

Colección de referencia de maderas carbonizadas de especies arbóreas del bosque en galería del Parque Nacional Pre-Delta, Entre Ríos, Argentina: su importancia en los estudios arqueobotánicos

Luciano PROTTI COSENZA^{1*}, M. Jimena FRANCO^{2,3} & Mariana BREA^{2,3,4}

¹Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN) - UNCPBA/CONICET/CICPBA. Avenida Del Valle 5737, B7400 Olavarría, Buenos Aires, Argentina. ²Laboratorio de Paleobotánica, Centro de Investigación Científica y de Transferencia Tecnológica a la Producción (CONICET-Gob. ER-UADER). España 149, E3105BWA Diamante, Entre Ríos, Argentina. ³Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Sede Diamante. Tratado del Pilar 314, E3105AUD Diamante, Entre Ríos, Argentina. ⁴Cátedra de Paleobotánica, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) - Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Calle 122 y 60 s/n, B1900FWA La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Autor de correspondencia: lprotticosenza@gmail.com

Abstract: Reference collection of carbonized wood from arboreal species in gallery forests of the Pre-Delta National Park, Entre Ríos, Argentina. Its importance in archaeobotanical studies. The Pre-Delta National Park (PNPD) in Entre Ríos, Argentina, is a protected area that hosts a specific plant species composition. The aim of this work is to describe the anatomy of the charred secondary xylem of woody species from the gallery forest of the PNPD, to identify plants in the anthracological record of archaeological and natural contexts. Branches larger than 2 cm in diameter and 10-15 cm long from nine woody species in the gallery forest of the PNPD were carbonized in a muffle furnace at 400°C for 40 minutes to be observed under a stereoscopic microscope, an inverted trinocular microscope, and a scanning electron microscope. The eco-anatomical characters of the species studied are analyzed. Finally, they were added to the Colección de Material Carbonizado (CIDPALBO-CAR) of the CICYTTP (CONICET-Gobierno de Entre Ríos-Universidad Autónoma de Entre Ríos). The described specimens, according to their three planes of observation (transverse, tangential longitudinal, and radial longitudinal), are *Croton urucurana* Baill.; *Nectandra angustifolia* (Schrad.) Nees & Mart.; *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger; *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav.; *Inga* sp.; *Pseudalbizzia inundata* (Mart.) E. J. M. Koenen & Duno; *Sapium haematospermum* Müll. Arg.; *Myrsine laetevirens* (Mez) Arechav; and *Eugenia myrcianthes* Nied. The description of the anatomical characteristics of the wood of the gallery forest species of the PNPD is essential for the identification of anthracological remains in archaeological sites and the reconstruction of past patterns of environmental use. This contribution constitutes the first anatomical study of carbonized material of the Delta and Paraná Islands eco-region, where nine species are described for the first time. In addition, the inclusion of these species in the reference collection of the Palaeobotany Laboratory of the CICYTTP is an important contribution to archaeological and palaeontological research in the region.

Key words: Secondary xylem, charcoals, reference collection, Argentine Mesopotamia, Paraná Delta, eco-anatomy

Resumen: El Parque Nacional Pre-Delta (PNPD) en Entre Ríos, Argentina, es una zona protegida que alberga una composición específica de especies vegetales. El objetivo de este trabajo es describir la anatomía del xilema secundario carbonizado de especies leñosas del bosque en galería del PNPD para que contribuyan en la identificación de plantas en el registro antracológico de contextos arqueológicos y naturales. Ramas de nueve especies leñosas del bosque en galería del PNPD, con diámetros mayores a 2 cm y de aproximadamente 10-15 cm de largo, fueron carbonizadas en mufla de 400° C por 40 minutos para ser observadas bajo microscopio estereoscópico, microscopio trinocular invertido y microscopio electrónico de barrido. Se analizan los caracteres eco-anatómicos de las especies estudiadas. Finalmente, fueron ingresadas a la Colección de Material Carbonizado (CIDPALBO-CAR) del CICYTTP (CONICET-Gobierno de Entre Ríos-Universidad Autónoma de Entre Ríos). Los ejemplares estudiados, de acuerdo a sus tres planos de observación (transversal, longitudinal tangencial y longitudinal radial), son *Croton urucurana* Baill.; *Nectandra angustifolia* (Schrad.) Nees & Mart.; *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger; *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav.; *Inga* sp.; *Pseudalbizzia inundata* (Mart.) E. J. M. Koenen & Duno; *Sapium haematospermum* Müll. Arg.; *Myrsine laetevirens* (Mez) Arechav y *Eugenia myrcianthes* Nied. La descripción de las características anatómicas de la madera de las especies del bosque en galería del PNPD es esencial para

identificar restos antracológicos en sitios arqueológicos y reconstruir patrones de uso del ambiente en el pasado. Esta contribución constituye el primer estudio anatómico de material carbonizado provenientes de la eco-región Delta e Islas del Paraná. Además, la inclusión de estas especies en la colección de referencia del Laboratorio de Paleobotánica del CICYTTP es un aporte significativo para la investigación arqueológica y paleontológica de la región.

Palabras clave: Xilema secundario, carbones, colección de referencia, Mesopotamia argentina, Delta del Paraná, eco-anatomía

INTRODUCCIÓN

Deltas e Islas del Paraná, Espinal y Pampa son las tres eco-regiones que se encuentran representadas en Entre Ríos (Burkart, 1957; Burkart *et al.*, 1999; Oyarzabal *et al.*, 2018; Arana *et al.*, 2021). La eco-región Delta e Islas del Paraná (Burkart *et al.*, 1999), formada luego del descenso del nivel del mar en el Holoceno Medio (Cavallotto *et al.*, 2004; Milana & Kröhling, 2015), incluye el Delta del Paraná y el cauce del Río de La Plata y se caracteriza por una gran disponibilidad de recursos acuáticos, vegetales y faunísticos, además de suelos fértiles que son enriquecidos por el río Paraná (Burkart *et al.*, 1999; Aceñolaza *et al.*, 2004, 2005, 2007).

En el Delta e Islas del Paraná se genera un paisaje de islas bajas e inundables donde las grandes lluvias pueden provocar el desborde de los cauces del Paraná y la inundación de las islas vecinas. La vegetación se caracteriza por un mosaico de comunidades arbóreas y arbustivas que dependen de la duración de los periodos inundables. Sobre la base de dicho periodo hidrográfico, el estrato arbóreo se ubica en las zonas altas, el herbáceo en las porciones intermedias y la vegetación acuática se ubica en las porciones más bajas del gradiente topográfico. Sin embargo, una gran parte de la vegetación fluvial se distribuye por un amplio rango de hábitats, expresando así su plasticidad ante variaciones ambientales (Aceñolaza *et al.*, 2007). Conforme va cambiando la dinámica del cauce, generando albardones o bajos ribereños, se producen efectos climáticos locales que permiten la presencia de comunidades homogéneas y especies típicas de las eco-regiones subtropicales húmedas, como el sauce criollo (*Salix humboldtiana* Willd., 1806), aliso de río (*Tessaria integrifolia* Ruíz & Pavón, 1798), ceibo (*Erythrina crista-galli* L., 1767), curupí (*Sapium haemospermum* Müll. Arg., 1865), arrayanes (*Myrcianthes* O. Berg, 1856), timbó blanco [*Pseudobizzia inundata* (Mart.) E. J. M. Koenen & Duno, 2022], canelón [*Myrsine laetevirens* (Mez) Arechav, 1909], espinillo [*Vachellia*

caven (Molina) Seigler & Ebinger, 2006], entre otros (Burkart *et al.*, 1999).

Dentro de la eco-región Delta e Islas del Paraná se encuentra el Parque Nacional Pre-Delta (PNPD) (Fig. 1), ubicado en el departamento Diamante. Este parque es un área protegida de jurisdicción nacional que comprende una zona de islas representativas de la región del Delta Superior, más un pequeño sector de ambiente de barrancas. Una de las características geográficas más notables del parque es la variedad de ambientes que presenta (Aceñolaza *et al.*, 2004) ya que su régimen hidrológico permite mantener una estructura de hábitat diversa y dinámica, que sumada a la dinámica hidrológica, es posible distinguir distintos ambientes dentro del PNPD que se identifican de acuerdo a la altura y distancia con respecto al curso principal del río Paraná, encontrándose barrancas, albardones, lagunas, bañados y pantanos (Aceñolaza *et al.*, 2004; Casco, 2004; Rodríguez, 2007). También, presenta una composición específica de especies vegetales debido a que se encuentra en una región donde confluyen diversas corrientes florísticas. Debido a que el río Paraná participa de esta confluencia, el PNPD actúa como un corredor biológico de gran extensión, permitiendo así la penetración de elementos subtropicales en una zona templada (Cabrera, 1976).

En la región el territorio del PNPD fue una de las primeras áreas en estar disponibles para la ocupación humana (Bonomo *et al.*, 2014). Por ello, se han encontrado una gran cantidad de sitios arqueológicos que datan desde el Holoceno Tardío. Debido a que se han localizado aproximadamente 84 sitios arqueológicos, de los cuales 25 se encuentran en el sector de llanura y 59 en el de islas, se posiciona como una de las regiones arqueológicas más importantes de Argentina (Bonomo *et al.*, 2010, 2011a,b, 2016, 2019; Bonomo & Politis, 2012; Politis *et al.*, 2013).

Los pueblos originarios asentados en el Delta del Paraná presentaban un importante vínculo con los recursos vegetales ya que eran utilizados como fuente de alimentos en la producción de los

Parque Nacional Pre Delta - Provincia de Entre Ríos - Argentina

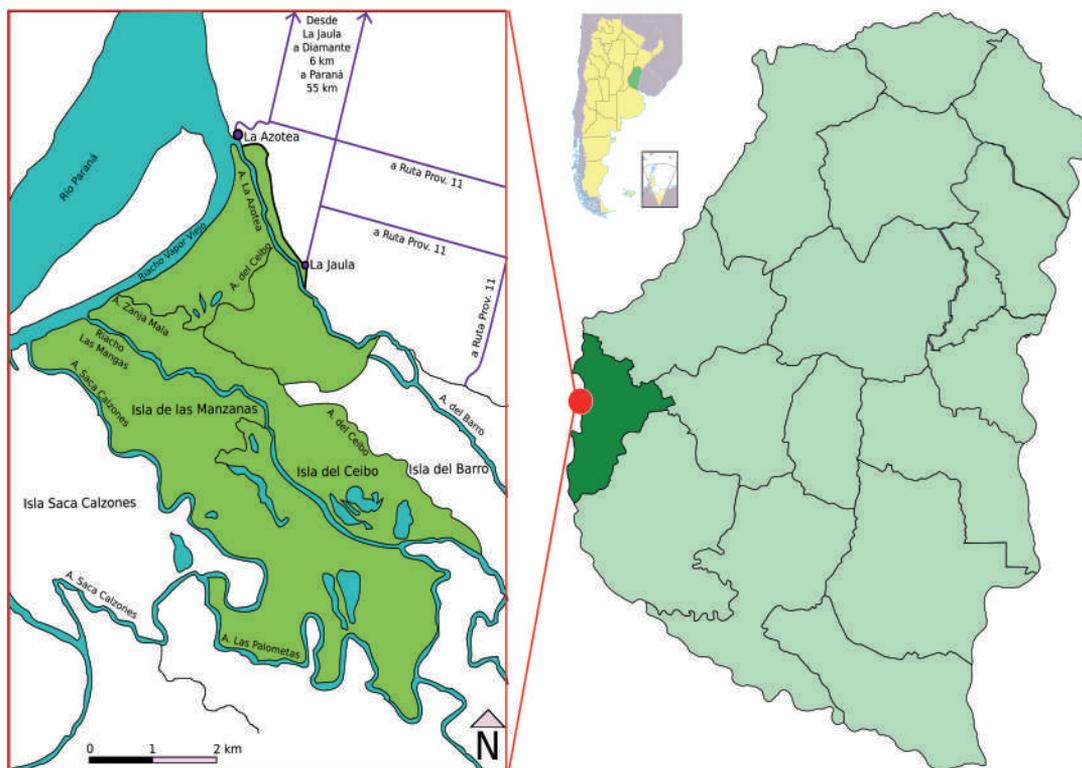


Fig. 1. Ubicación del Parque Nacional Pre-Delta, Diamante, Argentina (modificado de Cerana et al., 2013).

cultivos a pequeña escala de maíz (*Zea L.*, 1753), zapallo (*Cucurbita L.*, 1753), porotos (*Phaseolus L.*, 1753) o la recolección de frutos de especies silvestres como algarrobo (*Neltuma Raf.*, 1838) o palmeras yatay [*Butia yatay* (Mart.) Becc., 1916], en la producción de canoas para la pesca, transporte y desplazamiento con maderas de timbó [*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, 1893] e, incluso, la utilización de árboles para la construcción de sus residencias con palos y paja tejida (Politis et al., 2013; Bonomo et al., 2014; Politis, 2014; Colobig et al., 2015; Bonomo & Ramos, 2021).

El estudio de los fragmentos carbonizados ya sea a partir de vegetación actual o de materiales carbonosos recolectados en contextos arqueológicos y/o naturales, constituye una base de datos que se dispone a los fines de agilizar la comparación con otros hallazgos o, incluso, con nuevas determinaciones (Aguirre et al., 2019; Franch Bach et al., 2022). Como la madera carbonizada conserva rasgos anatómicos diagnósticos es posible acceder a una determinación taxonómica confiable de las plantas presentes en el re-

gistro arqueológico (e.g., Piqué i Huerta, 2006; Angrizani et al., 2013; Lindskoug & Marconetto, 2015; Ramos et al., 2019, 2020; Rodriguez, 2021; Souza-Pinto & Scheel-Ybert, 2021). Los datos obtenidos a través del análisis y estudio de los fragmentos de leños carbonizados recolectados en un contexto arqueológico permite reunir información paleoecológica, arqueobotánica, paleoambiental y etnoarqueológica, haciendo inferencias en el uso de la madera como materia prima y la relación del medio ambiente con las conductas humanas (Figueiral, 1992; Solari, 2000; Angrizani et al., 2013). Debido a que el PNPD es considerado un notable corredor biológico con composición específica de especies vegetales y una región arqueológica de importancia en nuestro país, el objetivo principal del trabajo es describir y caracterizar la estructura anatómica de la madera carbonizada de especies arbóreas del bosque en galería del PNPD (Diamante, Entre Ríos), con el fin de obtener material de referencia para futuras determinaciones en contextos arqueológicos y naturales en la región.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se muestrearon 9 especies leñosas del bosque en galería del PNPD (Tabla 1), siguiendo las pautas previamente establecidas en la autorización de Investigación de Parques Nacionales: Proyecto “Colección de referencia a partir de especies del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina): Elaboración de material carbonizado” (NO-2019-55528583-APN-DGA#APNAC). Las muestras consistieron en ramas mayores a 2 cm de diámetro y 10–15 cm de largo aproximadamente (Franco *et al.*, 2016a). El material vegetal se determinó a nivel específico utilizando las claves de Burkart (1957, 1974, 1979, 1987) y Cabrera & Zardini (1993). La asignación sistemática se basó en la clasificación de APG IV (2016), mientras que los nombres de las especies y sus autores se obtuvieron de “Plants of the World Online” (POWO, 2023).

Procesamiento del material

Las muestras recolectadas se secaron en estufa a 60°C durante 72 hs (Vázquez-Correa, 2017) para prevenir que sean deterioradas por microorganismos y facilitar su preservación. Posteriormente, se fragmentó el material vegetal en pequeños trozos de 2 cm² aproximadamente (modificado de Franco *et al.*, 2016a), se envolvieron en papel de aluminio para evitar que el oxígeno durante la carbonización convierta al material en cenizas (Marconetto, 2005) y se colocaron en crisoles de porcelana para ser procesados en mufla.

