

ARTÍCULO

DOS NUEVOS REGISTROS PARA LA XILOTAFOFLORA DE LA FORMACIÓN LAS CAÑAS, PLIOCENO DE SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA

Two new records for the xylotaphoflora from the Las cañas Formation, Pliocene of Santiago del Estero, Argentina

Martínez, R. M. * ¹ , Crisafulli, A. ¹  & Baez, J. ² 

RESUMEN: Se describen dos maderas silicificadas de Fabaceae (=Leguminosae) provenientes de la localidad Termas de Río Hondo (Santiago del Estero) donde aflora la Formación Las Cañas (Plioceno). *Gleditsioxylon fiambalense* y *Prosopisinoxylon anciborae* por primera vez se registran para esta Formación. La primera especie se distingue por poseer vasos solitarios, en series radiales múltiples y escasos agrupados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico a confluyente, parénquima apotraqueal difuso y engrosamientos helicoidales. *Gleditsioxylon* fue documentado en formaciones neógenas de Catamarca, Tucumán, La Rioja y Entre Ríos (Argentina) y en el Terciario de Montana, Washington (USA), Japón y China. *P. anciborae* se caracteriza por presentar vasos con dos clases de diámetros, solitarios, en múltiples radiales y agrupados. Parénquima axial vasicéntrico, aliforme, confluyente a bandeado. *Prosopisinoxylon* fue descrito también para el Neógeno Catamarca, Entre Ríos y La Rioja. Estos taxones comparten la presencia de porosidad difusa, parénquima septado con cristales romboidales, radios homocelulares con células procumbentes, punteaduras alternas y ornadas, y placas de perforación simples. Los componentes de esta xilotafoflora permiten inferir que habitaban en un bosque en galería con clima

1 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE). CECONAL-CONICET (UNNE).

2 Estación Experimental Agropecuaria Concordia - INTA. Centro Regional Entre Ríos, Argentina.

* Autor de correspondencia. Ramona Mercedes Martínez. E-mail: ramonamercedesmartinez@yahoo.com.ar

Como citar este artículo: Martínez, R. M., Crisafulli, A. & Baez, J. (2024). *Dos nuevos registros para la xilotafoflora de la Formación Las Cañas, Plioceno de Santiago del Estero, Argentina*. Revista FACENA 34(2), 158-177. Doi: <https://doi.org/10.30972/fac.3427773>

Recibido/Received: 01/03/2024. Revisión: 02/03/2024. Aceptado/Accepted: 24/06/2024.

Editor asociado: Félix Ignacio Contreras.

Publicado en línea: 20/11/2024. ISSN 1851-507X en línea.

subtropical. Este aporte suma otros dos taxones a la ya conocida lignoflora de esta Formación compuesta por una Vitaceae y Fabaceae de los géneros *Amburanaxylon*, *Paraalbizioxylon* y *Menendoxylon*.

PALABRAS CLAVE: Fabaceae, Formación Las Cañas, Maderas, Plioceno

ABSTRACT: Two silicified woods of Fabaceae (=Leguminosae) are described from the Termas de Río Hondo locality (Santiago del Estero) where the Las Cañas Formation (Pliocene) outcrops. *Gleditsioxylon fiambalense* and *Prosopisinoxylon anciborae* are recorded for the first time in this Formation. The first species is distinguished by having solitary vessels, in multiple radial series and rarely clusters, vasicentric to confluent axial paratracheal parenchyma, diffuse apotracheal parenchyma and helical thickenings. *Gleditsioxylon* was documented in Neogene formations of Catamarca, Tucumán, La Rioja and Entre Ríos (Argentina) and in the Tertiary of Montana, Washington (USA), Japan and China. *P. anciborae* is characterized by presenting vessels with two types of diameters, solitary, multiple radial and clusters, axial parenchyma vasicentric, aliform, confluent to banded. *Prosopisinoxylon* was also described for the Neogene of Entre Ríos, La Rioja and Catamarca. These taxa share the presence of diffuse porosity, septate parenchyma with rhomboidal crystals, homocellular rays with procumbent cells, alternating and vested pits, and simple perforation plates. The components of this xylotaphoflora allow us to infer that they lived in a gallery forest with a subtropical climate. This contribution adds two other taxa to the already known lignoflora of this Formation, which is composed by a Vitaceae and Fabaceae of the genera *Amburanaxylon*, *Paraalbizioxylon* and *Menendoxylon*.

KEYWORD: Fabaceae, Las Cañas Formation, Woods, Pliocene

INTRODUCCIÓN

El Museo Municipal “Rincón de Atacama” de la localidad Termas de Río Hondo (provincia de Santiago del Estero) alberga una colección de troncos permineralizados provenientes del río Dulce (o Salí) hacia el SE de dicha localidad. El presente trabajo informa sobre la continuidad de las

investigaciones referentes a la anatomía y sistemática de las maderas que se encuentran depositadas en dicho Museo. Los ejemplares silicificados y coleccionados en las márgenes del río, donde aflora la Formación Las Cañas, fueron objeto de análisis, descripciones y determinaciones que permiten ampliar el espectro paleobotánico poco conocido para esta provincia (Figs.1 y 2 a, b). En las primeras citas de hallazgos de leños fósiles, Crisafulli *et al.* (2013); Martínez y Sclipa (2014); Martínez *et al.* (2015); Martínez y Crisafulli (2019); Baez *et al.* (2019 a, b y 2021), se dieron datos de algunas de las maderas de esta paleoflora.

Otros restos paleontológicos de esta Formación que confirman la edad pliocena son los aportados por Zamorano referidos a la presencia de restos de *Phlyctaenopyga* Cabrera (Xenarthra, Glyptodontidae) y otros mamíferos fósiles citados en Armella *et al.* (2020): gonfoterios, artiodáctilos, roedores, ungulados nativos. Detallados análisis sobre aspectos anatómicos y sistemáticos referidos a la paleofauna se encuentran en Esteban (2001); Esteban *et al.* (1989, 1999; 2017); Magnusser Saffer (2015); Armella (2019); Armella *et al.* (2017) y Gaudioso *et al.* (2017).

