



Leños fósiles de Anacardiaceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina

María Jimena FRANCO^{1, 2}

Abstract. FOSSIL WOODS OF ANACARDIACEAE FROM ITUZAINGÓ FORMATION (PLIOCENE - PLEISTOCENE), TOMA VIEJA, PARANÁ, ENTRE RÍOS, ARGENTINA. Two petrified woods from Ituzaingó Formation (Pliocene-Pleistocene) are described and assigned to Anacardiaceae. The specimens were found in Toma Vieja fossiliferous locality, Paraná, Entre Ríos, Argentina. The presence of a combination of characters in each one allowed to distinguish this family from other dicotyledonous and to assign the material to two morphotaxa: *Astroniumxylon parabalansae* Franco et Brea and a new morphospecies of *Astroniumxylon* Brea et al. The petrified woods show great affinity with the genera *Astronium* Jacq., while *Astronium balansae* Engl. and *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. are the most related species. The comparison with the nearest living relatives suggests that the fossils might have been a component of Neotropical Dry Forests with strongly seasonal climate. These current forests develop in South America and are relict in isolated localities in the North of Argentina, Southeast of Bolivia and Brazil, but that in the past they were more extended to the South and East of the American continent. Anacardiaceae family was a very important component during the Cenozoic in southernmost South America. This evidence is supported by diverse and abundant fossil record of Anacardiaceae.

Resumen. Se describen dos leños permineralizados hallados en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), de la familia Anacardiaceae. El material fósil fue encontrado en la localidad fosilífera de Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. La presencia de una combinación de caracteres en cada uno permitió distinguir esta familia de otras dicotiledóneas e identificar dos morfotaxones: *Astroniumxylon parabalansae* Franco et Brea y una nueva morfoespecie de *Astroniumxylon* Brea et al. Los ejemplares presentan afinidad con el género actual *Astronium* Jacq. Las especies actuales más afines son *Astronium balansae* Engl. y *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. respectivamente. El método del análogo moderno sugiere que las nuevas plantas crecieron bajo condiciones climáticas con estacionalidad marcada e integraron paleocomunidades vinculadas al Dominio de los Bosques Neotropicales Estacionales, que a partir del Mioceno fueron reduciendo su distribución en el norte de Argentina, sudeste de Bolivia y Brasil. La abundancia de fósiles de Anacardiaceae, registrados en numerosas localidades fosilíferas de Argentina desde el Mioceno hasta el Pleistoceno, apoyan la postura que esta familia fue un componente importante durante el Cenozoico del sector más austral de América del Sur.

Key words. Fossil woods. Anacardiaceae. Pliocene-Pleistocene. Ituzaingó Formation. Argentina. Entre Ríos.

Palabras clave. Leños fósiles. Anacardiaceae. Plioceno-Pleistoceno. Formación Ituzaingó. Argentina. Entre Ríos.

Introducción

La familia Anacardiaceae está constituida por aproximadamente 73 géneros y 850 especies de amplia distribución a nivel mundial; incluye árboles, arbustos y lianas. Se trata de una familia de distribu-

ción pantropical, presente en todos los continentes, incluso en regiones templadas. Las plantas de esta familia son de valor económico, producen frutos comestibles, gomas, resinas, taninos, tintes y maderas de importancia comercial (Dong y Baas, 1993). Dentro de las anacardiáceas, los géneros *Astronium* Jack, *Schinopsis* Engl. y *Schinus* L. son considerados componentes muy importantes de la flora arbórea argentina (Tortorelli, 1956).

Entre los representantes de la Familia Anacardiaceae existen géneros endémicos de Australia (*Euroschinus* Hook. f. y *Rhodospaera* Engl.), Centroamérica (*Cyrtocarpa* Kunth y *Comocladia* P. Browne, entre

¹Laboratorio de Paleobotánica, Centro de Investigaciones Científicas, Diamante (CICYTTP-Diamante, CONICET), Materi y España SN, 3105 Diamante, Entre Ríos, Argentina.

²jimenafr@gmail.com.

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

otros), sur de América del Norte y oeste de Indias (Raven y Axelrod, 1974). Pero, aproximadamente el 41% de sus géneros son nativos del continente americano (Terrazas, 1999).

Raven y Axelrod (1974), mencionan a las Anacardiaceae entre las familias que ya se encontraban representadas en América del Norte por taxas derivadas de Eurasia cuando otros elementos llegaron a Sudamérica. Algunos representantes de esta familia probablemente migraron de África a América del Sur durante o antes del Paleoceno (Raven y Axelrod, 1974).

