

El género *Williamsoniella* (Thomas) y flora asociada de la Formación Zorrillo-Taberna Indiferenciadas (Jurásico Medio) Oaxaca, México

Miguel Angel Flores Barragan^{a,*}, María Patricia Velasco de León^a, Marcos Germán Corro Ortiz^b

^a FES Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Guelatao 66 Col. Ejército de Oriente, Iztapalapa. CDMX, México, C.P. 09230.

^b Instituto de minería, Universidad Tecnológica de la Mixteca. Carretera a Acatlima Km. 2.5 Huajuapán de León, Oaxaca, México, C.P. 69000.

* 08.mike.angel@gmail.com

Resumen

En este trabajo, se registra la presencia de elementos paleoflorísticos y litológicos de la localidad Cañada Alejandro. Esta Cañada pertenece a la Formación Zorrillo-Taberna Indiferenciadas, expuesta en los alrededores del poblado de la Heroica Ciudad de Tlaxiaco, Oaxaca. Los ejemplares se recolectaron en una secuencia intercalada de lutita arenosa y lutita. Resalta el órgano reproductor de naturaleza bisexual *Williamsoniella*. Se define a este género como una estructura inmadura y no ha sido reportado con anterioridad en México. También se determinaron un total de seis órdenes: Cycadales, Filicales, Equisetales, Ginkgoales, Pinales y Cycadeoidales. Éste último es el orden mejor representado con nueve géneros, los más abundantes son: *Zamites* y *Otozamites*. Dentro de este último se da a conocer otro nuevo registro para México: *Otozamites gramineus*. El ambiente donde se desarrolló esta flora correspondió a una zona de depósito de baja energía de tipo deltaico. La paleoflora de Cañada Alejandro es una asociación muy diferente a las registrada hasta ahora para el Jurásico de México, compuesta por elementos relictos, especies endémicas y de amplia distribución como es el caso de *Williamsoniella* sp. y *Otozamites gramineus*.

Palabras clave: Cycadeoidales, estructura reproductora, *Otozamites*, *Zamites*.

Abstract

The presence of paleofloristic and litological elements is reported from the Cañada Alejandro area in the Undifferentiated Zorrillo-Taberna Formation, located around the heroic town of Tlaxiaco, Oaxaca. The samples were recollected on an intercalated sequence of sandy lutite and lutite. An example of a sample is *Williamsoniella*, bisexual in nature and with a very prominent reproductive organ. This sample has not been previously reported in Mexico. The reproductive organ is very prominent and of a bisexual nature *Williamsoniella*. This genus is considered premature. At the same location, 6 orders were determined: Cycadales, Filicales, Equisetales, Ginkgoales, Pinales and Cycadeoidales. The last is the most representative, with 9 genera, the most abundant being *Zamites* and *Otozamites*, in which a new record for Mexico is recognized, *Otozamites gramineus*. The environment where this flora developed corresponded to a deposit with low deltaic energy. The paleoflora from Cañada Alejandro is of a very different association than the ones registered so far for the Jurassic of Mexico, formed by relictus elements, endemic species and species with a wider distribution such as *Williamsoniella* sp. and *Otozamites gramineus*.

Keywords: Cycadeoidales, reproductive structure, *Otozamites*, *Zamites*.

1. Introducción

La investigación sobre plantas jurásicas en México inició a principios del siglo pasado con Wieland (1914), quien estudió la flora de la Mixteca Alta, sin embargo la mayoría de sus identificaciones carecen de una descripción formal, por lo anterior, en la revisión de Person y Delevoryas (1982) de este material sólo validaron una parte de éstas; posteriormente Silva-Pineda (1984) tipifica estos fósiles y reduce el número de especies propuestas por Wieland (56) a poco menos de la mitad (23).

Lozano-Carmona (2012); Lozano-Carmona y Velasco de León (2016) realizaron un trabajo taxonómico y tafonómico sobre la flora de la localidad de Río Ñumi, perteneciente a la Formación Zorrillo-Taberna indiferenciada. Una nueva localidad perteneciente a esta formación es dada a conocer en esta investigación y se le denomina Cañada Alejandro. En donde se recolectaron algunas estructuras reproductoras con un alto grado de preservación, la mayoría corresponde al orden de las Cycadeoidales las cuales siempre se han considerado de naturaleza compleja dada su morfología comparada con otros grupos actuales de gimnospermas, y han sido asociadas al origen de las angiospermas (Rothwell et al., 2009).