Por ello, es interesante continuar con el estudio de esta lignoflora, tanto en lo que se refiere a su composición, características evolutivas, distribución de los taxones y las correlaciones que se establecen con las de otras formaciones coetáneas.



Fig. 1. Mapa de ubicación de la localidad fosilífera (Tomado de Martínez y Crisafulli, 2019).

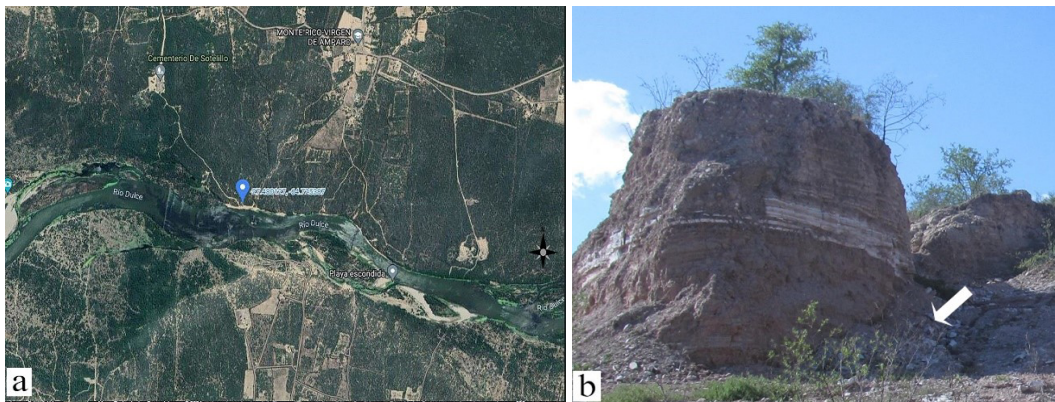


Fig. 2. a. Mapa satelital con la ubicación del afloramiento de la Formación Las Cañas. b. Sitio fosilífero en cuya sección basal conglomerádica se encontraron los leños.

Marco Geológico

Las secuencias sedimentarias del Neógeno en las cercanías de la ciudad de Termas de Río Hondo, se depositaron en un intervalo desde los 17 a 2.5 M. a. con una antigüedad media de 14.5 M. a. (Armella *et al.* 2020). Una de ellas pertenece a la Formación Las Cañas que se encuentra expuesta en algunas cárcavas a la vera del río Dulce. Las mismas albergan las maderas objeto de estudio de esta contribución.

Como se mencionó, esta unidad estratigráfica es ampliamente conocida por sus abundantes registros fósiles, pero desde un punto de vista geológico fue poco detallada, lo que se reflejaba en la ausencia de esquemas estratigráficos locales y regionales. Esta situación mejoró sustancialmente con el minucioso análisis de los sedimentos que hicieron Armella *et al.* (2020) detallando el contenido de las cinco facies que la componen.

En la primera mitad del siglo XX, Beder (1928) determinó como "Terciario Subandino" a los sedimentos de areniscas, arcilitas plásticas y tobas de color amarillentas a blanco-grisáceas que afloran en las márgenes del río Dulce.

En 1982, Battaglia denominó Formación Las Cañas a estos afloramientos y Collantes (1983) determinó a Cañada de la Costa como la localidad tipo de esta unidad estratigráfica.

En su contribución Armella *et al.* (2020) señalaron a esta Formación compuesta por dos niveles de toba entre capas de areniscas de color marrón rojizo y amarillento, con estratos dispuestos en continuidad lateral pudiendo ser utilizados para la correlación de distintos perfiles estratigráficos.

Consecuente con lo mencionado, lo que caracteriza a esta unidad es la presencia de toba que permite establecer edades radioisotópicas. En 2018, el Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, Departamento de Laboratorios, Unidad de Geología Isotópica realizó un Informe que detalla la datación de la toba otorgándole una antigüedad de 3.73 ± 0.07 M. a., coincidiendo con la edad que habría propuesto Battaglia (1982). Armella *et al.* (2020), realizaron un estudio geocronológico asignándole también un intervalo de $3,73 \pm 0,07$ M. a. a $3,80 \pm 0,23$ obtenido a través de correlaciones cronoestratigráficas con unidades neógenas geográficamente adyacentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los leños descritos en este aporte son ejemplares permineralizados por silicificación, que han preservado sólo la anatomía del xilema secundario. Para su análisis se practicaron cortes transversales, longitudinales radial y tangencial, respectivamente y pulidos al punto óptimo de delgadez ($40 \mu\text{m}$) de acuerdo a la metodología vista en Hass y Rowe (1999). Las observaciones se realizaron con microscopio óptico Leica IC C 50 y lupa estereoscópica Leica M50, cámara digital Leica EC3. Para las medidas de los distintos elementos anatómicos se registraron promedios de 25 mediciones; en todos los casos se cita primero la media y entre paréntesis las medidas mínimas y máximas.

La terminología empleada es tomada del IAWA *List of Microscopic Features for Hardwood Identification* (1989), Carlquist (2001) y *The World Flora Online* WFO, (2020), POWO (2023) para cotejar la nomenclatura taxonómica. Se siguió las clasificaciones sistemáticas de Chase *et al.* (2016) y Nassim *et al.* (2017). Asimismo, se usaron las bases de datos disponibles en varios sitios en internet: *Inside Wood* (2004–en adelante).

Además, se utilizaron otros glosarios de términos de maderas (Cozzo, 1964), las clasificaciones estándar de Chattaway (1932), las recopilaciones bibliográficas de Gregory (1994) y el catálogo de Gregory *et al.* (2009) sobre los géneros y especies fósiles de Magnoliópsidas.

De acuerdo con Brea *et al.* (2010) y Avise y Johns (1999), se sigue con la propuesta de determinar con nombres genéricos fósiles a los ejemplares que

sólo preservan el xilema secundario, a pesar de la sugerencia de Collinson (1986) de que se use géneros actuales para taxones a partir del Plioceno.

