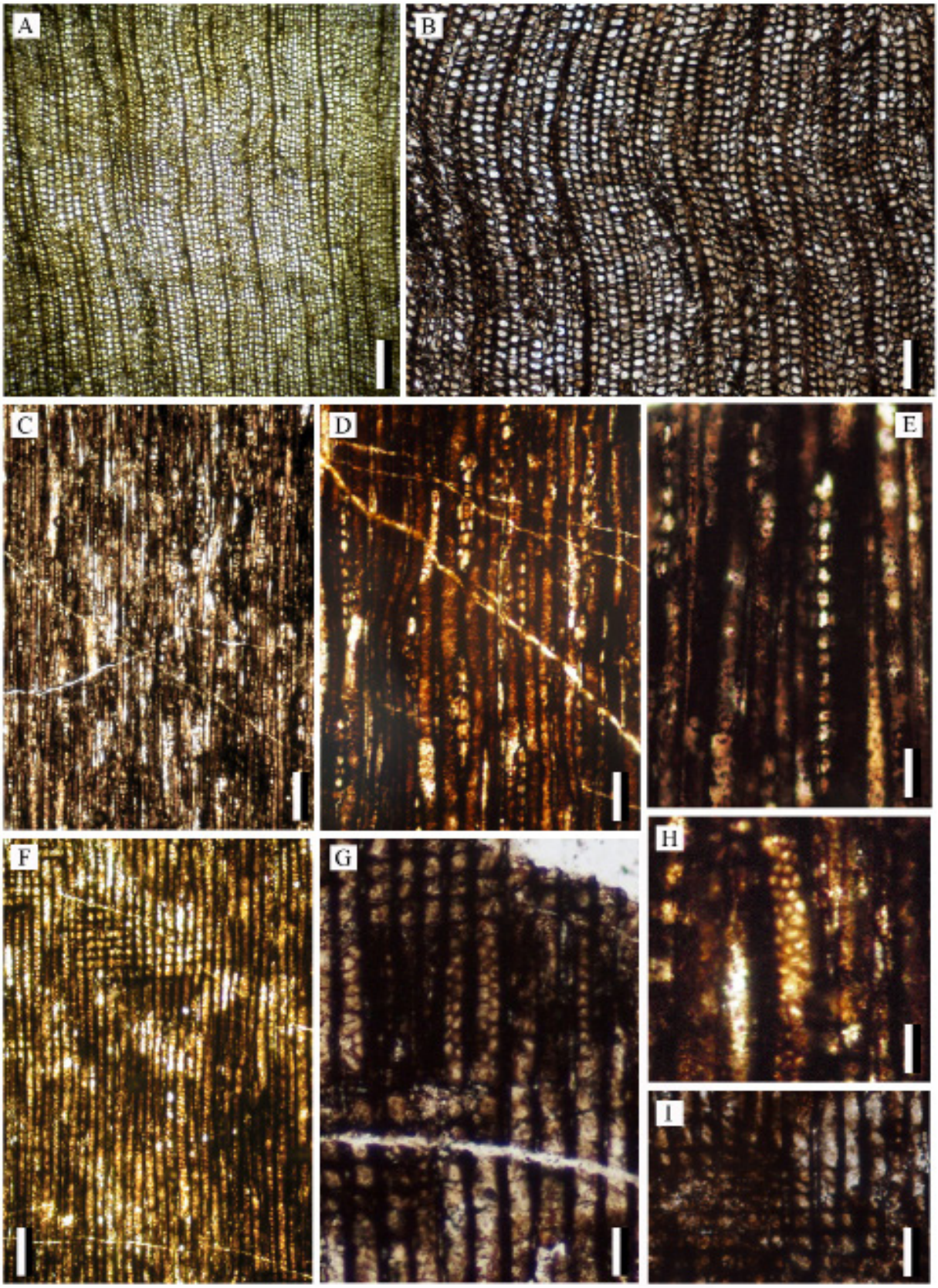


Figura 4. *Protophyllocladoxylon* sp. A. (CTr) Ausencia de anillos de crecimiento, canales resiníferos y parénquima axial, MTz CTr-01, escala = 20000 µm. B. (CTr) Traqueidas de forma cuadrada, MTz CTr-03, escala = 150 µm. C. D. E. (CTg) Radios homocelulares uniseriados, MTzCLTg-09, escala = 150 µm. F. G. I. (CR) Punteaduras en los campos de cruzamiento de tipo cupresoide de forma elíptica, escala = 40 µm. F. G. H. (CR). Punteaduras en las paredes radiales biseriadas, parcialmente uniseriadas, rara vez triseriadas alternas con forma poligonal y circular, escala = 150 µm.

realizar una asignación a este nivel. La descripción se basó en una sola muestra, si bien se examinó un segundo ejemplar, ambos presentaron los mismos caracteres debido a una preservación deficiente, ya que al existir demasiada recristalización en el ejemplar se pudieron haber perdido estructuras anatómicas. De acuerdo con los estándares de IAWA Committe (2004), faltan caracteres por cuantificar.