El registro de estructuras reproductoras bisexuales en gimnospermas es inexistente fuera del orden de las Cycadeoidales. El primer registro de este tipo corresponde a *Williamsoniella* Thomas, la cual se ha descrito para el Jurásico de Yorkshire (Thomas, 1915); otro tipo corresponde a *Amarjolia dactylota* (Bose, Banerji y Pal) del Jurásico de la India (Bose et al., 1983); por último en 2010, a partir de las especies *Cycadolepis wettsteinii*, Kräusel, *Haitingeria krasseri* (Schuster) y *Bennetticarpus wettsteinii* (Krasser) Pott et al., (2010) describen una estructura bisexual para el Triásico de Austria. Por lo cual, en este trabajo se analiza una estructura de naturaleza bisexual perteneciente género *Williamsoniella*, además de los componentes florísticos que la acompañan.

2. Zona de estudio

La localidad estudiada se ubica dentro del municipio de Tlaxiaco, en las coordenadas 17°26'60" y 97°44'22"; en esta zona se presenta una secuencia heterogénea de arenisca, lutita y carbón. La Formación Zorrillo-Taberna Indiferenciadas es propuesta por Carrasco-Ramírez (1981), la cual aflora muy cerca de la rivera del Río Ñumi y se hace extensivo a los cuerpos litológicos y estratigráficamente similares que se encuentran fuera de esta zona (Corro-Ortiz y Ruiz-González, 2011). Con base en el alcance estratigráfico de los fósiles se relaciona con el intervalo Bajociano-Batoniano (Carrasco-Ramírez, 1981).

3. Metodología

Se realizaron cinco salidas de campo a la localidad Cañada Alejandro (Figura 1), donde se llevó cabo la recolecta del material fósil, se tomaron datos litológicos del lugar, y se colectaron muestras de roca para su posterior análisis en láminas delgadas con el microscopio petrográfico. Los especímenes fueron examinados y fotografiados con un microscopio estereoscópico Nikon SMZ. Las macrofotos digitales fueron tomadas con una cámara Sony HD. Los ajustes de brillo y contraste fueron hechos con Adobe Photoshop CS4 versión portable. Para la determinación de los especímenes se emplearon caracteres diagnósticos de los fósiles, como son el tipo y densidad de venación, forma de base y ápice, así como tamaños de hojas y pinnulas, fotos de los tipos y bibliografía especializada (Wieland, 1914; Silva-Pineda, 1969, 1978, 1984; Person y Delevoryas, 1982, entre otros).

La paleoflora estudiada corresponde a improntas, depositadas en la Colección Paleontológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, bajo las siglas CFZ Ca y el número de ejemplar.

4. Marco geológico

Un par de pliegues anticlinales afloran en la localidad, la parte superior de la secuencia está compuesta de arenisca de grano medio a grueso de color pardo claro al intemperismo y pardo oscuro en superficie fresca, en estratos paralelos y continuos de hasta 50 cm de espesor; siguiendo la clasificación de Pettijohn et al., (1973) corresponde a una grauvaca lítica, donde se observan grietas de desecación provocadas por la ausencia de agua en suelos arcillosos; se registraron pliegues en Chevron y marcas de deslizamiento. En los estratos inferiores se tiene una secuencia intercalada de lutita arenosa y lutita de color pardo al intemperismo y gris oscuro en superficie fresca, en estratos irregulares y continuos de espesores de 20 cm, que se adelgazan hasta 10 cm, con un alto porcentaje de matriz arcillosa, con clastos finos a muy finos sub-angulosos de cuarzo. La litología existente favoreció el proceso de fosilización en esta zona y es donde se recolectaron las impresiones, cuyo número es elevado y casi no se encuentra material sedimentario entre ellas; las hojas no presentan orientación y la gran mayoría se hallan fragmentadas en sus bases y ápices. Subyaciendo a esta secuencia se tiene un horizonte de carbón de unos 3 m. Toda la secuencia de rocas aquí descrita pertenece a la Formación Zorrillo-Taberna Indiferenciada.