Los anillos de crecimiento, porosidad, números de vasos por mm², diámetro y longitud de los vasos, tipo de poros, tipo de placa de perforación, tipo de parénquima axial, tipo de punteaduras, cristales y tilosis (Wheeler y Baas, 1991; Lindorf, 1994; Moglia y Giménez, 1998; Ewers *et al.* 2023) son caracteres anatómicos que permiten ser relacionados con factores climáticos y condiciones ecológicas, principalmente los que participan en la conducción y seguridad en el transporte de agua; es por ello que se los analizó para completar el estudio paleoecológico de esta unidad estratigráfica.

Sherwin Carlquist (1977) estableció dos índices de los vasos del xilema para cuantificar el grado de mesomorfía o xeromorfía exhibida por las plantas que relacionan la anatomía de la madera con la humedad ambiental donde crecieron las mismas. El uso de estos índices ayuda a comprender las estrategias hidráulicas de las plantas (Ewers *et al.* 2023). La densidad de los vasos está presumiblemente relacionada con la seguridad hidráulica a través de la redundancia y la resistencia a la embolia y es una característica esencial de las maderas xeromorfas que tienden a tener muchos vasos estrechos. El índice de Vulnerabilidad (IV) es igual al cociente entre el diámetro promedio de los elementos de los vasos y la frecuencia de vasos por mm². Para un valor mayor a 1 son vulnerables a la cavitación y menor a 1 son seguros en la conducción del agua. Moglia y Giménez (1998) además señalan que esto indica una mayor capacidad para soportar el estrés de agua o congelación.

Generalmente, cuanto más alto sea el valor del diámetro de vasos menor será su densidad por mm² y más grande será el valor de IV, es decir, menos resistentes a la embolia (esto es eficiencia en la conducción hídrica).

El Índice de Mesomorfía (IM) se obtiene multiplicando el índice de vulnerabilidad por la longitud promedio de los elementos de los vasos. Un valor mayor a 200 significa que las maderas son mesomórficas ($IV > 1$; $IM > 200$) y valores por debajo de 200 corresponden a maderas xeromórficas ($IV < 1$; $IM < 200$) (Carlquist 1977, 2001).

El Repositorio de estos materiales es la Colección Paleobotánica del Museo Municipal Rincón de Atacama de la ciudad de Termas de Río Hondo, provincia de Santiago del Estero, bajo el acrónimo MPAT, PB

(Museo Paleoantropológico Atacama Termas).

RESULTADOS

Sistemática paleobotánica

Eudicotyledoneae *sensu* Chase *et al.* 2016

Orden Fabales Chase *et al.* 2016

Familia Fabaceae Juss 1789–Leguminosae Nassim *et al.* 2017

Subfamilia Caesalpinioideae Nassim *et al.* 2017

Clado Mimosoideae (Lindley) Nassim *et al.* 2017

Género *Gleditsioxylon* Müller Stoll y Mädél 1967

Especie tipo. *Gleditsioxylon columbianun* Müller-Stoll y Mädél 1967

Gleditsioxylon fiambalense Baez 2021

Fig. 3

Descripción: los límites de los anillos de crecimiento son indistintos o ausentes. Porosidad difusa. Vasos de contorno ovalado-redondeado, solitarios, 85%; múltiples radiales cortos, 10 % y agrupados 5 %. El diámetro radial promedio es de 80 (30 – 120) μm . Se observa la presencia de parénquima axial paratraqueal vasicéntrico y confluyente en bandas. Escaso parénquima apotraqueal difuso. Los vasos presentan contenidos oscuros y tílides. Los radios tienen un trayecto rectilíneo. La densidad de los vasos es de 12 vasos / mm^2 (Fig. 3 a–b). En corte longitudinal radial se observan placas de perforación simples; elementos de vasos cortos 80 (70 – 120) μm , punteaduras alternas y ornadas, con un diámetro promedio de 5 (5–7) μm . En el parénquima cristalífero hay cristales romboidales y poligonales. Presencia de engrosamientos helicoidales en los vasos. Fibras fusiformes y algunas fibras septadas. Radios homocelulares formados por células procumbentes (Fig. 3 c–f). En sección longitudinal tangencial los radios son multiseriados cortos (8–14 células) y largos (18–38 células). La altura de los mismos es de: 350 (150–500) μm . En esta sección también podemos observar el parénquima cristalífero (Fig. 3 g–h). Se obtuvo el índice de vulnerabilidad (IV) que es igual al cociente entre el diámetro promedio de los elementos de los vasos (80) y la frecuencia de vasos por mm^2 (12). El IV:

80 % 12= 6. Se calculó también el índice de mesomorfía (IM) que se obtiene multiplicando el índice de vulnerabilidad (6) por la longitud promedio de los elementos de los vasos (80). El IM: $6 \times 80 = 480$.