Familia Podocarpaceae Endlicher 1847.

Género *Protophyllocladoxylon* Kräusel 1939.
**Especie tipo**. *Protophyllocladoxylon leuchsi* Kräusel 1939.

*Protophyllocladoxylon* sp.
Figura 4, A-I

**Material estudiado:** CFZ-TzP 94 (MTz CTr-01, MTz CTr-03, MTz CTr-05, MTzCLTg-06, MTzCLTg-08, MTzCLTg-09, MTzCLR-12, MTzCLR-13).

**Distribución:** Jurásico Medio en la Formación Tecomazúchil, estado de Oaxaca (Campos-Madrigal *et al*., 2013).

**Descripción:** madera permineralizada con una medida de 19 cm de diámetro. Anillos de crecimiento, canales resiníferos y parénquima axial ausentes (Figura 4A). Las traqueidas son de contorno cuadrado a rectangular, el diámetro radial de las traqueidas es de 39 (29 – 59) µm, la pared con un espesor promedio de 15 µm (Figura 4B). Los radios son homocelulares unisieriados ocasionalmente biseriados, presentan una altura de dos hasta 18 células. (Figura 4C–D–E). Los campos de cruzamiento tienen punteaduras de tipo phyllocladoide con una o dos por campo (Figura 4F–G–I). Las punteaduras radiales de las traqueidas son biseriadas alternas parcialmente uniseriadas ocasionalmente triseriadas con forma circular a poligonal (Figura 4G–H).

**Discusión taxonómica:** las características que permiten asignar al ejemplar en estudio al género fósil *Protophyllocladoxylon* (Podocarpaceae) son: traqueidas de forma cuadradas con las punteaduras en los campos de cruzamiento de tipo phyllocladoide, presentan de una a dos por campo de cruzamiento, punteaduras radiales uniseriadas y biseriadas alternas, raramente triseriadas. Existen aproximadamente 29 especies fósiles de *Protophyllocladoxylon* Kräusel descritas a nivel mundial con edades desde el Carbonífero hasta el Paleógeno (Zhang *et al*., 2010, Pujana *et al*., 2014). En México existe la evidencia fósil de la familia Podocarpacea con los géneros *Podocarpoxylon* sp. para el Cretácico Inferior (Cevallos-Ferriz, 1992) y *Protopodocarpoxylon oaxacensis* Ríos-Santos (2016), siendo *P. oaxacensis* un trabajo informal. Por lo tanto, el género fósil *Protophyllocladoxylon* sp. descrito en este trabajo sería el primer registro más antiguo para México.

Existen registros para el territorio mexicano de la familia Podocarpaceae, donde se encuentra *Protophyllocladoxylon*. Los reportes para México hasta la fecha son de *Podocarpoxylon* sp. para el Cretácico Inferior de Sonora (Cevallos-Ferriz, 1992) además de la propuesta de un trabajo inédito de Ríos-Santos (2016) que propone *Protopodocarpoxylon oaxacensis* Ríos-Santos, 2016 del Jurásico Inferior de Oaxaca. Al realizar la comparación con estos registros, sus características como el tipo de punteaduras en los campos de cruzamiento de tipo podocarpoide y cupresoide, no coinciden con el ejemplar de este trabajo ya que en nuestro fósil como primer carácter diferente son las punteaduras de los campos de cruzamiento de tipo phyllocladoide, punteaduras radiales de forma poligonal biseriadas, parcialmente uniseriadas y rara vez triseriadas