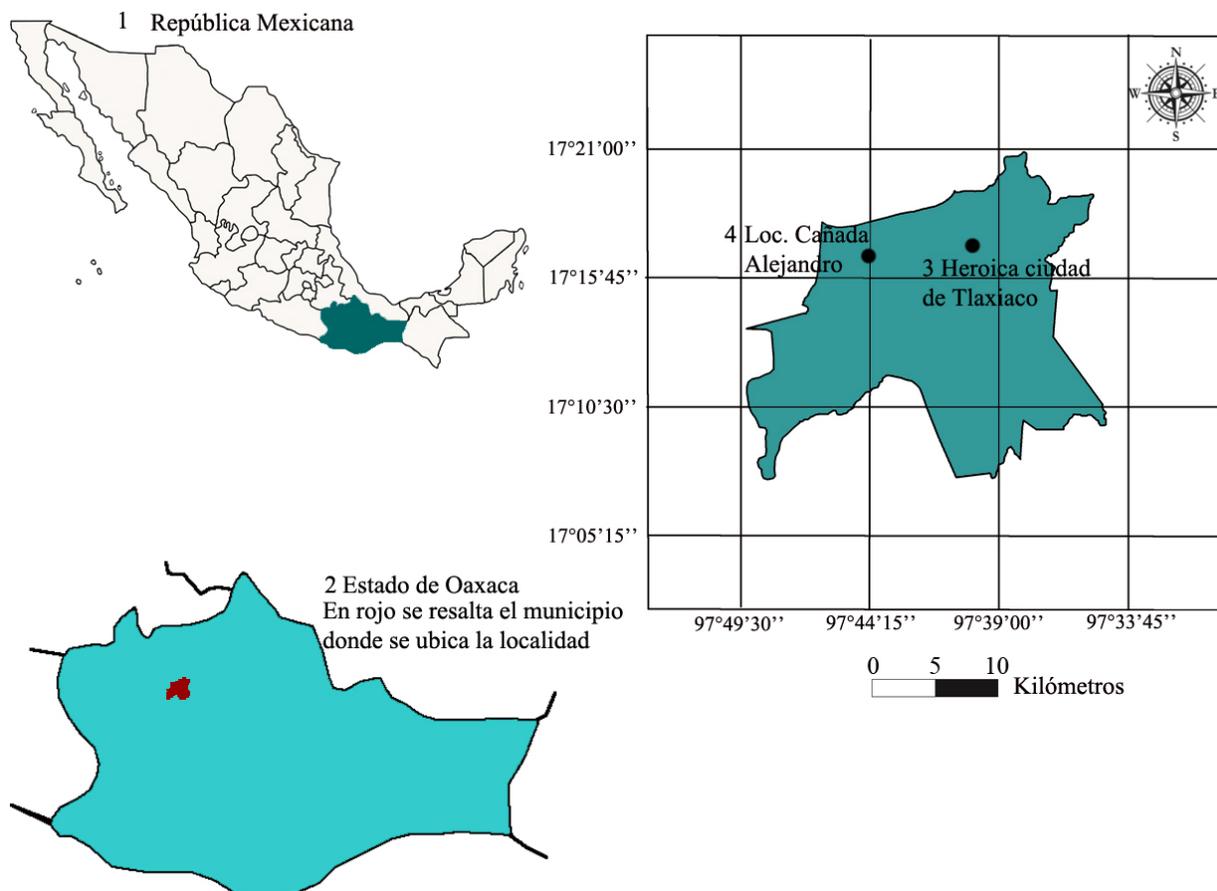


Figura 1. Mapa de ubicación de la localidad Cañada Alejandro, estado de Oaxaca, al sur de la república mexicana.

5. Paleontología Sistemática

Familia WILLIAMSONIACEAE (Carruthers) Nathorst, 1909

Género *Williamsoniella* Thomas, 1915

Williamsoniella sp.
(Figura 2 a – b)

Material estudiado: CFZ Ca-305.

Ocurrencia: Formación Zorrillo-Taberna Indiferenciadas, Localidad Cañada Alejandro.

Descripción: estructura reproductora que llega a medir 3 cm de largo y 1.8 cm de ancho, el pedúnculo mide 1.3 cm de largo, 0.2 cm de ancho en la parte basal, en la parte apical se ensancha hasta los 0.4 cm, su superficie es estriada. El ejemplar consta de seis hojas carpelares unidas a tres diferentes alturas del pedúnculo, las hojas inferiores más cortas con un largo máximo de 0.8 cm, el siguiente par 1.12 cm de largo, el último par está muy cerca al microsporofilo cubriéndolo casi completamente y mide 1.2 cm de largo con 0.1 cm de ancho; hacia el centro de la estructura se observan del lado izquierdo cuatro microsporofilos ligeramente

deformados, estos miden 0.2 cm de largo y un ancho que varía de los 0.02 cm a 0.03 cm, no se observan sinangios (Figura 2b). Hacia el centro se logra observar el receptáculo que mide 1.1 cm de largo y un ancho máximo de 0.8 cm; la parte del macrosporofilo no se observa en el ejemplar, sin embargo queda el espacio que debió ocupar alguna vez, por lo cual se puede dilucidar la naturaleza bisexual de la estructura.