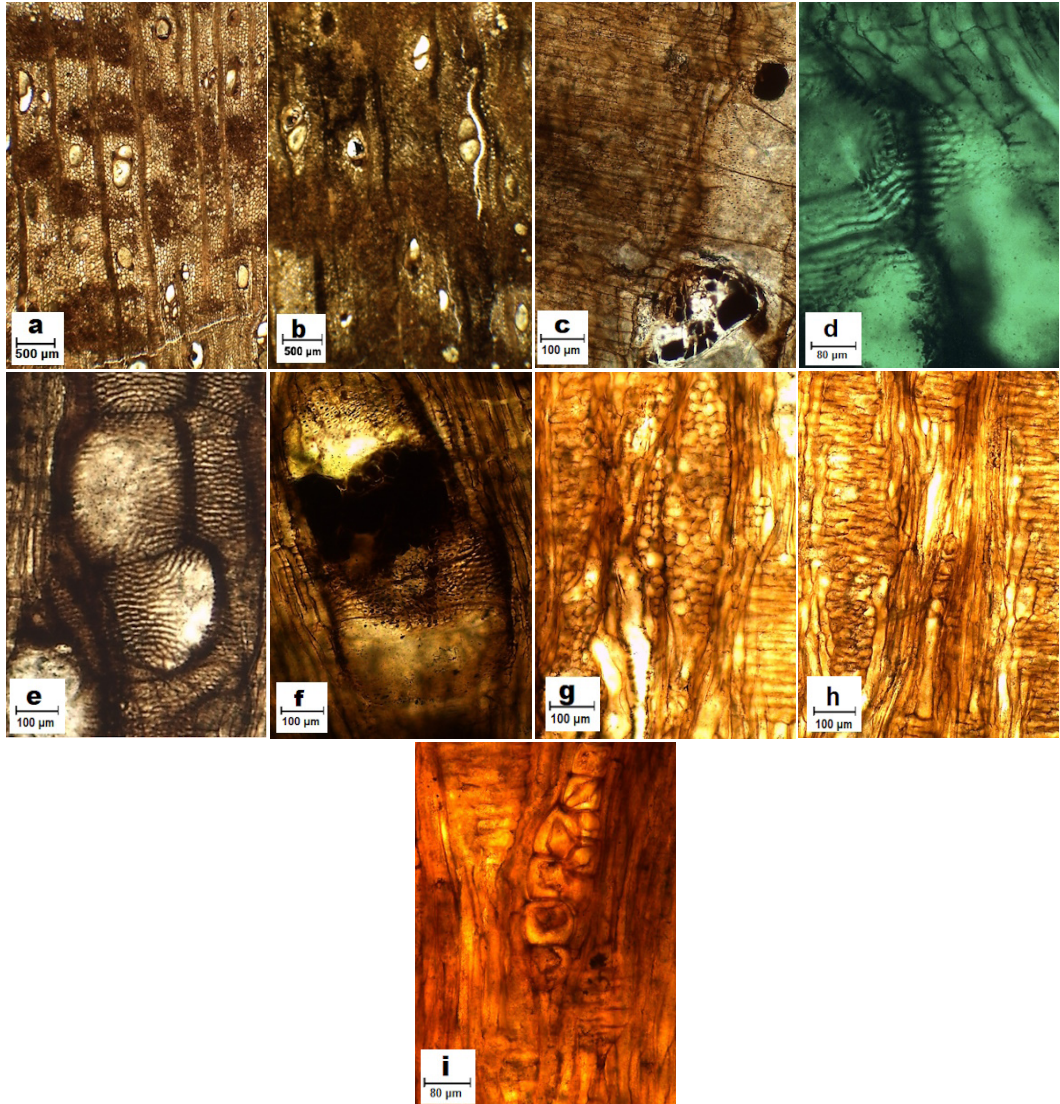


Fig. 3. a-i. *Gleditsioxylon fiambalense* Baez. MPAT PB: M2. a-b. Corte transversal del fragmento. Límites de los anillos de crecimiento indistintos. Porosidad difusa. Vasos solitarios, múltiples radiales, agrupados algunos con contenidos oscuros. Parénquima axial paratraqueal vasicéntrico escaso a bandeado. Parénquima axial apotraqueal difuso. **c-e.** Corte longitudinal radial. **c.** Radios homogéneos con células procumbentes. Placas de perforación simples. Elementos de vasos cortos. **d-e.** Engrosamientos helicoidales en los vasos. Punteaduras alternas y ornadas. **g-h.** Parénquima cristalífero y fibras septadas. **f-i.** Corte longitudinal tangencial. Tipo y frecuencia de radios multiseriados. **h, i.** Parénquima cristalífero.

Discusión

Los elementos anatómicos de la muestra analizada son propios de la familia Fabaceae en lo que se refiere a porosidad, tipo de vasos, algunos con contenido, características del parénquima axial, presencia de cristales, placas de perforación simples, punteaduras variadas, radios homogéneos y heterogéneos uni a multiseriados. Esta familia pertenece al grupo principal de las angiospermas de acuerdo al registro aportado por el *Legume Taxonomy Working Group* el 15 de junio de 2023. El leño de estas plantas ha sido descrito por diversos investigadores que con sumo detalle diferenciaron numerosos taxones que se distribuyen en forma cosmopolita desde el Eoceno (Krishnan, 1949; Wadia, 1953).

En virtud de esas distinciones este ejemplar de Leguminosae de la Formación Las Cañas pertenece a la sub familia Caesalpinoidea y al clado Mimosoideae por tener cristales, radios homocelulares y ausencia de elementos estratificados (Baretta Kuipers, 1981).

Se justifica su asignación a *Gleditsioxylon* por desarrollar porosidad semicircular a difusa, vasos solitarios, múltiples radiales cortos, largos, agrupados, elementos de vasos cortos, engrosamientos helicoidales en la pared de los vasos, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, en series apretadas y ornadas, radios multiseriados, homogéneos, presencia de cristales en el parénquima cristalífero, parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluyente en bandas parénquima apotraqueal difuso.

Este taxon se registró en formaciones del Mioceno de Japón (*G. paleojaponicum* Müller Stoll y Mädél 1967), USA (*G. montanense* Müller Stoll y Mädél 1967, *G. columbianum* Müller Stoll y Mädél 1967), China (*G. jiangsuensis* Cheng et al. 2018) y Argentina (*G. riojana* Martínez y Rodríguez-Brizuela 2011, *G. paramorphoides* Franco y Brea 2013 y *G. fiambalense* Baez 2021) cuyas características anatómicas Baez (2021) consignó en un cuadro.

Al analizar el mismo, surge que este leño presenta porosidad difusa, engrosamientos helicoidales, ocasionalmente fibras septadas, parénquima vasicéntrico y confluyente en bandas, parénquima apotraqueal difuso y parénquima cristalífero como *G. fiambalense*. Sin embargo, difiere con éste en el porcentaje de los tipos de vasos, ya que en el material de la Formación Las Cañas predominan los vasos solitarios y en el de la Formación Tamberías predominan los múltiples radiales.

