

Órganos reproductivos de Bennettitales del Jurásico Temprano de la colección del Museo Geológico Comunitario de Rosario Nuevo “Ing. Jorge Jiménez Rentería”, Oaxaca, México

Reproductive organs of Early Jurassic Bennettitales from the collection of the Community Geological Museum of Rosario Nuevo "Ing. Jorge Jiménez Rentería", Oaxaca, Mexico

Diego Enrique Lozano-Carmona^{1,2,*}; María Patricia Velasco-de León¹; Jorge Jiménez-Rentería^{3,†}

¹ Colección de Paleontología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo s/n esq. Fuerte de Loreto, Col. Ejército de Oriente, Iztapalapa, 09230, Ciudad de México, México.

² Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Nacional Autónoma de México. Av. San Claudio, Ed. BIO 1 CU, Col. Jardines de San Manuel, 72570, Puebla, México.

³ Museo Geológico Comunitario de Rosario Nuevo “Ing. Jorge Jiménez Rentería” (MURNO), Agencia de Policía Rosario Nuevo, Tezoatlán de Segura y Luna, 69200, Oaxaca, México. † Fallecido.

* diego.lozano@zaragoza.unam.mx

Resumen

El Museo Geológico Comunitario de Rosario Nuevo “Ing. Jorge Jiménez Rentería” (MURNO) es un museo de sitio con casi 15 años de trabajo, tiempo en el que ha logrado fomentar y consolidar la protección del patrimonio paleontológico que alberga la población de Rosario Nuevo, Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca. A pesar de ello, el conocimiento taxonómico de los ejemplares que resguarda es incipiente y desactualizado. Pocos ejemplares han recibido un estudio sistemático cuyo resultado fuese publicados en años recientes. No obstante, la riqueza potencial, principalmente del Jurásico Inferior/Medio, que alberga tanto el museo como la localidad, es alta. El objetivo de este trabajo es dar a conocer los avances en la identificación taxonómica de ejemplares de órganos reproductivos del orden de las Bennettitales con el fin de contribuir a la documentación básica y gráfica del acervo del MURNO, así como resaltar y ejemplificar el valor científico, cultural y social de los museos comunitarios. Se revisaron un total de 14 ejemplares correspondientes a órganos reproductivos de Bennettitales, 12 de ellos corresponden a órganos femeninos, seis al fósil género *Williamsonia* con las fósiles especies *W. netzahualcoyotlii*, *W. oaxacensis*, y *Williamsonia* sp., dos ejemplares corresponden a *Wielandiella* sp., y cuatro al género *non-committal* de *Bennetticarpus*. Solo dos ejemplares corresponden a *Weltrichia*, fósil género asignado a órganos reproductivos masculinos y se presenta la descripción sistemática de *Weltrichia huitzilopochtlii* comb. nov. Todos ellos de la formación Rosario del Jurásico Inferior (Toarciano). Esta primera clasificación taxonómica permitirá complementar la documentación básica de los ejemplares que resguarda el MURNO. Esto ayudará a seguir consolidando el reconocimiento y la protección del patrimonio paleontológico en la región. Los museos comunitarios no deben ser olvidados por investigadores, académicos ni autoridades gubernamentales ya que funcionan como sitios de protección y divulgación del conocimiento geológico y paleontológico.

Palabras clave: Mesozoico, Museo comunitario, paleoflora, Pangea ecuatorial occidental, Patrimonio paleontológico.

Cómo citar / How to cite: Lozano-Carmona, D. E., Velasco-de León, M. P., Jiménez-Rentería, J. (2024). Órganos reproductivos de Bennettitales del Jurásico Temprano de la colección del Museo Geológico Comunitario de Rosario Nuevo “Ing. Jorge Jiménez Rentería”, Oaxaca, México. *Paleontología Mexicana*, 13(1), 17–33.

Manuscrito recibido: Septiembre 18, 2023.

Manuscrito corregido: Enero 6, 2024.

Manuscrito aceptado: Enero 8, 2024.



Abstract

The Community Geological Museum of Rosario Nuevo “Ing. Jorge Jiménez Rentería” (MURNO) is a site museum with almost 15 years of work, during which time it has managed to promote and consolidate the protection of the paleontological heritage that houses the town of Rosario Nuevo, Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca. Despite this, the taxonomic knowledge of the specimens it protects is incipient and outdated. Few specimens have received systematic study that have been published in recent years. However, the potential richness, mainly from the Lower/Middle Jurassic, which houses both the museum and the town, is high. The objective of this work is to present the progress in the taxonomic identification of specimens of reproductive organs of the order Bennettitales in order to contribute to the basic and graphic documentation of the MURNO collection, as well as highlight and exemplify the scientific value, cultural and social of community museums. A total of 14 specimens corresponding to reproductive organs of Bennettitales were reviewed, 12 of them correspond to female organs, six to the fossil-genus *Williamsonia* with the fossil-species *W. netzahualcoyotlii*, *W. oaxacensis*, and *Williamsonia* sp., two specimens correspond to *Wielandiella* sp., and four to the non-committal genus of *Bennetticarpus*. Only two specimens correspond to *Weltrichia*, a fossil genus assigned to male reproductive organs, and the systematic description of *Weltrichia huitzilopochtlii* comb. nov., is presented. All of them from the Rosario formation of the Lower Jurassic (Toarcian). This first taxonomic classification will complement the basic documentation of the specimens that MURNO protects. This will help to continue consolidating the recognition and protection of paleontological heritage in the region. Community museums should not be forgotten by researchers, academics or government authorities since they function as sites of protection and dissemination of geological and paleontological knowledge.

Keywords: Community museum, Mesozoic, paleoflora, Paleontological heritage, Western equatorial Pangea.

1. Introducción

El estado de Oaxaca, en el sur de México, posee una alta riqueza cultural, biológica, así como geológica de la cual se desprende el creciente reconocimiento de su patrimonio paleontológico (Pérez-Crespo, 2011; Velasco-de León *et al.*, 2016, Robles-García *et al.*, 2018; Guerrero-Arenas *et al.*, 2021, Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2021). Este patrimonio corresponde a registros del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico que contienen invertebrados, vertebrados, plantas e icnofósiles (e.g. Rodríguez-Benítez, 1983; Silva-Pineda, 1984; Sandoval y Westermann, 1986; Ferrusquía-Villafraña y Comas-Rodríguez, 1988; Villanueva-Olea *et al.*, 2011; Alvarado-Ortega *et al.*, 2014; Guerrero-Arenas y Jiménez-Hidalgo, 2015; Velasco-de León *et al.*, 2016, Rodríguez-de la Rosa *et al.*, 2018; entre otros). En la región noroccidental se encuentran afloramientos jurásicos con un amplio e importante registro de fósiles de plantas (Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2021). Este registro se documentó desde principios del siglo XX (Wieland, 1914) y desde entonces ha sido estudiado de manera sistemática aportando nuevos registros para la paleobotánica en México (e.g. Silva-Pineda *et al.*, 2011; Lozano-Carmona y Velasco de León, 2016; Flores-Barragan *et al.*, 2017; Ortega-Chávez *et al.*, 2017; Lozano-Carmona *et al.*, 2019, 2021a). Uno de los sitios que resguarda la riqueza paleoflorística del Jurásico Temprano-Medio en esta región es el Museo Comunitario Geológico de Rosario Nuevo “Ing. Jorge Jiménez Rentería” (MURNO) localizado en el poblado de Rosario Nuevo, municipio de Tezoatlán de Segura y Luna (Silva-Pineda, 1984; Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2021; Ortega-Chávez *et al.*, 2017, 2021).

En el territorio circundante de Rosario Nuevo existen afloramientos del Jurásico Temprano y Jurásico Medio (Figura 1). En estos afloramientos se han encontrado fósiles de plantas correspondientes a Bennettitales, Cycadales, Coniferales, helechos y las fósilespecies *incertae sedis Perezlaria oaxacensis* Delevoryas *et* Gould y *Mexiglossa varia* Delevoryas *et* Gould (Delevoryas y Gould, 1971, 1973; Delevoryas y Person, 1975; Silva-Pineda, 1984; Ortega-Chávez *et al.*, 2017, 2021). La mayoría de los ejemplares que corresponden a estas publicaciones están resguardados en la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología y en la Colección de Paleontología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Zaragoza), ambas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Sin embargo, hay excepciones, como es el caso del ejemplar estudiado por Ortega-Chávez *et al.* (2017), que corresponde a un tronco de 8 metros de longitud, del fósilgénero *Agathoxylon*, que se encuentra en la comunidad de Rosario Nuevo. Debido a sus dimensiones este ejemplar se encuentra *in situ*. Este y muchos más fósiles de troncos se encuentran en las laderas del territorio de la localidad y forman una parte del patrimonio que resguarda el MURNO.

El MURNO (Figura 2a) fue establecido en mayo de 2009 por el Ing. Jorge Jiménez Rentería (Jiménez-Rentería, 2012) con el objetivo de resguardar los ejemplares fósiles que eran encontrados en la zona, además de funcionar como un sitio de divulgación del patrimonio geológico/paleontológico del área. El acervo del MURNO contiene rocas, minerales y fósiles de plantas, de invertebrados e icnofósiles, además de algunas piezas que posiblemente pertenezcan a fósiles de vertebrados y piezas arqueológicas. La principal

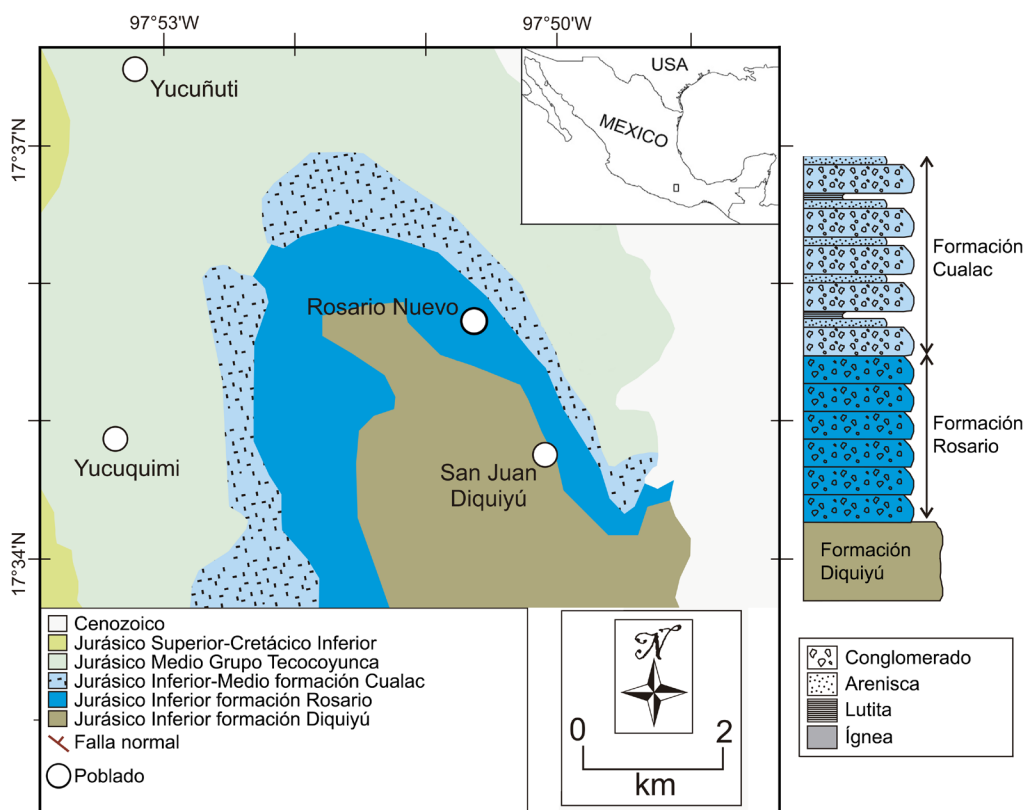


Figura 1. Esquema del mapa geológico de la localidad de Rosario Nuevo, Municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca. Se puede ver la distribución de los afloramientos de las formaciones Diquiyú, Rosario y Cualac en la Cuenca de Tezoatlán entorno a la población de Rosario Nuevo y la columna estratigráfica que los representa. Mapa tomado y modificado de Martini *et al.* (2017).

actividad de operación y mantenimiento del museo está a cargo de un comité designado por la población de Rosario Nuevo.