Procesamiento del carbón

La carbonización se realizó en una mufla Fisher Scientific a una temperatura de 400°C durante 40 minutos (Protti Cosenza, 2022). Para la observación anatómica del carbón, se fragmentó el material de manera manual en busca de los distintos planos anatómicos de observación: corte transversal (CT), corte longitudinal radial (CLR) y corte longitudinal tangencial (CLT). El material se observó con Microscopio Estereoscópico Nikon SMZ-1000 con aumentos de 0.8x, 2x, 4x, 6x y 8x, un Microscopio Invertido trinocular Olympus Serie 210134 con aumentos de 4x, 10x, 15x y 40x. La descripción anatómica de los carbones se realizó de acuerdo a la terminología empleada por IAWA Committee (1989).

Posteriormente, los carbones fueron llevados al Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) Phenom Pro-X del Laboratorio de Microscopía Electrónica “Dr. Domingo S. Liotta” del CICYTTP (CONICET-Gobierno de Entre Ríos-Universidad

Autónoma de Entre Ríos), Diamante, Entre Ríos. Para la observación en el MEB, los ejemplares se prepararon muestras de cada uno de sus tres planos de observación, con un área aproximada de entre 1–2 cm². Las muestras fueron montadas en un portamuestra sin recubrimiento y observadas bajo vacío.

Los materiales vegetales fueron ingresados a la Colección del Laboratorio de Paleobotánica (Zucol *et al.*, 2014), incluyendo información como: ID, Especie/Familia, órgano colectado, tipo de procesamiento (estufa/mufla) y lugar de procedencia. Las muestras fueron ingresadas a las Colecciones de Material Vegetal Carbonizado (CIDPALBO-CAR) y Muestras de Material Vegetal (CIDPALBO-MV) del Laboratorio de Paleobotánica del CICYTTP (CONICET-Prov. ER-UADER) (Tabla 1).

SISTEMÁTICA

Familia ASTERACEAE Bercht. & Presl, 1820

Tessaria Ruiz & Pavón, 1753

Tessaria integrifolia Ruiz & Pavón, 1798

Fig. 2 (Fig. 2A microscopio estereoscópico, Fig. 2B–C microscopio invertido, Fig. 2D–L MEB)

Material estudiado. CIDPALBO-MV 540, CIDPALBO-CAR 10.

Hábito. Arbusto o árbol (perenne).

Distribución Argentina. Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta, Santa Fe y Tucumán.

Sitio de recolección. Albardón-PNP, Diamante, Entre Ríos. Coordenadas: 32° 7' 26" S, 60° 37' 52" O.

Hábitat. En el noreste argentino crece en sitios cerca de cuerpos de agua, con alta humedad ambiental y escasa variabilidad de temperaturas (eco-regiones subtropicales húmedas). En el litoral se la encuentra comúnmente en las islas y costas del río Paraná o sus arroyos principales colonizando los albardones. Dentro del PNP crece principalmente en las orillas de los albardones de las islas generando bosques monotípicos (Aceñolaza *et al.*, 2004, 2005; Colobig *et al.*, 2015; Giacosa *et al.*, 2019).

Descripción. Límites de anillos ausentes (Fig. 2A, D). Porosidad difusa (Fig. 2A, D). Vasos mayormente solitarios, múltiples radiales de 2–5 elementos, y agrupados (Fig. 2A, D, E). Vasos solitarios de contorno angular (Fig. 2D–E).

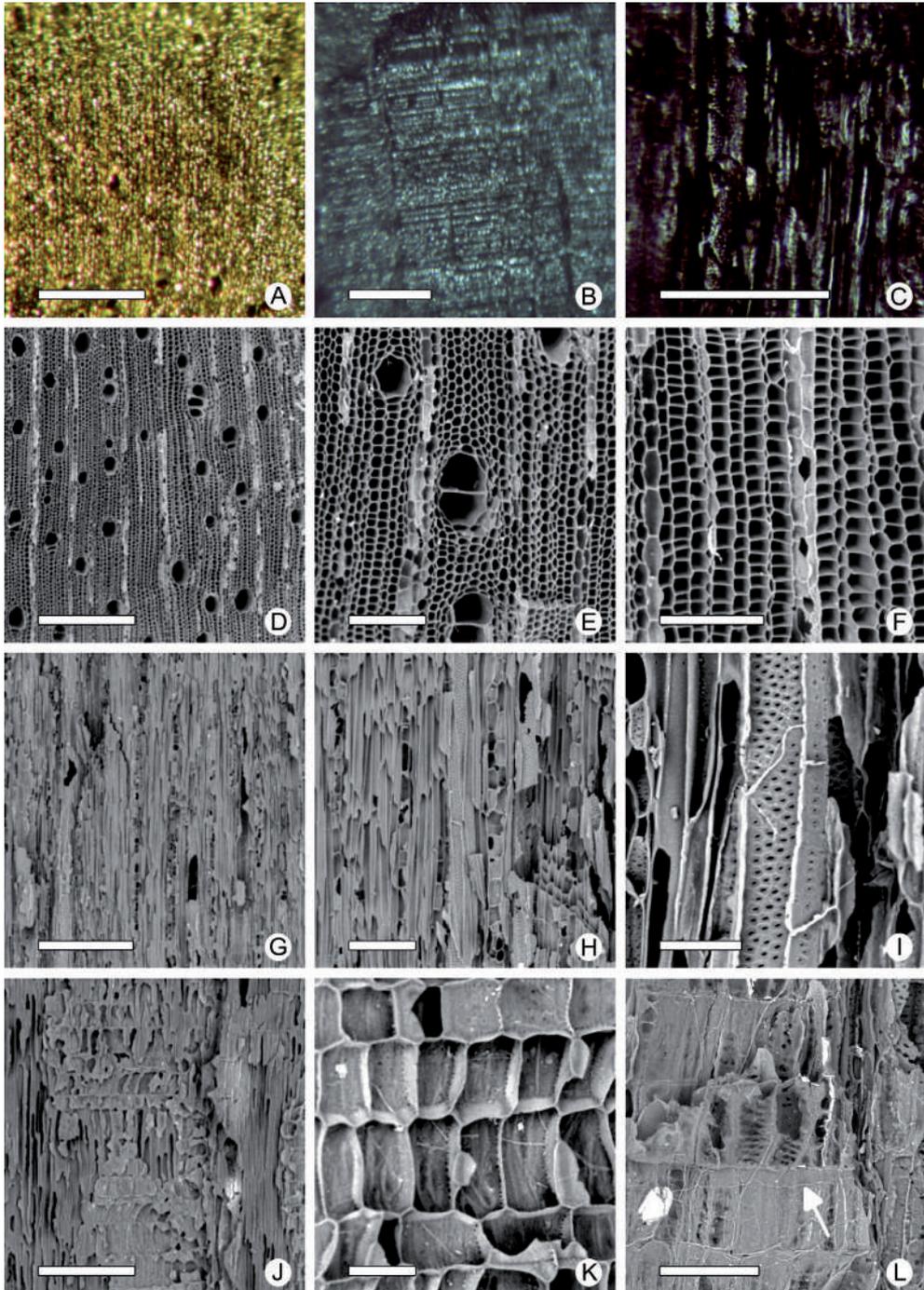


Fig. 2. *Tessaria integrifolia* Ruíz & Pavón (1798), CIDPALBO-MV 540, CIDPALBO-CAR 10. (A) CT en microscopio estereoscópico. (B) CLR en microscopio invertido. (C) CLT en microscopio invertido. (D–L) en MEB, (D) CT mostrando porosidad difusa; (E) detalle de vasos solitarios de contorno angular, múltiples radiales cortos y de parénquima paratraqueal; (F) detalle de las fibras ordenadas en hileras radiales; (G) vista general del CLT; (H) CLT mostrando radios uni y biseriados; (I) detalle de las punteaduras intervasculares alternas; (J) CLR mostrando radios heterocelulares; (K) detalle de las células del parénquima radial en sección CLR; (L) punteaduras radiovasculares (flecha). Escalas = 500 (A), 300 (D, G), 250 (B), 200 (J), 100 (C, E, H), 80 (F), 50 (L), 30 (I, K) μm .

Punteaduras intervasculares areoladas y alternas (Fig. 2H–I). Punteaduras radio-vasculares similares a las intervasculares en tamaño y forma (Fig. 2L). Vasos con tabiques oblicuos y placas de perforación simples (Fig. 2C, H–I). Parénquima paratraqueal poco abundante con tendencia a vasocéntrico incompleto (Fig. 2D–E). Parénquima septado (4 y 5 septos) (Fig. 2J). Radios uniseriados y biseriados, altos, heterocelulares compuestos por células procumbentes cuadrangulares y erectas entremezcladas a lo largo del radio, y radios exclusivamente compuestos por células cuadrangulares y/o erectas (Fig. 2B, G–H, J–K). Fibras ordenadas en hileras radiales, de paredes delgadas y con punteaduras simples (Fig. 2E–F, J). **Usos.** Su madera es liviana, blanda y fácil de trabajar, empleada en construcción y carpintería. Posee usos medicinales como antitúxico y para infecciones urinarias, Su corteza sirve para aliviar el dolor de muelas. Las infusiones realizadas con las flores poseen efectos para aliviar la tos. También posee efectos cicatrizantes (Pensiero y de la Peña, 2000; Rodríguez, 2007; Molina Ayme, 2011). Tiene un peso específico de 0,35 kg/dm³, y una densidad de la madera verde de 700 kg/m³ y de 330 kg/m³ en la madera seca, es una madera blanda semidura y liviana (INTI-CITEMA, 2003; Roth y Giménez, 2006).

Familia EUPHORBIACEAE Juss., 1789

Croton L., 1753

Croton urucurana Baill., 1864

Fig. 3 (Fig. 3A, C microscopio estereoscópico, Fig. 3B microscopio invertido, Fig. 3D–L MEB)

Material estudiado. CIDPALBO-MV 537, CIDPALBO-CAR 7.

Hábito. Árbol (caducifolio).

Distribución Argentina. Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Misiones y Santa Fe.

Sitio de recolección. Albardón-PNPD, Diamante, Entre Ríos. Coordenadas: 32° 7' 18" S, 60° 38' 1" O.

Hábitat. Originario de las regiones tropicales y subtropicales de Sudamérica, creciendo en estado silvestre en las cumbres montañosas y regiones selváticas; especialmente en bosques húmedos. En el Complejo Deltaico del río Paraná (Aceñolaza *et al.*, 2008) se lo encuentra en zona de islas, a lo largo de los albardones marginales de los ríos y arroyos principales con baja frecuencia de inundación. En el PNPD está presente en los albardones internos, donde recibe una

influencia más bien indirecta de las variaciones hidrológicas del cauce, conformando los bosques mixtos juntos a *Pseudalbizzia inundata* [(Mart.) E. J. M. Koenen & Duno, 2022)], *Inga* sp. y *Nectandra angustifolia* [(Scrad.) Ness & Mart., 1833] (Ramírez, 2003; Aceñolaza *et al.*, 2009; Giacosa *et al.*, 2019).

Descripción. Límites de anillos levemente demarcados (Fig. 3A). Porosidad difusa (Fig. 3A, D). Vasos solitarios, múltiples radiales de 2–5 elementos, y agrupados (Fig. 3A, D–E). Punteaduras intervasculares alternas (Fig. 3F–H). Punteaduras radio-vasculares similares a las intervasculares en tamaño y forma (Fig. 3L). Vasos con tabiques oblicuos y placas de perforación simples (Fig. 3C, F–H, J). Parénquima paratraqueal escaso y apotraqueal bandeado (Fig. 3A, D). Parénquima septado (Fig. 3G–H, K). Radios uniseriados a triseriados, altos, heterocelulares constituidos por células procumbentes en el cuerpo del radio y células cúbicas y/o erectas en los extremos, llegando a presentar más de 4 filas de este último tipo (Fig. 3B–C, F–J). Fibras septadas y no septadas, de paredes delgadas, ordenadas en hileras radiales, con punteaduras simples y visibles en sección radial (Fig. 3E–F, H, J–K). Presencia de cristales en células de los radios y parénquima axial (Fig. 3D, G–I).

Usos. Cultivada como planta ornamental por el colorido rojo-anaranjado de su follaje en otoño. Presenta usos medicinales como astringente y su látex puede ser utilizado para la elaboración de polvos dentífricos (Pensiero y de la Peña, 2000). Su látex derivado de la corteza tiene efectos antiinflamatorios y analgésicos (Coy Barrera *et al.*, 2016). Tiene una densidad de la madera verde de 750 kg/m³ y de 330 kg/m³ en la madera seca, es una madera muy blanda y liviana (INTI-CITEMA, 2003). Su poder calorífico es de c. 1800–2100 kcal/kg (Ramos *et al.*, 2020).

Registros en sitios arqueológicos del litoral argentino. En el sitio arqueológico Los Tres Cerros 1 (Delta Superior del río Paraná) se encontró un tronco carbonizado en posición vertical afín a *Croton* sp. Por la deposición de forma vertical en la estratigrafía del sitio se propone que el taxón fue utilizado en las construcciones de las viviendas dentro del asentamiento (Ramos *et al.*, 2020).

Sapium Jacq., 1760

Sapium haematospermum Müll. Arg., 1865
Fig. 4 (Fig. 4A–C microscopio estereoscópico, Fig. 4D–L MEB)