Este carácter en el tipo de vasos, lo comparte con *Gleditsioxylon riojana* en el que la mayoría de los vasos son solitarios y en menor porcentaje múltiples radiales. No obstante, *G. riojana* presenta porosidad semi-circular, las fibras son no septadas, posee parénquima paratraqueal terminal, aunque no parénquima apotraqueal difuso.

Por lo expresado se considera que este material presenta mayor afinidad taxonómica con *G. fiambalense* Baez, 2021 del Mioceno de la Formación Tamberías (Catamarca).

Consecuentemente muestra afinidades con *Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taub 1892 (espiná corona) que es la especie actual, autóctona de América del Sur. Habita en el estrato intermedio de la selva de ambientes húmedos de Argentina.

Género *Prosopisinoxylon* Martínez, 2010

Especie tipo. *Prosopisinoxylon anciborae* Martínez, 2010

Prosopisinoxylon anciborae Martínez, 2010

Fig. 4

Descripción: fragmento de leño silicificado, decorticado con el límite de los anillos de crecimiento distintos. En corte transversal se aprecia la porosidad semicircular a difusa. Los vasos poseen dos clases de diámetros, algunos pequeños de 35 μm (20 μm –75 μm) otros grandes de 172 μm (116 μm –219 μm); de contorno redondeado a oval. Se presentan solitarios (55%), múltiples radiales de 2– 4 (35%) y algunos agrupados 10%. Algunos con contenidos oscuros. El parénquima axial es paratraqueal vasicéntrico, aliforme confluyente a bandedo. Los radios siguen un trayecto rectilíneo (Fig. 4a–b). En corte longitudinal radial los radios son homocelulares de células procumbentes (Fig. 4 c). En corte longitudinal tangencial los radios tienen de 1 a 5 (3) células de ancho y un promedio de 26 (11–38) células de altura; con una frecuencia de 10 radios por milímetro. Algunas fibras son septadas. En el parénquima cristalífero hay cristales prismáticos. En los vasos las placas de perforación son simples; se observan punteaduras alternas y ornadas que miden 5 μm de diámetro y contenido de gomas. Los vasos tienen una longitud media de 128 μm (56 μm –220 μm). El índice de vulnerabilidad (IV) obtenido para este material haciendo el cociente entre el diámetro promedio de los elementos de los vasos (207) y la frecuencia de vasos por mm^2 (80) es igual a 2 (IV: 207% 80=2). Asimismo, el

índice de mesomorfía (IM) se calculó multiplicando el índice de vulnerabilidad (2) por la longitud promedio de los elementos de los vasos 128 (IM: $128 \times 2 = 356$). Los vasos tienen un trayecto rectilíneo y algunos sinuoso (Fig. 4d–g).