La presencia de las anacardiáceas en la Argentina se remonta al Cretácico (Menéndez, 1972; Romero, 1978) y se la menciona como un ejemplo de evolución *in situ* (Romero, 1978), es decir, las especies no aparecieron por migración desde los bosques sur-brasileños, sino por evolución *in situ* en la Patagonia; en el registro polínico corresponderían entre otras a *Retitricolporites chubutensis* Archangelsky y *Striatricolporites gamerroi* Archangelsky (Romero, 1978; Prámparo *et al.*, 2007).

Durante el Maastrichtiano?-Paleoceno de Argentina se menciona la presencia de registros palinológicos de Anacardiaceae y se las considera como indicadora de condiciones subtropicales-tropicales (Quattrocchio y Ruiz, 1999; Prámparo *et al.*, 2007). Otras asociaciones polínicas de esta familia, que sugieren condiciones cálidas y húmedas, fueron encontradas en el Oligoceno en la Formación San Julián, provincia de Santa Cruz (Barreda, 1997b; Prámparo *et al.*, 2007). Hacia fines del Aquitaniano (Mioceno Temprano), en la región extra-andina se documenta la presencia de leños fósiles de Anacardiaceae, con afinidad al género *Schinopsis*. En el ámbito de la Cordillera Frontal, para el Mioceno Temprano a Medio, se registran datos palinológicos de esta familia (Ottone *et al.*, 1998). En el Mioceno Medio a Tardío y Plioceno, en la región de los Valles Calchaquíes y en la Mesopotamia, se las menciona entre las familias dominantes de la flora herbácea- arbustiva (Mautino *et al.*, 1997; Anzótegui, 1998; Mautino y Anzótegui, 2002; Anzótegui, 2004; Anzótegui y Herbst, 2004; Anzótegui *et al.*, 2007; Brea *et al.*, 2001; Anzótegui y Aceñolaza, 2008; Franco y Brea, 2008). Asimismo, en el Mioceno Tardío, la vegetación de la Patagonia extra-andina estuvo dominada por comunidades xerofíticas con presencia de anacardiáceas (Barreda *et al.*, 2006; Barreda *et al.*, 2007). En el Pleistoceno, en la Mesopotamia, se hallaron numerosos leños fósiles de Anacardiaceae (Lutz, 1979; Brea, 1999; Zucol *et al.*, 2005).

La presente contribución tiene por objeto dar a conocer un nuevo morfotaxón y ampliar el biocrón de un ejemplar previamente conocido. Los dos leños permineralizados fueron asignados a la Familia Anacardiaceae.

AMEGHINIANA 46 (4), 2009

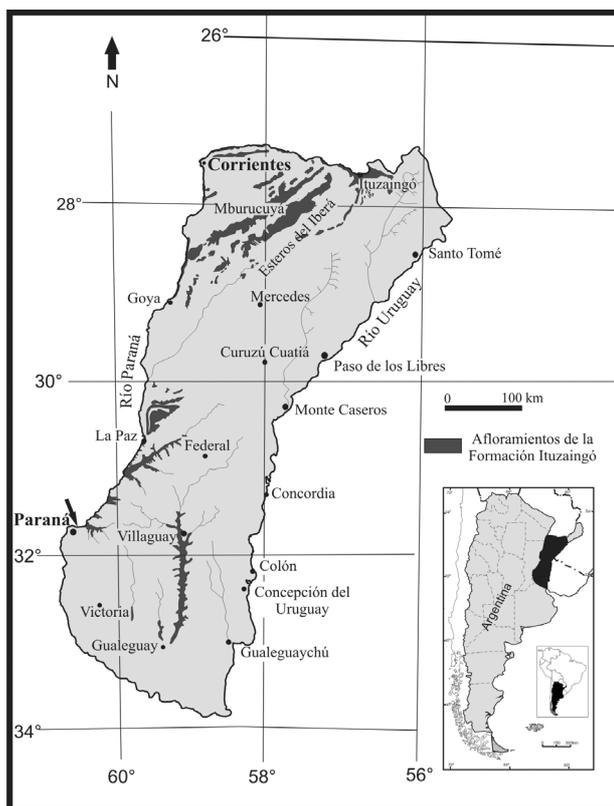


Figura 1. Mapa geológico de los afloramientos de la Formación Ituzaiingó (Plioceno-Pleistoceno) en las provincias de Entre Ríos y Corrientes. La flecha señala la ubicación de la localidad fosilífera / geological map of the outcrops of Ituzaiingó Formation in Entre Ríos and Corrientes province. The arrow indicates the location of the fossiliferous locality.