Observaciones: Se registra por primera vez para México la presencia del género *Williamsoniella*. Los reportes previos de este género son para el Triásico y Jurásico de Inglaterra, Federación Rusa, Kazakstán, Rumania, Turkmenistán y Uzbekistán (Behrensmeyer y Turner, 2013). Alrededor del mundo se tienen registradas dos especies de este género; la especie tipo, *W. coronata* Thomas con dos hileras de brácteas que protegen al sinangio con un número de 20 a 30 (Harris, 1944), éstas últimas constan de vellosidades que los cubren completamente, además el microsporofilo se alarga hasta crear un filamento estéril denominado corona; ninguno de estos tres caracteres están presentes en el ejemplar de México, por lo que no es posible asignarlo a esta especie. La segunda especie *W. lignieri* Nathorst, fue propuesta con base en sus esporas muy similares a las de *W. coronata*

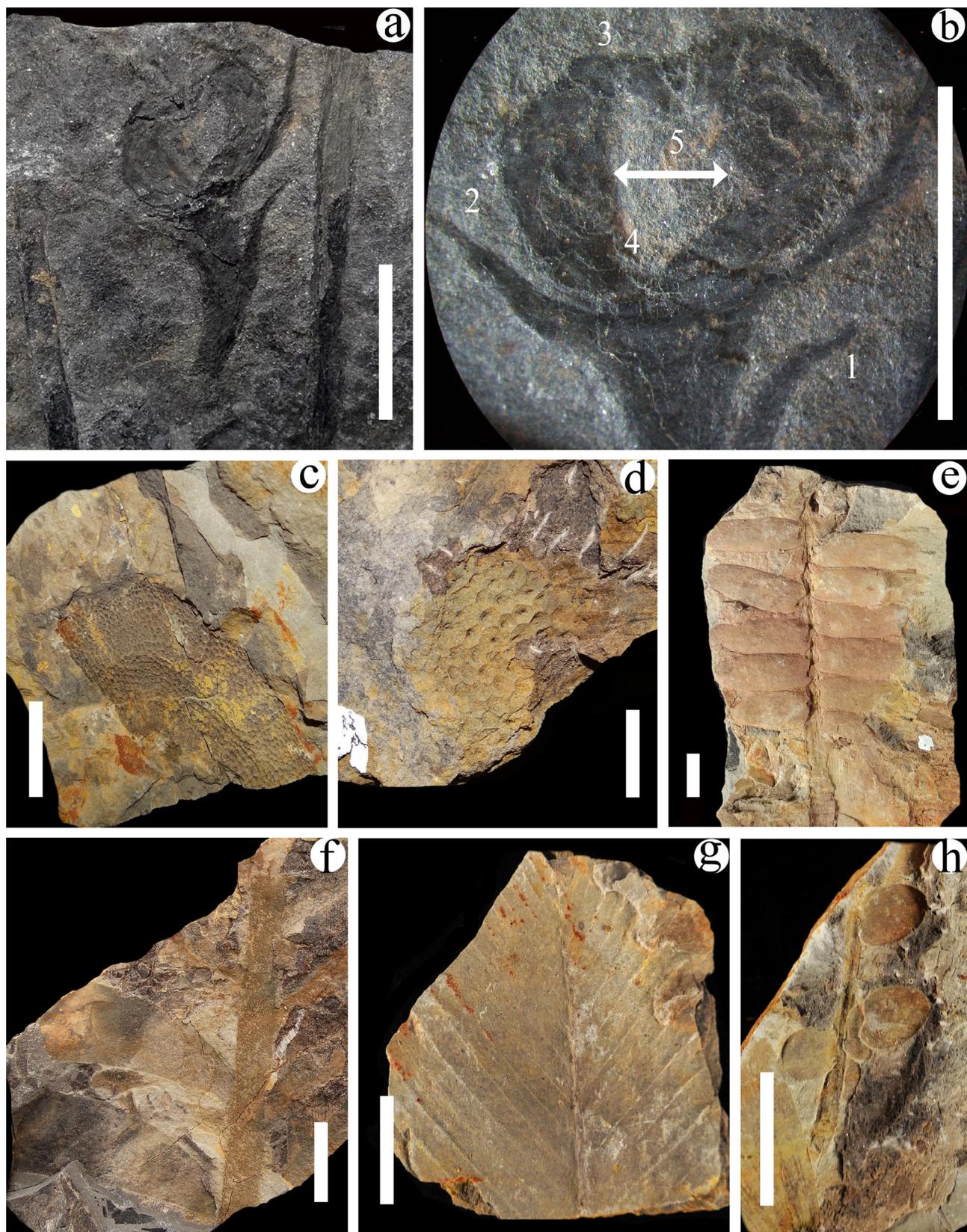


Figura 2. a-b. *Williamsoniella* sp. CFZ Ca-305; nuevo registro para la república mexicana, a. cono completo; b. detalles de la estructura, 1: primer par de hojas carpelares, 2: segundo par de hojas carpelares, 3: tercer capa de hojas carpelares, 4: microsporofilos, 5: hueco que debió ocupar el macrosporofilo; c, *Williamsonia netzahualcoyotlii*, CFZ Ca-56; d, *Williamsonia nathorstii*, CFZ Ca-320; e. *Zamites lucerensis*, CFZ Ca-40; f. *Zamites truncatus*, CFZ Ca-278; g. *Otozamites hespera*, CFZ Ca-15; h. *Otozamites mandelslohi*, CFZ Ca-78. Barra de escala 1 cm.