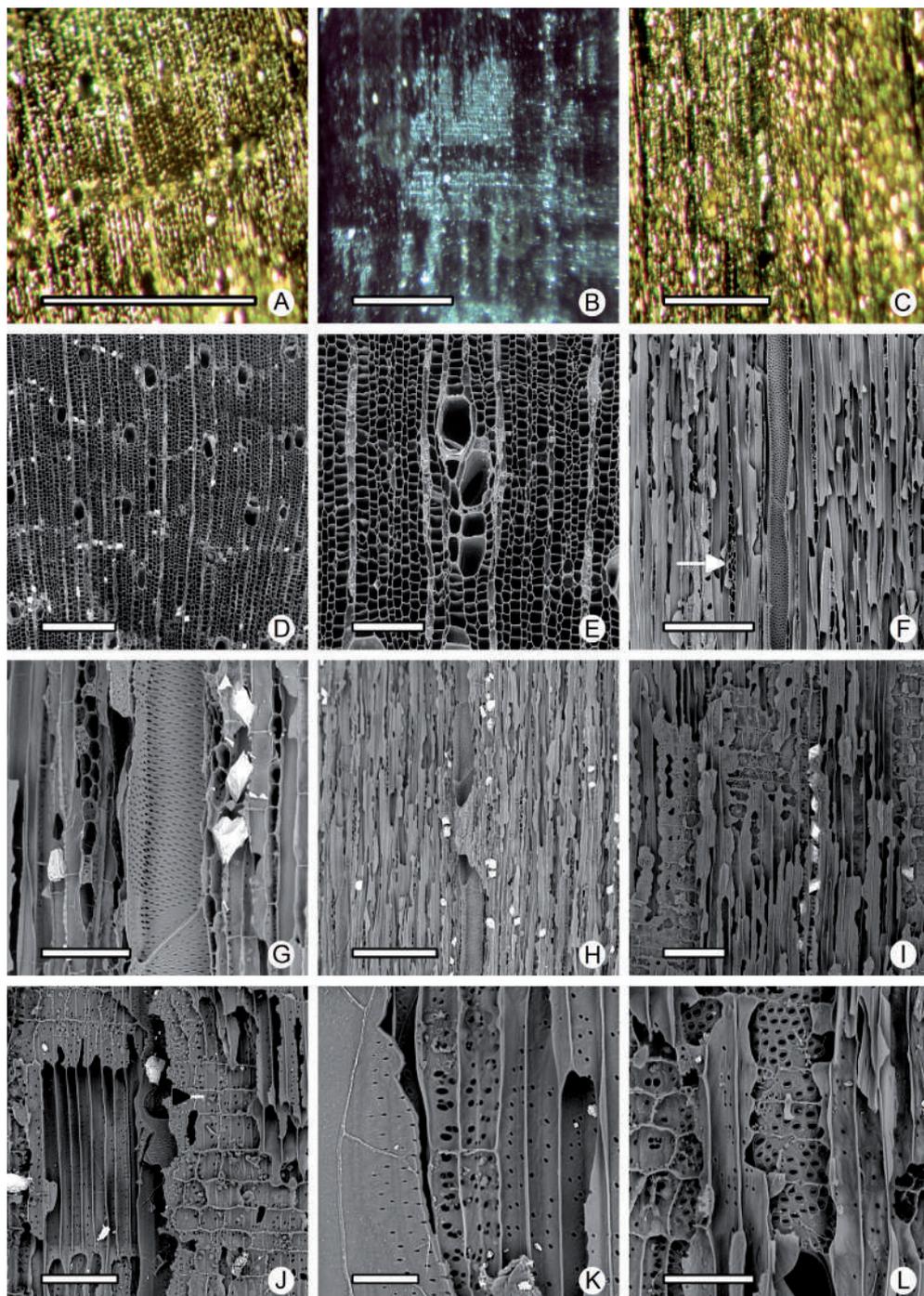


Fig. 3. *Croton urucurana* Baill. (1864), CIDPALBO-MV 537, CIDPALBO-CAR 7. (A) CT en microscopio estereoscópico. (B) CLR en microscopio invertido. (C) CLT en microscopio estereoscópico. (D-L) en MEB, (D) CT mostrando porosidad difusa; (E) detalle de un vaso agrupado; (F) radios uni, bi y triseriado (flecha) en CLT; (G) detalle de punteaduras intervasculares y cristales en parénquima septado en CLT; (H) vista general en CLT; (I) vista general en CLR; (J) radio, fibra y vaso con placa de perforación simple (flecha) en CLR; (K) parénquima septado y fibras con punteaduras simples; (L) punteaduras radio-vasculares. Escalas = 300 (D, H), 250 (A-C), 200 (F), 100 (E, I), 80 (G, J), 50 (L), 30 (K) μm .

Material estudiado. CIDPALBO-MV 543, CIDPALBO-CAR 13.

Hábito. Arbusto o árbol (caducifolio).

Distribución Argentina. Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta, Santiago del Estero, Santa Fe y Tucumán.

Sitio de recolección. Albardón-PNPD, Diamante, Entre Ríos. Coordenadas: 32° 7' 14" S, 60° 38' 21" O.

Hábitat. Es un árbol de zonas subtropicales, muy abundante en el litoral argentino, pero también común en las yungas del noreste. Crece a la orilla de acequias, zanjones, arroyos, islas y costas de los ríos. En el PNPD crece en el bosque de barrancas y en zonas de islas, a lo largo de los albardones internos bajos o de áreas planas (Aceñolaza *et al.*, 2004, 2005; Colobig *et al.*, 2015; Ramos *et al.*, 2019).

Descripción. Límites de anillos levemente demarcados (Fig. 4D). Porosidad difusa (Fig. 4A, D). Vasos solitarios, múltiples radiales de 2 elementos y en menor proporción en múltiples radiales de 3–5 elementos, y agrupados (Fig. 4A, D–F). Punteaduras intervasculares areoladas, alternas y grandes (Fig. 4G–H, J). Punteaduras radio-vasculares distintas a las intervasculares, con aréola reducida a aparentemente simples, de forma redondeada a angular y alargadas (Fig. 4L). Vasos con tabiques rectos a oblicuos y placas de perforación simples (Fig. 4C, G–F, J). Parénquima axial apotraqueal difuso a difuso en agregados y con tendencia a reticulado (Fig. 4A, D). Parénquima seriado (se observaron series de 3 a 5 células) (Fig. 4G, I). Radios uniseriados, rara vez biseriados, heterocelulares formados por células procumbentes y erectas (Fig. 4B–C, G–H, J). Fibras ordenadas en hileras radiales en CT, de sección generalmente cuadrangular, septadas y con punteaduras simples (Fig. 4E–F, K). Fibras con punteaduras en las paredes radiales y tangenciales (Fig. 4J–L). Presencia de cristales romboidales en células del radio (Fig. 4J).

Usos. Madera liviana y fácil de trabajar, utilizada para la construcción de viviendas y para la fabricación de diferentes objetos con fines variados, cuencos, utensilios, artesanías. Además, presenta usos medicinales, utilizada como antidontálgico para dolores de muela y cura catarros, resfríos, úlceras y verrugas. Presenta buenos caracteres xilológicos, fácil de tallar. Con el látex se puede elaborar una pasta gomosa y pegajosa que se puede emplear como trampas para pájaros, e incluso, se puede untar en las puntas de flechas provocando heridas de mayor gravedad en las

presas (Pensiero y de la Peña, 2000; Brea *et al.*, 2013). Tiene una densidad de la madera verde de 730 kg/m³ y de 385 kg/m³ en la madera seca, es una madera blanda semidura y liviana (INTICITEMA, 2003). Su poder calorífico es de c. 4100 kcal/kg (Ramos *et al.*, 2020).

Registros en sitios arqueológicos del litoral argentino. En el sitio arqueológico Los Tres Cerros 1, se encontraron restos antracológicos identificados como *Sapium* sp. Debido a su alto poder calórico, se cree que podrían haber sido utilizados como combustibles. Sin embargo, como la madera de *Sapium* produce una gran cantidad de humo y pocas brasas, también es posible que haya sido utilizada para ahumar pescado y otros tipos de carne para su conservación durante todo el año (Brea *et al.*, 2013; Ramos *et al.*, 2020). También, se han hallado carbones identificados como *Sapium* sp. en el sitio arqueológico Cerro de Boari 3, un montículo antrópico dispuesto sobre un gran albardón paralelo a la margen izquierda del río Gualaguaychú, en la provincia de Entre Ríos (Franco *et al.*, 2016b, 2017) y en el sitio arqueológico Cerro Pajas Blancas, en la provincia de Santa Fe (Torino *et al.*, 2023).

Familia FABACEAE Lindl., 1836

Pseudalbizzia Britton & Rose, 1928

Pseudalbizzia inundata (Mart.) E. J. M. Koenen & Duno, 2022

Fig. 5 (Fig. 5A–C microscopio estereoscópico, Fig. 5D–L MEB)

Material estudiado. CIDPALBO-MV 542, CIDPALBO-CAR 12.

Hábito. Árbol (caducifolio).

Distribución Argentina. Buenos Aires, Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta y Santa Fe.

Sitio de recolección. Albardón-PNPD, Diamante, Entre Ríos. Coordenadas: 32° 7' 29" S, 60° 38' 46" O.

Hábitat. Habita los Bosques de Timbó (ecoregión Chaqueña) y las Selvas Marginales (ecoregión Paranaense). Crece en suelos bajos e inundables. En el PNPD se distribuyen en los albardones internos de las islas, conformando los bosques uniespecíficos (Aceñolaza *et al.*, 2004, 2005; Ramos *et al.*, 2019).

Descripción. Límites de anillos levemente demarcados (Fig. 5A, D). Porosidad difusa (Fig. 5A, D). Vasos múltiples radiales de 2–4 elementos, en menor cantidad mayores

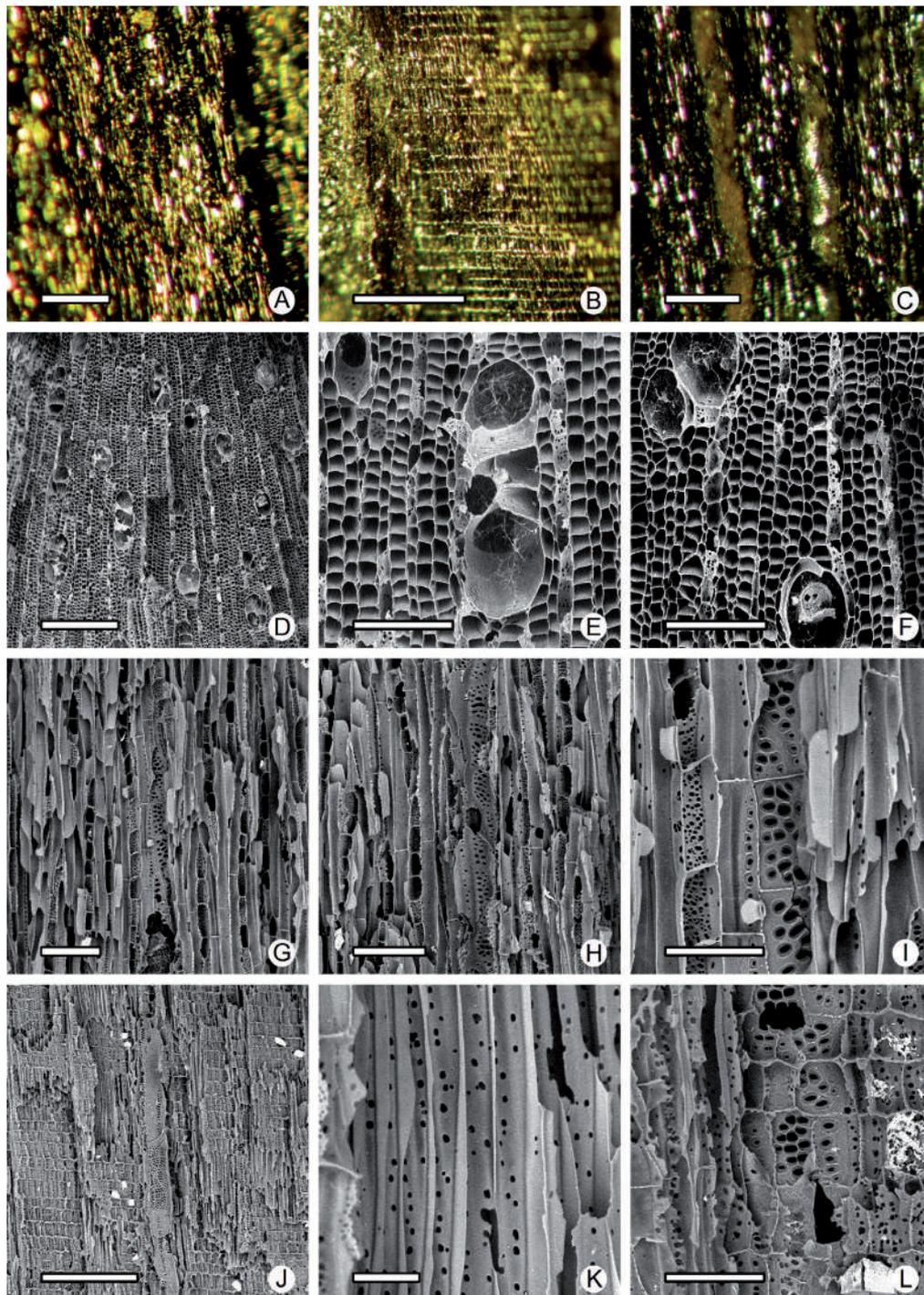


Fig. 4. *Sapium haemospermum* Müll. Arg., (1865) CAMPALBO-MV 543, CIDPALBO-CAR 13. (A-C) en microscopio estereoscópico; (A) vista general en CT; (B) vista general en CLR; (C) vista general en CLT. (D-L) en MEB, (D) porosidad difusa en CT; (E) detalle de un vaso en CT; (F) fibras ordenadas radialmente en CT; (G) radios mayormente uniseriados en CLT; (H) radios, fibras, parénquima y vaso en CLT; (I) detalle de vaso, parénquima y fibra en CLT; (J) vista general en CLR; (K) detalle de punteaduras en fibras en CLR; (L) punteaduras radio-vasculares. Escalas = 500 (A, B), 300 (D), 250 (C), 200 (J), 100 (E-H), 50 (I, L), 30 (K) μm .

a 4 elementos, y agrupados (Fig. 5A, D-E). Punteaduras intervasculares de la pared externa del vaso alternas, circulares y ornadas (Fig. 5G). Punteaduras intervasculares de la pared interna del vaso de forma oval a circular, alternas y con ornamentos poco visibles (Fig. 5G-J). Punteaduras radio-vasculares similares a las intervasculares en tamaño y forma (Fig. 5F). Vasos con tabiques oblicuos y placas de perforación simples (Fig. 5I-K). Parénquima axial apotraqueal y paratraqueal. Parénquima apotraqueal en bandas diagonales y anchas (más de 3 célula de ancho) (Fig. 5D). Parénquima paratraqueal confluyente y vasicéntrico (ambos en menor cantidad) (Fig. 5D-E). Parénquima septado (Fig. 5G-H). Radios uniseriados, biseriados y triseriados (predominantes), entre 3 y 10 células de alto aproximadamente, homocelulares constituidos por células procumbentes (Fig. 5B-C, G-K). Fibras sin orden aparente, septadas y con punteaduras simples (Fig. 5E, G, L). Cristales prismáticos en células del parénquima axial y fibras (Fig. 5E, K). Parénquima parcialmente estratificado (Fig. 5G-H).

Usos. Se trata de una buena madera para múltiples usos debido a sus cualidades físico-mecánicas y estéticas (Tortorelli, 1956). Es una madera blanda con un peso específico de 0,60 kg/dm³ (Roth y Giménez, 2006). Tiene una densidad de la madera verde de c. 955 kg/m³ y de c. 620 kg/m³ en la madera seca, siendo semidura y semipesada (INTI-CITEMA, 2003).

Inga Mill, 1754

Inga sp.

Fig. 6 (Fig. 6A-C microscopio estereoscópico, Fig. 6D-M MEB)

Material estudiado. CIDPALBO-MV 541, CIDPALBO-CAR 11.

Hábito. Árbol (perenne).

Distribución Argentina. Buenos Aires, Chaco, Corrientes, Misiones, Entre Ríos, Santa Fe y Formosa.

Sitio de recolección. Albardón-PNPD, Diamante, Entre Ríos. Coordenadas: 32° 7' 16" S, 60° 38' 1" O.

Hábitat. Habita las Selvas Marginales de Corrientes y Misiones. Es una especie hidrófila y heliófila que crece muy próxima al cauce del río y de los arroyos subsidiarios, por ejemplo, es común encontrarla a lo largo del río Uruguay, hasta su desembocadura (González, 2003).

Descripción. Límites de anillos levemente demarcados (Fig. 6A). Porosidad difusa (Fig. 6A, D). Vasos sin patrón de disposición, solitarios, mayormente múltiples radiales de 2-5 elementos, y agrupados (Fig. 6A, D-E). Punteaduras intervasculares alternas y ornadas (Fig. 6G, I). Punteaduras radio-vasculares similares a las intervasculares en tamaño y forma (Fig. 6M). Vasos cortos con tabiques oblicuos y placas de perforación simples (Fig. 6C, I-K). Parénquima apotraqueal difuso, difuso agregado (Fig. 6A, D-E). Parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluyente (Fig. 6A, D-E). Parénquima cristalífero (3 a más de 10 cristales) (Fig. 6G, K). Radios altos, uniseriados y biseriados, algunos radios biseriados con largas colas uniseriadas (Fig. 6G-H). Homocelulares constituidos por células procumbentes (Fig. 6B, J). Fibras septadas, con punteaduras simples y sin orden aparente en sección transversal (Fig. 6F, K-L).