De acuerdo con el trabajo de recopilación de Zhang *et al.* (2010) de las especies fósiles descritas a nivel mundial, se realizó una comparación solamente con las especies del Mesozoico y las que posean mayor número de caracteres compartidos con *Protophyllocladoxylon* sp. de Oaxaca. Se determinó que tiene una mayor afinidad con la especie *P. leuchsi* Kräusel, 1939 ya que ambas presentan punteaduras de las traqueidas radiales uniseriadas hasta triseriadas de forma circular y poligonal, radios unicelulares rara vez biseriados generalmente presenta 1 a 6 células, aunque llega a presentar hasta 20. En el caso del ejemplar de estudio de este trabajo no comparte ese carácter ya que presenta regularmente de tres a nueve células y el mayor es hasta 18. Además, las punteaduras en los campos de cruzamiento son de forma elíptica de una a dos, mientras en *P. leuchsi* son solo de forma oval. Otra especie con la que comparte similitud es con *P. cortaderitaense* Menendez, 1956, como el tipo de punteaduras radiales, comúnmente biseriadas y hasta triseriadas con una disposición alterna de forma poligonal, sus radios son unicelulares de una a 15 células pero generalmente de tres a cinco y las punteaduras de los campos de cruzamiento son de forma circular oblicua, mientras que en el fósil de Oaxaca los radios tienen generalmente una altura de tres a nueve células, las punteaduras radiales son de forma poligonal, también de contorno circular, y las punteaduras de los campos de cruzamiento en su mayoría son de forma elíptica. Otras especies fósiles con las que se asemeja la madera fósil de Oaxaca descrita en este trabajo son: *Protophyllocladoxylon uzbekistanicum* Junusov, 1977 y *P. capense* Kräusel, 1949, las similitudes entre ellas son los radios homogéneos uniseriados, así mismo la altura máxima de 20 células, punteaduras en los campos de cruzamiento de forma elíptica de una a dos. Sin embargo, las punteaduras radiales de *P. uzbekistanicum* son uniseriadas, rara vez biseriadas y de forma circulares. En el caso de *P. capense* sus punteaduras radiales son uniseridas y biseriadas pero de forma elíptica, mientras que para el fósil de Oaxaca son punteaduras radiales biseriadas, parcialmente uniseriadas y rara vez triseriadas de forma poligonal y circular, lo que no permite su asignación con ninguna de

estas especies conocidas. Mientras que las especies fósiles *Protophyllocladoxylon diphtericum* Batton y Boureau, 1965 *P. huzinamiense* Ogura, 1960, por el tipo de punteaduras y tamaño de los radios que son diferentes al ejemplar fósil de Oaxaca, para *P. diphtericum* Batton y Boureau, 1965 presenta punteaduras radiales de tipo araucarioide y solo una punteadura por campo de cruzamiento y en *P. huzinamiense* Ogura, 1960 sus punteaduras radiales son solamente uniseriadas contiguas y radios de 3 a 6 células de alto lo que no permite la asignación del material aquí estudiado a estas especies.

No se propone especie, ya que al igual que con el género anterior se contó con una sola muestra, con la cual no se pueden analizar con mayor detalle otros caracteres taxonómicos importantes, p. ej., forma de las punteaduras radiales, presencia de otro tipo de punteaduras en los campos de cruzamiento o también presencia de parénquima axial.

## 4. Discusión

En México el estudio de maderas de gimnospermas para el Jurásico comienza a tomar relevancia en la última década (Ortega-Chavez, 2013; Grajeda-Cruz, 2015; García-Hernández *et al*., 2016; Ríos-Santos, 2016; Ortega-Chávez *et al*. 2017, Ríos-Santos y Cevallos Ferriz, 2019; Ríos Santos *et al*., 2020) si se compara con los registros de otros órganos de plantas de diferentes grupos taxonómicos estudiados en las diferentes localidades del territorio mexicano de la misma edad (p. ej., Wieland, 1914; Silva-Pineda, 1978; Person *et al*., 1982; Silva-Pineda, 1992; Ángeles, 2009; Silva-Pineda *et al*., 2011; Ortiz-Martínez *et al*., 2013; Velasco de León *et al*., 2013; Velasco de León *et al*., 2015; Lozano-Carmona y Velasco de León, 2016; Flores-Barragan *et al*., 2017; Velasco de León *et al*., 2019).

Estudios biogeográficos más específicos, son por ejemplo, los de las familias Araucariacea y Podocarpaceae, de los géneros *Agathoxylon* y *Protophyllocladoxylon*, con una amplia distribución desde el Pérmico en Argentina, Uruguay, Paraguay, Brasil y África (Bamford, 1999; Tadeu *et al*., 2004; Crisafulli *et al*., 2009; Crisafulli y Herbst 2009; Merlotti y Kurzawe, 2011; Leiva *et al*., 2012) que se continúan en el Jurásico de Arizona, Chile, Uruguay, Argentina, Antártida, Inglaterra, India, China y África (Morgans, 1999; Bamford *et al*., 2002; Zamuner y Falaschi, 2005; Gnaedinger, 2006; Pujana *et al*., 2007; Jiang *et al*., 2008; Hinz *et al*., 2010; Kumarasamy, 2014). La presencia de los géneros *Agathoxylon* y *Protophyllocladoxylon* para el Jurásico medio de México contribuyen a apoyar la idea de que poseían una amplia distribución.