(Harris, 1974); dado que el ejemplar de Oaxaca no cuenta con esporas es imposible su comparación con esta especie.

Harris (1944) menciona que la característica de los microsporofilos muy compactados entre sí, observada en algunos ejemplares de este género corresponde a estructuras en etapas inmaduras, este carácter se observa en el ejemplar de Cañada Alejandro, por lo que correspondería a una estructura reproductora en las primeras etapas de maduración.

Por otra parte una posible explicación para el estado de conservación del ejemplar de Oaxaca (obviando los procesos tafonómicos) correspondería a lo mencionado por Harris (1944) donde señala la aparente integración débil entre las diferentes partes de la estructuras para la reproducción bisexual; en este caso se observaría una estructura aun inmadura donde ha perdido la mayoría de sus hojas carpelares (protección) y la parte del macrosporofilo se ha desprendido completamente.

Flora Asociada: Para esta nueva localidad se tienen un total de 345 fósiles que pertenecen a seis órdenes, un *icertae sedis*, semillas, cortezas y material indeterminado. El orden de las Cycadeoidales está representado con un total de 191 fósiles con nueve géneros y 15 especies; es el orden más abundante y diverso en esta localidad; destacan estructuras reproductoras estrictamente femeninas como es el caso de *Williamsonia* Carruthers, en general corresponden a pequeños fragmentos (no mayores a 5 cm) y se distinguen entre ellos por el tipo de escamas interseminales; poligonales en *W. netzahualcoyotlii* Wieland (Figura 2c) y hexagonales en *W. nathorstii* Wieland (Figura 2d).

El género más diverso corresponde a *Zamites* Brongniart, con un total de cinco especies, la especie más abundante corresponde a *Z. lucerensis* (Wieland) Person et Delevoryas (Figura 2e), si bien existen problemas para su identificación debido al amplio margen de medidas con la que son reportados estos ejemplares; Person y Delevoryas (1982) las describen como pinnas de 1 cm de largo y 0.4 cm de ancho. Silva-Pineda (1984) les asigna unas medidas que van de los 1.2 cm a 2 cm de largo y de 0.4 a 0.8 cm de ancho, lo mismo pasa con diferentes caracteres, como el número de venas o el tipo de ápice de las pinnas, por lo que es probable que entre todos estos ejemplares asignados a esta especie existan variedades o especies distintas, sin embargo esta observación no se podrá aceptar o refutar hasta que no se encuentren cutículas que permitan realizar análisis de las mismas.

La especie *Zamites oaxacensis* (Wieland) Person et Delevoryas está representada por pinnas en diferentes estados de fragmentación, la más completa con un largo máximo de 10.0 cm y un ancho en la parte media de 2.0 cm; en la Formación Yorkshire se registra *Z. gigas* Lindley y Hutton, la cual presenta una morfología muy similar al ejemplar de Oaxaca, sin embargo *Z. gigas* es un poco más ancha y tiene una mayor densidad de venación por pinna, además de un ápice muy agudo (Lindley y Hutton, 1835).

Una especie poco común para el Jurásico de México corresponde a *Z. truncatus* Zeiller, (Figura 2f) reportada para el Jurásico de Puebla por Silva-Pineda (1969), los ejemplares de Cañada Alejandro son fragmentos más pequeños (5 cm de largo), sin embargo los caracteres morfológicos de la especie son visibles, sobre todo el adelgazamiento en la base para después irse ensanchando a lo largo de la misma, característica propia de esta especie.

Otro género registrado corresponde a *Otozamites* Braun, con un total de cinco especies, la especie *O. hespera* Wieland, (Figura 2g), junto con *Zamites lucerensis* son las especies más abundantes en esta y otras localidades del Jurásico Medio de México (Velasco de León *et al.*, 2013); las pinnas de la localidad Cañada Alejandro son un poco más pequeñas que las descritas por Silva-Pineda, sin embargo este carácter podría variar dependiendo del estado de desarrollo de la misma y la parte de la hoja que se está observando.

Otra especie de este género corresponde a *Otozamites mandelslohi* (Kurr) (Figura 2h), que se distingue por el pequeño tamaño de sus pinnas y la forma circular de las mismas, además de su número reducido de venas por pinna que van de las 14 a 18.