Hoy en día el acervo que resguarda el MURNO ha sido poco estudiado. Hasta el momento, dos publicaciones formales de su material incluyen un tronco permineralizado del fósilgénero *Agathoxylon* (Ortega-Chávez *et al.*, 2017), así como un registro de huellas de camélidos de la icnoespecie *Lamaichnum guanicoe* Aramayo y Bianco, del Paleógeno (Jiménez-Hidalgo y Guerrero-Arenas, 2018). También, existen registros *in situ* en la cañada de Rosario Nuevo sobre secuencias transgresivas-regresivas con icnofósiles y la descripción morfológica del icnogénero *Thalassinoides* (Pieńkowski *et al.*, 2019; Lozano-Carmona *et al.*, 2021b). Desafortunadamente, la mayoría de los ejemplares fósiles que se encuentran en el museo tienen la información e identificación taxonómica desactualizada. Para abordar este problema en el año 2019 el grupo de investigación de la Colección de Paleontología de la FES-Zaragoza comenzó la documentación, identificación taxonómica y catalogación de la sección de paleobotánica de la colección del MURNO. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es dar a conocer los avances en la identificación

taxonómica de ejemplares de órganos reproductivos femeninos y masculinos del orden de las Bennettitales con el fin de contribuir a la documentación básica y gráfica del acervo del MURNO, así como resaltar y ejemplificar el valor científico, cultural y social de los museos comunitarios.

Estos ejemplares corresponden a los primeros hallazgos confirmados de *Weltrichia*, *Wielandiella*, *Bennetticarpus* y *Williamsonia oaxacensis* Delevoryas *et* Gould, así como a nuevos reportes de *Williamsonia netzahualcoyotlii* Wieland en la unidad informal formación Rosario del Jurásico Temprano (Person y Delevoryas, 1982; Silva-Pineda, 1984; Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2021). El acervo del MURNO contiene un importante registro paleobotánico, tanto de órganos reproductivos como de troncos permineralizados y potencialmente el registro de hojas permitirá enriquecer el listado paleoflorístico de la localidad. Además, las experiencias, la organización comunitaria y el estado de la documentación de esta colección en el MURNO permitirá seguir consolidando el reconocimiento y la protección del patrimonio paleontológico en la región. Esto demuestra que los museos comunitarios no deben ser olvidados por investigadores, académicos ni autoridades gubernamentales.



Figura 2. a) Frente de inmueble del Museo Geológico Comunitario Rosario Nuevo “Ing. Jorge Jiménez Rentería” (MURNO). **b)** Gaveta número 4, vista los ejemplares de los órganos reproductivos de Bennettitales estudiados en este trabajo, nótese que los ejemplares tienen su etiqueta respectiva con la información básica. **c)** Ing. Jorge Jiménez Rentería realizando la observación de los ejemplares y comunicando su origen estratigráfico.

2. Marco geológico

El poblado de Rosario Nuevo se ubica en el municipio de Tezoatlán de Segura y Luna al noroeste del estado de Oaxaca. Geológicamente ambas demarcaciones pertenecen a la Cuenca sedimentaria de Tezoatlán. Esta cuenca está delimitada por la falla normal del Río Salado al norte, pero los límites al sur, este y oeste están sepultados bajo rocas del Cenozoico (Martiny *et al.*, 2012). La sucesión sedimentaria es de edad Jurásica y tiene un espesor de ~1000 m (Martini *et al.*, 2017; Zepeda-Martínez *et al.*, 2018). Las rocas que afloran en la Cuenca de Tezoatlán han sido divididas en tres unidades informales, Diquiyú, Rosario y Cualac (Erben, 1956; Morán-Zenteno *et al.*, 1993; Figura 1). La formación Rosario se ha interpretado como un abanico aluvial o una corriente fluvial de alta energía con llanuras

de inundación locales asociadas (Moran-Zenteno *et al.*, 1993). Sin embargo, recientemente un estudio detallado sobre la proveniencia de los sedimentos se encontraron nuevos datos geológicos.

Zepeda-Martínez *et al.* (2018), documentaron afloramientos en la parte central de la Cuenca de Tezoatlán principalmente de las formaciones Rosario y Cualac. La formación Rosario está compuesta predominantemente por depósitos de conglomerado. Con base en el arreglo de elementos arquitecturales de las facies proponen que se trató de sistemas fluviales trenzados y de abanicos aluviales. Además, el ambiente sedimentario se caracterizó por una topografía abrupta, favoreciendo la intermitencia de depósitos sedimentarios-gravitacionales. Este análisis permitió sustentar que la formación Rosario se depositó en la parte proximal de un abanico aluvial (Zepeda-Martínez *et al.*, 2018). La

edad máxima de depósito de la formación Rosario es 179.4 ± 3.0 Ma, es decir corresponde al Toarciano dentro el Jurásico Temprano (Zepeda-Martínez *et al.*, 2018).

3. Material y métodos

El material estudiado corresponde a 14 ejemplares preservados como impresiones y moldes externos de órganos reproductivos en arenisca fina a muy fina que carecen de cutícula. El material fue catalogado con el acrónimo MURNO y numeración consecutiva del 10 al 24. Todos los ejemplares están depositados en la sección paleobotánica del Museo Geológico Comunitario de Rosario Nuevo “Ing. Jorge Jiménez Rentería” en la gaveta número 4 (Figura 2b).

Para corroborar que los ejemplares correspondían a órganos reproductivos de Bennettitales primero se realizaron observaciones y mediciones. Estos datos fueron comparados con las diagnós de los fosilígenos *Williamsonia*, *Wielandiella*, *Bennetticarpus* y *Weltrichia* (Harris, 1969; Popa, 2014, 2019; Pott, 2014). Identificados los ejemplares a nivel de género, se procedió a realizar la identificación de la fosilíespecie. Para ello se compararon los ejemplares con las fosilíespecies del Jurásico del sur de México y de otras localidades del Jurásico a nivel mundial (e.g. Harris, 1969; Delevoryas y Gould, 1973; Silva-Pineda, 1984; Delevoryas, 1991; Silva-Pineda *et al.*, 2011; Pott, 2014; McLoughlin *et al.*, 2018; Popa, 2014; 2019; Lozano-Carmona *et al.*, 2021a, Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2021, entre otros).

Las observaciones se realizaron con un estereoscopio Nikon SMZ-10A y los caracteres cuantitativos se midieron utilizando un vernier y el programa ImageJ versión 1.48. Cada ejemplar fue fotografiado con una cámara Sony Cíbershot DSC-H10 (Carl Zeiss Lens: 3,5–4,4/6,3–63). Las ilustraciones reconstructivas fueron elaboradas con base en las reconstrucciones generales de órganos reproductivos presentadas por Delevoryas y Gould (1973), Anderson *et al.* (2007), Rothwell *et al.* (2009), Pott (2014), Lozano-Carmona y Velasco-de León (2021) y Lozano-Carmona *et al.* (2021a).

La ubicación estratigráfica exacta se desconoce, es decir el nivel o estrato donde fue recolectado cada ejemplar, no obstante, se sabe que todos los ejemplares revisados corresponden a la formación Rosario del Jurásico Temprano (Jiménez-Rentería *com. pers.* 2012; Figura 2c).

4. Resultados y discusión

4.1. Paleobotánica sistemática

Se revisaron un total de 14 ejemplares correspondientes a órganos reproductivos de Bennettitales. 12 de ellos corresponden a órganos femeninos, seis al fosilígenero *Williamsonia* con las fosilíespecies *W.*

netzahualcoyotlii, *W. oaxacensis*, y *Williamsonia* sp., dos ejemplares corresponden a *Wielandiella* sp., y cuatro al género *non-committal* de *Bennetticarpus*. Solo dos ejemplares corresponden a *Weltrichia*, fosilígenero asignado a órganos reproductivos masculinos. A continuación, se presenta únicamente la descripción sistemática de una combinación nueva para una fosilíespecie de *Weltrichia* y se comenta brevemente sobre los detalles morfológicos de las demás fosilítaxones.

Orden: Bennettitales Engler, 1892

Familia: Williamsoniaceae Carruthers, 1870

Género: *Weltrichia* Braun, 1847 emend. Harris (1969)

Especie tipo: *Weltrichia mirabilis* Braun, 1847, del Jurásico de Veitlahm (Bavaria), Alemania.

Weltrichia huitzilopochtlii (Wieland) Lozano-Carmona *et* Velasco-de León comb. nov.

Figura 3.

Basónimo: *Williamsonia huitzilopochtlii* Wieland, 1914. Tipificación: Silva-Pineda, A. 1984, Paleontología Mexicana 49, p. 27.

Sinonimia:

1911 No determinada (Wieland, 1911, fig. 15A).

1913 *Williamsonia huitzilopochtlii* Wieland, p 267.

1914 *Williamsonia* (?) *huitzilopochtlii* Wieland, p 98.

1914 *Williamsonia huitzilopochtlii* Wieland, lám 27, fig. 7; lám. 28, fig. B.

1973 *Williamsonia huitzilopochtlii* Delevoryas y Gould, p 35, lám. III, fig. 4–10; lám. IV, fig. 1–3.

1984 *Williamsonia huitzilopochtlii* Silva-Pineda, p 27, lám. 8, fig. 3; lám. 23, fig. 3; lám. 24, fig. 2; lám. 25, fig. 1.

Lectotipo: IGM-PB 389 Colección Nacional de Paleontología IG, UNAM antes UTPC-109-Universidad de Texas (Delevoryas y Gould, 1973, p. 35; Perrilliat y Castañeda-Posadas, 2013 p. 59).

Epítipo: MURNO-19. Repositorio: Museo Geológico Comunitario de Rosario Nuevo “Jorge Jiménez Rentería”, Municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca, México.

Localidad Tipo: Agencia municipal de Rosario Nuevo, Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca, México. Formación Rosario, edad Toarciano. Coordenadas: 17° 36' N; 97° 51' O.

Material: Impresión de la parte basal de una flor masculina, MURNO-19.

Diagnósis enmendada: Flor masculina, pequeña, con forma de estrella y simetría radial. Presenta de siete a nueve rayos centrífugos fusionados basalmente en una copa central. La forma de los rayos centrífugos es lanceolada ligeramente ovada, ensanchados en la parte media y con ápice agudo, con finas estrías en la vista adaxial y lisos en la abaxial. Con una relación 1:1 entre la longitud de los rayos centrífugos y el diámetro de la copa basal.