Materiales y métodos

Los ejemplares fósiles fueron hallados en la localidad fosilífera de Toma Vieja (31° 42' 09,9'' LS; 60° 28' 35,5'' LO), Paraná, provincia de Entre Ríos (figura 1). En esta localidad, afloran los sedimentos continentales de la Formación Ituzaiingó (Plioceno-Pleistoceno). Esta unidad tiene una potencia de 14 m y, en los depósitos arenosos de esta formación, se reconoce un nivel fosilífero (figura 2) caracterizado por la presencia de leños permineralizados en muy buen estado de preservación.

La Formación Ituzaiingó fue reconocida formalmente por D'Orbigny (1842) como uno de los horizontes del "Tertiare Guaranien" y fue definida por primer vez por De Alba (1953) y formalizada por Herbst (1971) y Herbst *et al.* (1976), los cuales le confieren status definitivo de formación.

La Formación Ituzaiingó aflora en la margen izquierda del río Paraná, desde el norte de la provincia de Corrientes en la ciudad de Ituzaiingó hasta Goya, y desde allí hacia el sur hasta la ciudad de Paraná en la provincia de Entre Ríos. En el subsuelo, se extien-

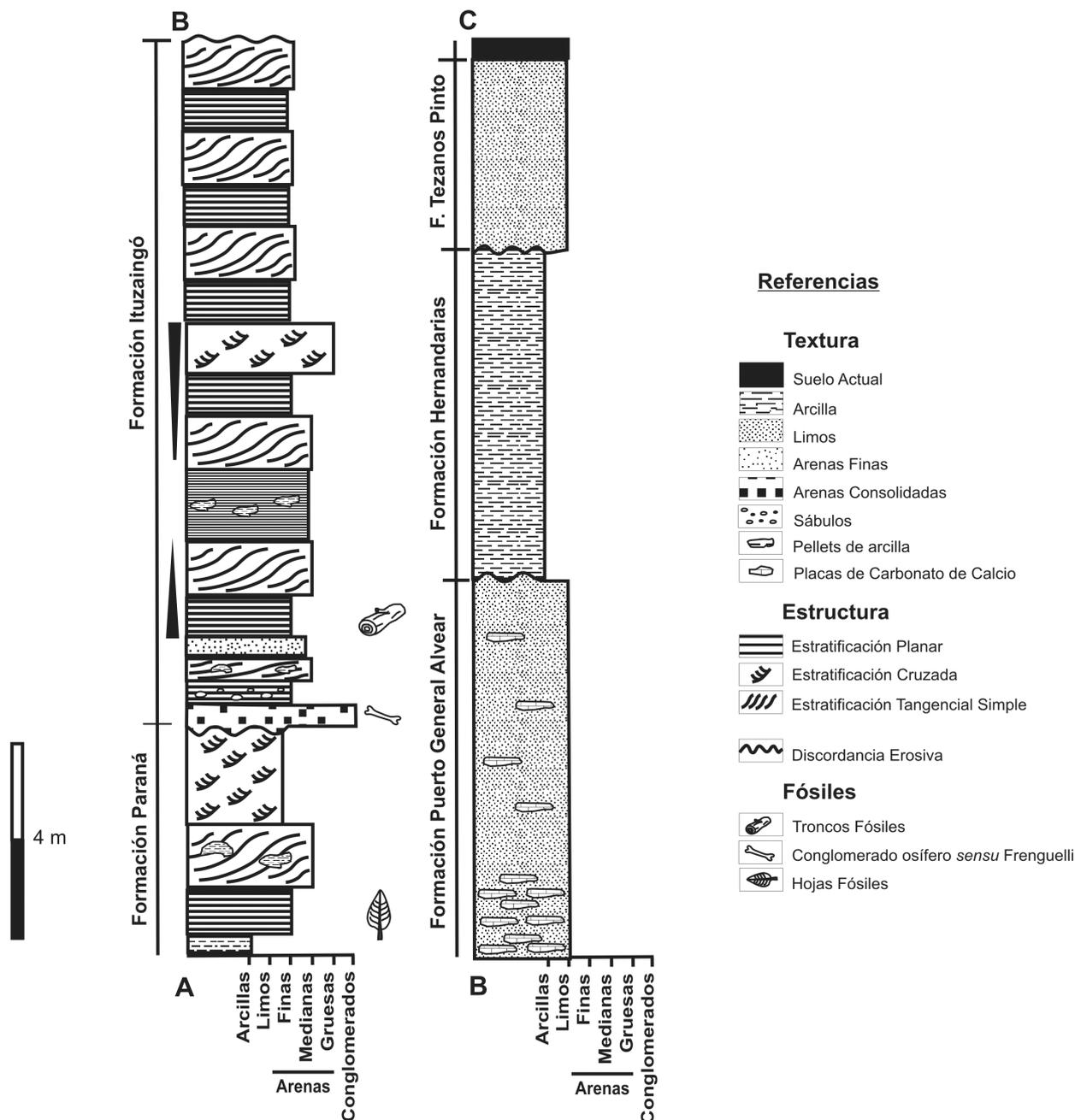


Figura 2. Perfil esquemático en la localidad Toma Vieja, Entre Ríos, Argentina/ schematic stratigraphic column from Toma Vieja locality, Entre Ríos, Argentina.

de por todo el oeste de Corrientes y Entre Ríos hasta la latitud de la ciudad de Paraná, este del Chaco, casi toda Santa Fe, este de Córdoba y norte de Buenos Aires (Herbst, 1971, 2000; Iriundo y Rodríguez, 1973; Iriundo, 1979; Anis *et al.*, 2005).

Esta unidad está integrada por arenas y areniscas cuarzosas fluviales de colores variables (blanquecinas, amarillentas a rojizas, pardo rojizas a gris oscuras o negras) sueltas o en diferentes estados de consolidación, con intercalaciones de niveles arcillosos verdosos a grises y niveles conglomerádicos o de gravas.

Las estratificación de tipo planar, tangencial simple y entrecruzada predominan en esta unidad (figura 2).

Los afloramientos de la Formación Ituzaingó, en la Mesopotamia argentina, están relacionados a los ambientes de las barrancas del río Paraná y a los arroyos internos (Iriundo, 1980; Herbst, 2000). Esta unidad ha sido objeto de diversos estudios geológicos y sedimentológicos (De Alba, 1953; Herbst, 1971, 2000; Iriundo y Rodríguez, 1973; Gentili y Rimoldi, 1979; Iriundo, 1980; Herbst y Santa Cruz, 1985; Jalfin, 1988; Bidegain, 1991; Anis *et al.*, 2005).