Por el contrario *Otozamites gramineus* Harris (Figura 3a), representa una de las hojas más grandes del género descritas hasta el momento (Harris, 1969), para México es el primer registro de esta especie, solo se cuenta con fragmentos de una hoja, las pinnas alcanzan un largo máximo de 7.2 cm y un ancho en la parte media de 0.9 cm el ápice de las mismas termina en forma aguda, presentan una densidad de venación de 25 a 28 venas por pinna. Esta especie se tiene reportada para el Jurásico de Yorkshire (Harris, 1969) y se asemeja a *Otozamites chubutensis* Herbst, del Jurásico de Argentina, en cuanto al largo de las pinnas y densidad de venación, sin embargo se diferencia dado que *O. chubutensis* es más ancha en la parte media (1.5 cm) (Herbst, 1966); otros géneros dentro del orden de las Cycadeoidales corresponden a *Anomozamites* Schimper, *Nilssonia* Brongniart, *Pterophyllum* Brongniart, *Ptilophyllum* Morris y *Weltrichia* Braun.

Otro orden dentro de esta localidad son las Ginkgoales con un total de 27 ejemplares correspondientes a dos géneros y una nueva especie *Sphenobaiera mixteca* Velasco de León *et al.*, 2014 que apoya la abundancia y diversidad del orden de las Ginkgoales durante el Jurásico de México.

En las Filicales *sensu* Stewart y Rothwell, encontramos cuatro géneros y tres especies, las Pinales Dumortier, están representadas por dos géneros al igual que el orden de las Cycadales Dumortier, dentro de este último resalta el género *Taeniopteris* Brongniart, compuesto únicamente por dos especies, *T. oaxacensis* Person y *T. orovillensis* Fontaine, (Figura 3b y 3c) que se caracterizan por una vena media gruesa, este género se registra en esta localidad y en otra localidad del Jurásico Inferior de la Formación Rosario (Velasco de León *et al.*, 2013), pudiendo ser este

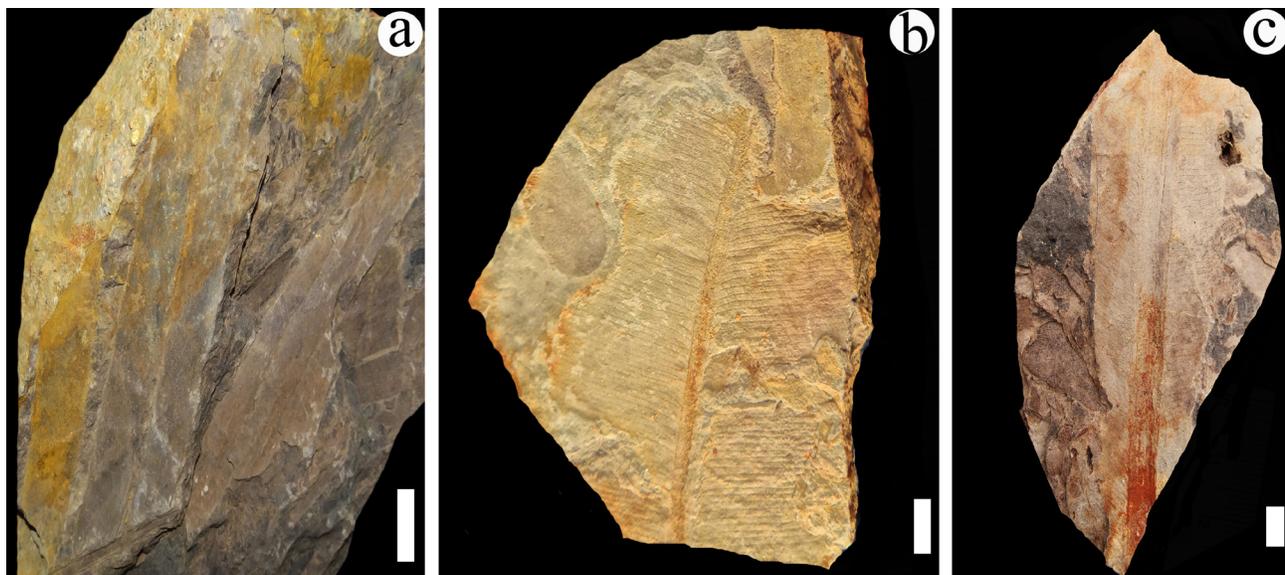


Figura 3. a. *Otozamites gramineus*, CFZ Ca-106, nuevo reporte para la república mexicana; b. *Taeniopteris oaxacensis*, CFZ Ca-35, hoja entera con vena media delgada c. *Taeniopteris orovillensis*, CFZ Ca-37, hoja con una vena media gruesa. Barra de escala 1 cm.

género reminiscencia de floras más antiguas. Por último las Equisetales Dumortier, están representadas por un solo género.