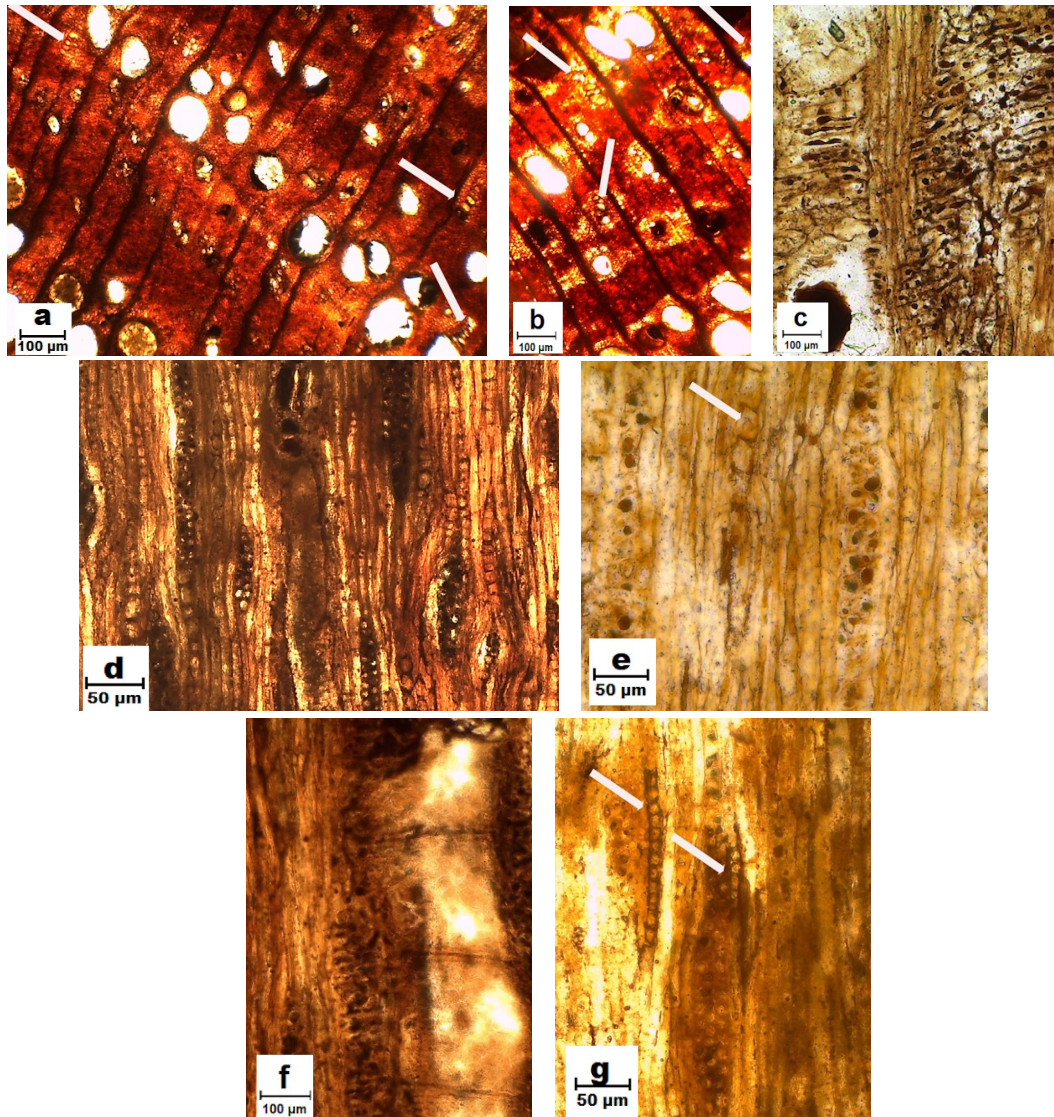


Fig. 4. a–g. *Prosopisinoxylon anciborae* Martínez. MPAT PB: M2. a–b. Corte transversal del fragmento. Límites de los anillos de crecimiento distintos. Porosidad semicircular a difusa; vasos con dos clases de diámetros, solitarios, múltiples radiales, agrupados. Con contenidos. Parénquima paratraqueal vasicéntrico, aliforme confluyente. (La flecha indica los vasos de menor diámetro) c. Corte longitudinal radial. Radios homocelulares, con células procumbentes. Punteaduras alternas en un vaso. d–g. Corte longitudinal tangencial. d. Tipo, frecuencia de radios, parénquima apotraqueal difuso. Se observan cristales. f. Detalle de los radios, elementos de vaso, punteaduras y placas de perforación simples. e–g. Detalle del parénquima con cristales en su interior (flecha); algunas fibras septadas.

Discusión

La presencia conjunta en este material de vasos de dos clases de tamaños, solitarios, en series radiales múltiples y agrupados, el tipo de parénquima paratraqueal, los cristales en el parénquima cristalífero, la altura de los radios, el tipo de punteaduras ornadas y la observación de contenidos en los vasos son caracteres anatómicos propios de *Prosopisinoxylon* Martínez (2010). La especie tipo *P. anciborae* fue hallada en la Formación Chiquimil en el Mioceno Superior del Grupo Santa María y en la Formación Salicas (Mioceno) aflorantes en las provincias de Catamarca y La Rioja, respectivamente. La descripción del fragmento analizado es común a ella como se desprende de la comparación con los materiales de Martínez (2010, pág. 265 figs. 1 y 2) y Pujana *et al.* (2014, pág. 320: figs. A y B). *Prosopisinoxylon* posee otras 2 especies. *P. americanum* Franco y Brea (2013) hallada en Arroyo Feliciano (Entre Ríos) donde aflora la Formación Ituzaingó del Plio-Pleistoceno difiere de *P. anciborae* porque tiene tilosis y los radios son heterocelulares. *P. castroae* Brea, Zucol *et Patterer* (2010) encontrada en la Formación El Palmar (Pleistoceno Tardío), presenta vasos predominantemente solitarios, punteaduras intervasculares pequeñas areoladas y alternas, radios con menor número de células de altura de y los cristales tienen contorno hexagonal. Estas características la diferencian de *P. anciborae*.

El descendiente actual de este taxon fósil es *Prosopis* L. cuyas 44 especies se distribuyen en el oeste de Asia, África y regiones áridas y semiáridas de las Américas, desde el suroeste de Estados Unidos y México, hasta el centro de Chile y centro oeste de Argentina (Fontana *et al.*, 2018).

Discusión y conclusión

Gleditsioxylon fiambalense Baez 2021 y *Prosopisinoxylon anciborae* Martínez 2010 representan dos nuevos registros de Fabaceae para la Formación Las Cañas en el Plioceno de las cercanías de la localidad de Termas de Rio Hondo, provincia de Santiago del Estero.

Como se enunció en materiales y métodos, tanto para estos ejemplares como para las especies ya determinadas (Martinez y

Crisafulli, 2019) se analizaron los caracteres anatómicos que pueden ser relacionados con factores climáticos y ecológicos.

La porosidad difusa, las punteaduras alternas y ornadas, las placas de perforación simples, los vasos agrupados y aquellos no muy grandes, son elementos estructurales orientados a lograr la eficiencia en la conducción de agua. Estos últimos, de acuerdo a Moglia y Giménez (1998); Carlquist (2001) y Franco y Brea (2013) contribuyen a evitar la producción de embolias y cuando están asociados con las placas de perforación simples muestran una adaptación a climas estacionalmente secos (Bass *et al.*, 2004 y Lindorf, 1994). Wheeler y Bass (1991) señalaron como rasgos evolucionados en las angiospermas el cambio de las placas de perforación escalariformes a simples, los elementos de vasos largos a cortos y la disminución del parénquima axial como se ha observado en las maderas analizadas.

Las mediciones tomadas para obtener los índices de vulnerabilidad y mesomorfía indican que estas especies vivieron en un ambiente húmedo con alternancia de estaciones secas pues arrojaron valores por encima de 200 como se detalló más arriba. Esto condice con la información sedimentológica y los hallazgos paleontológicos para esa Formación. El análisis de las facies sedimentarias hechas por Armella *et al.* (2020), enuncia que la depositación de las mismas se realizó en un ambiente fluvial con diseño trenzado, en un clima templado seco con estacionalidad húmeda.