El material estudiado corresponde a leños permieralizados por silicificación, que no muestran signos de distorsión ni procesos de aplastamiento y sólo han preservado la anatomía del xilema secundario. Para su estudio, se realizaron secciones delgadas en sus tres cortes estándar (corte transversal, longitudinal tangencial y longitudinal radial).

La terminología empleada para el estudio xilológico fue tomada de los glosarios de términos en anatomía de maderas (Kribs, 1935; Boureau, 1957; Tortorelli, 1963; Cozzo, 1964; Carlquist, 1988, 2001; IAWA Committee, 1989; Terrazas, 1994), se utilizaron las clasificaciones estándar de Chattaway (1932) y la recopilación bibliográfica de Gregory (1994).

Se utilizaron los atlas de anatomía de madera para determinar el material fósil (Heimsch, 1942; Wagemann, 1948; Metcalfe y Chalk, 1950; Tortorelli, 1956; Terrazas, 1994; Richter y Dallwitz, 2000; Roth y Giménez, 2006; Wheeler *et al.*, 2004 y Gupta y Agarwal, 2008). Los caracteres anatómicos diagnósticos de la familia Anacardiaceae, fueron tomados de Webber (1941); Heimsch (1942); Metcalfe y Chalk (1950); Tortorelli (1956); Dimitri (1978); Terrazas (1994); Martínez Millán (2000); Richter y Dallwitz (2000); León (2003); Wheeler *et al.* (2004); Pell (2004) y Gupta y Agarwal (2008).

Las mediciones que se dan en las descripciones constituyen promedios de 25 medidas, en todos los casos se cita primero la media y entre paréntesis las medidas mínimas y máximas del rango de distribución.

En lo que respecta a la nomenclatura de los fósiles, a pesar de que algunos autores sugieren el uso de géneros actuales a partir del Plioceno (Collinson, 1986), en este trabajo se determinaron los ejemplares como entidades morfogénicas siguiendo el criterio de Avise y Johns (1999), debido a que sólo se disponía del xilema secundario para su estudio. Esto, permitió unificar criterios con trabajos realizados previamente y, facilitó la comparación del material con otros fósiles y asignación a los mismos.