6. Discusión

Con relación a la geología de la zona, la lutita arenosa y carbonosa permiten inferir condiciones de baja energía en el momento del depósito, lo que favoreció un ambiente propicio para el proceso de fosilización; sin embargo la orientación de los flancos de los pliegues indica movimiento tectónico de la zona posterior a la formación de los estratos, por lo cual gran parte de flora fósil se encuentra fragmentada. El número y acomodo de las hojas permite proponer que la acumulación de las mismas, fue más rápida que la depositación de los sedimentos y se interpreta como un lapso de tiempo con menor cantidad de agua (Neiff y De Neiff, 1990); apoyado por la presencia de las grietas de desecación.

La paleoflora de esta nueva localidad tiene un género poco común para el Jurásico de México, como es el caso de *Taeniopteris* (Velasco de León et al., 2013) este género está presente para el Jurásico Temprano de la Formación Rosario y Jurásico Medio en la Formación Zorrillo; sin embargo es importante mencionar que el registro de este taxón para México se remonta al Pérmico de la Formación Matzitzi, donde fue un género abundante y diverso (Flores-Barragan et al., 2014). Generalmente *Taeniopteris* se registra en ambientes de tipo fluvial (Castro-Martínez, 2005; Jalfn y Herbst, 1995). Lo que permite proponer que las condiciones ambientales de esta localidad fueron similares y por lo tanto propicias para el establecimiento de este género reminisciente.

En el otro extremo tenemos al orden de las Bennettiales que es el más abundante en Cañada Alejandro, resaltan los géneros *Zamites* y *Otozamites* que incrementan su diversidad con especies poco comunes para México, como es el caso de *Z. truncatus* registrado únicamente para la Formación Tecamazuchil con abundancia escasa (Silva-Pineda, 1978) para esta zona Hernández-Vulpes y Rodríguez-Calderón (2012) describen un ambiente de llanura de inundación.

Otozamites gramineus, es un nuevo registro para México, esta especie es abundante en Reino Unido. Harris (1969) menciona que se encuentra asociado a ambientes deltaicos que corresponderían a los que se presentaron en la localidad Cañada Alejandro.

En cuanto a las ginkgoales la especie de *Sphenobaiera* Florin, reportada por Velasco de León et al. (2014), *S. mixteca*, aumenta la diversidad del orden de las Ginkgoales durante el Jurásico de México, y queda rebasada la propuesta de Person y Delevoryas (1982) quienes señalan la ausencia de este grupo debido a las condiciones tropicales que debieron existir en el Jurásico de nuestro país, autores como Ortiz-Martínez et al. (2013) han propuesto una gran variedad de climas para el Jurásico Medio de México y apoyan lo comentado previamente.

7. Conclusiones

El análisis de las rocas en esta zona indica un ambiente continental con una zona de depósito de baja energía. La paleoflora de Cañada Alejandro es una asociación muy diferente a las registradas para el Jurásico de México, compuesta por elementos relictos (*Taeniopteris oaxacensis*, *T. orovillensis* y *Zamites truncatus*), una especie endémica

(*Sphenobaiera mixteca*) y especies de amplia distribución como es el caso de la especie *Otozamites gramineus* que creció en un ambiente de tipo deltaico similar al reportado para Yorkshire. Por último, en este trabajo se describe por primera vez para México *Williamsoniella* sp. que debido a las condiciones del ejemplar no fue posible asignar a alguna especie, sin embargo demuestra que este tipo de reproducción (bisexual) estuvo más ampliamente distribuido de lo que hasta el momento se pensaba

Agradecimientos

Al maestro en ciencias Carlos Castañeda Posadas y a un revisor anónimo por sus valiosos comentarios y sugerencias; así como al equipo de trabajo de la Colección de Paleontología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por su ayuda en la recolecta del material aquí descrito.