Estos taxones se suman a otras Leguminosas halladas: *Amburanaxylon*, *Paraalbizioxylon* y *Menendoxylon* y a un ejemplar de Vitaceae: *Vitaceoxylon*. Hasta el presente trabajo, la composición xilológica de la Formación Las Cañas comparte taxones con las formaciones Salicas, Chiquimil, Tamberías, El Palmar e Ituzaingó como se detalló en las discusiones de cada especie y en Martínez y Crisafulli (2019). Consecuentemente esto suscita el interés de continuar el análisis de los numerosos fragmentos colectados a la vera del río Dulce y en otras localidades fosilíferos de esta Formación que se encuentran depositados en la Colección Paleobotánica del Museo Rincón de Atacama.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan su sentido agradecimiento al Sr. Sebastián Sabater, director del Museo de Paleoantropología “Rincón de Atacama” de Termas de Río Hondo, Santiago del Estero por brindarles la oportunidad de estudiar las maderas fósiles de la Colección y acompañarlas en la recolección y a la Srita. Roxana García por la digitalización de las imágenes. Hacen extensivo el reconocimiento a la Secretaría General de Ciencia y Técnica (UNNE) por el otorgamiento del subsidio PI 2022 F024. Asimismo, valoran la detallada labor de los revisores que contribuyeron a mejorar la calidad de este trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Martinez, R. M.: determinación sistemática, análisis, interpretación, ilustración, redacción y compaginación

Crisafulli, A: análisis, colección de material compaginación, interpretación y redacción

Baez, J. S.: determinación sistemática, análisis, interpretación, redacción.

Todas las autoras leyeron y aprobaron el manuscrito final.

CONFLICTO DE INTERESES

Las autoras declaran no tener conflictos de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armella, M. A., (2019). *Sistemática, bioestratigrafía y paleobiogeografía de los notoungulados del Neógeno del Noroeste Argentino*. Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán. Ph.D. thesis.

Armella, M. A. *et al.* (2017). Nueva asociación de vertebrados del Plioceno tardío (Formación Las Cañas) en la Provincia de Santiago del Estero. *En: XX Congreso Argentino de Geología. En: IV Simposio del Mioceno-Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina*. Tucumán, Argentina.

- Armella, M. A., L. Domínguez, S. M. Georgieff, G. L. Esteban y S. Sabater. (2020). Sedimentological analysis and radioisotopic age of the Las Cañas Formation in Dulce river outcrops, Río Hondo, Santiago del Estero (Northwestern Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, 104, 102868.
- Awise, J. y G. Johns. (1999). Proposal for a standardized temporal scheme of biological classification for extant species. *Proc. Natl. Acad. Sci. Unit. States Am.* 96, 7358-7363.
- Baas, P., F. Ewers, S. Davis, y E. Wheeler. 2004. *Evolution of xylem physiology*. In: A.R. Hemsley & I. Poole (Eds.), *The Evolution of Plant Physiology*. Linnean Society Symposium Series number 21, Elsevier Academic Press, Londres, p. 273-295.
- Baez, J. (2021). First fossil record in Tamberia Formation (Neogene) in Bolsón de Fiambalá, Catamarca province, Argentina: palaeoenvironmental inferences through Leguminosae woods. *Journal of South American Earth Sciences*, DOI: 10.1016/j.jsames.2021.103403.
- Baez, J., A. Crisafulli, R. M. Martínez y L. Mautino. (2019a). Consideraciones sobre las xilotafloras y palinofloras neógenas del Norte argentino y comparaciones con otras coetáneas de Sudamérica. 2019. *En: V Simposio del Mioceno - Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina*: 139. San Salvador de Jujuy, Jujuy.
- Baez, J., A. Crisafulli, R. M. Martínez y L. Mautino. (2019b). Avances en el conocimiento de la xilotaflora neógena del noroeste argentino. *En: Reunión de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina: 83*. La Plata, Argentina.
- Baez, J., A. Crisafulli y R. M. Martínez. (2021). Nuevos hallazgos de Gleditsioxylon en las sedimentitas neógenas del noroeste argentino. *En: XII Congreso de la Asociación Paleontológica Argentina*. CABA. Virtual.
- Baretta Kuipers, T. (1981). *Anatomía de la madera de leguminosae: Su relevancia para la taxonomía*. Es: Pol-colina, R. y P. Raven (eds.). *Avances en Legumbres Sistemática*, 7: 677-705.

- Battaglia, A. (1982). *Descripción Geológica de las hojas 13 f, Río Hondo; 13 g, Santiago del Estero; 14 g, El Alto; 14 h, Villa San Martín; 15 g, Frías. Provincias de Santiago del Estero y Catamarca*. Servicio Geológico Nacional, 569 (186), 80.
- Beder, R., (1928). *La sierra de Guasayán y sus alrededores. Una contribución a la geología e hidrología de la provincia de Santiago del Estero*. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Publicación 39.
- Brea, M., A. F. Zucol y N. Patterer. (2010). Fossil woods from late Pleistocene sediments from El Palmar Formation Uruguay Basin, Eastern Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 163: 35-51.
- Carlquist, S. (1977). Onagraceae: additional species and concepts. *Annales Museum Botanical Garden*, 64: 627-637.
- Carlquist, S. (2001). *Comparative wood anatomy: systematic, ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood*. 2nd.edition: Springer Verlag. Berlin.
- Chase, M. W., et al. (2016). *Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants*. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/fzuaam> accessed via GBIF.org on 2024-02-15.
- Chattaway, M. (1932). *Proposed standards for numerical values used in describing woods*. *Tropical Woods*, 29: 20-28.
- Cheng, Y., X. Yang, Z. He, B. Mao y Y. Yin. (2018). Early Miocene angiosperm woods from Sihong in the Jiangsu province, eastern China. *IAWA J.*, 39: 125-142.
- Collantes, M. (1983). *Geología de la cuenca del río Dulce entre Termas de Río Hondo y Los Quiroga con énfasis en geomorfología, provincia de Santiago del Estero*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Tucumán.
- Collinson, M. E. (1986). *Use of modern generic names for plant fossils*. In: Spicer, R. A., Thomas, B. A. (Eds.), *Systematic and Taxonomic Approaches in Palaeobotany: Systematics Association Special*, 31: 91-104.