Una de las explicaciones que se ha dado a la amplia distribución del género *Agathoxylon* es la presencia de caracteres plesiomórficos, como son las punteaduras de las traqueidas y punteaduras de tipo araucarioide en los campos de cruzamiento. Esto permitió que este taxón pudiera sobrevivir en diferentes zonas climáticas. Lo anterior permitió un proceso de especiación que se ve reflejado en el alto número de especies endémicas (Philippe *et al*., 2004). Otros autores proponen que las condiciones ideales para el crecimiento de especies *Protophyllocladoxylon* son cálidas y húmedas más que frías y secas (Zhang *et al*., 2010). Los trabajos realizados por Philippe (1995) para zonas climáticas húmedas en el norte de Suramérica y en el Hemisferio Norte en el Cretácico temprano apoyan el desarrollo en condiciones húmedas para este género; para México, Philippe *et al*. (2004), proponen que el territorio mexicano fue una zona climática desértica para el Jurásico tardío, fundamentado en el trabajo de Rees *et al*. (2000). Una propuesta muy diferente es la de McElwain y Willis (2002) quienes proponen un clima tropical húmedo con base en la distribución de plantas. Es importante mencionar que estas investigaciones fueron a escala mundial. Los estudios locales de facies realizados en la Formación Tecomazúchil (Grimaldo, 2010; Campos-Madrigal *et al*., 2013) han propuesto un ambiente húmedo estacional. Resultados del método empleando fisonomía foliar dan como resultado que el clima cálido seco predominó en el Jurásico medio del sur de México (Ortiz-Martinez, 2014). En este trabajo aún no se puede hacer una propuesta paleoclimática en la que se desarrollaron *Agathoxylon* sp. y *Protophyllocladoxylon* sp.

Los nuevos registros de *Agathoxylon* sp. y *Protophyllocladoxylon* sp. en el sur de México contribuyen al incremento de los listados florísticos que se tienen para esta localidad y a nivel nacional. Además, se espera contar en un futuro con más hallazgos y presencia de más caracteres en los ejemplares que permitan realizar la asignación a nivel de especie y más datos que aporten información sobre las condiciones climáticas.

## 5. Conclusiones

Se registra la presencia de las familias Araucariaceae y Podocarpaceae con los géneros *Agathoxylon* sp. y *Protophyllocladoxylon* sp. en el Jurásico medio. Estos nuevos registros permiten incrementar la distribución geográfica de estos géneros y este estudio contribuye al incremento de los listados florísticos para México en el Jurásico Medio.

## Agradecimientos

Se agradece a las personas que colaboraron en la recolecta del material, que forman parte del grupo de trabajo de la Colección de Paleontología FES Zaragoza. Se agradece el financiamiento del proyecto PAPIIT-IN IN100721 “Estudio Paleobotánica y Geológico de las

cuencas sedimentarias del Jurásico en el Terreno Mixteco". Finalmente, un agradecimiento a los revisores por los comentarios vertidos en este manuscrito. En particular al Jefe editorial de Paleontología Mexicana, el Dr. Josep A. Moreno Bedmar, a la Unidad Editorial del Instituto de Geología coordinada por la Mtra. Sandra Ramos Amézquita y los colaboradores editoriales, Mtro. León Felipe Álvarez Sánchez, Biol. Oscar Monzón y el Mtro. José Roberto Ovando Figueroa.

## Referencias

Anderson, M.J., Anderson, M.H., Cleal, J.C., 2007, Brief History of the gymnosperms: classification, biodiversity, phytogeography and ecology: South African National Biodiversity Institute, Pretoria, Strelitzia, 20, 280 pp.

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

Bamford, M., 1999, Permo-Triassic fossil Woods from the South African Karoo Basin: Palaeontologia africana, 35, 25–40.

Bamford, M., 2000, Fossil woods of Karoo age deposits in Sout Africa and Namibia as an aid to biostratigraphical correlation: Journal of African Earth Sciences, 1, 119–132.

Bamford, M.K., Philippe, M., 2001, Jurassic-Early Cretaceous Gondwanan homoxylous woods: a nomenclatural revision of the genera with taxonomic notes: Review of Palaeobotany and Palynology, 113, 287–297.

Bamford, K.M., Roberts, M.E., Sissoko, F., Bouaré L.M., O'Leary, M.A., 2002, An extensive deposit of fossil conifer Wood from the Mesozoic of Mali, southern Sahara: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 186, 115–126.

Batton, G., Boureau, E., 1965, Étude des flore fossils du Nord du Cameroun: *Prophyllocladoxylon diphtericum* n. sp., bois fossile du Crétacé moyen du Lagon: Recherche Zones Arides, Série Géologie, 6(3), 97–114.

Bhardwaj, D.C., 1953, Jurassic Woods from the Rajmahal Hills Bihar: Palaeobotanist, 2, 59–70.

Bodnar, J., Artabe, E.A., 2007, Estudio sistemático y paleodendrología del leño de una Cupressaceae triásica de la Formación Ischigualasto, provincia de San Juan Argentina: Ameghiniana, 44(2), 303–319.

Brison, A.L., Philippe, M., Thevenard, F., 2001, Are Mesozoic Wood growth rings climate-induced?, Paleobiology, 27(3), 531–538.