Usos. Por sus características estéticas y de fácil trabajabilidad, permite su uso en carpintería. Utilizada también como combustible, produciendo una gran cantidad de humo cuando se quema, empleada para ahumar alimentos como pescados u otras carnes secadas previamente. Su fruto produce una resina que se puede usar como antiodontálgica, aplicándose en muelas cariadas, además, la infusión de la corteza y hojas es astringente, expectorante y antineurálgica (Pensiero y de la Peña, 2000; Colobig *et al.*, 2015). Tiene una densidad de la madera verde de 985-1035 kg/m³ y de 660-695 kg/m³ en la madera seca, es una madera semidura y semipesada (INTI-CITEMA, 2003). Su poder calorífico es de c. 4265 kcal/kg (Cahuec Fernández, 2018).

Registros en sitios arqueológicos del litoral argentino. En el sitio arqueológico Cerro Tapera Vázquez, se identificó que las especies más abundantes de madera carbonizada fueron *Inga* sp. y *Neltuma* sp. Aunque normalmente no se utiliza *Inga* sp. como leña debido a su alta producción de humo y baja calidad de carbón, se encontraron fragmentos de su madera carbonizada cerca de un fogón y junto a una vasija (Bonomo *et al.*, 2011c).

Vachellia Wight & Arn., 1834

Vachellia caven (Molina) Seigler & Ebinger, 2006

Fig. 7 (Fig. 7A-B microscopio estereoscópico, Fig. 7C microscopio invertido, Fig. 7D-L MEB)

Material estudiado. CIDPALBO-MV 539,

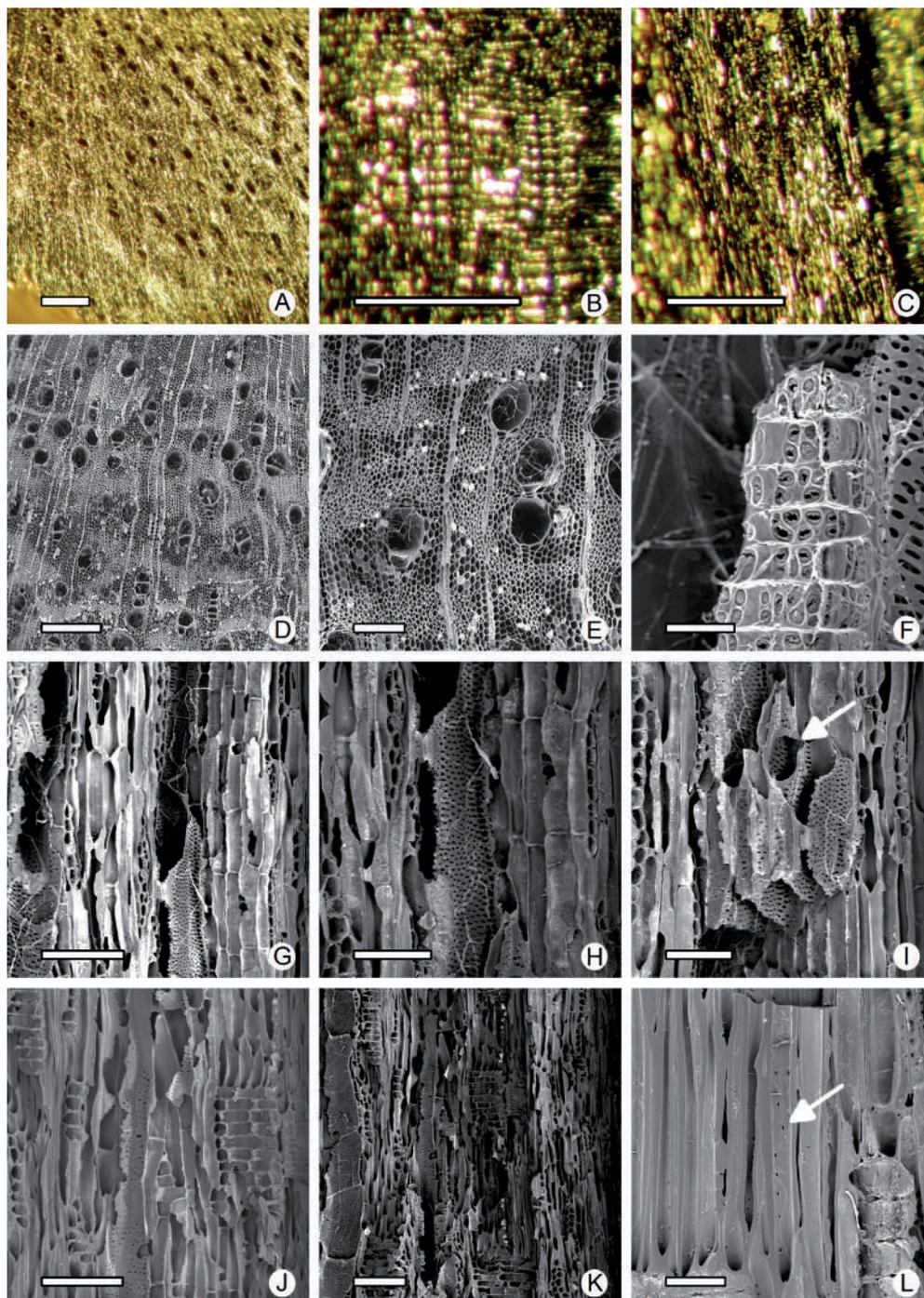


Fig. 5. *Pseudalbizzia inundata* (Mart.) E. J. M. Koenen & Duno (2022), CIDPALBO-MV 542, CIDPALBO-CAR 12. (A–C) en microscopio estereoscópico. (A) vista general en CT. (B) vista general en CLR. (C) vista general en CLT. (D–L) en MEB, (D) porosidad difusa en CT; (E) detalle de vasos, fibras y parénquima en CT; (F) punteaduras radio-vasculares; (G) Radios, vasos, parénquima y fibras en CLT; (H) vasos con punteaduras intervasculares alternas y parénquima septado y estratificado en CLT; (I) vaso con placa de perforación simple en CLT (flecha); (J–K) radios homocelulares en CLR; (L) detalle de fibras con punteaduras simples en CLR (flecha). Escalas = 1 (A) mm, 500 (B), 300 (D) 250 (C), 100 (E, K), 80 (G, J), 50 (H–I), 30 (L), 20 (F) μm .

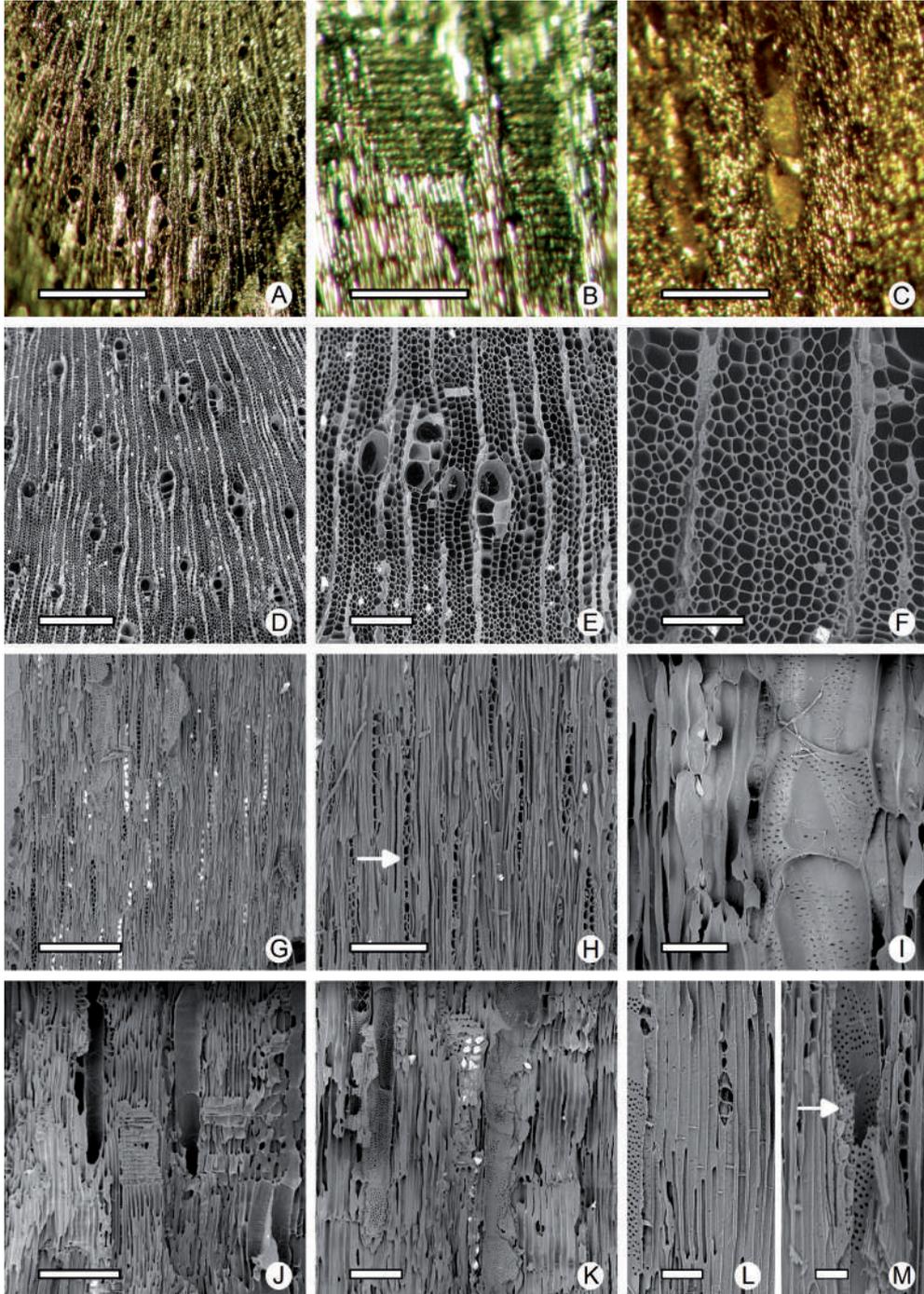


Fig. 6. *Inga* sp., CIDPALBO-MV 541, CIDPALBO-CAR 11. (A–C) en microscopio estereoscópico, (A) vista general en CT; (B) vista general en CLR; (C) vista general en CLT. (D–M) en MEB, (D) porosidad difusa en CT; (E) detalle de vasos, parénquima y fibra en CT; (F) detalle de las fibras sin orden aparente en CT; (G) vista general en CLT mostrando radios, fibras y parénquima cristalífero; (H) radios uni-triseriados (flecha); (I) vasos cortos con punteaduras intervasculares alternas y ornadas; (J) vista general del CLR; (K) detalle de radios, vaso, fibras y parénquima en CLR; (L) fibras septadas; (M) punteaduras radio-vasculares (flecha). Escalas = 500 (A, C), 300 (D), 250 (B), 200 (G, J), 100 (E, H, K), 50 (F, I, L), 30 (M) μm .

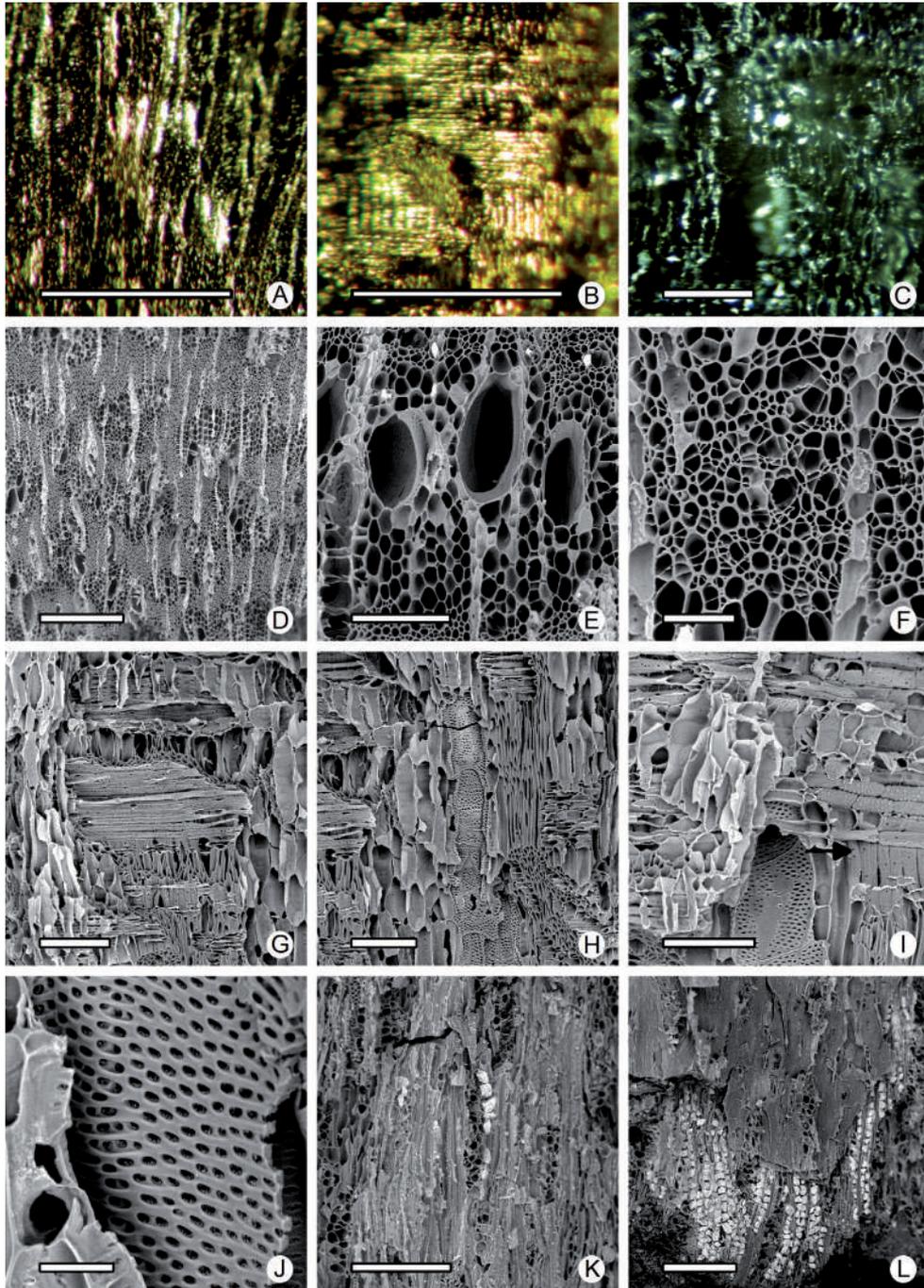


Fig. 7. *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger (2006), CIDPALBO-MV 539, CIDPALBO-CAR 9. (A) CT en microscopio estereoscópico. (B) CLR en microscopio estereoscópico. (C) CLT en microscopio invertido. (D–L) en MEB, (D) vista en general en CT; (E) detalle de vasos y parénquima en CT; (F) detalle de fibras en CT; (G) vista general de CLR mostrando radios formados por células procumbentes; (H) vaso, parénquima y radio en sección longitudinal radial; (I) punteaduras intervasculares (flecha) y radio-vasculares (flecha negra) en CLR; (J) detalle de las punteaduras intervasculares alternas y ornadas; (K) vista general del CLT mostrando radios, parénquima, fibras y cristales romboidales; (L) cristales romboidales en células del parénquima axial y fibras. Escalas = 500 (A–B), 300 (D), 250 (C), 200 (J), 100 (E, G–H, K, L), 80 (I), 50 (F), 20 (J) μm .