Emended diagnosis: Male flower, small, star-shaped and radially symmetrical. It has seven to nine centrifugal

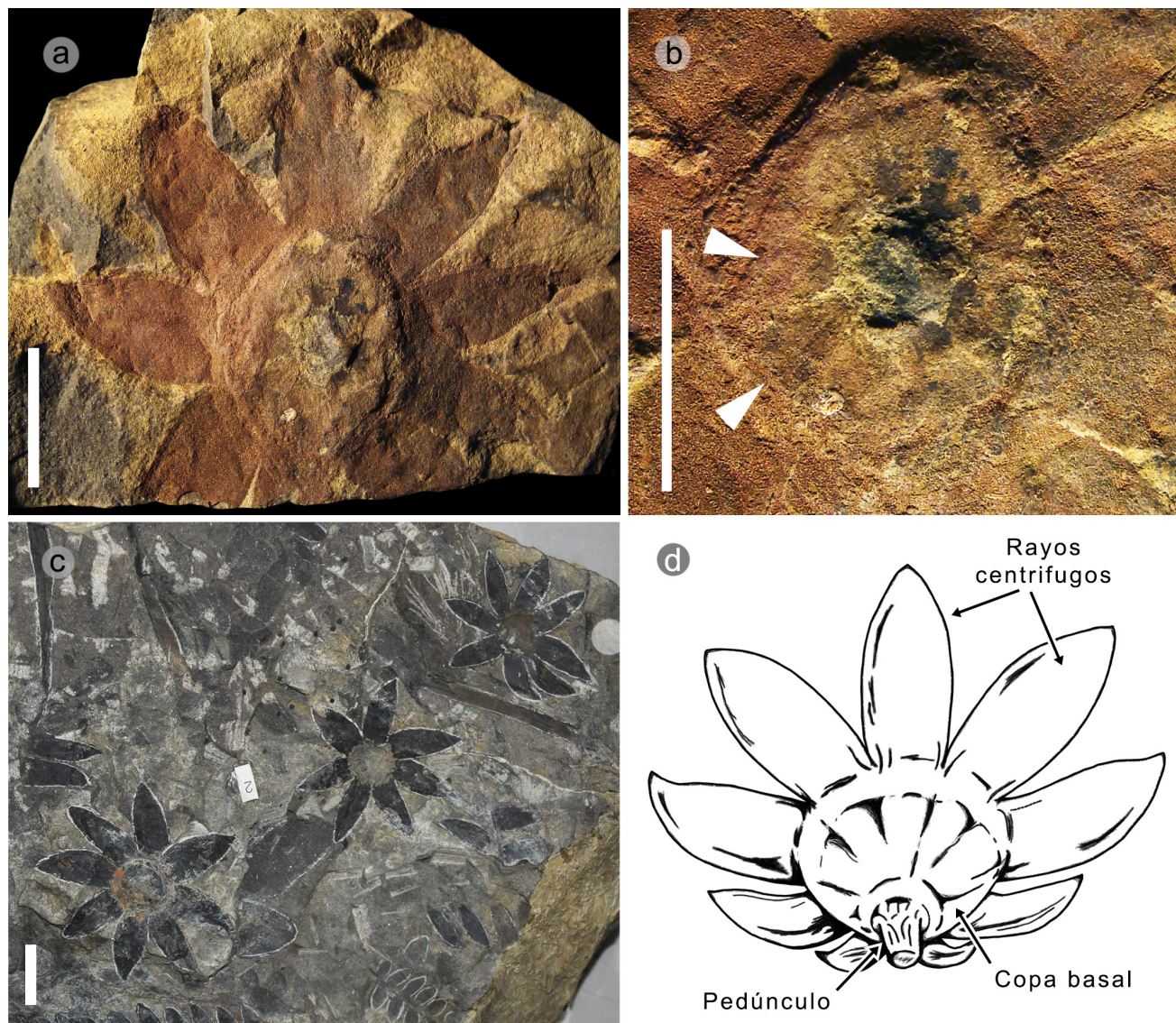


Figura 3. *Weltrichia huitzilopochtlii* comb. nov. **a)** Ejemplar Epitipo MURNO-19 en vista abaxial, nótese la distribución de los rayos centrífugos unidos basalmente a una copa y en el centro la cicatriz del pedúnculo. **b)** Acercamiento a la copa basal del ejemplar MURNO-19, las flechas indican su ornamentación segmentada. **c)** Ejemplares recolectados por Wieland (2014) en los que se basó para la descripción original. **d)** Reconstrucción ilustrativa de *W. huitzilopochtlii* comb. nov., donde se pueden ver la disposición de los rayos centrífugos unidos a la copa basal y el pedúnculo. Reconstrucción basada en el ejemplar MURNO-19. Escala 1 cm.

rays basally fused into a central cup. The shape of the centrifugal rays is lanceolate, slightly ovate, widened in the middle part and with an acute apex, with fine striations in the adaxial view and smooth in the abaxial view. With a 1:1 ratio between the length of the centrifugal rays and the diameter of the basal cup.

Descripción: Diámetro total del órgano es de 31 mm, pero puede ser de hasta 40 mm; presenta de siete a nueve rayos centrífugos fusionados basalmente en una copa con 10–15 mm de diámetro, la longitud de los rayos centrífugos va de 11–14 mm y su ancho, en la parte media, es de 5–7 mm. La cicatriz de unión del pedúnculo es de 5 mm de diámetro. No se observan vellosidades, rayos centrípetos o presencia de sacos polínicos ni sus cicatrices de unión.

Observaciones e interpretación: Al comparar la morfología del ejemplar MURNO-19 con registros de órganos reproductivos de Bennettitales del sur de México resultó evidente la similitud con *Williamsonia? huitzilopochtlii* Wieland (Fig. 3a y c). Esta fósilespecie fue descrita por G. R. Wieland con base en pocos ejemplares (Wieland, 1914). Wieland describió e identificó los ejemplares sin incluir caracteres de importancia taxonómica tal es el caso de la presencia de un cono ovulífero (“gineceo”), así como el modo de inserción de las brácteas, sugiriendo provisionalmente el fósilgénero *Williamsonia*. Posteriormente, Delevoryas y Gould (1973) adicionan caracteres a la descripción con base en nuevas recolectas y designan un lectotipo (Delevoryas y Gould, 1973). Sin embargo, los caracteres morfológicos

detallados por Delevoryas y Gould (1973) tienen varias inconsistencias con la diagnosis del fosilígénero *Williamsonia* las cuales son detalladas a continuación. (1) “a whorl of 6–8 bracts fused basally” (Delevoryas y Gould, 1973, p. 35). Las brácteas (semejantes a los rayos centrífugos en *Weltrichia*) fusionadas basalmente en una copa son un carácter diagnóstico del fosilígénero *Weltrichia* (Harris, 1969; Popa, 2019). Pero, en *Williamsonia* las brácteas no se fusionan basalmente, sino que estas se insertan individualmente al pedúnculo muy cerca de la base del receptáculo, se traslapan y forman de dos/tres a varias hileras (Ash, 1968; Harris, 1969; Popa, 2014; Pott, 2014). (2) “Ovulate receptacle 6–8 mm in diameter, bearing interseminal scales with polygonal heads” (Delevoryas y Gould, 1973, p. 35). Solo un ejemplar presentó lo que ellos llaman el “receptáculo ovulífero” que correspondería a un gineceo, y mencionan que sólo observaron escamas interseminales sin evidencia de micropilos o escamas seminales y el detalle de este ejemplar no era bueno. Sin embargo, observando las evidencias que muestran no son claras las llamadas escamas interseminales, en estas no se observa el patrón característico de las escamas o las formas poligonales que presenta el gineceo de *Williamsonia*. Aparentemente estas estructuras corresponden a formas derivadas del tamaño del grano de la arenisca del ejemplar. (3) “*Williamsonia nizhonia* Ash (1968) has the same kind of organization as *W. huitzilopochtlii*, with a central, ovuliferous head subtended by a bract whorl.” (Delevoryas y Gould, 1973, p. 35). A pesar de que las llamadas brácteas (rayos centrífugos) si presentan una forma y organización similar, en *W. nizhonia* Ash se preservaron restos de un gineceo con cutícula y presencia de escamas seminales e interseminales en conexión orgánica con las brácteas. Además, las brácteas de *W. nizhonia* están dispuestas en una sola hilera, pero se traslapan entre ellas (Ash, 1968). El traslape de las brácteas indica que no están fusionadas basalmente y podría indicar que corresponden a más de una hilera, sin embargo, el único ejemplar descrito por Ash (1968) no permite verificar el arreglo de más de una hilera debido al proceso de fosilización. Aunque Ash (1968) compara a *W. nizhonia* con *W. huitzilopochtlii* deja claro que la falta de caracteres en la descripción de Wieland (1914) no permite relacionarlas taxonómicamente.

Por otro lado, Silva-Pineda (1984) realizó la tipificación de los ejemplares recolectados por Wieland (1914) y retoma los datos de Delevoryas y Gould (1973) para agrupar a *Williamsonia centeotl* Wieland y *W. tlazolteotl* Wieland con *W. huitzilopochtlii*. El argumento de Silva-Pineda (1984) para realizar esta agrupación es que las dos primeras especies únicamente difieren de *W. huitzilopochtlii* en tamaño y número de brácteas. Pero, en *W. tlazolteotl* y *W. centeotl* si se observa evidencia de que las brácteas son individuales, se traslapan y forman al menos dos hileras (Wieland, 1914; Silva-Pineda, 1984). Por último, el ejemplar revisado por Delevoryas y Gould (1973) UTPC-112 (ahora IGM-PB 393, Perrilliat y Castañeda-Posadas, 2013) coincide con la forma y caracteres

de *W. tlazolteotl*. Por lo tanto, es evidente la ambigüedad de la descripción de los ejemplares recolectados por Wieland (1914) y Delevoryas y Gould (1973). Entonces, aquí se propone a *Weltrichia huitzilopochtlii* (Wieland) Lozano-Carmona et Velasco-de León comb. nov., para los ejemplares asignados como *Williamsonia huitzilopochtlii* (Wieland, 1914) y los ejemplares IGM-PB 389, IGM-PB 391 y IGM-PB 392 (Perrilliat y Castañeda-Posadas, 2013), antes UTPC109, UTPC110, UTPC111 en Delevoryas y Gould (1973).

El ejemplar MURNO-19, aquí revisado y determinado como *Weltrichia huitzilopochtlii* comb. nov., presenta los caracteres diagnósticos del fosilígénero *Weltrichia* (Fig. 3a, b y d). Tales como una simetría radial y rayos centrífugos fusionados basalmente formando una copa basal. Sin embargo, la vista abaxial no permite observar la presencia de sacos polínicos o rayos centrípetos. Varias fosilíespecies de *Weltrichia* han sido descritas con base en ejemplares en vista abaxial, ya que observar la copa basal unida a una sola hilera de rayos centrífugos son dos de sus principales caracteres diagnósticos (Popa, 2014; 2019).

Al comparar a *Weltrichia huitzilopochtlii* comb. nov., con las especies del género en el Jurásico del sur de México se observa una clara distinción morfológica con la mayoría de las especies, en particular en el diámetro total y el de la copa basal, así como el número/forma de los rayos centrífugos (Tabla 1). Sin embargo, su similitud es mayor con la fosilíespecie *W. xochitetlii* Lozano-Carmona et Velasco-de León, principalmente en el diámetro total y en el diámetro de la copa basal (Tabla 1). Los rangos de ambos caracteres son compatibles. Pero, al comparar la forma de los rayos centrífugos entre estas, la diferencia es notable (Wieland, 1914; Delevoryas y Gould, 1973; Silva Pineda, 1984; Lozano-Carmona et al., 2021a). Por ejemplo, la forma de los rayos centrífugos de *W. huitzilopochtlii* es lanceolada, mientras que en *W. xochitetlii* son filiformes, además el largo de los rayos centrífugos de *W. xochitetlii* es mayor, mientras que el ancho es menor que en *W. huitzilopochtlii* (Tabla 1). Además, la ornamentación también difiere, mientras que en *W. xochitetlii* se observa una estría longitudinal marcada y robusta, en *W. huitzilopochtlii* la superficie es lisa o con finas estrías longitudinales. También, la comparación morfológica con las demás especies de *Weltrichia* del sur de México muestra una combinación de los caracteres distinta de *W. huitzilopochtlii* (Tabla 1).

Ampliando la comparación de *Weltrichia huitzilopochtlii* con especies del Jurásico a nivel mundial (Tabla 2) se observan diferencias significativas que permiten reconocerla claramente como una especie distinta. La principal diferencia con todas las especies es el diámetro de la copa basal y el diámetro total del órgano, los cuales son de dimensiones menores en *W. huitzilopochtlii* (Tabla 2). También, el número de rayos centrífugos es mayor a 10 en todas las especies a nivel mundial, mientras que en *W. huitzilopochtlii* son de seis a nueve.

Tabla 1. Comparación de los caracteres morfológicos de las fosilíespecies de *Weltrichia* registradas en las cuencas sedimentarias del Jurásico en el sur de México.