Campos-Madrigal, E., Centeno-García, E., Mendoza-Rosales, C.C., Silva-Romo, G., 2013, Sedimentología, reconstrucción paleombiental y significado tectónico de las sucesiones clásticas del Jurásico Medio en el área de Texcalapa, Puebla Huajuapan de León, Oaxaca: Revisión de las formaciones Ayuquila y Tecomazúchil: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 30(1), 24–50.

Cantrill, D.J., Poole, I., 2005, Taxonomic turnover and abundance in Cretaceous to Tertiary Wood floras of Antarctica: implications for changes in forest ecology: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 215, 205–219.

Cevallos-Ferriz, S.R.S., 1992, Tres maderas de gimnospermas cretácicas del Norte de México: Anales Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica, 63(2), 111-137.

Cevallos-Ferriz, S.R.S., Ríos-Santos, C., Lozano-García, S., 2019, *Abies cuitlahuacii* sp. nov., a mummified late Quaternary fossil Wood from Chalco, Mexico: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 71(1), 193–206.

Crisafulli, A., Herbst, R., 2009, Gymnospermous woods (Coniferales, Taxales, and Gynkgoales) from the Upper Permian Tacuary Formation, Eastern Paraguay: Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 89, 95–109.

Crisafulli, A., Herbst, R., Manza, S.L., 2009, Maderas gimnospermicas de la formación Tres Islas (Pérmico Inferior) de Uruguay: Journal of Geoscience, 5(1), 1–4.

Crisafulli, A., Herbst, R., 2010, Leños gimnospérmicos de la Formación Llantes (Triásico Superior), Provincia de Mendoza, Argentina: Journal of Geoscience, 6(1), 14–20.

Crisafulli, A., Herbst, R., 2011, La flora Triásica del Grupo el Tranquilino, provincia de Santa Cruz (Patagonia), leños fósiles: Ameghiniana, 48(3), 275–288.

Dumortier, B.C.J., 1829, Analyse des familles des Plantes avec l'indication des principaux genres quui s'y rattachent: Casterman, Tournay, 104 pp.

Duperon-Laudoueneix, M., Lejal-Nicol, A., 1981, Sur dux bois homoxylés du Sud-Ouest de'l Egypte: Congrés nacional des Sociétés savantes, 106, Section Sciences, 1, 9–40.

Endlicher, S., 1847, Synopsis coniferarum: Scheitlin y Zollikofer, Sangalli, 368 pp.

Falcon-Lang, H.J., Cantril, D.J., 2001, Gymnosperm woods from the Cretaceous (mid-Aptian) Cerro Negro Formation, Byers Peninsula, Livingston Island, Antarctica: The arborescent vegetation of a volcanic arc: Cretaceous Research, 22(3), 277–293.

Flores-Barragan, M.A., Velasco-de León, M.P., Corro-Ortiz, M.G., 2017, El género *Willamsoniella* (Thomas) y flora asociada de la formación Zorrilo-Taberna Indiferencias (Jurásico Medio) Oaxaca, México: Paleontología Mexicana, 6(2), 59–65.

García-Esteban, L., Palacios de Palacios, P., Guindeo-Casasús, A., 2002, Clave de identificación de maderas de coníferas a nivel de especie. Región Europea y Norte Americana: Investigación Agraria Sistema de Recursos Forestales, 9(1), 118–136.

García-Esteban, L., Guindeo-Casasús, A., Peraza-Oramas, C., Palacios de Palacios, P., 2003, La madera y su anatomía: Madrid, Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar, 327 pp.

García-Hernández, P., Estrada-Ruiz, E., Martínez-Cabrera, H.I., 2016, Maderas fósiles de la Formación San Carlos (Cretácico Superior), Chihuahua, México: Botanical Sciences, 94(2), 269–280.

Gifford, E.M., Foster, A.S., 1989, Morphology and Evolution of Vascular Plants: W.H. Freeman ed., 626 pp.

Gothan, W., 1905, Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermen-Hölzer, Abh. Preuss: Geologische. Landaslt, 44, 1–108.

Grajeda-Cruz, L.I., 2014, Identificación de Maderas Fósiles de la Unidad Magdalena y Formación Otlaltepec, Puebla: México D.F., Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Autónoma de México, Tesis de Licenciatura, 85 pp.

Gregus, P., 1955, Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy: Budapest, Akadémiai Kiadó, 145 pp.

Grimaldo, A.J.R., 2010, Análisis Estratigráfico de las secuencias Jurásicas de la región de Ayuquila Santiago Chilixtlahuaca, Oaxaca: México D.F., Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de México, Tesis de Licenciatura, 103 pp.

Gnaedinger, S., 2006, Maderas de la Formación Piedra Pintada (Jurásico Temprano), provincia de Neuquén, Argentina: Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, 8(2), 171–177.