CIDPALBO-CAR 9.

Hábito. Arbusto o arbolito (perenne).

Distribución Argentina. Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Misiones, Salta, Santiago del Estero, Santa Fe, San Juan, San Luis y Tucumán.

Sitio de recolección. Albardón-PNPD, Diamante, Entre Ríos. Material recolectado por personal del PNP.

Hábitat. Se sitúa en el litoral argentino y es una especie presente en la vegetación de las islas del río Paraná, desarrollándose sobre suelos arenosos al borde de lagunas y expuestas a suelos anegadizos (Biani *et al.*, 2005).

Descripción. Límites de anillos demarcados (Fig. 7D). Porosidad difusa (Fig. 7A, D). Vasos solitarios, múltiples radiales 2 a 3 elementos, rara vez de 4 elementos, y agrupados (Fig. 7A, D–E). Punteaduras intervasculares alternas y ornadas (Fig. 7C, H–J). Punteaduras radio-vasculares similares a las intervasculares en tamaño y forma (Fig. 7I). Vasos cortos con tabiques oblicuos y placas de perforación simples. Parénquima axial abundante, paratraqueal, vasicéntrico y confluyente, con tendencia a bandeado, formando bandas discontinuas de más de 5 células de ancho (Fig. 7A, D). Fibras sin orden aparente en sección transversal (Fig. 7E–F). Radios uniseriados a tetraseriados, cortos, homocelulares constituidos por células procumbentes (Fig. 7B, G, K). Radios pueden presentar células envolventes. Cristales romboidales en células del parénquima axial y fibras (Fig. 7K–L).

Usos. Madera dura, pesada, con alto poder calorífico, produciendo excelente leña y carbón para combustible. Las raíces son purgativas y la corteza se utiliza como detergente y antidiarreico. Además, la corteza y las hojas secas pueden utilizarse como cicatrizantes de heridas. Los tallos son antisépticos y cicatrizantes, y las hojas y semillas son astringentes, antisépticas y antiasmáticas. Los frutos son ricos en taninos y utilizados como curtientes (Pensiero y de la Peña, 2000; Brea *et al.*, 2013). Tiene una densidad de la madera verde de 1195 kg/m³ y de 960 kg/m³ en la madera seca, es una madera muy dura y pesada (INTI-CITEMA, 2003). Su poder calorífico es de 4200–4600 kcal/kg (Ramos *et al.*, 2020).

Registros en sitios arqueológicos del litoral argentino. En el sitio arqueológico Los Tres Cerros 1, Delta Superior del río Paraná, se descubrieron restos de *Vachellia caven*. Debido a su concentración, propiedades físicas y distribución en el sitio de estudio, se interpreta que su uso

más probable fue como combustible (Brea *et al.*, 2013; Ramos *et al.*, 2020). Esta misma especie también se encontró en Cerro de Boari 3, ubicado en Gualeguaychú, Entre Ríos (Franco *et al.*, 2016b, 2017) y en Cerro Pajas Blancas, Provincia de Santa Fe, donde pudo ser utilizada como leña, para cocinar alimentos (pescado y coipo) y cerámica (Torino *et al.*, 2023).

Familia LAURACEAE Juss., 1789

Nectandra Rol. ex Rottb, 1778

Nectandra angustifolia (Schrad.) Nees & Mart., 1833

Fig. 8 (Fig. 8A microscopio estereoscópico, Fig. 8B–C microscopio invertido, Fig. 8D–M MEB)

Material estudiado. CIDPALBO-MV 538, CIDPALBO-CAR 8.

Hábito. Arbusto o árbol (perenne).

Distribución Argentina. Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Misiones y Santa Fe.

Sitio de recolección. Albardón-PNPD, Diamante, Entre Ríos. Coordenadas: 32° 7' 27" S, 60° 37' 49" O.

Hábitat. Crece en la Mesopotamia Argentina. Posee marcada preferencia por vivir en lugares húmedos, a lo largo de los cursos de agua, constituyendo uno de los elementos característicos de bosques en galería del río Paraná (Castiglioni, 1951; Marconetto, 2005).

Descripción. Límites de anillos demarcados (Fig. 8D). Porosidad difusa (Fig. 8A, D). Vasos múltiples radiales de 2-4 elementos, y agrupados (Fig. 8A, D–E). Vasos solitarios de contorno angular (Fig. 8D). Punteaduras intervasculares alternas y areoladas (Fig. 8G, J). Punteaduras radio-vasculares con areola reducida a aparentemente simples, redondeadas, angulares y horizontales (Fig. 8I). Vasos con tabiques rectos a oblicuos y placas de perforación simples (Fig. 8F–G). Parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, confluyente y escaso (Fig. 8A, D). Parénquima septado (Fig. 8G). Radios uniseriados, biseriados y triseriados, heterocelulares constituidos por células procumbentes y erectas marginales (Fig. 8B–C, H, J–L). Fibras ordenadas radialmente, septadas y no septadas, y con punteaduras simples (Fig. 8E, M). Presencia de células oleíferas en parénquima radial y axial (Fig. 8H, K–L).

Usos. Utilizada como combustible, al ser una madera blanda es utilizada para iniciar y/o avivar el fuego ya que producen mucha llama. Madera

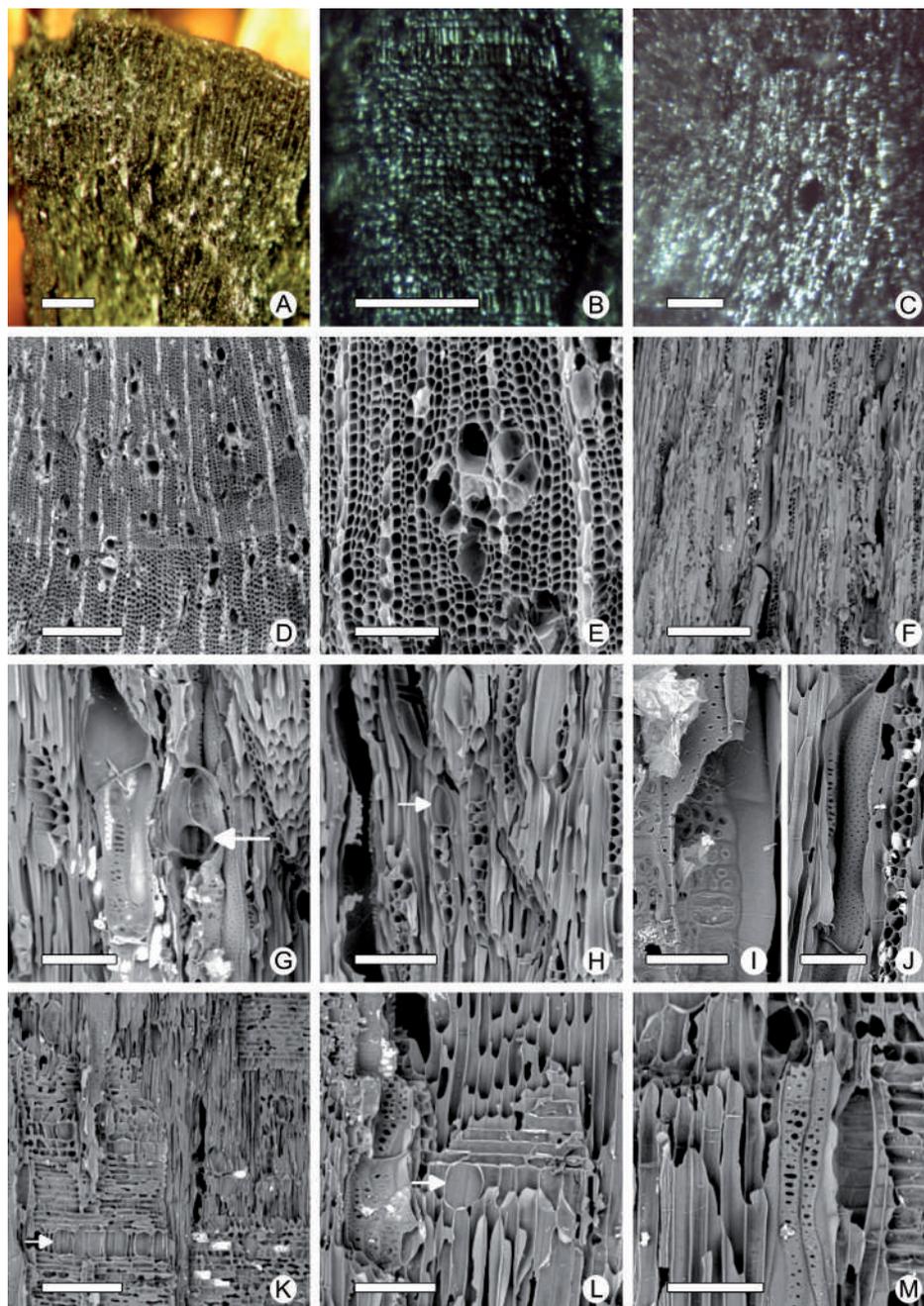


Fig. 8. *Nectandra angustifolia* (Schrad.) Nees & Mart. (1833), CIDPALBO-MV 538, CIDPALBO-CAR 8. (A) CT en microscopio estereoscópico. (B) CLR en microscopio invertido. (C) CLT en microscopio invertido. (D–M) en MEB, (D) vista en general en CT mostrando anillo de crecimiento y porosidad difusa; (E) detalle de vaso agrupado y fibras ordenadas radialmente en CT; (F) vista general en CLT mostrando radios, vasos y fibras; (G) vasos con tabiques oblicuos (flecha negra) y placa de perforación simple (flecha blanca); (H) CLT mostrando radios uni, bi y triseriados con células oleíferas y/o mucilaginosas (flecha); (I) punteaduras radio-vasculares; (J) punteaduras intervasculares alternas; (K) vista general CLR mostrando radios formados por células procumbentes, erectas marginales y presencia de células oleífera y/o mucilaginosas (flecha). (L) detalles de célula oleífera y/o mucilaginosas (flecha) en CLR; (M) fibras septadas y con punteaduras simples en CLR. Escalas = 300 (C–D, F), 250 (B), 100 (E, G–H, J, L), 10 (E–F) μm , 1 mm (A).

liviana y fácil de trabajar por lo cual tiene características derivadas a la construcción. En la medicina popular se utilizan sus hojas hervidas como bebida contra el reumatismo y su corteza se emplea como purgante (Martínez-Crovetto, 1964; Brea *et al.*, 2013). Tiene una densidad c. 480–550 kg/m³ y su poder calorífico es de 4570 kcal/kg (Ramos *et al.*, 2020). Es una madera blanda semidura y semipesada liviana (INTI-CITEMA, 2003).

Registros en sitios arqueológicos del litoral argentino. En los sitios arqueológicos Cerro Tapera Vázquez (PNPD), Los Tres Cerros 1 (Delta Superior del río Paraná), Fuerte Sancti Spiritus (Santa Fe) y Cerro Farall (Diamante), se han registrado restos antracológicos de *Nectandra* sp., los cuales se han asociado con el uso de leña en fogones internos y cocinas domésticas, su vinculación con la cocción de cerámicas y como recursos madereros en la construcción de objetos (Bonomo *et al.*, 2011a; Colobig *et al.*, 2017; Ramos *et al.*, 2019, 2020).

Familia MYRTACEAE Juss., 1789

Eugenia L., 1753

Eugenia myrcianthes Nied., 1893

Fig. 9 (Fig. 9A–C microscopio estereoscópico, Fig. 9D–L MEB)

Material estudiado. CIDPALBO-MV 545, CIDPALBO-CAR 15.

Hábito. Arbusto o árbol (perenne).

Distribución Argentina. Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta, Santa Fe y Tucumán.

Sitio de recolección. Albardón-PNPD, Diamante, Entre Ríos. Material recolectado por personal del PNP.

Hábitat. Frecuente en montes ralos, selvas marginales y terrenos arenosos hasta los 800 msnm (Rotman, 1982; González, 2011). Presente en suelos altos y bien drenados como los bosques de Albardón al sureste del Chaco Santafesino y en las selvas riparias del río Paraná (Biani *et al.*, 2005).

Descripción: Límites de anillos ausentes (Fig. 9A, D). Porosidad difusa (Fig. 9D). Vasos exclusivamente solitarios, excepcionalmente múltiples radiales de 2–4 elementos, y agrupados (Fig. 9A, D–E). Punteaduras intervasculares alternas y ornadas (Fig. 9H, J–K). Punteaduras radio-vasculares similares a las intervasculares en tama-

ño y forma (Fig. 9K). Vasos largos, con tabiques oblicuos y placas de perforación simples (Fig. 9J). Parénquima difuso, difuso agregado, vasicéntrico y rara vez confluyente (Fig. 9A, D). Parénquima septado (Fig. 9G). Radios uniseriados, biseriados y triseriados, heterocelulares constituidos por células procumbentes, cúbicas y erectas, éstas últimas en los extremos o entremezcladas a lo largo del radio, a veces con más de 4 células cuadrangulares o erectas marginales (Fig. 9B–C, F–I). Presencia de células radiales disjuntas (Fig. 9I). Fibras ordenadas en hileras radiales en sección transversal, con punteaduras areoladas y septadas (Fig. 9D–E, G–H). Presencia de traqueidas vasicéntricas (Fig. 9I–K). Presencia de parénquima cristalífero (se observan cristales prismáticos en los 3 cortes) (Fig. 9D, F, L).

Usos. Su madera dura, pesada y flexible, es empleada en carpintería y construcción. Su corteza presenta taninos, por lo que es curtiente. En medicina popular se utiliza para la diabetes, y sus frutos carnosos y comestibles son utilizados contra cálculos del riñón (Pensiero y de la Peña, 2000; Rodríguez, 2007; Maidana *et al.*, 2015). Tiene una densidad de la madera verde de 1050 kg/m³ y de 750 kg/m³ en la madera seca, es una madera semidura y semipesada (INTI-CITEMA, 2003). Su poder calorífico es de c. 4040–4545 kcal/kg (Ramos *et al.*, 2020).

Registros en sitios arqueológicos del litoral argentino. En el sitio arqueológico Los Tres Cerros 1 (Delta Superior del río Paraná) se encontraron carbones afines a *Eugenia* sp. que sugieren su posible uso en la construcción de viviendas, debido a la resistencia de su madera, y como combustible, ya que presentan un gran poder calorífico (Ramos *et al.*, 2020).

Familia PRIMULACEAE Batsch ex Borkh., 1794

Myrsine Pax, 1889

Myrsine laetevirens (Mez) Arechav., 1909

Fig. 10 (Fig. 10A–C microscopio estereoscópico, Fig. 10D–L MEB)

Material estudiado. CIDPALBO-MV 544, CIDPALBO-CAR 14.

Hábito. Árbol (perenne).

Distribución Argentina. Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta, Santa Fe y Tucumán.