Referencias

- Bose, M.N., Banerji, J., Pal, P.K., 1983, *Amarjolia dactylota* (Bose) comb. nov., a Bennettitalean bisexual flower from the Rajmahal Hills, India: *Palaeobotanist*, 2(3), 217–234.
- Behrensmeyer, A.K., Turner, A., 2013, Taxonomic occurrences of Suidae recorded in the Paleobiology Database, Fossilworks, *disponible en* <http://fossilworks.org>, *consultado* agosto del 2016.
- Carrasco-Ramírez, R.S., 1981, Geología Jurásica del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca: México, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de maestría, 105 pp.
- Castro-Martínez, M.P., 2005, La flora estefaniense B de La Magdalena (León, España), un referente europeo: descripción sistemática de las Gimnospermas Tomo II: España, Instituto Geológico Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero, 229 pp.
- Corro-Ortiz, M.G., Ruiz-González, F.J., 2011, Análisis estratigráfico de las secuencias Jurásicas del área de Tlaxiaco, Oaxaca: México, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de licenciatura, 126 pp.
- Flores-Barragan, M.A., Velasco de León, M.P., Silva-Pineda, A., 2014, Estudio de hojas Taeniopteridales de la Formación Matzitzzi (Resumen), en II Simposio de Paleontología en el Sureste de México, Oaxaca México: Universidad del mar, campus puerto Escondido Oaxaca, 36 pp.
- Harris, T.M., 1944, A revision of *Williamsoniella*: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* b, 231, 28–331.
- Harris, T.M., 1969, The Yorkshire Jurassic Flora III. Bennettitales: *Londres, British Museum (Natural History)*, 186 pp.
- Harris, T.M., 1974, *Williamsoniella lignieri*: its pollen and the compression of spherical pollen grains: *Palaeontology*, 17, 48–125.
- Herbst, R., 1966, La flora Liasica Del Grupo Chubut, Patagonia: *Revista de la Asociación paleontológica Argentina*, 4, 337–349.
- Hernández-Vulpes, R.M., Rodríguez-Calderón, C.M., 2012, Análisis estratigráfico de la secuencia Jurásica de la región de Tecocoyunca Tecomatlan, Puebla, México: México, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de Licenciatura, 120 pp.
- Jalfin, G. A., Herbst, R., 1995, La Flora Triásica del Grupo el Tranquilo, Provincia de Santa Cruz (Patagonia): *Ameghiniana*, 32, 211–229.
- Lindley, J., Hutton, W., 1835, *The Fossil Flora of Great Britain*, 3: *Londres, James Ridgway*, 72 pp.
- Lozano-Carmona, D.E., 2012, Paleoclima y flora fósil de río Ñumi, Formación Zorrillo-Taberna Indiferenciada, Oaxaca: México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de Licenciatura, 170 pp.
- 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.
- Neiff, J.J., De Neiff, A.P., 1990, Litterfall, leaf decomposition and litter colonization of *Tessaria integrifolia* (Compositae) in the Paraná River Floodplain: *Hydrobiologia*, 203, 45–52.
- 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 on line*, 30(1), 150–158.
- Person, C.P., Delevoryas, T., 1982, The middle Jurassic flora of Oaxaca México: *Palaeontographica*, 180, 82–119.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, E., 1973, *Sand Sandstone*: *New York, Springer-Verlag*, 618 pp.
- Pott, C.A., Krings, M.B., Kerp, H.C., Friis, E.M., 2010, Reconstruction of a bennettitalean flower from the Carnian (Upper Triassic) of Lunz, Lower Austria: *Review of Palaeobotany and Palynology*, 159, 94–111.
- 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, 296–322.
- Silva-Pineda, A., 1969, Plantas fósiles del Jurásico Medio de Tecomatlan, Estado de Puebla: *Paleontología Mexicana*, 27(1), 1–77.
- Silva-Pineda, A., 1978, Contribución Paleobotánica del Jurásico de México: *Paleontología Mexicana*, 44, 1–43.
- Silva-Pineda, A., 1984, Revisión Taxonómica y Tipificación de las plantas jurásicas colectadas por Wieland (1914) en la Región de El Consuelo, Oaxaca: *Paleontología Mexicana*, 49, 1–102.
- Thomas, H.H., 1915, On *Williamsoniella*, a new type of bennettitalean flower: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B, Biological Sciences, 207, 113–148.
- Velasco de León, M.P., Ortiz-Martínez, E., Lozano-Carmona, D.E., Silva-Pineda, A., 2013, Distribución y ambientes de las gimnospermas fósiles del terreno Mixteco: *Paleontología Mexicana*, 63, 122–143.
- Velasco de León, M.P., Lozano-Carmona, D.E., Flores-Barragan M.A., Martínez-Paniagua, O.D., Silva-Pineda, A., 2014, Two new species of Ginkgoales from the Middle Jurassic of Mexico. *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, (3–4), 366–373.
- Wieland, G.R., 1914, La flora Liasica de la Mixteca Alta: México, Secretaría de Fomento, Instituto Geológico de México, 31, 165 pp.

Manuscrito recibido: Abril 7, 2017.

Manuscrito corregido recibido: Noviembre 7, 2017.

Manuscrito aceptado: Noviembre 10, 2017.