Gnaedinger, S., 2007, Podocarpaceae woods (Coniferales) from middle Jurassic La Matilde formation, Santa Cruz province, Argentina: Review of Palaeobotany and Palynology, 147, 77–93.

Gnaedinger, S., Herbst, R., 2009, Primer registro de maderas gimnospérmicas de la Formación Roca Blanca (Jurásico Inferior), provincia de Santa Cruz, Argentina: Ameghiniana, 46(1), 56–71.

Hartig, T., 1848, Beiträge zur Geschichte der Pflanzen und zur Kenntniss de norddentschen Braunkohlen-Flora: Botanishe Zeitung, 6, 166–172.

Henkel, A., Hochstetter, W., 1865, Synopsis der Nadelhölzer deren charakteristischen Merkmale nebst Andeutungen über ihre Cultur und Ausdauer in Deutschlands Klima: J. G. Cottaschen Buchhandlung, Stuttgart, 446 pp.

Hinz, K.J., Smith, I., Pfretzschner, H.U., Winsg, O., Sun, G., 2010, A high-resolution threee-dimensional reconstruction of a fossil forest (Upper Jurassic Shishugou Formation, Junggar Basin, Northwest China): Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 90, 215–240.

Hollick, A., Jeffrey, E.C., 1909, Studies of coniferous cretaceous remains from kreischerville, New York: Memoirs of the New York Botanical Garden 3, 1–137.

IAWA Committee, 2004, List of microscopic features for softwood identification: en Richter, H. G., Grosser, D., Heinz, I., Gasson P.E. (eds.), IAWA Journal, 25, 1–70 pp.

Jeyasingh, D.E.P., Kumarasamy, D., 1995, An unusual pycnoxylic wood from a new upper Gondwana locality in Tamil Nadu, India: Review of Palaeobotany and Palynology, 85, 341–350.

Jiang, H.E., Ferguson, D.K., Li, Ch.S., Cheng, Y.M., 2008, Fossil coniferous wood from the Middle Jurassic of Liaoning Province, China: Review of Palaeobotany an Palynology 150, 37–47.

Junusov, U.K., 1977, A new fossil wood species from the Jurassic of Angren (Uzbekistan): Journal Paleontology, 11(1) , 145–148.

Kräusel, R., 1939, Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Aegyptens. IV. Die fossilen Flora Aegyptens: Abhandlungen der Wissenchaften, Mathematisch naturwissenschaftleche Abteilung (Neue Folge), 47, 1–140.

Kräusel, R., 1949, Die fossilen Koniferen-Hölzer, 2. Kritische Untersuchungen zur Diagnostik lebender und fossiler Koniferen-Hölzer, Palaeontografic B, 89, 83–203 pp.

Kräusel, R., Jain, K., 1964, New coniferous wood from the Rajmahal Hills, Bihar, India: The Palaeobotanist, 12, 59–67.

Kloster, A.C., Gnaedinger, S.C., 2018, Coniferous Wood of *Agathoxylon* from the La Matilde Formation, (Middle Jurassic), Santa Cruz, Argentina: Journal of Paleontology, 1–22.

Kumarasamy, D., 2014, A new species of *Agathoxylon* Hartig from the sriperumbudur formation, Tamil Nadu, India: Journal of research in Biology, 3(7), 1105–1110.

Leiva, V.V., Crisafulli, A., Herbst, R., Filippi, V., Molina, S., 2012, Guavirá una nueva localidad con maderas fósiles de la Formación Tacuary (Pérmico Superior) de Paraguay: Journal of Geoscience, 8(2), 67–81.

Lozano-Carmona, D.E., Velasco de León, M.P., 2016, Jurassic flora in Southeast Mexico: importance and prospects of recent findings in the Mixteco Terrane: Paleontología Mexicana, 5(2), 87–101.

Lucas, R.C., Lacey, W.S., 1981, A permineralized wood flora of probable Cenozoic age from King George Island, South Shetland Island: BritishAntarctic Survey Bulletin, 53, 147–151.

Martini, M., Velasco de León, M.P., Zepeda-Martinez, M., Lozano-Carmona, D.E., Ramírez-Calderón, M., 2017, Fiel guide to the Jurassic Otlaltepec and Tezoatlán Basin, southern Mexico: sedimentological and paleontological records of Puebla and Oaxaca: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 69(3), 691–709.

McElwain, J.C., Willis, K.J., 2002, The evolution of Plants: Oxford University Press, 378 pp.

Merlotti, S., Kurzawe, F., 2011, Lenhos permianos da Bacia do Parná Brasil: Síntese e revisão taxonõmica: Journal of Geoscience, 7(1) 19–33.

Meyen, S.V., 1984, Basic features of gymnosperm systematic and phylogeny as evidenced by the fossil record: The Botanical Review, 50, 1–111.