Sitio de recolección. Albardón-PNPD,

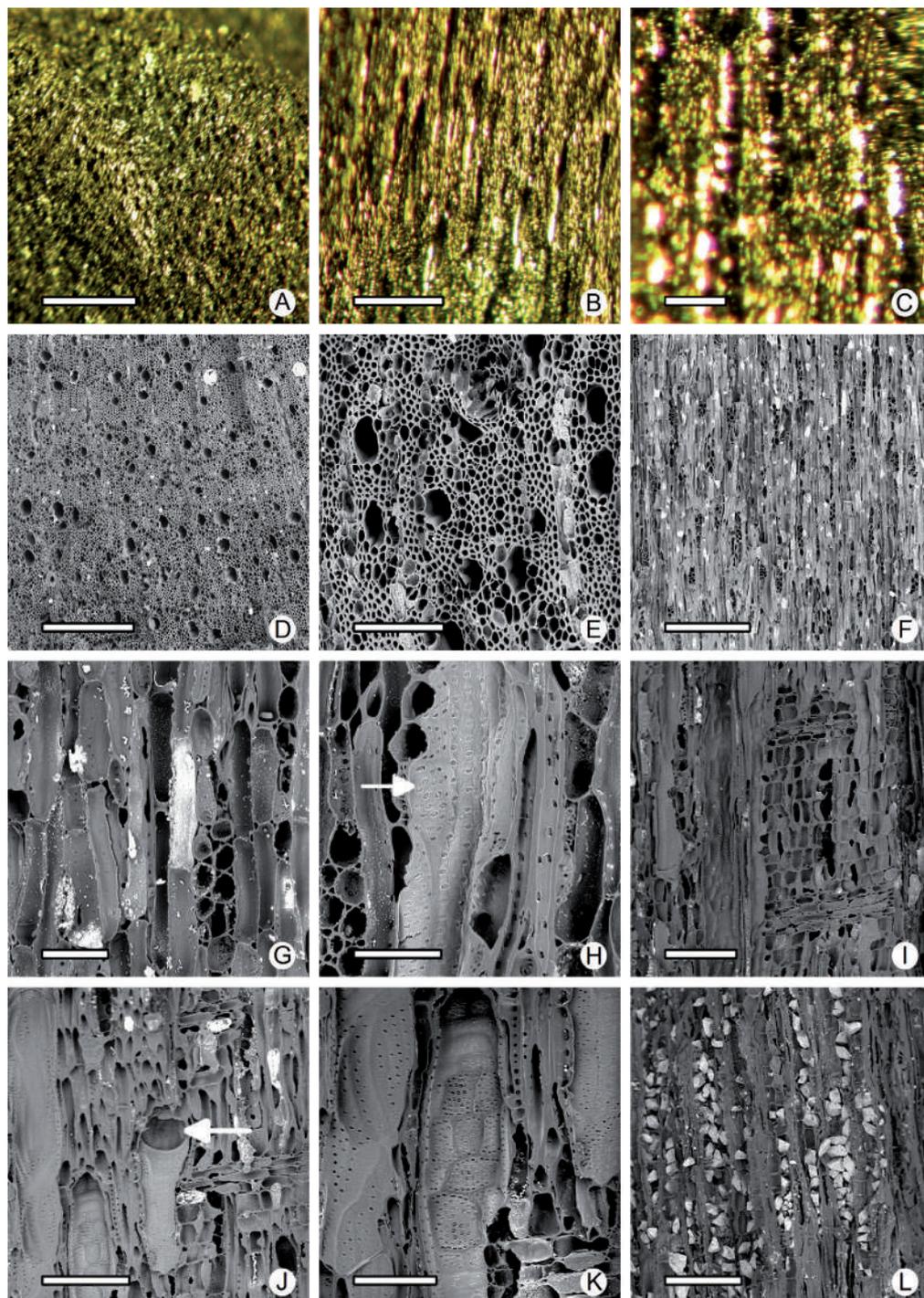


Fig. 9. *Eugenia myrcianthes* Nied. (1893), CIDPALBO-MV 545, CIDPALBO-CAR 15. (A-C) en microscopio estereoscópico, (A) vista general en CT; (B) vista general en CLT; (C) vista general en CLR. (D-L) en MEB, (D) porosidad difusa en CT; (E) detalle de los vasos en CT; (F) vista general en CLT; (G) detalle de parénquima septado, fibra septada y radio en CLT; (H) punteaduras intervasculares alternas y ornadas (flecha) en CLT; (I) vista general en CLR; (J) placa de perforación simple (flecha) en CLT; (K) punteaduras radio-vasculares; (L) parénquima cristalífero. Escalas = 500 (B), 300 (D), 200 (F), 100 (E, I-J), 80 (K), 50 (L), 30 (G-H) μm , 1 mm (A, C).

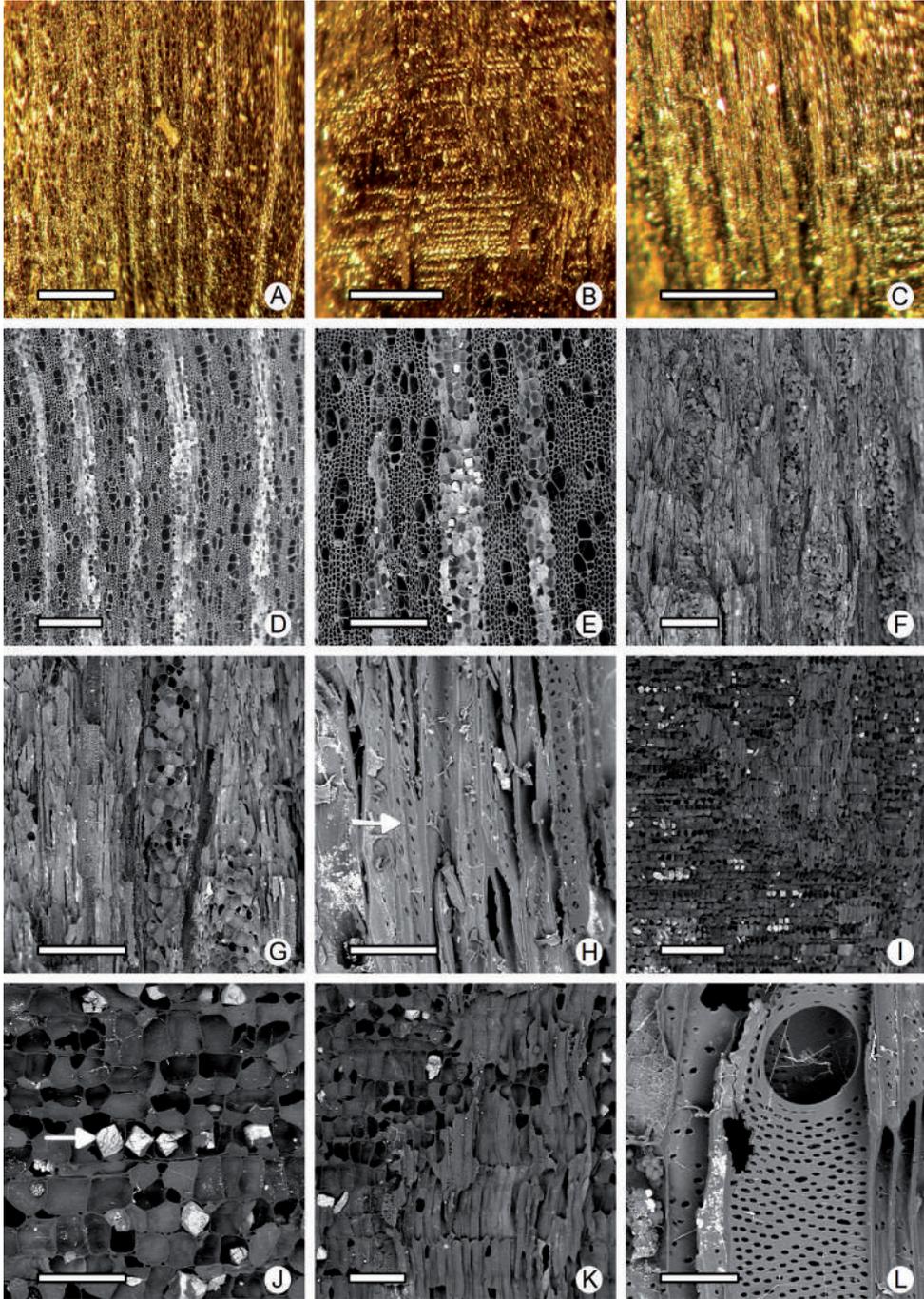


Fig. 10. *Myrsine laetevirens* (Mez) Arechav. (1909), CIDPALBO-MV 544, CIDPALBO-CAR 14. (A-C) en microscopio estereoscópico, (A) vista general en CT; (B) vista general en CLR; (C) vista general en CLT. (D-L) en MEB, (D) CT mostrando anillos de crecimiento demarcado y porosidad difusa; (E) detalle de vasos, parénquima, radios y fibras CT; (F) CLT mostrando radios y fibras; (G) detalle de radio multiseriado alto y ancho; (H) fibras con punteaduras pequeñas y simples; (I) vista general CLR; (J) detalle de células del parénquima radial y cristales prismáticos (flecha) CLR; (K) detalle del parénquima septado y estratificado en CLR; (L) vaso con punteaduras intervasculares alternas a subpuestas y placa de perforación simple. Escalas = 500 (A-B), 300 (D, F, I), 250 (C), 200 (E, G), 100 (J-K), 30 (H, L) μm .

Tabla 1. Lista de especies muestreadas en el Parque Nacional Pre-Delta, Diamante, Entre Ríos, Argentina.

Familia	Nombre científico	Nombre común	N° de Colección
Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pavón, 1798	Aliso de río, Pájaro bobo, Palo bobo, Buibe, Mbuibe	CIDPALBO-MV 540 CIDPALBO-CAR 10
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill., 1864	Sangre de drago	CIDPALBO-MV 537 CIDPALBO-CAR 7
	<i>Sapium heamospermum</i> Müll. Arg., 1865	Curupí, Blanquillo, Curupibi	CAMPALBO-MV 543 CIDPALBO-CAR 13
Fabaceae	<i>Pseudalbizzia inundata</i> (Mart.) E.J.M.Koenen & Duno, 2022	Timbó blanco, Timbó moroti, Palo flojo, Timbó atá	CIDPALBO-MV 542 CIDPALBO-CAR 12
	<i>Inga</i> sp.	Inga	CIDPALBO-MV 541 CIDPALBO-CAR 11
	<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger, 2006	Espinillo, Aromo, Aromito, Churqui	CIDPALBO-MV 539 CIDPALBO-CAR 9
Lauraceae	<i>Nectandra angustifolia</i> (Schrad.) Nees & Mart., 1833	Laurel de río, Laurel de isla	CIDPALBO-MV 538 CIDPALBO-CAR 8
Myrtaceae	<i>Eugenia myrcianthes</i> Nied., 1893	Ubajay, Iba-jay, Uva-jay	CIDPALBO-MV 545 CIDPALBO-CAR 15
Primulaceae	<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav., 1909	Canelón	CIDPALBO-MV 544 CIDPALBO-CAR 14

Diamante, Entre Ríos. Material recolectado por personal del PNPD.

Hábitat. Bosques de barranca con especies de linaje subtropical generado por las condiciones ambientales creadas por el río Paraná (Aceñolaza et al., 2005). Se destaca su abundancia en las selvas riparias del río Paraná (Biani et al., 2005). Habita los bosques de galería de la llanura aluvial del río Paraná (Bonomo et al., 2011c).

Descripción. Límites de anillos demarcados (Fig. 10A, D). Porosidad difusa (Fig. 10A, D). Vasos solitarios, múltiples radiales de 2–4 elementos y más de 4 elementos, y agrupados (Fig. 10D–E). Punteaduras intervasculares alternas a subopuestas, y punteaduras radio-vasculares similares a las intervasculares en tamaño y forma (Fig. 10G, L). Vasos con tabiques oblicuos y placas de perforación simples (Fig. 10L). Parénquima axial apotraqueal difuso y paratraqueal vasicéntrico incompleto (Fig. 10A, D–E). Radios multise-riados de más de 1 mm de alto y de 5 a más de 10 células de ancho, heterocelulares compuestos por células procumbentes, cuadrangulares y erectas entremezcladas (Fig. 10B–C, F–G, I). Fibras ordenadas en hileras radiales, septadas y no septadas, con punteaduras pequeñas y simples, visibles en las paredes tangenciales y radiales (Fig. 10D–E, J, H, L). Presencia de cristales prismáticos en células del radio (Fig. 10E, I–J). En algunos sectores se observa parénquima septado y estratificado (Fig. 10I, K).

Usos. Utilizada como combustible, madera dura

y con valor calórico alto y combustión de larga duración, excelente fuente de calor que probablemente se utiliza para cocinar alimentos o cerámica y calefacción. La corteza posee taninos y sirve para curtir pieles, y sus frutos son ricos en saponina, pueden ser utilizados para la fabricación de cosméticos, por ejemplo, jabón. En medicina popular es utilizada para el tratamiento de reuma, dolores lumbares y fracturas (Pensiero & de la Peña, 2000; Rodríguez, 2007; Colobig et al., 2015). Tiene una densidad c. 480–610 kg/m³, es una madera semipesada liviana y con un poder calorífico de 4700 kcal/kg (Ramos et al., 2020).

Registros en sitios arqueológicos del litoral argentino. En el sitio arqueológico Cerro Tapera Vázquez (PNPD), se ha registrado la presencia de carbones de *Myrsine* sp. y se ha propuesto que su madera podría haber sido utilizada para combustiones prolongadas destinadas a la cocción de alimentos y cerámicas (Bonomo et al., 2011a). También se registró en el sitio Los Tres Cerros 1 (Delta Superior del río Paraná), en donde, además de su uso como combustible, la madera podría haber formado parte de estructuras como viviendas dentro de los asentamientos (Ramos et al., 2020).

DISCUSIÓN

Las variaciones en los caracteres anatómicos en las maderas siguen una jerarquía que se relaciona con el ambiente, la especie, los individuos

dentro de cada especie y la posición de la muestra dentro de cada ejemplar (Zobel & Van Buijtenen, 1989). Trabajos previos (Valderrama Freyre, 1998; León, 2015), han evidenciado diferencias significativas en los caracteres cuantitativos, como ser diámetro de vasos, frecuencias de vasos y longitud de fibras, en función de la posición de la muestra dentro de cada ejemplar, mientras que los caracteres cualitativos muestran una notable similitud entre el tronco y las ramas. En los ejemplares estudiados, las muestras fueron tomadas de ramas mayores a 2 cm de diámetro debido a restricciones de muestreos destructivos en el tallo principal, establecidas por el Parque Nacional Pre Delta como área de conservación. Sin embargo, se considera que las descripciones anatómicas no se vieron afectadas por la posición de la muestra dentro de cada ejemplar porque los estudios se centraron en características cualitativas, tal como lo establece la metodología para el estudio de carbones.

En cuanto a la relación con el ambiente, los resultados evidencian porosidad difusa en todas las maderas estudiadas del bosque en galería del PNP, acompañada por vasos sin patrón de disposición específicos. La disposición de los vasos incluyó formas solitarias, múltiples radiales y agrupadas, indicando una tendencia hacia la implementación de mecanismos destinados a garantizar la seguridad hidráulica (Carlquist, 1984, 1988; Wheeler & Baas, 1991; León, 2005). La presencia más común de vasos agrupados en flores subtropicales, en comparación con ambientes templados o tropicales, subraya la adaptación morfo-anatómica de las especies estudiadas a condiciones específicas del bosque en galería (Wheeler & Baas, 1993). *Eugenia myrcianthes* fue la única especie que mostró una tendencia a vasos exclusivamente solitarios, aunque también se identificó la existencia de elementos traqueales imperforados. Desde una perspectiva fisiológica, se postula que estos elementos traqueales imperforados desempeñan una función análoga a la de los vasos agrupados, actuando como un sistema de conducción subsidiario o alternativo (Moglia & Giménez, 1998). Además, se ha reportado una relación entre el agrupamiento de vasos y los ambientes xéricos y/o estacionalmente secos (Lindorf, 1994). Por lo tanto, la presencia de vasos múltiples radiales y agrupados en las especies examinadas podría interpretarse como una estrategia dirigida a mejorar la eficiencia de la conducción hidráulica, especialmente durante períodos de sequía. Este hallazgo destaca la importancia de la anatomía de madera como indi-

cador clave de las estrategias adaptativas de las especies a condiciones ambientales específicas.