		Cuenca Tezoatlán		Cuenca Tlaxiaco	Cuenca Ayuquila			
		Formación Rosario		Fm. Zorrillo	Formación Ayuquila			Fm. Tecomazúchil
Cm		<i>W. mexicana?</i>	<i>W. huitzilopochtlii</i>	<i>W. magna</i>	<i>W. mixtequensis</i>	<i>W. ayuquilana</i>	<i>W. microdigitata</i>	<i>W. xochitetlii</i>
1	D	?(50 d)	31–40	226	75–80	60	30	32 p. (45.2 d)
2	Dcb	20	10–15	30	20	30	15	9.5–14 (p.11)
3	Rcf	?	7–9	5 (10 d)	14	10	14	8
4	Rcfl	12–15	11–14	90–102	76	15	7–8	14.1–22.5 c.
5	Rcfa	?	5–7	13–15	7-Sep	?	?	3.1
6	FRcf	Filiforme?	Lanceolada	Lanceolada	Lanceolada	Triangular	Obtusa	Filiforme
7	ORcf	?	Lisa a finamente estriados	Estrías, cicatrices	Estrías y vellosidades	?	?	Cresta longitudinal
8	Rcp	?	?	?	?	no	no	?
9	Spl	?(10 d)	?	?	14–18	Muchos	20–30	6–8
10	Spll	1.5–2	?	?	1.65–5.54	6	?	1.2
11	Spla	2–2.5	?	?	0.39–1.37	<2	?	1
12	Splh	5–6	?	?	7–9	?	10–15	2
13	HSpl	2	?	?	2 d	2	2	3–4
14	FSpl	Oval	?	?	Elongados, forma de gota	Elongados	Elongados-tubulares	Oval-elípticos

Abreviaciones: 1. **D:** Diámetro del contorno; 2. **Dcb:** Diámetro de la copa basal; 3. **Rcf:** Rayos centrífugos; 4. **Rcfl:** Largo de rayos centrífugos; 5. **Rcfa:** Ancho de rayos centrífugos; 6. **FRcf:** Forma de los rayos centrífugos 7. **ORcf:** Ornamentación de rayos centrífugos; 8. **Rcp:** Rayos centrípetos; 9. **Spl:** Sacos polínicos; 10. **Spll:** Largo de sacos polínicos; 11. **Spla:** Ancho de sacos polínicos; 12. **Splh:** Sacos polínicos por hilera; 13. **HSpl:** Hileras de sacos polínicos; 14. **FSpl:** Forma de los sacos polínicos; **Cm:** Carácter morfológico; **Fm:** formación geológica. **c:** carácter conservado, **d:** carácter deducido; **p:** promedio; **?** carácter desconocido. Todos los datos métricos están en milímetros. Filas en gris indican los principales caracteres taxonómicos para la diferenciación de las fosilíespecies de *Weltrichia sensu* Popa (2014, 2019).

Las únicas dos especies con caracteres ligeramente similares y una forma parecida son *W. alpina* Krasser y *W. johannae* Popa (Popa, 2019). *Weltrichia alpina* es similar en el diámetro total siendo 14 mm más grande en comparación a *W. huitzilopochtlii*, aunque los rayos centrífugos tienen casi la misma longitud (Tabla 2). Sin embargo, *Weltrichia alpina* tiene el doble de rayos centrífugos y son hasta 10 mm más anchos. Por otro lado, *Weltrichia johannae* es similar en el diámetro de la copa basal, solo tiene tres rayos centrífugos más y son del mismo ancho que los de *W. huitzilopochtlii*. Pero, el diámetro total es casi del doble y los rayos tienen más de 10 mm de longitud que en *W. huitzilopochtlii*.

cf. *Weltrichia*

Material: Impresión lateral de los rayos centrífugos y copa basal, MURNO-20. (Figura 4a).

Descripción: Impresión lateral de una estructura cerrada inmadura con 27 mm de ancho, y 37 mm de largo. Pedúnculo preservado de 5 mm de ancho y 14 mm de largo. Los rayos centrífugos están en posición cerrada lo que no permite ver el número de estos o los

sacos polínicos. Superficie es lisa sin ornamentación y son de apariencia rígida o dura.

Comentarios: Flor inmadura con rayos centrífugos unidos a una copa basal. Los rayos centrífugos están sin abrir, razón por la cual se le considera inmadura. Es posible que el órgano presentara hasta seis rayos centrífugos, pero esta deducción es imposible de corroborar debido a la posición en que fosilizó y la etapa de desarrollo. Hacia la parte basal se observa la unión de los rayos formando una copa basal pequeña y está unida al pedúnculo el cual se logra ver una ligera impresión de este. Aunque la posición y el estado de desarrollo en vista lateral del fósil no permite ver más caracteres se asigna provisionalmente (cf.) al fosilígénero *Weltrichia* con base en la fusión basal de los rayos centrífugos. Esta forma de la fosilización en vista lateral ha sido documentada por Silva-Pinea *et al.* (2011), para *Weltrichia mixtequensis* Silva-Pineda, Velasco-de León, Arellano-Gil *et* Grimaldo, pero en este caso el ejemplar los rayos están abiertos permitiendo ver hasta los sacos polínicos. Otro registro similar es el de *Williamsonia durikaiensis* McLoughlin, Pott *et* Sobbe, el cual también se describe con base en algunas flores

Tabla 2. Listado de las fosiliespecies de *Weltrichia* y sus caracteres comparados con *W. huitzilopochtlii* comb. nov.

Taxon	D	Dcb	Rcf	Rcfl	Rcfa	Rcp	Spl	Spl(l, a)	Fspl	Referencia
<i>Weltrichia alfredii</i> (Krasser) Popa	120	55	13–14	30–32	10–12	?	?	?	?	Krasser, 1922 ; Popa, 2014, 2019
<i>Weltrichia alpina</i> Krasser	54	?	14	10 d	17 d	?	?	?	?	Popa, 2019
<i>Weltrichia antonii</i> Popa	100	52	9–10	25	13	?	?	?	?	Popa, 2014
<i>Weltrichia ayuquilana</i> Delevoryas	60	30	10	15	?	no	muchos	6, 2	Elíptica–elongada	Delevoryas, 1991
<i>Weltrichia daohugouensis</i> Li <i>et al.</i>	98–100	48–50	22–23	20–25	4–5	?	muchos	2, 1–1.5	Elíptica	Li <i>et al.</i> , 2004
<i>Weltrichia fabrei</i> Saporta	?	?	?	50–60	8–10	?	?	3–4, 1	Elongada	Saporta, 1891; Popa, 2019
<i>Weltrichia givulescui</i> Popa	100	30–40	16	40–50	7–10	16	?	?	?	Popa, 2001
<i>Weltrichia harrisiana</i> Bose <i>et Banerji</i>	120–150	20	12–14	25–35	5–8	?	5	7–9, 1.5	Elongada	Bose y Banerji, 1984; Popa, 2019
<i>Weltrichia hirsuta</i> Schweitzer	130–140	?	46	?	?	?	?	?	Elongada–elíptica	Popa, 2019
<i>Weltrichia huangbanjingouensis</i> Sun <i>et al.</i>	?	35	?	?	?	?	?	?	?	Sun <i>et al.</i> , 2001; Popa, 2019
<i>Weltrichia johannae</i> Popa	70	15	12	25–27	5–6	12	?	?	?	Popa, 2014
<i>Weltrichia magna</i> Guzmán-Madrid <i>et Velasco-de León</i>	226	30	5 (10 d)	90–102	13–15	?	?	?	?	Guzmán-Madrid y Velasco-de León, 2021
<i>Weltrichia maldaensis</i> Pal <i>et Ghosh</i>	70 d	20	8 (16 d)	25	5	?	12?	?	Circular	Pal y Ghosh, 1985; Popa, 2019
<i>Weltrichia microdigitata</i> Delevoryas	30	15	14	7–8	?	no	20–30	?	Elongada–tubular	Delevoryas, 1991
<i>Weltrichia mirabilis</i> Braun	100	50	10–11	30–40	?	?	20	3–5, ?	Elíptica–elongada	Popa, 2019
<i>Weltrichia mixtequensis</i> Silva Pineda <i>et al.</i>	160	20	14	75–80	7–9	?	7–9	1.6–5.5, 0.3–1.3	Elongada	Silva-Pineda <i>et al.</i> , 2011
<i>Weltrichia oolithica</i> Saporta	80 d	40	9?	30–40	?	?	?	?	?	Popa, 2019
<i>Weltrichia pecten</i> (Leckenby) Harris	100–120	30–50	10–12	30	5–10	no	?	3, 1	semicircular	Harris, 1969
<i>Weltrichia primaeva</i> Schweitzer <i>et Kirchner</i>	?	?	?	60	9	?	8–10	?	Elíptica	Popa, 2019
<i>Weltrichia santalensis</i> (Sitholey <i>et</i> Bose) Harris	220–230	28–45	20	?	?	?	?	?	Elongada	Harris, 1969; Popa, 2019
<i>Weltrichia setosa</i> (Nathorst) Harris	120	40	20	40–60	10–16	40	12?	3–7, ?	Aplanada	Harris, 1969
<i>Weltrichia sol</i> Harris	170–200	100	30	50–60	10	no	4–5	4, 2.5	Semicircular	Harris, 1969
<i>Weltrichia</i> sp. (sp. nov.?)	100	27	15–16	37	10	?	?	?	?	Kimura y Ohana 1989
<i>Weltrichia spectabilis</i> (Nathorst) Harris	?	40	13	30–50	10	no	1–3	1–1.5, ?	Semicircular–elongada	Harris, 1969
<i>Weltrichia steierdorfensis</i> Popa	105–120	40–45	12	25	13	?	?	?	?	Popa, 2014
<i>Weltrichia whitbiensis</i> (Nathorst) Harris	120–130	40–50	13–16	40	10	no	7–8	2–3, ?	Elíptica	Harris, 1969
<i>Weltrichia xochitlilii</i> Lozano-Carmona <i>et</i> Velasco-de León	32–45.2	11	8	14.1–22.5	3.1	?	6	1.2, 1	Oval–elíptica	Lozano-Carmona <i>et al.</i> , 2021
<i>Weltrichia huitzilopochtlii</i> comb. nov.	31–40	10–15	7–9	11–14	5–7	?	?	?	?	Este estudio

Abreviaciones: **D:** Diámetro del contorno; **Dcb:** Diámetro de la copa basal; **Rcf:** Rayos centrífugos; **Rcfl:** Largo de rayos centrífugos; **Rcfa:** Ancho de rayos centrífugos; **Rcp:** Rayos centrípetos; **Spl:** Sacos polínicos; **Spl(l, a):** Largo y ancho de sacos polínicos; **FSpl:** Forma de los sacos polínicos; **d:** carácter deducido; **?** carácter desconocido. Todos los datos métricos están en milímetros.