Los materiales se encuentran depositados en la Colección Paleobotánica del Laboratorio de Paleobotánica, CICYTTP-CONICET, Diamante, bajo los números CIDPALBO 26, CIDPALBOmic 676 y CIDPALBO 27, CIDPALBOmic 677.

Los ejemplares fueron estudiados con microscopio Nikon Labophot y Nikon Eclipse E200 y las microfotografías fueron tomadas con una cámara digital Nikon Coolpix S4.

A fin de determinar las características paleoecológicas y paleogeográficas de las especies fósiles halladas en la Formación Ituzaingó, se utilizó el método del análogo moderno o pariente actual más cercano.

AMEGHINIANA 46 (4), 2009

Paleontología sistemática

División MAGNOLIOPHYTA

Clase MAGNOLIOPSIDA

Familia ANACARDIACEAE

Género *Astroniumxylon* Brea *et al.* 2001

Especie tipo. *Astroniumxylon portmannii* Brea *et al.* 2001.

Astroniumxylon bonplandianum sp. nov.

Figuras 3.1-6 y 4.1-7

Holotipo. CIDPALBO 27, CIDPALBOmic 677.

Procedencia geográfica. Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos.

Procedencia estratigráfica. Formación Ituzaingó.

Edad. Plioceno-Pleistoceno.

Afinidad botánica. Dentro de la familia Anacardiaceae, el ejemplar fósil tiene una estrecha afinidad con el género actual *Astronium* Jacq. y a nivel específico con *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. "Urundel".

Derivatio nominis. El epíteto específico, *bonplandianum*, está dedicado al Botánico Francés Aimé Bonpland (1773-1858) quien fue el primer naturalista-explorador que descubrió y recolectó plantas fósiles en la cuenca del Plata, en la localidad de Puerto Víboras al sur de Hernandarias (Entre Ríos), durante su histórico viaje por América del Sur.

Diagnosis. *Semi-ring porous, vessels solitary and 2-5 or more radial multiples vessels, tangential multiples or clusters, vessel element small to medium sized, tyloses; alternate and small intervessel pitting; rays uniseriate to triseriate, rays bi and triseriate with uniseriate wings, rays triseriate with or without schizogenous canals; radial system heterogenous; rays moderately numerous, body ray cells procumbent, marginal cells upright, prismatic crystals in upright cells; thick-walled fibers; axial parenchyma paratracheal vasicentric, complete and incomplete, aliform or confluent.*

Diagnosis. Porosidad semicircular; poros solitarios y múltiples radiales de 2-5 o más elementos, múltiples tangenciales o agrupados, elementos de vaso pequeños a medianos, tilosis; puntuaciones intervasculares alternas y pequeñas; radios uniseriados a triseriados, radios bi y triseriados presentan colas uniseriados, radios triseriados con o sin canales esquizógenos, sistema radial heterogéneo, radios moderadamente numerosos, constituido por células procumbentes y células cuadrangulares en los extremos, cristales prismáticos en células cuadrangulares; fibras con paredes gruesas; parénquima axial paratracheal vasicéntrico completo o incompleto, aliforme o confluyente.