Morgans, S.H., 1999, Lower and Middle Jurassic Woods of the Cleveland basin (North Yorkshire), England: Palaeontology, 42(2), 303–328.

Ogura, Y., 1960, Tyloses in tracheids in *Araucarioxylon*: Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo, Section 3, Botany, 7(10), 504–509.

Oh, Ch., Legrand, J., Kyungsik, K., Philippe, M., In, S., 2011, Fossil wood diversity gradient and Far-East Asia paleoclimatology during the Late Triassic – Cretaceous interval: Journal of Asian Earth Sciences, 40, 710–721.

Ortega-Chávez, E., 2013, Paleoxilológia de Gimnospermas en el Jurásico Medio, Formación Tecomazúchil, de la localidad de Partideño, Oaxaca: México D.F., Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de Licenciatura, 51 pp.

Ortega-Chávez, E., Velasco de León,M.P.,Jiménez R.J., 2017, Agathoxylon sp del Jurásico Inferior, Rosario Nuevo, Oaxaca, México: Paleontología Mexicana 6(2) 73–77.

Ortiz-Martínez, E.L., 2014, Estudio Paleoecológico del Jurásico Inferior y Medio de la Zona Norte de Oaxaca: México D.F., Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de Doctorado, 251 pp.

Ortiz-Martínez, E.L., Velasco de León, M.P., Salgado-Ugarte, I., Silva-Pineda, A., 2013, Clasificación del área foliar de las gimnospermas fósiles de la zona norte de Oaxaca, México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 30(1), 150–158.

Person, C.P., Delevoryas, T., 1982, The Middle Jurassic Flora of Oaxaca Mexico: Palentographica, Abt B., 180, 82–119.

Philippe, M., 1995, Bois fossils du Jurassique de Franche-Comté (nord-est de la France): systématique et biogéographie: Palentographica, Abt B., 236, 45–103.

Philippe, M., Bamford, M., McLoughlin, S., Da Rosa Alves, L.S., Falcon-Lang, H., Gnaedinger, S., Ottone, E., Pole, M., Rajanikanth, A., Shoemaker, R.E., Torre, T., Zammuner, A., 2004, Biogeographic analysis of Jurassic–Early Cretaceous wood assemblages from Gondwana: Review of Paleobotany and Palynology, 129, 141–173.

Philippe, M., Bamford, M., 2008, A key to morfhogenera used for Mesozoic conifer-like woods: Review of Palaeobotany and Palynology, 148, 184–207.

Poole, I., 2000, Fossil angiosperm wood: its role in the reconstruction of biodiversity and palaeoenvironment: Botanical Journal of the Linnean Society, 134, 361–381.

Poole, I., Cantrill, D., 2001, Fossil woods from Williams point beds, Livingston island, Antarctica: A late Cretaceous Southern high latitude flora: Palaeontology, 44(6), 1081–1112.

Pujana, R.R., Umazano, M.A., Bellosi, S.E., 2007, Maderas fósiles afines a Araucariaceae de la Formación Bajo Barreal, Cretácico Tardío de Patagonia central (Argentina): Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, 9(2), 161–167.

Pujana, R.R., Santillana, S.N., Marenssi, S.A., 2014, Conifer fossil Woods from the La Meseta Formation (Eocene of Western Antarctica): Evidence of Podocarpaceae-dominated forests: Review of Palaeobotany and Palynology, 200, 122–137.

Rai, J., Prasad, M., Prakash, N., Singh, A., Garg, S., Gupta, M., Pandey, D.K., 2016, Gymnosperm fossil woods from Gangta Bet, eastern Kachchh, western India: Journal of Paleontological Society of India, 61, 111–122.

Rajanikanth, A., Sukh-Dev, A., 1989, The Kota Formation: fossil flora and stratigraphy: Geophytology, 10, 52–64.

Ress, P.M., Ziegles, A.M., Vlades, P.J., 2000, Jurassic Phytogeography and Climates: New Data and Model Comparisons, *disponible en* [http://pgap.uchicago.edu/Reesetal2000.html].

Ríos-Santos, C., 2016, Descripción e identificación de maderas gimnospérmicas del Jurásico, Cretácico, Paleoceno y Mioceno de México: México D.F., Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de Licenciatura, 163 pp.

Ríos-Santos, C., Cevallos-Ferriz, S.R.S., 2019, Upper Jurassic, Upper Cretaceous and Palaeocene conifer Woods from Mexico: Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 108, 399–418.

Ríos-Santos, C., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Pujana, R.R., 2020, Cupressaceous Woods in the Upper Cretaceous Cabullona Group in Fronteras, Sonora, Mexico: Journal of South American Earth Sciences, 104, 1–14.

Rößler, R., Philippe, M., van Konijnenburg-van Citter, J.H.A, Mcloughlin, S., Sakala, J., Zijlstra, G., 2014, Which name(s) should be used for Araucaria-like fossil Wood?: Taxon, 63(1), 177–184.