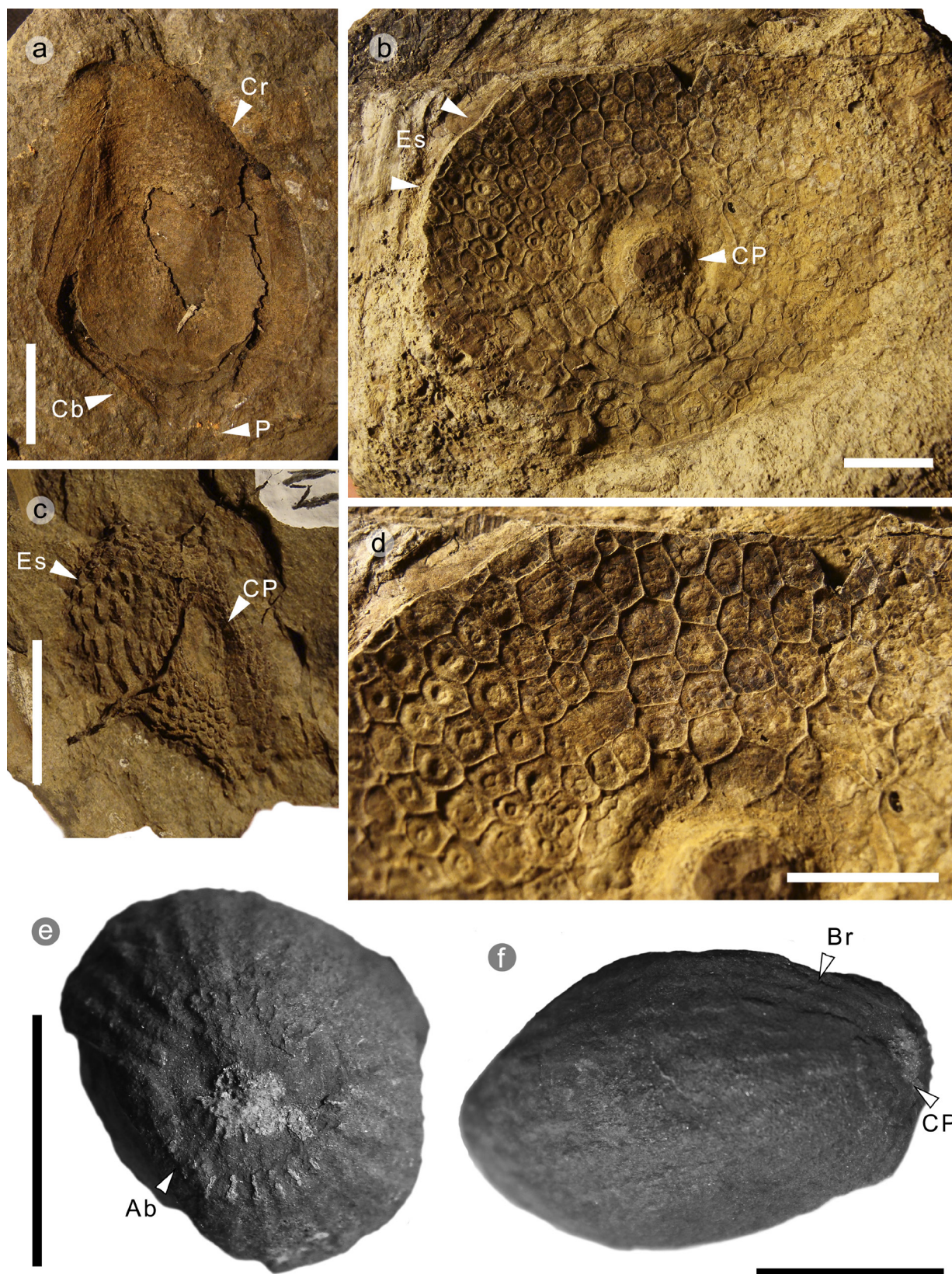


Figura 4. Ejemplares de órganos reproductivos de la colección paleobotánica del MURNO. **a)** cf. *Weltrichia*, vista lateral, nótese los rayos centrífugos (Cr), la copa basal (Cb) y el pedúnculo (P). **b)** *Williamsonia netzahualcoyotlii*, vista basal, las flechas indican el contorno de la impresión, las escamas seminales (Es) y la cicatriz del pedúnculo (CP). **d)** Acercamiento a las escamas seminales, se puede observar la ornamentación y el micropilo hacia el centro de algunas de ellas. **c)** *Williamsonia oaxacensis*, vista basal, las flechas indican las escamas seminales (Es) y la cicatriz del pedúnculo (CP). **e-f)** *Wielandiella* sp., **e)** vista basal, **f)** vista lateral, nótese las delgadas brácteas (Br), el anillo basal de unión de las brácteas (Ab) y la cicatriz del pedúnculo (CP) al centro. Escala 1 cm.

inmaduras con las brácteas cerradas y en vista lateral (McLoughlin *et al.*, 2018).

El fosilígénero *Weltrichia* ha sido documentado en varios afloramientos del Jurásico de México en las formaciones Rosario, Zorrillo, Otlaltepec, Ayuquila y Tecomazúchil. Su rango estratigráfico va del Toarciano (Jurásico Inferior) al Calloviano (Jurásico Medio) (Silva-Pineda, 1984; Delevoryas, 1991; Silva-Pineda *et al.*, 2011; Lozano-Carmona *et al.*, 2021a; Velasco-de León *et al.*, 2019).

Género: *Williamsonia* Carruthers, 1870 emend. Harris (1969)

Especie tipo: *Williamsonia gigas* (Lindley *et Hutton*) Carruthers, 1870

Williamsonia netzahualcoyotlii Wieland, 1914

Material: Cuatro impresiones de gineceos, MURNO-10, MURNO-12, MURNO-15, MURNO-18 (Figura 4b y d).

Descripción: Impresiones basal y lateral de gineceos que van de 36 a 53 mm de diámetro, con una cicatriz del pedúnculo de 6–8 mm de diámetro, el receptáculo o la corona no son visibles, escamas seminales e interseminales con forma hexagonal. El diámetro de las cabezas de las escamas es de 2.6–3.6 mm y el diámetro del micropilo es de 0.58 mm. Escamas con ornamentación, un patrón de formas poligonales ordenadas alrededor de los micropilos de cada escama.

Comentarios: *Williamsonia netzahualcoyotlii* es la fosilíespecie de órgano reproductivo de las Bennettitales con mayor distribución geográfica y un amplio rango estratigráfico en México. Se ha registrado en los estados de Oaxaca y Puebla, en afloramientos de las formaciones Rosario, Zorrillo, Zorrillo/Taberna, Ayuquila, Otlaltepec y localidades indiferenciadas del Grupo Tecocoyunca. El rango estratigráfico va del Toarciano (Jurásico Inferior) al Bathoniano (Jurásico Medio) (Silva-Pineda, 1969, 1984; Delevoryas y Gould, 1973; Velasco-de León, 1990; Morales-Lara y Silva-Pineda, 1996; Martínez-Paniagua, 2015; Lozano-Carmona y Velasco de León, 2016, 2021; Flores-Barragan *et al.*, 2017; Velasco-de León *et al.*, 2019). Sin embargo, en todos los registros hasta la fecha no se había observado la ornamentación en cada escama, lo anterior posiblemente se deba a la erosión de los demás ejemplares. Aunque este carácter carece de valor diagnóstico, siendo entonces una muestra del detalle de preservación de los ejemplares del MURNO. Por último, en 1984, Silva-Pineda realiza la tipificación de este fosilitaxon y coloca en sinonimia a los fosilitaxones *W. ipalnemoani* Wieland y *W. xipe* Wieland. Delevoryas y Gould (1973) indican que las brácteas de *Williamsonia netzahualcoyotlii* son muy similares a las de *W. huitzilopochtlii*, pero no hay ningún registro de ejemplar o descripción que mencione la presencia de brácteas unidas a los gineceos. Por lo tanto, esta especie

es conocida únicamente sobre la morfología del gineceo (ver Tabla 1 en Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2021).

Williamsonia oaxacensis Delevoryas *et* Gould, 1973

Material: Una impresión basal de gineceo, MURNO-11 (Figura 4c).

Descripción: Impresión de un gineceo de 15 mm de diámetro, con una cicatriz del pedúnculo de 3.6 mm, sin receptáculo visible y con escamas seminales e interseminales de forma poligonal. Las cabezas de las escamas tienen un diámetro de 1.9 mm y el diámetro del micropilo es de 0.4 mm.

Comentarios: *Williamsonia oaxacensis* es una fosilíespecie que tiene un registro geográfico exclusivo en el estado de Oaxaca. Pero su rango estratigráfico va, con el presente registro en la formación Rosario, del Toarciano (Jurásico Inferior) al Calloviano (Jurásico Medio). Otras formaciones con registro de esta especie son Zorrillo, Zorrillo/Taberna, Ayuquila y Tecomazúchil (Delevoryas y Gould, 1973; Lozano-Carmona y Velasco de León, 2016, 2021; Lozano-Carmona *et al.*, 2021a; Velasco-de León *et al.*, 2019). *Williamsonia oaxacensis* es un gineceo pequeño con un diámetro que alcanza los 20 mm. También sus escamas tienen un diámetro pequeño, de 0.8 a 2 mm, y estos caracteres son los que permiten distinguir a este fosilitaxon de entre las especies del Jurásico en el sur de México (ver Tabla 1 en Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2021). Delevoryas y Gould (1973), comentan que esta especie no correspondería a un estadio inmaduro de *W. netzahualcoyotlii* ya que la densidad de escamas es mayor en *W. oaxacensis*. En este caso el ejemplar resguardado en el MURNO es la impresión basal del gineceo donde se aprecia el diámetro, la forma de las escamas y la cicatriz del pedúnculo. Todos estos caracteres son compatibles con la diagnosis de la especie.

Género: *Wielandiella* Nathorst, 1910 emend. Pott (2014)

Especie tipo: *Wielandiella angustifolia* (Nathorst) Nathorst, 1913 emend. Pott (2014)

Wielandiella sp.

Material: Moldes externos de las brácteas, MURNO-16, MURNO-17 (Figura 4e–f).

Descripción: Ejemplares con forma ovoide a esférica con un diámetro de hasta 31 mm y 47 mm de largo. Un verticilo de al menos 26 brácteas delgadas y semilanceoladas ordenadas densamente con 45 mm largo y un ancho de 1.9–2.1 mm. Éstas presentan estrías longitudinales. Las brácteas en el ejemplar MURNO-17 abarcan todo el gineceo, se proyectan por encima de este y se tocan en los ápices. Las bases de las brácteas forman un anillo de marcas rectangulares de 1 x 2 mm de ancho y largo. Este anillo rodea la cicatriz del

pedúnculo el cual tiene un diámetro de 10 mm. No se observa el gineceo.

Comentarios: *Wielandiella* es una estructura altamente informativa para inferir reconstrucciones de plantas completas (planta total), como en los taxones de plantas actuales (Pott, 2014). El concepto de planta completa (total) incluye la descripción de tallos, hojas y estructuras reproductivas que se han registrado en conexión orgánica o en cercana asociación estratigráfica (Pott, 2014; Turland et al., 2018). Aquí solo se aborda la descripción de ejemplares de estructura reproductiva los cuales comparten alta similitud morfológica con las diagnósticas de *W. angustifolia* (Nathorst) Nathorst, emend. Pott y *W. villosa* (Pott, McLoughlin, Wu et Friis) de Pott (Pott, 2014; Pott et al., 2015). Cabe resaltar que los caracteres que permiten realizar esta identificación taxonómica son el tamaño y forma de las brácteas, así como su arreglo en un solo verticilo. Dichos caracteres tienen una considerable similitud con los ejemplares MURNO-16 y 17, el largo de las brácteas de *W. angustifolia* y *W. villosa* es entre 3 y 10 mm menor, mientras que el ancho está dentro del rango de *W. angustifolia*, pero es más pequeño que el de *W. villosa*. La forma de la inserción y las bases de las brácteas que a su vez forman un anillo es el carácter más notable entre el ejemplar MURNO-16 y las especies *W. angustifolia* y *W. villosa* (Pott, 2014; Pott et al., 2015). El registro aquí presentado corresponde a la primera descripción sistemática para el Jurásico del sur de México.

Previamente, Velasco-de León et al. (2019), reportaron la presencia de un ejemplar provisionalmente asignado a *Wielandiella* (cf. *Wielandiella*) para la Formación Ayuquila. Sin embargo, habría que corroborar dicha asignación ya que desafortunadamente no hay una descripción del material. No obstante, Lozano-Carmona et al. (2019), sugieren la posibilidad de la existencia de *Wielandiella* en afloramientos jurásicos del sur de México con base en la presencia de hojas de *Anomozamites* y su establecimiento como el follaje de *W. angustifolia* y *W. villosa*. *Anomozamites* está registrada para la formación indiferenciada de Zorrillo/Taberna del Bajociano (Lozano-Carmona et al., 2019). El reporte de *Wielandiella* aquí presentado corresponde al Toarciano. En este sentido, la posibilidad de hallar más ejemplares de *Wielandiella* en otros afloramientos jurásicos de la región sigue siendo alta.

Género: *Bennetticarpus* Harris, 1932

Especie tipo: *Bennetticarpus oxylepidus* Harris, 1932

Bennetticarpus sp.

Material: Moldes de sección del gineceo, MURNO-21, MURNO-22, MURNO-23, MURNO-24 (Figura 5).

Descripción: Impresiones de gineceos de forma circular en sección transversal, con un diámetro de 51 a 56 mm, el receptáculo tiene un diámetro de 16 a 30 mm. El

ancho de los óvulos/escamas es de 0.7 a 1 mm y el largo es de 14 mm.

Comentarios: *Bennetticarpus* se utiliza para incluir a los gineceos con caracteres de tipo-bennettitales pero que no presentan los caracteres diagnósticos distinguibles para asignar con precisión a un género de estructura reproductiva de este orden (Harris, 1932; Pott et al., 2010; Popa, 2014). En este caso el material revisado corresponde a secciones transversales de los gineceos donde solo es distinguible la forma circular a elíptica de la estructura, parte del receptáculo y algunas de las escamas interseminales. Estos ejemplares no muestran indicios de maduración por parte de los óvulos/semillas. La morfología de las estructuras en general y la forma de las escamas son similares a los descritos por Pott y Axsmith (2015) para *Williamsonia carolinensis* Pott et Axsmith. Pero, los detalles como número de escamas y la morfología de los óvulos, entre otros, son difíciles de determinar. Por lo tanto, consideramos que la asignación a *Bennetticarpus* es adecuada. En este sentido, este correspondería al segundo reporte de este fosilgénero en afloramientos jurásicos del sur de México (Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2021).