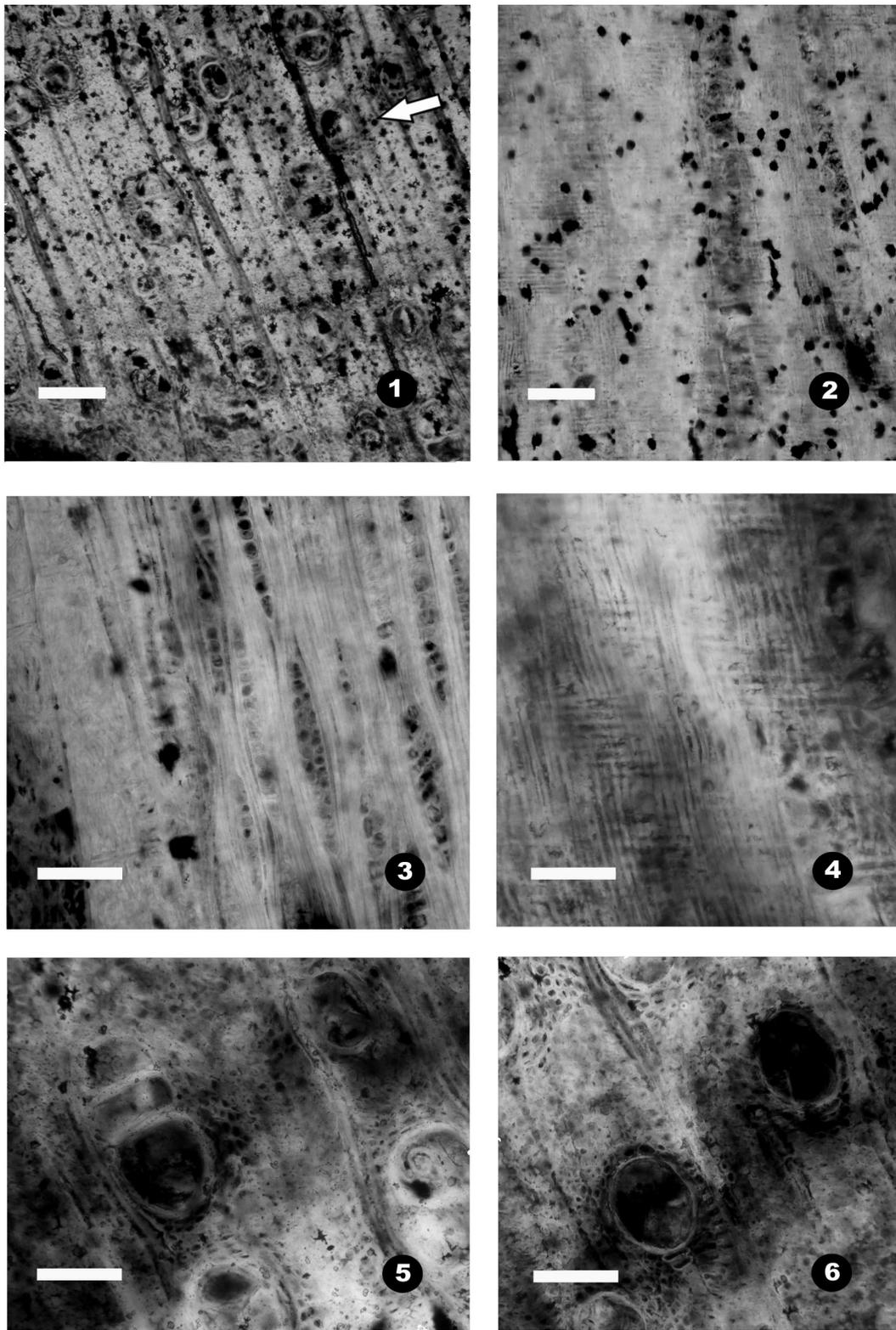


Figura 3. 1-6, *Astroniumxylon bonplandianum* sp. nov. 1, sección transversal mostrando vasos, radios, parénquima axial y fibras / cross section showing vessels, rays, axial parenchyma and fibres. 2, sección longitudinal radial mostrando radios heterogéneos formados por células procumbentes y células cuadrangulares / radial section showing heterocellular rays composed by procumbent cells and square cells. 3, sección longitudinal tangencial, donde se observan los radios uni, bi y triseriados / tangential section, showing uni, bi and triseriate rays. 4, detalle de la sección longitudinal radial mostrando radios heterogéneos formados por células procumbentes y células cuadrangulares / detail of the radial showing heterocellular rays composed by procumbent cells and square cells. 5, Vasos solitarios y múltiple radial de 3 elementos en sección transversal / radial multiples of 3 elements and solitary vessel in cross section. 6, Vasos solitarios en sección transversal / solitary vessels in cross section. CIDPALBO 27, PALBOmic 677. Escala / scale: 1-2: 200 μ m; 3-4: 100 μ m.