Sah, S.C.D., Jain, K.P., 1964, Some fossil Woods from the Jurassic of Rajmahal Hills, Bihar, India: The Paleobotanist, 12, 169–180.

Silva-Pineda A., 1978, Contribuciones a la Paleobotánica del Jurásico de México: Parte 1, Paleobotánica del Jurásico de México: Paleontología Mexicana, 44, 1–16.

Silva-Pineda, A., 1992, Presencia de *Otozamites* (Cycadophyta) y *Podozamites* (Coniferophyta) en el Jurásico superior (Kimeridgiano/Titoniano) del sur del Estado de Veracruz: Instituto de Geología, UNAM 10(1), 94–97.

Silva-Pineda, A., Velasco de León, M.P., Arellano Gil, J., Grimaldo Avalos, J.R., 2011, Una Nueva especie de *Weltrichia* del Jurásico Medio de la Formación Tecomazúchil, Oaxaca, México: Geobios, 44, 519–525.

Suryanarayna, K., 1956, *Dadoxylon rajmahalense* Sahni from the coastal Gondwanas of India: Paleobotanist, 4, 89–90.

Tadeu, B.R., Da Silva, S.J.L., Gandin, M.L., 2004, Fossildiagenese de lenhos do mesozóico do estado do Rio Grande Do Sul, Brasil: Revista Brasileira de Paleontología, 7(2), 103–110.

Taylor, N.T., Taylor, L.E., Krings, M., 2009, Paleobotany the biology and evolution of fossil plants: USA Elservier Inc. (second Edition), 1230 pp.

Torres, T., Rallo, V., 1981, Anatomía de troncos fósiles del Cretácico superior de Pichasca, en el Norte de Chile: en Anais II Congreso Latinoamericano Paleontología, Porto Alegre, Brasil, 1, 385–397.

Torres, T., Philippe, M., 2002, Nuevas especies de *Agathoxylon* y *Baieroxylon* del Liasico de La Liga,Chile, y evaluación de antecedentes paleoxilológicos en el Jurásico de América del Sur: Revista Geológica de Chile, 29, 151–165.

Turland, J. N., Wiersema, J.H., Barrie, F.R., Greuter, W., Hawkswort, D.L., Herendeen, P.S., Knapp, S., Kusber, W.H., Li, D.Z., Marhold, K., May, T.W., McNeill, J., Monro, A.M., Prado, J., Price, M.J., Smith, G.F., 2018, Codigo Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas: (Código de Shenzhen): Regnum Vegetabile, 159, 280 pp., Glashütten Koeltz Books.

Velasco de León, M.P., Ortiz-Martínez L.E., Silva-Pineda, A., 2013, Distribución y ambientes de las gimnospermas fósiles del terreno mixteco: Paleontología Mexicacna 63, 112–143.

Velasco de León, M.P., Lozano-Carmona, D.E., Flores-Barragan, M.A., Martínez, P.O.D., Silva-Pineda, A., 2015, Two new species of Ginkgoales from the Middle Jurassic of Mexico: Historical Biology: An International Journal of Paleobiology, 27(3-4), 366–373, doi: 10.8080/08912963.2013.874423.

Velasco de León, M.P., Ortiz-Martínez, E.L., Lozano-Carmona, D.E., Flores-Barragan, M.A., 2019, Paleofloristic comparison of the Ayuquila and Otlaltepec basins, Middle Jurassic, Oaxaca, Mexico: Journal of South American Earth Sciences, 93, 1–16.

Vozenin-Serra, C., Salard-Cheboldaeff, M., 1992, Les bois Mineralises Permo Triasiques de Nouvelle Caledonie. Implications Phylogenetique et Paleogeographique: Palaeontographica, 225B, 1–25.

Wan, M., Yang, W., Wang, J., 2019, A new *Protophyllocladoxylon* Wood from the Induan (Lower Triassic) Jiucaiyuan Formation in the Turpan-Hami Basin, southern Bogda Mountains, northwesterne China: Review of Paleobotany and Palynology, 267, 62–72.

Wieland, R.G., 1914, La flora Liásica de la Mixteca Alta: Boletín del Instituto Geológico de México, 31, 120–124.

Zamuner, B.A., Falaschi, P., 2005, *Agathoxylon matildense* n. sp., leño araucariáceo del Bosque Petrificado del cerro Madre e Hija, Formación la Matilde (Jurásico medio), provincia de Santa Cruz, Argentina: Ameghiniana, 42(2), 339–346.

Zhang, Y., Wang, J., Liu, Li, N., 2010, Protophyllocladoxylon jingyuanense sp. nov., a Gymnospermous Wood of the Serpukhovian (Late Mississippian) from Gansu, Northwest China: Acta Geologica Sinica, 84(2), 257–268.