4.2. Diversidad e importancia de los órganos reproductivos de Bennettitales en el Jurásico del sur de México

Las Bennettitales son el orden más diverso registrado en los afloramientos jurásicos del sur de México. Su diversidad está compuesta principalmente por fosilización de hojas y órganos reproductivos. Las hojas están representadas por cinco fosilgéneros (*Anomozamites*, *Otozamites*, *Pterophyllum*, *Ptilophyllum* y *Zamites*). La diversidad de órganos reproductivos también consta de cinco fosilgéneros (*Williamsonia*, *Williamsoniella*, *Wielandiella*, *Weltrichia* y *Bennetticarpus*). También hay registros de brácteas aisladas denominadas *Cycadolepis* y algunos registros de tallos Williamsoniaceos. Esta diversidad abarca un rango estratigráfico desde el Toarciano en el Jurásico Inferior en la formación Rosario hasta el Calloviano en el Jurásico Medio en la Formación Tecmazúchil (Delevoryas y Gould, 1973; Silva-Pineda, 1978; 1984; Person y Delevoryas, 1982; Silva-Pineda et al., 2011; Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2016, 2021; Flores-Barragan et al., 2017; Lozano-Carmona et al., 2019; 2021a; Velasco-de León et al., 2019).

El caso particular de los órganos reproductivos sobresale en esta diversidad ya que con los nuevos hallazgos su riqueza se ha incrementado notablemente en la última década. Incluyendo el registro aquí presentado son siete fosilpecies de *Weltrichia* (Tabla 1). Para *Williamsonia* también hay siete fosilpecies (*W. netzahualcoyotli*, *W. oaxacensis*, *W. diquyui* Delevoryas et Gould, *W. nathorstii* Wieland, *W. cuauhtemoci* Wieland, *W. oligosperma* Delevoryas y *W. sanjuanensis* Lozano-Carmona et Velasco-de León). Mientras que para *Williamsoniella* y *Wielandiella* solo hay un registro para cada uno, pero aun considerando especies indeterminadas (sp.). Por

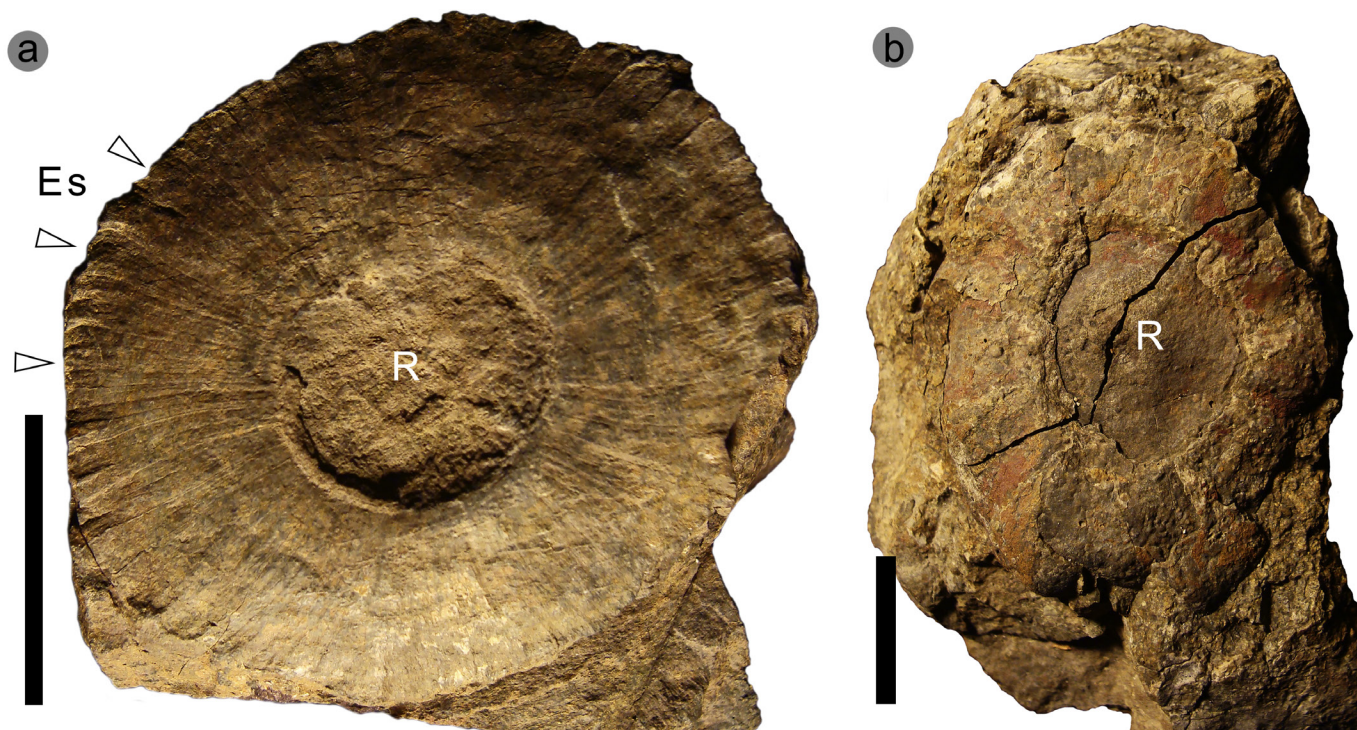


Figura 5. *Bennetticarpus* sp., corte trasversal del gineceo, las flechas indican el contorno y algunas escamas (Es) concéntricas hacia el receptáculo (R). Escala 1 cm.

último, están las brácteas de *Cycadolepis mexicana* Wieland y las secciones transversales de *Bennetticarpus* sp., (Wieland, 1914; Delevoryas y Gould, 1973; Silva-Pineda, 1984; Delevoryas, 1991; Flores-Barragan *et al.*, 2017; Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2021). Los datos aquí presentados permiten confirmar la presencia de *Wielandiella* en el Jurásico, registro que fue estimado por la presencia de hojas de *Anomozamites* previamente halladas en la región y las cuales son consideradas como el follaje asociado (Pott, 2014; Lozano-Carmona *et al.*, 2019). También permiten ampliar el rango estratigráfico de *Weltrichia* y *Bennetticarpus*, fosilígenos que solo se habían registrado en el Jurásico Medio (Delevoryas, 1991; Silva-Pineda *et al.*, 2011; Guzmán-Madrid y Velasco-de León, 2021; Lozano-Carmona y Velasco-de León, 2021).

Considerando la diversidad de órganos reproductivos de las Bennettitales a nivel mundial, la diversidad que en México se está reportando es de las principales. En el caso de *Weltrichia*, la riqueza de México supera a la reportada en las principales localidades jurásicas de Inglaterra y de Rumania donde se han descrito cinco especies respectivamente (Popa, 2019). Con respecto a *Williamsonia* la situación es similar, las localidades con mayor diversidad son las de Inglaterra e India con seis y siete especies respectivamente (Popa, 2014). En el caso de *Wielandiella*, *Williamsoniella* y *Bennetticarpus*, aun no es equiparable este patrón de diversidad taxonómico, lo anterior posiblemente se deba a que hasta hace poco tiempo se comenzaron a registrar en los afloramientos

jurásicos. Sin embargo, es muy posible que en un futuro se hallen nuevas evidencias ya que aún se continua con la exploración de afloramientos Jurásicos en el sur de México (Lozano-Carmona *et al.*, 2021a).

4.3. El estado de la documentación del Museo Geológico Comunitario de Rosario Nuevo “Ing. Jorge Jiménez Rentería” y su perspectiva en el marco de las colecciones científicas.

El Museo Geológico Comunitario de Rosario Nuevo “Ing. Jorge Jiménez Rentería” (MURNO) fue propuesto con el objetivo de resguardar y divulgar el patrimonio geológico y paleontológico del área. Esta propuesta fue realizada por el Ing. Jorge Jiménez Rentería a los pobladores de Rosario Nuevo en 2009 (Jiménez-Rentería, 2012) y fue bien recibida por ellos. Fue entonces que donaron el edificio de la antigua escuela para convertirse en el inmueble del museo. Desde entonces, el museo ha estado en actividad permanente lo que ha permitido divulgar el conocimiento de la riqueza geológica y paleontológica de la localidad y el resguardo de diversos ejemplares fósiles. La administración del museo está a cargo de un comité integrado por habitantes de Rosario Nuevo, el cual cambia cada dos años. Esta iniciativa ha sido adoptada por la comunidad y ha demostrado su interés para mantener activo el museo. Por lo tanto, ya que la iniciativa de crearlo, de administrarlo y mantenerlo activo proviene de la comunidad, es lo que lo respalda como un real Museo Comunitario (Wells, 2006). El

acervo y espacio del museo en general es reducido, pero el material tiene buena calidad de preservación y las gavetas de resguardo son adecuadas para mantenerlo protegido y exhibido (Figuras 2–5). Además, cabe resaltar que la población está consciente de la importancia del registro fósil *in situ*, por lo que mantiene un limitado número de ejemplares *ex situ* en el museo.

Como se había mencionado anteriormente, la información taxonómica de la mayoría de los ejemplares estaba desactualizada. Con los resultados aquí presentados se inicia la adecuada documentación asociada a cada ejemplar que está en el museo, siendo una contribución al mejoramiento del estado de la colección. Tradicionalmente los datos taxonómicos, de localidad, formación o yacimiento y nivel estratigráfico (documentación básica) de cada ejemplar son los que integran una buena documentación en una colección científica (Montero y Diéguez, 1991; Cristin y Perrilliat, 2011). En este sentido el único dato faltante es el de nivel estratigráfico (localidad fosilífera), ya que este dato no fue registrado por los recolectores. No obstante, además de la documentación básica que aquí se presenta se

adicionan datos gráficos como fotografías e ilustraciones/esquemas (Figuras 3–6). Esta documentación gráfica apoyará principalmente al comité del museo para que pueda identificar la morfología de las estructuras reproductivas de Bennettitales tanto en el material del museo como en el que se descubra *in situ*. Ya que la comunidad de Rosario Nuevo evita extraer los ejemplares del lugar donde fue hallado, esto permitirá que en un futuro se pueda conocer el sitio o nivel estratigráfico con registro fósil. Por lo tanto, la documentación asociada a cada ejemplar fósil estará complementándose.