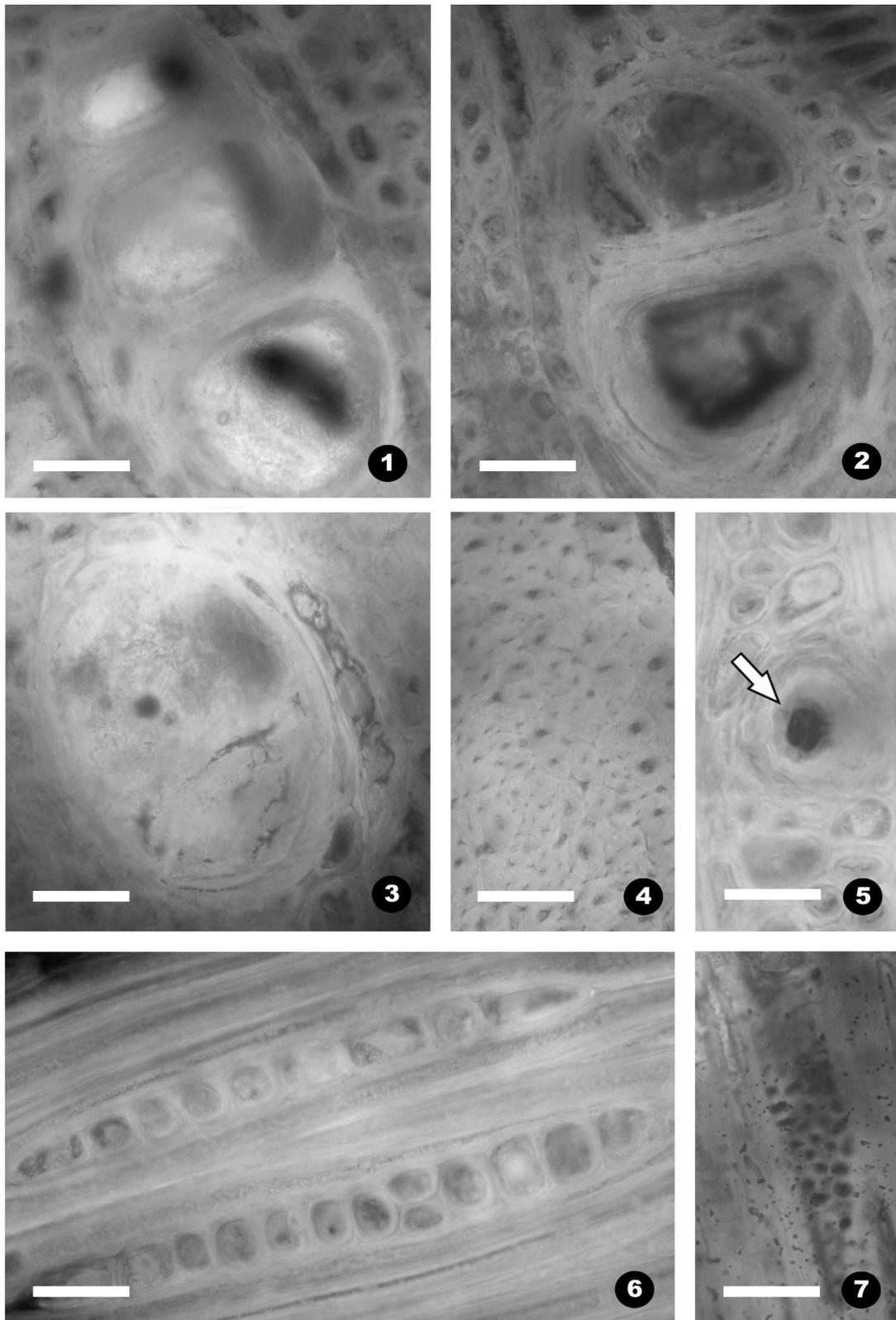


Figura 4. 1-7, *Astroniumxylon bonplandianum* sp. nov. 1, detalle de un vaso multiple radial formado por 3 elementos en sección transversal / detail of a radial multiples of 3 vessels elements in cross section. 2, detalle de un vaso multiple radial formado por 2 elementos en sección transversal / detail of a radial multiples of 2 elements vessels in cross section. 3, detalle de un vaso solitario en sección transversal / detail of solitary vessel in cross section. 4, fibras en corte transversal / fibres in cross section. 5, canal con contenidos en radio multiseriado / multiseriate ray showing canal with contents. 6, radios uni y biseriados en corte longitudinal tangencial / uni and biseriate rays in tangential section. 7, corte longitudinal tangencial de un vaso donde se observan puntuaciones alternas / alternate interoessel pittings in tangential section. CIDPALBO 27, PALBOmic 677. Escala / scale: 1-7: 30 μ m.