Otro conjunto de caracteres anatómicos constante en las maderas estudiadas incluyó placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas y presencia de parénquima paratraqueal. La presencia de placas de perforación simples se interpreta como una adaptación para optimizar el transporte eficiente de agua en estas especies (Baas *et al.*, 2004). Con respecto a *Nectandra angustifolia*, Tortorelli (1956) menciona que a veces la especie puede presentar algunas placas de perforación escalariformes. En el ejemplar estudiado no fueron observadas, fortaleciendo la idea de la presencia de placas simples como una estrategia eficiente en la conducción hídrica en estos árboles. En el caso de las punteaduras intervasculares alternas, su disposición contribuye a la formación de vasos con mayor resistencia en comparación con aquellos con punteaduras de disposición opuestas o escalariformes (Carlquist, 1988). El parénquima paratraqueal, presente en los taxones estudiados, facilita el intercambio eficiente de agua y azúcares con los vasos, así como previene el embolismo vascular, contribuyendo a la integridad funcional del sistema vascular en condiciones ambientales cambiantes.

También, se destaca como rasgos anatómicos distintivos en las especies la presencia de anillos de crecimiento distinguibles, radios 1 a 3 seriados y la ocurrencia de cristales en parénquima axial o radial. La mayor frecuencia de anillos de crecimiento sugiere una estacionalidad marcada, respaldada por estudios previos (Creber & Chaloner, 1984; Wheeler & Baas, 1991, 1993). En zonas tropicales, la presencia de anillos de crecimiento se relaciona estrechamente con la alternancia de estaciones secas y húmedas, así como con regímenes de inundación y sequía, y la presencia de especies deciduas (Segala Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000). Contrariamente, la presencia de anillos de crecimiento indistinguibles se asocia negativamente con ambientes caracterizados por elevados niveles de humedad. En lo que respecta a cristales, aunque se ha propuesto que la forma está vinculada a aspectos genéticos de la especie también se ha observado la influencia de las condiciones del sitio donde se desarrolla la planta, especialmente en términos de características edáficas. Es plausible que las plantas que prosperan en suelos con una mayor proporción de minerales específicos, como el calcio o la sílice, tiendan a desarrollar una mayor proporción de cristales (León & Espinoza de Pernía, 1997).

Este discernimiento no sólo contribuye a nuestra comprensión de la variabilidad intraespecífica en estas especies, sino que también subraya la importancia de considerar la interacción entre los factores genéticos y ambientales al interpretar las características anatómicas observadas.

Todas estas características anatómicas están intrínsecamente vinculadas a los patrones de precipitación y a los pulsos de inundación del río Paraná, dado que estas especies han desarrollado adaptaciones específicas para habitar en condiciones particulares de pulsos de inundación y de sequía. Estos resultados resaltan la importancia de la anatomía de la madera como un indicador clave de las estrategias adaptativas de las especies estudiadas, y su capacidad para reflejar la adaptación a un rango específico de condiciones de inundación y sequía.

De todas las especies estudiadas en este trabajo, sólo se han registrado descripciones previas de material carbonizado de *Vachellia caven* realizadas por Marconetto (2008), otorgando a este trabajo un carácter inédito. Este aspecto, destaca la relevancia del PNPd como sitio de muestreo y la importancia de este tipo de investigación para el conocimiento y conservación de la flora autóctona. También, este estudio aporta caracteres anatómicos relevantes para *Vachellia caven* que no fueron considerados en la descripción previa del material carbonizado, como la presencia de parénquima con tendencia a bandeado, formando bandas discontinuas de más de 5 células de ancho, la descripción de las punteaduras intervasculares y radio-vasculares, y la presencia de células envolventes en los radios.

En líneas generales, se han documentado descripciones previas de la anatomía de la madera para la mayoría de las especies investigadas que concuerdan con las descripciones presentadas en este estudio (e.g., Carlquist, 1961; Tortorelli, 1956; Luchi, 2004; InsideWood, 2004; Mennega, 2005; Cardoso Marchiori & Rodrigues dos Santos, 2010; Sieglösch *et al.*, 2013; Rodrigues dos Santos, 2013; Baldin & Cardoso Marchiori, 2014; Arévalo *et al.*, 2017; Guimarães *et al.*, 2017). Sin embargo, se evidencia una marcada falta de detalles en cuanto a caracteres diagnósticos específicos. Aspectos anatómicos esenciales, como las punteaduras intervasculares y radio-vasculares, la presencia de cristales en parénquima radial o axial, y de células envolventes de los radios, han sido poco descriptos en estos trabajos previos. En contraposición, este estudio, enfocado en material carbonizado, incluye descripciones anatómicas detalladas e imágenes de alta resolución obte-

nidas mediante microscopio electrónico de barrido, constituyendo una contribución significativa al conocimiento existente sobre la anatomía de la madera en estas especies.

En el caso de *Tessaria integrifolia*, nuestras observaciones anatómicas fueron comparadas con descripciones previas de Carlquist (1961) y Tortorelli (1956), contribuyendo así a una mayor comprensión de la anatomía del xilema secundario de esta especie. Destacamos que este estudio presenta, por primera vez, la descripción de punteaduras radio-vasculares en *T. integrifolia*, añadiendo un nuevo carácter anatómico para su identificación. Por otro lado, Luchi (2004) evaluó la anatomía de la madera de *Croton urucurana* en distintas áreas (inundada, húmeda y seca), identificando anillos de crecimiento en ejemplares de áreas secas. Este trabajo valida nuestras observaciones y sugiere estrategias anatómicas específicas vinculadas a la tolerancia al estrés ambiental durante periodos de sequía anual. En cuanto a diferencias anatómicas, se observaron discrepancias con trabajos previos, como en el caso de *Pseudalbizzia inundata*. Mientras León (2008) describió la presencia de fibras septadas o no septadas para la especie, nuestras observaciones, respaldadas por las de Tortorelli (1956), indican la presencia de fibras septadas.

CONCLUSIONES

La descripción de la anatomía de madera de nueve especies arbóreas del bosque en galería del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina) constituye el primer estudio anatómico de material carbonizado en esta importante eco-región. Los resultados proporcionan descripciones detalladas de las especies, acompañadas de imágenes de alta resolución, y destacan la importancia del PNPd como sitio de muestreo para la elaboración de colección de referencia de material carbonizado. Su incorporación en la colección de referencia del Laboratorio de Paleobotánica del CICYTTP reviste de gran importancia para la correcta identificación de los restos antracológicos en sitios arqueológicos locales. Estos hallazgos arqueobotánicos brindan información valiosa sobre la relación de las poblaciones prehistóricas con su entorno natural, y permiten reconstruir patrones de subsistencia y uso del ambiente en el pasado.

Es relevante destacar que, entre todas las especies estudiadas, únicamente se contaba con descripciones previas de material carbonizado para *Vachellia caven*. A pesar de que una

proporción significativa de las especies analizadas en este estudio ya había sido documentada en sitios arqueológicos del Litoral argentino, su identificación anterior se basaba exclusivamente en las descripciones disponibles en la literatura existente. Esta circunstancia plantea desafíos sustanciales en cuanto a la asignación precisa de las especies. En este contexto, la singularidad y relevancia de la presente investigación se destacan, ya que aborda este vacío en el conocimiento, aportando a los procesos de identificación y descripción de restos antracológicos en futuras investigaciones con un grado de certeza considerablemente mayor.

Los caracteres eco-anatómicos del xilema secundario de especies arbóreas son un indicador de las estrategias adaptativas a los hábitat donde se desarrollan. La porosidad difusa y el agrupamiento de vasos, revelan adaptaciones morfoanatómicas específicas de las especies al entorno del bosque en galería, con especial énfasis en la seguridad hidráulica durante períodos de sequía. La presencia de vasos agrupados y placas de perforación simples, se vincula con estrategias para mejorar la eficiencia de la conducción hídrica, subrayando la capacidad de estas especies para adaptarse a condiciones cambiantes del cauce del río Paraná. La presencia de anillos de crecimientos y cristales en parénquima axial o radial destaca la capacidad de estas especies para adaptarse a estacionalidades marcadas y condiciones edáficas específicas.

Además, las colecciones de referencias son esenciales para el desarrollo de la paleoetnobotánica como campo metodológico e interdisciplinario, ya que permiten comprender la dinámica de los macrorrestos en contextos arqueológicos y reconstruir la vegetación del pasado. Es fundamental seguir incrementando los conocimientos y la diversidad de ejemplares carbonizados, priorizando la vegetación nativa de la eco-región Delta e Islas del Paraná y del Espinal, para generar descripciones más robustas y ampliar el abanico de caracteres diagnósticos. En este sentido, la incorporación de las especies descritas en la colección de referencia del Laboratorio de Paleobotánica del CICYTTP es un aporte significativo para la investigación arqueológica y paleontológica de la región.

En síntesis, este trabajo no solo contribuye a enriquecer el conocimiento sobre la anatomía del xilema secundario de la flora arbórea del PNP, sino que también proporciona una importante herramienta para la identificación de plantas en el registro antracológico de contextos arqueológicos

y/o naturales. Con este estudio, se establece un importante precedente para futuras investigaciones al brindar una perspectiva detallada sobre la anatomía de la madera carbonizada que crece en esta importante eco-región.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a José Félix Vilá del Laboratorio de Microscopía Electrónica Dr. Domingo S. Liotta del CICYTTP (CONICET-Gob. ER-UADER). Al personal del Parque Nacional Pre-Delta que nos acompañó en la toma de muestras y nos brindó ejemplares. Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de dos árbitros anónimos que contribuyeron a mejorar el manuscrito original. Este trabajo fue financiado por el proyecto PIP-CONICET 438 (MB y MJF).

REFERENCIAS

- Aceñolaza, P.G., H.E. Povedano, A.S. Manzano, J. De Dios Muñoz, J.L. Areta & A.L. Ronchi Virgolini. 2004. Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta. *Miscelánea INSUGEO* 12: 169–184.
- Aceñolaza, P.G., W.F. Sione, F. Kalesnik & M.C. Serafini. 2005. Determinación de unidades homogéneas de vegetación en el Parque Nacional Pre-Delta (Argentina). *Miscelánea INSUGEO* 14: 81–90.
- Aceñolaza, P.G., A.S. Manzano, E. Rodríguez, L. Sánchez, A.L. Ronchi, E. Giménez, D. Demonte & Z. Marchetti. 2007. Biodiversidad de la región superior del Complejo Deltaico del Río Paraná. *Miscelánea INSUGEO* 17: 127–152.
- Aceñolaza, P.G., L.P. Zamboni, W. Sione & F. Kaleskin. 2008. Caracterización de la región del Complejo Litoral del Río Paraná: grandes unidades de ambiente. *Miscelánea INSUGEO* 17 (2): 293–308.
- Aceñolaza, P., L.P. Zamboni & J.F. Gallardo Lancho. 2009. Aporte de hojarasca en bosques del Predelta del río Paraná (Argentina). *Bosque* 30: 135–145.
- Aguirre, M.G., J.L. Peña Monné & M.M. Sampietro Vattuone. 2019. Primer abordaje antracológico para el valle de Tafí (Tucumán, Argentina). *Antracología* 25(2): 15–32.
- Angrizani, R.C., E. Mange & M. Romero Alves. 2013. Determinación de maderas carbonizadas procedentes de contextos arqueológicos de la tradición guaraní. *Revista del Museo de La Plata, Sección Antropología* 87(13): 333–344.
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1–20.
- Arana, M.D., E. Natale, N. Ferretti, G. Romano, A. Oggero, G. Martínez, P. Posadas & J.J. Morrone. 2021. Esquema biogeográfico de la República Argentina. *Opera Lilloana* 56: 5–238.
- Arévalo, R., B. van Ee, R. Riina, P. Berry & A.C. Wie-

- denhoeff. 2017. Force of habit: shrubs, trees and contingent evolution of wood anatomical diversity using *Croton* (Euphorbiaceae) as a model system. *Annals of Botany* 119(4): 563–579.
- Baas, P., F.W. Ewers, S.D. Davis & E.A. Wheeler. 2004. Evolution of xylem physiology. En: A.R. Hemsley & I. Poole (eds.), *The Evolution of Plant Physiology*, pp. 273–295, Linnean Society Symposium Series number 21, Elsevier Academic Press, London.
- Baldin, T. & J.N. Cardoso Marchiori. 2014. Anatomía de madeira de *Albizia inundata* (Mart.) Barneby & J.W. Grimes (Fabaceae). *Balduino* (46): 25–31.
- Biani, N.B., J.L. Vesprini & D.E. Prado. 2005. Conocimiento sobre el gran Chaco Argentino en el Siglo XX. En: M.F. Arturi, J.L. Frangi & J.F. Goya (eds). *Ecología y Manejo de los Bosques de Argentina*, pp. 1–25, Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Bonomo, M. & G. Politis. 2012. La entidad arqueológica Goya-Malabrigo (Ríos Paraná y Uruguay) y su filiación Arawak. *Revista de Arqueología* 1(25): 10–46.
- Bonomo, M. & R.S. Ramos. 2021. Study of dugout canoes from the coast of La Plata River and the islands of the Paraná Delta, Argentina. *Journal of Island and Coastal Archaeology* 1(18): 1–25.
- Bonomo, M., G. Politis & J.C. Castro. 2010. Primeros resultados de las investigaciones arqueológicas en el Delta Superior del Paraná y su Contrición al atlas arqueológico de la provincia de Entre Ríos. *Folia Histórica del Nordeste* 18: 33–56.
- Bonomo, M., G. Politis & C. Gianotti. 2011a. Montículos, jerarquía social y horticultura en las sociedades indígenas del delta del río Paraná (Argentina). *Latin American Antiquity* 22(3): 297–333.
- Bonomo, M., F. Aceituno Bocanegra, G. Politis & M.L. Pochettino. 2011b. Pre-Hispanic horticulture in the Paraná Delta (Argentina): archaeological and historical evidence. *World Archaeology* 43(4): 557–579.
- Bonomo, M., M. Colobig, E. Passeggi, A. Zucol & M. Brea. 2011c. Multidisciplinary studies at Cerro Tapera Vázquez site, Pre-Delta National Park, Argentina: The archaeological, sedimentological and paleobotanical evidence. *Quaternary International* 245(1): 48–61.
- Bonomo, M., J.C. Castro & C.B. Silva. 2014. Tecnología y subsistencia en el sitio arqueológico Cerro Tapera Vázquez (Parque Nacional Pre-Delta, República Argentina). *Cadernos do Lepaarq* 22(11): 53–81.
- Bonomo, M., G. Politis. C. Silvia, L. Bastourre, M.A. Ramos Van Raap, C. Castiñeira Latorre, C. Scabuzzo & E. Apolinaire. 2016. Estado actual de las investigaciones de la localidad arqueológica Laguna de los Gansos (Diamante, Entre Ríos). *Revista del Museo de Antropología* 9(2): 51–66.
- Bonomo, M., V. Di Prado, C. Silva, C. Scabuzzo, M.A. Ramos Van Raap, C. Castiñeira, M. Colobig & G. Politis. 2019. Las poblaciones indígenas prehispánicas del río Paraná Inferior y Medio. *Revista del Museo de La Plata* 4(2): 585–620.
- Brea, M., M.J. Franco, M. Bonomo & G. Politis. 2013. Análisis antracológico preliminar del sitio arqueológico Los Tres Cerros 1 (Delta Superior del río Paraná) provincia de Entre Ríos. *Revista del Museo de La Plata, Sección Antropología* 87(13): 345–360.
- Burkart, A. 1957. Ojeada sinóptica sobre la vegetación del Delta del río Paraná. *Darwiniana* 1–4(11): 457–561.
- Burkart, A. 1974. *Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte 6: Dicotiledóneas Metaclamideas (Gamopétalas). B: Rubiales, Cucurbitales, Campanulales (incluso Compuestas)*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, 550 pp.
- Burkart, A. 1979. *Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte 5: Dicotiledóneas Metaclamideas (Gamopétalas). A: Primulales a Plantaginales*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, 606 pp.
- Burkart, A. 1987. *Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte 3: Dicotiledóneas Metaclamideas. A: Salicales a Rosales (incluso Leguminosas)*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, 781 pp.
- Burkart, A., N.O. Bárbaro, R.O. Sánchez & D.A. Gómez. 1999. *Eco-regiones de la Argentina*. Administración de Parques Nacionales. Programa Desarrollo Institucional Ambiental, Buenos Aires, 22 pp.
- Cabrera, A.L. 1976. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Fascículo 1: Regiones fitogeográficas argentinas*. Acme Buenos Aires, 85 pp.
- Cabrera, A.L. & E.M. Zardini. 1993. *Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires*. 2.ª ed. Editorial Acme S.A.C.I, Buenos Aires, 755 pp.
- Cahuec Fernández, A.A. 2018. *Determinación del volumen de leña de especies utilizadas como combustible en el secado de cardamomo en la tinta*. Tesina de Grado. Universidad Rafael Landívar, Guatemala, 74 pp.
- Cardoso Marchiori, J.N. & S. Rodrigues dos Santos. 2010. Anatomía das madeiras de Campomanesia aurea O. Berg e *Eugenia myrcianthes* Niedenzu (Myrtaceae). *Balduino* 22(15): 23–30.
- Carlquist, S. 1961. Wood anatomy of Inuleae (Compositae). *Aliso: Journal of Systematic and Floristic Botany* 5(1): 21–37.
- Carlquist, S. 1984. Vessel grouping in dicotyledon wood: significance and relationship to imperforate tracheary elements. *Aliso: Journal of Systematic and Floristic Botany* 10(4): 505–525.
- Carlquist, S. 1988. *Comparative Wood Anatomy*. Springer Verlag, Berlín & Heidelberg, Berlín, 448 pp.
- Casco, S.L. 2004. Distribución de la vegetación fluvial y su relación con el régimen de pulsos en el bajo Paraná. *Serie Miscelánea INSUGEO* 12: 125–130.
- Castiglioni, J.A. 1951. Lauráceas Argentinas (1) Género *Nectandra*. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 1–2(4): 66–94.
- Cavalloto, J.A., R.A. Violante & G. Parker. 2004. Sea-level fluctuations during the last 8600 years in the de la Plata river (Argentina). *Quaternary International* 1(114): 155–165.