En este sentido, el MURNO, necesitará consolidar una documentación administrativa y biográfica (Montero y Diéguez, 1991). Hasta el momento solo hay un registro histórico de visitantes y un pequeño archivo de las publicaciones, tesis o resúmenes de congreso en los cuales se han utilizado material de la localidad, lo que forma parte de dicha documentación. Consolidando estos dos aspectos, el museo podrá avanzar en el continuo curatorial de una colección científica (Hughes *et al.*, 2000; Cristin y Perrilliat, 2011). De este modo, será más eficiente el servicio que el museo ofrece a la comunidad

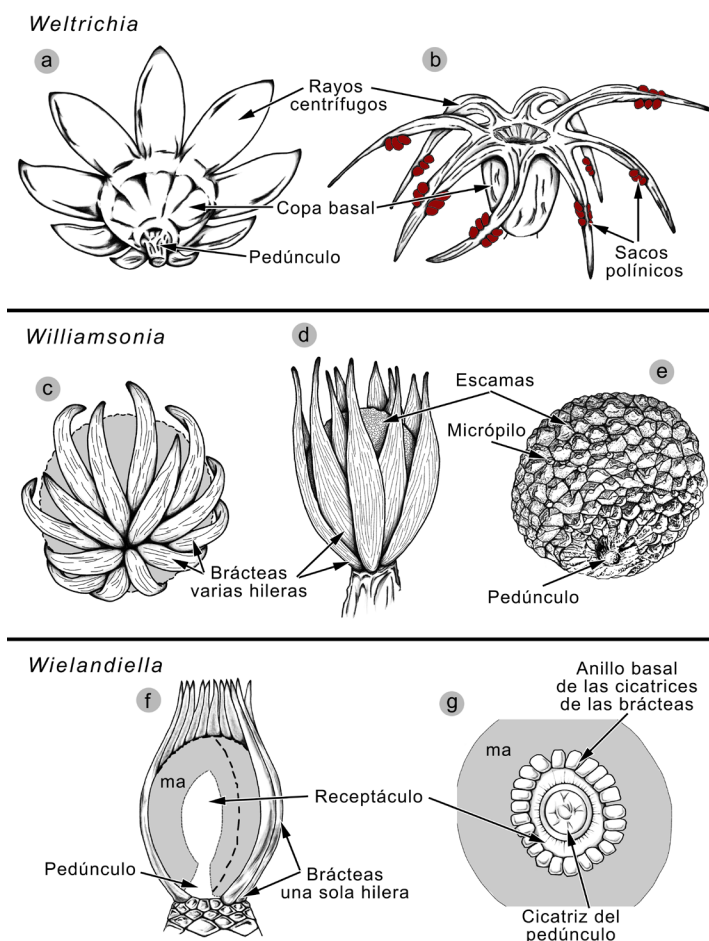


Figura 6. Reconstrucciones ilustrativas de los órganos reproductivos de las Bennettitales encontrados en el Jurásico en el sur de México. Se enfatiza en los caracteres morfológicos distintivos de cada fosilígnero y sus partes. **a-b)** *Weltrichia*, **c-d-e)** *Williamsonia*, **f-g)** *Wielandiella*. **a, c, g)** ilustraciones elaboradas por D. E. Lozano-Carmona. **b, d, e, f)** ilustraciones tomadas y modificadas respectivamente de Delevoryas y Gould (1973); Pott (2014); Lozano-Carmona y Velasco-de León (2021); Lozano-Carmona *et al.* (2021a).

local y de visita, ya que podrá transmitir una mayor información asociada a cada ejemplar fósil (Montero y Diéguez, 1991; Espinosa-Santos, 2010; Estrada-Loyo, 2014). Además, las investigaciones que en un futuro se realicen con este acervo estarán obligadas a difundir la importancia y protección que realiza el MURNO ante la comunidad científica (Espinosa-Santos, 2010; Estrada-Loyo, 2014). Por lo tanto, el resguardo, conservación y mantenimiento del acervo del MURNO deberá continuar bajo la colaboración entre la comunidad de Rosario Nuevo y la científica-académica.

En México existen numerosos casos de éxito en el establecimiento de museos comunitarios, y en particular con colecciones paleontológicas podemos citar los ejemplos de los museos de San Lucas Teteletitlán, Santa Ana Teloxtoc y San Juan Raya en el estado de Puebla y en Melchor Múzquiz, Coahuila (Aguilar y Porras-Múzquiz, 2009; Rojas-Zúñiga y Gío-Argáez, 2016). En estos casos es innegable la participación de las comunidades respectivas en la creación, administración y divulgación. Lo que son las actividades primordiales en un museo comunitario (Wells, 2006). En el caso de los museos del estado de Puebla la documentación asociada al acervo es principalmente básica, con algunas excepciones (Rojas-Zúñiga y Gío-Argáez, 2016). Mientras que en el Museo de Múzquiz se podría considerar que hay un mayor avance en la documentación básica, gráfica, administrativa y biográfica, incluso su acervo está inscrito en el Registro de Monumentos Arqueológicos Muebles de INAH (Aguilar y Porras-Múzquiz, 2009). En este sentido, sería relevante evaluar con el comité del MURNO el registro del acervo paleontológico ante el INAH. Esto permitiría tener una protección y conservación dentro del marco legal mexicano a través del tiempo, asegurando su disponibilidad para la divulgación, difusión y estudios futuros (Cristín y Perrilliat, 2011; Aguilar y Alvarado, 2020; INAH, 2020; Morales-Ortega *et al.*, 2021).

5. Conclusiones

A 14 años de su establecimiento, el Museo Geológico Comunitario de Rosario Nuevo "Ing. Jorge Jiménez Rentería" se ha convertido en una ventana al patrimonio geológico, pero principalmente paleontológico de la región de Tezoatlán. La protección y divulgación de dicho patrimonio ha sido posible por el constante trabajo de la comunidad de Rosario Nuevo a través del comité del museo. Esto ha permitido que se pueda vincular a la sociedad con su entorno inmediato. Por lo tanto, con esta contribución podrán conocer más sobre la morfología y la correcta nomenclatura de los órganos reproductivos de las Bennettitales que se pueden encontrar en los afloramientos jurásicos de la región. En este sentido *Weltrichia huitzilopochtlii* comb. nov., se convierte en la séptima especie masculina descubierta en el Jurásico en México. Se confirma la presencia de *Wielandiella*, y se amplía el alcance estratigráfico para *Williamsonia*

oaxacensis y *Bennetticarpus*. Con esta primera clasificación se podrá ir complementando la documentación básica de los demás ejemplares que se resguardan en el MURNO para estandarizar su organización y optimizar su función como un sitio de protección y divulgación del conocimiento geológico y paleontológico.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo y el grupo de investigación de la Colección de Paleontología de la FES Zaragoza, UNAM, queremos agradecer a toda la comunidad de Rosario Nuevo, Tezoatlán de Segura y Luna. Pero, en particular a la Sra. María Rosa Reyes, el Sr. Calixto Santos Gutiérrez, el Sr. José Luis Martínez López, por brindarnos siempre las facilidades, hospitalidad y apoyo en el trabajo de campo. También queremos agradecer el financiamiento otorgado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT IN100721).

Referencias

- Aguilar, F. J., & Porras-Múzquiz, H. (2009). Los fósiles del Museo de Múzquiz A. C. y su resguardo patrimonial por el Instituto Nacional de Antropología e Historia. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 61(2), 147–153.
- Aguilar, F. J., & Alvarado, L. (2020). The Council of Paleontology of INAH: Background and perspectives. *Paleontología Mexicana*, 9(2), 91–101.
- Alvarado-Ortega, J., Barrientos-Lara, J. I., Espinosa-Arrubarrena, L., & Melgarejo-Damián, M. P. (2014). Late Jurassic marine vertebrates from Tlaxiaco, Oaxaca State, southern Mexico. *Paleontologia Electronica*, 17(1), 1–25.
- Anderson, J. M., Anderson, H. M., & Cleal, C. J. (2007). *Brief history of the gymnosperms: classification, biodiversity, phytogeography and ecology*. Strelitzia 20. South African National Biodiversity Institute, Pretoria.
- Ash, A. R. (1968). A new species of *Williamsonia* from the Upper Triassic Chinle Formation of New Mexico. *Journal of the Linnean Society of London, Botany*, 61, 113–120.
- Braun, C. F. W. (1847). Die fossilen Gewächse aus den Grezschichten Zwischen dem Lias und Keuper des neu aufgefundenen Pflanzenlagers in dem Sterinbruche von Veitlahm bei Culmbach. *Flora*, 30, 81–87.
- Carruthers, W. (1870). On fossil cycadean stems from the secondary rocks of Britain. *Transaction of the Linnean Society of London*, 26, 675–708.
- Cristín, A., & Perrilliat, M. del C. (2011). Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 63(3), 421–427.
- Delevoryas, T. (1991). Investigations of North American Cycadeoids: *Weltrichia* and *Williamsonia* from the Jurassic of Oaxaca, Mexico. *American Journal of Botany*, 78(2), 177–182.
- Delevoryas, T., & Gould, R. E. (1971). An unusual fossil fructification from the Jurassic of Oaxaca, Mexico. *American Journal of Botany*, 58(7), 616–620.
- Delevoryas, T., & Gould, R. E. (1973). Investigations of North American Cycadeoids: williamsonian cones from the Jurassic of Oaxaca, México. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 15, 27–42.
- Delevoryas, T., & Person, C. P. (1975). *Mexiglossa varia* gen. et sp. nov., a new genus of glossopteroid leaves from the Jurassic of Oaxaca, México. *Palaeontographica, Abteilung B*, 154, 114–120.