- Cozzo, D. (1964). Glosario de términos empleados en anatomía de maderas. *Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria*, Universidad de Buenos Aires, 16: 33-79.
- Crisafulli, A., R. Scippa y R. Herbst. (2013). Primer registro de maderas petrificadas del Neógeno de Termas de Río Hondo, provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Ameghiniana* 50 Suplemento: R 43.
- Esteban, G., (2001). Nuevo Dasypodidae-Euphractinae (Xenarthra) del Plioceno inferior del Noroeste argentino, vol. 38. *Ameghiniana* 4 Suplemento: R 7.
- Esteban, G., C. M. Herrera y N. Nasif. (2017). Nueva especie de *Proeuphractus* (Xenarthra, Dasypodidae, Euphractinae) del Plioceno Tardío de Santiago Del Estero. Consideraciones bioestratigráficas. En: *XX Congreso Argentino de Geología y IV Simposio del Mioceno-Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina*. Tucumán, Argentina.
- Esteban, G., N. Nasif y J. Powell. (1989). Vertebrados terciarios de la Formación Las Cañas (próximo a Las Termas de Río Hondo), Provincia de Santiago del Estero. Implicancias cronológicas. En: *VI Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados*, Actas 105-106.
- Esteban, G., N. Nasif y S. Sabater. (1999). Nuevos aportes a la anatomía de *Paraeuphractus* Scillato Yane (Dasypodidae-Euphractinae). *Ameghiniana* 37 Suplemento: 9R.
- Ewers, F. W., A. L. Jacobsen y J. López-Portill. (2023). Carlquist's indices for vulnerability and mesomorphy of wood: are they relevant today? *IAWA Journal* 0: 1-13.
- Fontana M. L., V. R. Pérez y C. V. Luna. (2018). Evolutive characteristics of *Prosopis* spp.: cytogenetic, genetic and hybridizations. *Rodriguésia* 69: 409-421. DOI: 10.1590/2175-7860201869212
- Franco, M. J. y M. Brea. (2013). Leños fósiles de leguminosas de la Formación Ituzaingó, Entre Ríos, Argentina: Implicancias paleoecológicas y paleobiogeográficas. *Ameghiniana*, 50: 167-191.

- Gaudioso, P., G. Gasparini, R. Herbst y R. Barquez. (2017). First record of the *Neolicaphrium recens* Frenguelli, 1921 (Mammalia, Litopterna) in the Pleistocene of Santiago del Estero Province. *Museu de Zoologia da Universidade de Sao Paulo, Brasil*, 57: A-G.
- Gregory, M. (1994). Bibliography of systematic wood anatomy of dicotyledons. *IAWA Journal, Supplement*, 1: 1-265.
- Gregory, M., I. Poole y E. A. Wheeler. (2009). Fossil dicot wood names: an annotated list with full bibliography. *IAWA Journal, Supplement*, 6: 220 p.
- Hass, H. y N. Rowe. (1999). *Thin sections and wafering*. En: T.P. Jones & N.P. Rowe (ed.). *Fossil plants and spores: modern techniques*, Geological Society, 76-81.
- IAWA Committee. (1989). List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n s.*, 10: 219-332.
- Inside Wood. (2004-onwards). 2023-11-10. <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>.
- Krishnan, M. S. (1949). *Geology of India and Burma*. 573 pp. Madras.
- Lindorft, H. (1994). Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. *IAWA Journal, Supplement*, 15: 361-376.
- Magnussen, M. A., J. D. Boh, S. Sabater y C. Estarli. (2015). Nuevo registro de un Protheriidae (Mammalia, Litopterna) de la Formación Las Cañas (Mioceno tardío-Plioceno temprano), Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina. En: *XXIX Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados*. Diamante, Entre Ríos.
- Martínez, L. C. A. (2010). *Prosopisinoxylon anciborae* nov. gen. et sp. (Leguminosae, Mimosoideae) from the Late Miocene Chiquimil Formation (Santa María Group), Catamarca, Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 158: 262-271.
- Martínez, L. C. A. y R. Rodríguez-Brizuela. (2011). *Gleditsioxylon riojana* nov. sp. en el Neógeno de Argentina: sus relaciones paleoambientales y biogeográficas. *Geobios*, 44: 461-472.

- Martínez, R. M. y R. Sclipa. (2014). Leños de Fabaceae en la Formación Choya (Mio-Plioceno), Las Termas de Río Hondo, provincia de Santiago del Estero, Argentina. En: *Jornadas de Jóvenes Botánicos*: 30.
- Martínez, R. M., A. Crisafulli y R. Herbst. (2015). Primer registro de una "Liana" del Neógeno (Plioceno), Las Termas de Río Hondo, provincia de Santiago del Estero, Argentina. En: *III Simposio del Mioceno y Pleistoceno del Centro y Norte Argentino*. 30.
- Martínez, R. M. y A. Crisafulli. (2019). Maderas cenozoicas de Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 21: 87-100.
- Mogliá, G. y A. M. Giménez. (1998). Rasgos anatómicos característicos del hidrosistema de las principales especies arbóreas de la región Chaqueña argentina. *Investigaciones Agrarias: Sistemas de Recursos Forestales*, 7: 53-71.
- Müller-Stoll, W.R. y E. Mädler, (1967). Die fossilen Leguminosen-Hölzer. Eine Revision der mit Leguminosen verglichenen fossilen Hölzer und Beschreibungen älterer und neuer Arten. *Palaeontogr. B* 119, 95-174.
- Nassim, A. et al. (2017). A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon Legume Phylogeny Working Group*, 66: 44-77. DOI: 10.12705/661.3.
- POWO. (2024). <https://powo.science.kew.org/> Consultado en: 15, febrero 2024.
- Pujana, R., L. C. A. Martínez, J. L. García Massini, O. Di Iorio y A. Penas Steinhardt. (2014). Legume (Mimosoideae) fossil woods from the late Miocene (Salicas Formation) of northwestern Argentina. *Revista brasileira paleontológica*, 17: 317-326.
- Taubert, P. H. W. (1892). *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 10: 638.
- Wadia, D. N. (1953). *Geology of India*. 592 pp. London.

Wheeler, E. y P. Baas. (1991). A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. *IAWA Journal Bulletin* n. s., 12: 275–332.

WFO. (2020). *World Flora Online*. <http://www.worldfloraonline.org>. Consultado en: 15, febrero 2024.