- Cerana, J.A., S. Silvia, V.H. Lallana, R.A. Sabbattini & C. Sedano. 2013. Los recursos naturales, el ambiente y la producción agropecuaria en la región centro. Legislación básica para una producción sustentable en la provincia de Entre Ríos. En: O. Giayetto, J. Plevich, V.H. Lallana & A. Pillatti (eds.), *Bases conceptuales y metodológicas para el ordenamiento territorial en el medio rural*, pp. 401-416, Editorial Libroclíc, Río Cuarto, Córdoba.
- Colobig, M.M., A. Zucol & M. Brea. 2015. La paleoetnobotánica del centro-oeste de Argentina: desarrollos y enfoques. *Comechingonia Revista de Arqueología* 2(19): 77-110.
- Colobig, M.M., A. Zucol, M. Brea, M.J. Franco, E. Passeggi, G. Cocco & I. Sánchez-Pinto. 2017. Restos arqueobotánicos del sitio arqueológico Fuerte *Sancti Spiritus*, Santa Fe, Argentina. *Comechingonia* 21(2): 275-304.
- Coy Barrera, C.A., D.C. Gómez & F.A. Castiblanco. 2016. Importancia medicinal del género *Crotón* (Euphorbiaceae). *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 21(2): 234-247.
- Creber, G.T. & W.G. Chaloner. 1984. Climatic indications from growth rings in fossil woods. En: P. Brenchley (ed.), *Fossils and Climate*, 49-73 pp, John Wiley and Sons Ltd., Londres.
- Figueiral, I. 1992. Antracología e Megalitismo: Problemas e perspectivas. O caso do núcleo de Cha de Parada (Serra da Aboboreira). *Portugalia* 9(13-14): 149-157.
- Franch Bach, A., M.L. Ciampagna, M.E. Mansur, M.A. Zubimendi & A. Capparelli. 2022. Colección de referencia de maderas para el estudio del registro antracológico del Litoral Atlántico Patagonia sur de la República Argentina (Provincias de Santa Cruz y Tierra del Fuego). *Darwiniana, nueva serie* 10(1): 193-227.
- Franco, M.J., R.S. Ramos & M. Brea. 2016a. Propuesta para la elaboración de colecciones de referencia de material carbonizado: el caso de la Colección de CICYTTP-Diamante (CONICET). II Taller "Micro Paleobotánica: Relevancia de una red interdisciplinaria de investigaciones en fitolitos y almidones", Libro de Resúmenes: 44-55.
- Franco, M.J., R.S. Ramos & J.C. Castro. 2016b. Estudio preliminar de restos antropológicos del sitio arqueológico Cerro de Boari 3 (Guauguaychú, Entre Ríos). II Taller "Micro Paleobotánica: Relevancia de una red interdisciplinaria de investigaciones en fitolitos y almidones", Libro de Resúmenes :119-120.
- Franco, M.J., R.S. Ramos & J.C. Castro. 2017. Nuevos registros de madera carbonizada en el sitio arqueológico Cerro de Boari 3 (Guauguaychú, Entre Ríos). VII Encuentro de Discusión Arqueológica del Nordeste Argentino, Diamante, *Scientia interfluvius*, Suplemento resúmenes: 47.
- Giacosa, B. 2019. Componente descriptivo: caracterización general y diagnóstico. En: M. Andelman, D. Balderrama & M. Matarasso (eds.), *Plan de manejo del Sitio Ramsar Delta del Paraná*, 39-84 pp, Fundación Humedales/Wetlands International, Buenos Aires, Argentina.
- González, S. 2003. Ritmo de follaje y floración en algunas plantas leñosas nativas. *Agrociencia* 2(7): 27-38.
- González, C. 2011. Arquitectura foliar de las especies de Myrtaceae nativas de la flora argentina III: "Grupo Eugenia". *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 46(1-2): 85-104.
- Guimaraes, F.B., M. Tomazello Filho & A.C. Rodriguez. 2017. Wood anatomy of trees of "canela" species (*Ocotea* and *Nectandra*, Laureaceae) from Santa Catarina, Brazil. *Biotemas* 30(3): 9-24.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic feature for hardwood identification: International Association of Wood Anatomists. *Bulletin* 10(3): 219-332.
- InsideWood, 2004. Published on the Internet. <http://www.insidewood.lib.ncsu.edu/search>. INTI-CITEMA. 2003. Densidad de la madera. <https://www.inti.gov.ar/areas/servicios-industriales/servicios-sectoriales/madera-y-muebles/publicaciones>.
- León, W.J. 2005. Anatomía ecológica del xilema secundario de un Bosque Seco Tropical de Venezuela. *Acta Botánica Venezolánica* 28(2): 257-273.
- León, W.J. 2008. Anatomía de madera en 31 especies de la subfamilia *Mimosoideae* (Leguminosae) en Venezuela. *Colombia Forestal* 1(11): 113-135.
- León, W.J. 2015. Anatomía xilemática de tronco y ramas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae: Byttnerioideae). *ERNSTIA* 25(1): 1-17.
- León, W.J. & N. Espinoza de Pernía. 1997. Cristales en la madera de *Cordia thaisiana* Agostini. *Revista Forestal Venezolana* 41(1): 37-43.
- Lindorft, H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from 769 a very dry tropical forest. *IAWA Journal* 15(4): 361-376.
- Lindskoug, H.B. & M.B. Marconetto. 2015. Lo que el fuego nos dejó. Aportes de la antracología al proyecto arqueológico Ambato (Catamarca, Argentina). *Comechingonia* 2(19): 55-76.
- Luchi, A.E. 2004. Anatomía do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. *Revista Brasileira de Botânica* 27(2): 271-280.
- Maidana, M., Y. González & R. Degen De Arrua. 2015. Plantas medicinales empleadas por pacientes diabéticos en Paraguay. *Infarma-Ciencias Farmacéuticas* 4(27): 214-220.
- Marconetto, M.B. 2005. *Recursos forestales y el proceso de diferenciación social en tiempos prehispánicos en el Valle de Ambato, Catamarca*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 295 pp.
- Marconetto, M.B. 2008. Recursos forestales y el proceso de diferenciación social en tiempos Prehispánicos en el Valle de Ambato, Catamarca, Argentina. En: A.D. Izeta (ed), *South American Archaeology Series*, British Archaeological Reports, Oxford, Inglaterra.
- Martínez-Crovetto, R. 1964. Estudio etnobotánicos. I. Nombres de plantas y su utilidad, según los in-

- dios Tobas del este del Chaco. *Bonplandia* 4(1): 279–333.
- Mennega, A.M.W. 2005. Wood anatomy of subfamily Euphorbioideae; a comparison with subfamilies Crotonoideae and Acalyphoideae and the implications for the circumscription of the Euphorbiaceae. *IAWA Journal* 26(1): 1–68.
- Milana, J.P. & D. Kröhlting. 2015. Climate changes and solar cycles recorded at the Holocene Paraná Delta, and their impact on human population. *Scientific Reports* 12851(5): 1–8.
- Moglia, G. & 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* 1–2(7): 53–71.
- Molina Ayme, Y. 2011. Estudio etnobotánico y etnofarmacológico de plantas medicinales de Tambopata, Madre de Dios, Perú. *Ciencia y Desarrollo* 14: 76–98.
- Oyarzabal M, J. Clavijo, L. Oakley, F. Biganzoli, P. Tognetti, I. Barreris, H.M. Maturro, R. Aragón, P.I. Campanello, D. Prado, M. Oesterheld & R.J.C. León. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral* 28(1):40–63.
- Pensiero, J. & M. Peña. 2000. *Flora y avifauna de la provincia de Santa Fe. Santa Fe, Banco de Santa Fe y El Litoral*, El Litoral Argentino, Santa Fe, Argentina, 384 pp.
- Piqué i Huerta, R. 2006. Los carbones y las maderas de contextos arqueológicos y el paleoambiente. *Ecossistemas* 15(1): 31–38.
- Politis, G.G. 2014. Las implicancias arqueológicas del Diario de Pero Lopes de Sousa (1531) durante su viaje al Río de la Plata y al Delta Inferior del río Paraná. *Revista del Museo de Antropología* 7(2): 317–326.
- Politis, G.G., M. Bonomo & V. Di Prado. 2013. Ceramistas de la ribera. Los antiguos pobladores del delta del Paraná. *Ciencia Hoy* 133(23): 31–37.
- POWO, 2023. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.plantsoftheworldonline.org/> Retrieved 17 November 2023.
- Protti Cosenza, L. 2022. *Estudios anatómicos de material carbonizado de plantas leñosas de interés arqueológico y paleontológico de la provincia de Entre Ríos, Argentina*. Tesina de Grado. Universidad Autónoma de Entre Ríos, Entre Ríos, Argentina, 109 pp.
- Ramírez, G. 2003. Sangre de drago (*Croton lechleri* Muell. Arg). *Natura Medicatrix* 21(4): 213–217.
- Ramos, S., C. Silva & M. Brea. 2019. Análisis antracológico preliminar del sitio arqueológico Cerro Farall (Diamante, Entre Ríos). *Arqueología* 25(3): 59–85.
- Ramos, R.S., M.J. Franco, M. Brea, M. Bonomo & G. Politis. 2020. The use of Wood during prehispanic times in the Upper Paraná Delta revealed through analysis of ancient charcoal. *Vegetation History and Archaeobotany* 2(30): 193–212.
- Rodríguez, E.E. 2007. *Catálogo florístico del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina)*. Tesina de Grado. Universidad Autónoma de Entre Ríos, Entre Ríos, Argentina, 103 pp.
- Rodríguez, M. del R. 2021. Los fuegos y prácticas sociales agropastorales del primer milenio en Antofagasta de la Sierra, Puna Meridional Argentina. Una mirada desde las prácticas sociales. *Comechingonia Revista de Arqueología* 26(1): 55–67.
- Roth, I. & A.M. Giménez. 2006. *Argentine Chaco Forests: dendrology, tree structure, and economic use. Part II: The humid Chaco*. Encyclopedia of plant anatomy. Gebrüder, Borntraeger, Berlín, Stuttgart, Alemania, 204 pp.
- Rotman, A. 1982. Los géneros *Calycorectes*, *Hexachlamys*, *Myrciaria*, *Paramyrciaria*, *Plina* y *Siphoneugena* en la flora argentina (Myrtaceae). *Darwiniana* 24(1–4): 157–185.
- Segala Alves, E. & V. Angylossy-Alfonso. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some brazilian species. 1. Growth rings and vessels. *IAWA Journal* 21(1): 3–30.
- Siegloch, A.M., J.N. Cardoso Marchiori & S. Rodrigues dos Santos. 2013. Anatomia da madeira de dezesseis espécies de Euphorbiaceae lato sensu, com base na análise de agrupamento de caracteres anatómicos. *Balduino* (40): 9–17
- Solari, M.E. 2000. Antracología, Modo de Empleo: en torno al Paisaje, Maderas y Fogones. *Revista Austral de Ciencias Sociales* 4(4): 167–174.
- Souza-Pinto, N.R. & R. Scheel-Ybert. 2021. Charcoal anatomy of Brazilian species. II. 15 native species occurring in Atlantic or Amazon rainforest. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 93(4): e20190983.
- Torino, R., M. Loperfido, M. Alvarez, J.M. Rodríguez, R. Bidegaín, C. Scabuzzo, R. Costa Angrizani & M. Bonomo. 2023. New evidence to discuss Guaraní occupations in the lower Paraná River. The case of Cerro de las Pajas Blancas 1 archaeological site (Santa Fe, Argentina). *Journal of Archeological Science: Reports* 47(1): 103770.
- Tortorelli, L.A. 1956. *Maderas y bosques argentinos*, Acmé SA, Buenos Aires, Argentina, 910 pp.
- Valderrama Freyre, H. 1998. Anatomia comparativa del xilema del duque y de la rama de Cedrelinga catenaeformis Ducke (FABACEAE). *Folia amazonica* 9(1–2): 5–28.
- Vázquez-Correa, A.M. 2017. Xilotecas, importantes colecciones de referencia. *Colombia Forestal* 20(2): 192–201.
- Wheeler, E.A. & P. Baas. 1991. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. *IAWA Bulletin* 12(3): 275–332.
- Wheeler, E.A. & P. Baas. 1993. The potentials and limitations of dicotyledonous wood anatomy for climatic reconstructions. *Paleobiology* 19(4): 487–498.
- Zobel Zobel, B. & J. Van Buijtenen. 1989. *Wood variation. Its causes and control*. Springer-Verlag Berlín, Alemania, 363 pp.

Zucol, A.F., M. Brea, E. Passeggi & M.J. Franco. 2014. Colecciones del laboratorio de paleobotánica y procesamiento de material sedimentario del CI-CYTTP-DIAMANTE (CONICET). *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología* 14: 71–82.

Doi: 10.22179/REVMACN.26.840

Recibido: 5-XII-2023

Aceptado: 23-5-2024