- Engler, A. (1892). *Syllabus der Vorlesungen spezielle und medicinisch-pharmaceutische Botanik*. Largeedn Borntraeger, Berlin.
- Erben, H. K. (1956). Estratigrafía y Paleontología del Mesozoico de la Cuenca Sedimentaria de Oaxaca y Guerrero. Especialmente del Jurásico Inferior y Medio [Guía de excursión a campo]. En: *XX Congreso Geológico Internacional Excursión A-12*, México, D.F., 11–36.
- Espinosa-Santos, V. (2010). Difusión y divulgación de la investigación científica. *IDESIA*, 28(3), 5–6. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000300001>
- Estrada-Loyo, E. (2014). El periodismo científico, la difusión y la divulgación de la ciencia. *Ciencia UANL*, 17(67), 72–74.
- Ferrusquía-Villafraña, I., & Comas-Rodríguez, O. (1988). Reptiles marinos mesozoicos en el sureste de México y su significación geológico-paleontológica. *Revista del Instituto de Geología*, 7(2), 168–181.
- Flores-Barragan, M. A., Velasco-de León, M. P., & Corro-Ortiz, M. G. (2017). El género *Williamsoniella* (Thomas) y flora asociada de la Formación Zorrillo-Taberna indiferenciadas (Jurásico Medio) Oaxaca, México. *Paleontología Mexicana*, 6(2), 59–65.
- Guerrero-Arenas, R., & Jiménez-Hidalgo, E. (2015). Las comunidades del Pleistoceno Tardío de la Mixteca Alta Oaxaqueña: cómo el pasado nos permite conservar el presente. En Ortiz-Escamilla, R. (comp.), *El pasado lejano de la Mixteca: Huajuapán de León, Oaxaca, México*, (1er ed., 25–38 pp). Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- Guerrero-Arenas, R., Jiménez-Hidalgo, E., & González Rodríguez, K. A. (Editores). (2021). *Patrimonio Paleontológico y Geológico de Oaxaca*. Universidad del Mar, Oaxaca.
- Guzmán Madrid, D. S., & Velasco-de León, M. P. (2021). *Weltrichia magna* sp. nov., a new record for the Middle Jurassic of Oaxaca, Mexico. *Acta Palaeobotanica*, 61(1), 95–106.
- Harris, T. M. (1932). The fossil Flora of Scoresby Sound, East Greenland, 3. Caytoniales and Bennettitales. *Meddelelserom Gronland, Kobenhavn*, 85, 2–133.
- Harris, T. M. (1969). *The Yorkshire Jurassic flora III Bennettitales*. Trustees of the British Museum (Natural History), London.
- Hughes, N. C., Collier, F. J., Kluessendorf, J., Lipps, J., Taylor, W. L., & White, R. D. (2000). Fossil invertebrate and microfossil collections: Kinds, uses and users, In White, R. D., Allmon, W. D. (Eds.), *Guidelines of the management and curation of invertebrate fossil collections: Boulder, Colorado, E.U.A.* The Paleontological Society Special Publications (10, 25–35).
- Instituto Nacional de Antropología e Historia. (2020). *Lineamientos para la investigación de vestigios o restos fósiles de interés paleontológico en México*. <https://www.normateca.inah.gob.mx/pdf/01612485398.PDF>
- Jiménez-Hidalgo, E., & Guerrero-Arenas, R. (2018). The Oldest Camel Footprints from Mexico. *Boletín de la Sociedad de México*, 70(2), 351–359.
- Jiménez-Rentería, J. (2012). Museo Geológico de la comunidad de Rosario Nuevo, Municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca: un proyecto geo-social [Resumen]. *Memorias de VI Jornadas Paleontológicas y Primer Simposio de Paleontología en el Sureste de México “100 años de Paleontología en Chiapas”*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 33.
- Lozano-Carmona, D. E., & Velasco-de León, M. P. (2016). Jurassic flora in South-east Mexico: importance and prospect of recent findings in the Mixteco Terrane. *Paleontología Mexicana*, 5(2), 87–101.
- Lozano-Carmona, D. E., & Velasco-de León, M. P. (2021). Bennettitales from the Middle Jurassic of northwestern Oaxaca, Mexico: Diversity, sedimentary environments, and phytogeography. *Journal of South American Earth Sciences*, 110. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103404>
- Lozano-Carmona, D. E., Velasco-de León, M. P., & Flores-Barragan, M. A. (2019). Jurassic Flora in Southern Mexico: *Anomozamites Schimper*, 1870 emend. Pott et McLoughlin, 2009 from Mixteco Terrane, Phytogeographical Implications of Williamsoniaceae Family (Bennettitales). *Open Journal Geology*, 9, 142–156.
- Lozano-Carmona, D. E., Corro-Ortiz, M. G., Morales, R. L., & Velasco-de León, M. P. (2021a). *Weltrichia xochitellii* sp. nov. (Bennettitales) from the Middle Jurassic of northwestern Oaxaca, Mexico: First paleobotanical evidence from the Tecomazúchil Formation. *Journal of South American Earth Sciences*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103230>
- Lozano-Carmona, D. E., Ortega-Chávez, E., & Velasco-de León, M. P. (2021b). Icnofacies *Glossifungites* del Jurásico de Oaxaca: Descripción morfológica de *Thalassinoides* y *Gastrochaenolites* y su importancia paleoambiental. En Guerrero-Arenas R., Jiménez Hidalgo, E. González Rodríguez K. A. (Eds), *El patrimonio paleontológico y geológico de Oaxaca*. (pp. 193 – 207). Universidad del Mar, campus Puerto Escondido.
- Martínez-Paniagua, O. D. (2015). *Estudio Taxonómico y Diversidad de la Paleoflora del Jurásico Medio en la Región de Olinálá (Grupo Tecocoyunca), Guerrero* [Tesis de Licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México. <http://132.248.9.195/ptd2015-marzo/0726968/Index.html>
- Martini, M., Velasco-de León, M. P., Zepeda-Martínez, M., Lozano-Carmona, D. E., & Ramírez-Calderón, M. (2017). Field guide to the Jurassic Otlathepec and Tezoatlán Basins, southern Mexico: sedimentological and paleontological records of Puebla and Oaxaca. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 69(3), 691–709.
- Martiny, B. M., Morán-Zenteno, D. J., Tolson, G., Silva-Romo, G., & López-Martínez, M. (2012). The Salado River fault: reactivation of an Early Jurassic fault in a transfer zone during Laramide deformation in southern Mexico. *International Geology Review*, 54(2), 144–164. <https://doi.org/10.1080/00206814.2010.510014>
- McLoughlin, S., Pott, C., & Sobbe, I. H. (2018). The diversity of Australian Mesozoic bennettitids reproductive organs. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 98, 71–95. <https://doi.org/10.1007/s12549-017-0286-z>
- Montero, Á., & Diéguez, C. (1991). Tipología, problemática y usos de la documentación asociada a las colecciones paleontológicas. *Boletín de la ANABAD*, 41(2), 153–163.
- Morales-Lara, A., & Silva-Pineda, A. (1996). Flórida jurásica de una nueva localidad en la región de San Miguelito. *Boletín de la sociedad Geológica Mexicana*, 3(4), 31–41.
- Morales-Ortega, P., Aguilar, F., & Nava-Sánchez, E. H. (2021). ¿qué sabemos sobre la legislación de los fósiles en México?, un análisis preliminar. *Paleontología Mexicana*, 10(1), 1–23.
- Morán-Zenteno, D. J., Caballero-Miranda, C. I., Silva-Romo, G. Ortega-Guerrero, B., & Gonzáles-Torres, E. (1993). Jurassic-Cretaceous Paleogeographic evolution of the northern Mixteca terrane, southern Mexico. *Geofísica Internacional*, 32(3), 453–473.
- Nathorst, A. G. (1910) Erratum. Cover slip to Nathorst AG 1909 Paläobot Mitt 8, Fecha Enero 7, 1910. Nathorst, A. G. (1909). Paläobotanische Mitteilungen 8. Über *Williamsonia*, *Wielandia*, *Cycadocephalus* und *Weltrichia*. *Kunigl Sven Vetenskapsakad Handl*, 45, 3–37.
- Nathorst, A. G. (1913). How are the names *Williamsonia* and *Wielandia* to be used? a question of nomenclature. *Geol Foeren Stockh Foerhandl*, 35, 361–366.
- Ortega-Chávez, E., Velasco-de León, M. P., & Jiménez-Rentería, J. (2017). *Agathoxylon* sp. del Jurásico Inferior, Rosario Nuevo, Oaxaca, México. *Paleontología Mexicana*, 6(2), 73–77.
- Ortega-Chávez, E., Velasco-de León, M. P., & Estrada Ruiz, E. (2021). Nuevo registro xilológico de los géneros fósiles *Agathoxylon* sp. y *Protophyllocladoxylon* sp. del Jurásico Medio de Oaxaca, México. *Paleontología Mexicana*, 10(1), 71–82.
- Pérez-Crespo, V. A. (2011). Estado actual del conocimiento de las plantas fósiles de Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo*, 9(1), 47–59.
- Person, C. P., & Delevoryas, T. (1982). The Middle Jurassic Flora of Oaxaca Mexico. *Palaentographica Abteilung B*, 180, 82–119.
- Perrilliat, M. del C., & Castañeda-Posadas, C. (2013). Catálogo de Plantas Fósiles en la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM, México. *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín* 119.

- Pieńkowski, G., Martini, M., & Zepeda-Martínez, M. (2019). Bajocian transgressive-regressive sequences of the Tecocoyunca Group, southern Mexico, with maximum flooding surfaces marked by *Thalassinoides*. *Geological Quarterly*, 36(3), 449–459. <http://dx.doi.org/10.7306/gq.1480>
- Popa, M. E. (2014). Early Jurassic bennettitalean reproductive structures of Romania. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 94, 327–362.
- Popa, M. E. (2019). Review of the bennettitalean genus *Weltrichia*. *Journal of Palaeogeography*, 8, 12. <https://doi.org/10.1186/s42501-019-0023-9>.
- Pott, C. (2014). A revision of *Wielandiella angustifolia*, a Shrub-sized bennettite from the Rhaetian-Hettangian of Scania, Sweden, and Jameson Land, Greenland. *International Journal of Plant Science*, 175(4), 467–499. <https://doi.org/10.1086/675577>
- Pott, C., & Axsmith, B. J. (2015). *Williamsonia carolinensis* sp. nov. and associated *Eoginkgoites* foliage from the upper Triassic Pekin formation, North Carolina: implications for early evolution in the Williamsonsaceae (Bennettitales). *International Journal of Plant Sciences*, 176(2), 174–185. <https://doi.org/10.1086/679471>
- Pott, C., Krings, M., Kerp, H., & Friis, E. M. (2010). Reconstruction of a bennettitalean flower form the Carnian (Upper Triassic) of Lunz, Lower Austria. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 159, 94–111. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2009.11.004>
- Pott, C., Xiaoli, W., & Xiaoting, Z. (2015). *Wielandiella villosa* comb. nov. from the Middle Jurassic of Daohugou, China: More evidence for divaricate plan architecture in Williamsonsaceae. *Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation*, 4(2), 137–148.
- Robles-García, N. M. (Coordinador). (2018). *Mixtecos Ñuu Dzahui. Señores de la lluvia*. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.
- Rodríguez-Benítez, J. L. (1983). *Estudio palinoestratigráfico de las formaciones paleozoicas Tíñu, Santiago e Ixtaltepec, de la región de Nochistlán, Oaxaca, México* [Tesis de Licenciatura]. Instituto Politécnico Nacional.
- Rodríguez-de la Rosa, R. A., Velasco-de León, M. P., Arellano-Gil, J., & Lozano-Carmona, D.E. (2018). Middle Jurassic Ankylosaur tracks from México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 70(2), 379–395.
- Rojas-Zuñiga, A., & Gío-Argáez, F. R. (2016). Museos Comunitarios de México y la Paleontología. Estudio de caso: Formación San Juan Raya, Puebla, México. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Aula, Museos y Colecciones*, 3, 21–32.
- Rothwell, G. W., Crepet, W. L., & Stockey, R. A. (2009). Is the anthophyte hypothesis alive and well? New evidence from the reproductive structures of Bennettitales. *American Journal of Botany*, 96(1), 296–322.
- Sandoval, J., & Westermann, G. E. G. (1986). The Bajocian (Jurassic) ammonite fauna of Oaxaca, Mexico. *Journal of Paleontology*, 60, 1220–1271.
- Silva-Pineda, A. (1969). Paleobotánica y Geología de Tecmatlán, Estado de Puebla, parte 1, Plantas fósiles del Jurásico Medio de Tecmatlán, Estado de Puebla. *Paleontología Mexicana*, 27, 7–77.
- Silva-Pineda, A. (1978). Contribuciones a la Paleobotánica del Jurásico de México, Parte 3, Plantas del Jurásico medio del sur de Puebla y noroeste de Oaxaca. *Paleontología Mexicana*, 44, 27–57.
- Silva-Pineda, A. (1984). Revisión taxonómica y tipificación de las plantas jurásicas colectadas y estudiadas por Wieland (1914) en la región de El Consuelo, Oaxaca. *Paleontología Mexicana*, 49, 1–103.
- Silva-Pineda, A., Velasco de León, M. P., Arellano-Gil, J., & Grimaldo, J. R. (2011). A new species of *Weltrichia* (Bennettitales) from the Middle Jurassic of the Tecmazuchil Formation (Oaxaca, Mexico). *Geobios*, 44, 519–525.
- Turland, N. J., Wiersema, J. H., Barrie, F. R., Greuter, W., Hawksworth, D. L., Herendeen, P. S., Knapp, S. et al. (2018). *Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y Plantas (Código de Shenzhen)*. Stiftung Herbarium Greuter (Fundación Herbario Greuter), Alemania.
- Velasco-de León, M. P. (1990). Tafoflora del Jurásico Medio de la cañada del ajo, sur de Puebla, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, 2(2), 17–29.
- Velasco-de León, P., Arellano-Gil, J., Ortiz-Martínez, E. L., Lozano-Carmona, D. E., Domínguez-Trejo, I., Canales-García, I., Carbot-Chanona, G. (2016). Paleontología y Geología de la Sierra Madre del Sur. En Luna-Vega, I., Espinosa, D., & Contreras-Medina, R. (Eds.), *Biodiversidad de la Sierra Madre del Sur*. (pp. 67–90). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Velasco-de León M. P., Ortiz-Martínez E. L., Lozano-Carmona, D. E., & Flores-Barragán, M. A. (2019). Paleofloristic comparison of the Ayuquila and Otlaltepec basins, Middle Jurassic, Oaxaca, Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 93, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.04.008>
- Villanueva-Olea, R., Castillo-Espinoza, K. M., Sour-Tovar, F., Quiroz-Barroso, S. A., & Buitrón-Sánchez, B. E. (2011). Placas columnares de crinoides del Carbonífero de la región de Santiago Ixtaltepec, municipio de Nochistlán, Oaxaca: consideraciones estratigráficas y paleobiogeográficas. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 63(3), 429–443.
- Wells, B. (2006). *Hacia la construcción de Museos Comunitarios: Fundamentos para un Museo Territorial Comunitario en el lafkenmapu, Comuna de Valdivia. X región* [Tesis de licenciatura no publicada], Universidad Austral de Chile, Chile.
- Wieland, G. R. (1911). On the williamsonian tribe. *American Journal of Science*, 32(192), 433–466. <https://doi.org/10.2475/ajs.s4-32.192.433>
- Wieland, G. R. (1913). The Liassic flora of the Mixteca Alta of Mexico – its composition, age, and source. *American Journal of Science*, 36(213), 251–281. <https://doi.org/10.2475/ajs.s4-36.213.251>
- Wieland, G. R. (1914). La flora liásica de la Mixteca Alta. *Boletín del Instituto Geológico de México*, 31, 1–165.
- Zepeda-Martínez, M., Martini, M., & Solari, L. (2018). A major provenance changes in sandstones from the Tezoatlán basin, southern Mexico, controlled by Jurassic, sinistral normal motion along the Salado River fault: Implications for the reconstruction of Pangea. *Journal of South American Earth Sciences*, 86, 447–460. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.07.008>