Descripción. Los anillos de crecimiento son distinguibles. La porosidad es semicircular (figura 3.1). Los vasos tienen un trayecto rectilíneo a muy levemente sinuoso y no presentan ningún patrón de disposición. Los poros son de dos tamaños distintos y de contorno oval a circular. La mayoría de los poros presentan contenidos marrones, negros y ocres oscuros (figuras 3.1, 3.5, 3.6 y 4.1-3), y abundante tilosis. Sus paredes tienen un grosor de 10 (5-13) μm . Los elementos de vaso son predominantemente solitarios (55 %), también se observan múltiples radiales de 2, 3, 4, 5 y más elementos (16,92 %; 9,23 %; 5,38 %; 2,69 %; 2,3 % respectivamente), múltiples tangenciales (3,08 %) y agrupados (5,38 %) (figuras 3.1, 3.5, 3.6 y 4.1-3). Son de talla pequeña, con un diámetro tangencial de 88 (67-130) μm y un diámetro radial de 126 (73-211) μm . Con una densidad media de 20 (de 16-28) por mm^2 . Los elementos de vaso son muy cortos, con una longitud media de 183 (120-300) μm . Presentan paredes terminales rectas u oblicuas y las placas de perforación son simples. Las puntuaciones intervasculares son alternas, inclusas, redondeadas, espaciadas y con un diámetro promedio de 5 μm (figura 4.7). Las fibras son de sección poligonal a levemente redondeada, con paredes gruesas y lumen estrecho, algunas se disponen en hileras radiales (figura 4.4), tienen un diámetro de 12 (7-15) μm y espesor de pared de 5 (2-5) μm . Los radios muestran un trayecto rectilíneo a muy levemente sinuoso al bordear algunos vasos. El parénquima axial es escaso; paratraqueal, vasicéntrico completo e incompleto; a veces confluyente uniendo 2 ó más vasos (figuras 3.1, 3.5 y 3.6). Los radios son moderadamente numerosos, se encuentran en un promedio de 6 (entre 5-8) por mm lineal. Son mayormente uniseriados (56,45 %), también hay biseriados (37,10 %) y triseriados (6,45 %) (figuras 3.3 y 4.6), unos pocos radios presentan canales esquizógenos (uno por radio) (figura 4.5). Los radios bi y tri seriados en general presentan colas uniseriadas (figura 4.6). Son heterogéneos del tipo I y II B de Kribs, constituidos por células procumbentes con células cuadrangulares en los extremos (1-4 células cuadrangulares y 6-9 células procumbentes aproximadamente) (figuras 3.2 y 3.4). Presentan una altura de 215 (100-385) μm y un ancho de 24 (10-55) μm . La altura de los radios expresada en número de células es 10 (4-24) y el ancho expresado en número de células es de 2 (1-3). Se observan cristales romboidales en algunas células de los radios (figura 4.6).

Astroniumxylon parabalansae Franco et Brea 2008
Figuras 5.1-8 y 6.1-4

Holotipo. CIDPALBO 22 y CIDPALBOmic 592.
Nuevo material estudiado. CIDPALBO 26 y CIDPALBOmic 676

Procedencia geográfica. Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos.

Procedencia estratigráfica. Formación Ituzaingó

Edad. Plioceno-Pleistoceno.

Afinidad botánica. Dentro de la familia Anacardiaceae, el ejemplar fósil tiene una marcada afinidad con el género actual *Astronium* Jacq. y a nivel específico se asemeja a *Astronium balansae* Engl. "Urunday".

Descripción. Los anillos de crecimiento son distinguibles. La porosidad es difusa. Los vasos se disponen irregularmente en el tejido y tienen trayecto sinuoso (figura 5.1). Los poros son de contorno oval a circular y sus paredes presentan un grosor de 6 (2-10) μm . La mayoría de los poros tienen contenidos marrones, negros y ocres oscuros, y presentan abundante tilosis. Los poros se presentan predominantemente solitarios (64,83 %), también se observan múltiples radiales de 2, 3, 4 ó más elementos (13,18 %; 10,99 %; 5,49 %; 4,39 % respectivamente) y muy raramente agrupados (1,10 %). Son de tamaño pequeño, con diámetro radial de 99 (50-160) μm y diámetro tangencial de 79 (40-100) μm . Los elementos de vaso presentan una densidad de 14 (9-18) por mm^2 . Los elementos de vaso son cortos, con longitud de 346 (127-755) μm . Algunos vasos presentan engrosamientos espiralados (figura 6.4). Traqueidas vasculares presentes (figura 6.2). Las puntuaciones intervasculares son alternas, de forma poligonal, muy pequeñas y con un diámetro medio de 5 μm (figura 6.3). Las placas de perforación son simples. Las fibras son de sección poligonal, no septadas, muy abundantes y se disponen en hileras radiales (figura 5.5). Tienen paredes gruesas y lúmenes relativamente estrechos, con diámetro de 15 (10-18) μm y espesor de pared de 5 (2-8) μm . El parénquima axial es escaso, paratraqueal y apotraqueal. El parénquima paratraqueal es vasicéntrico completo e incompleto, a veces confluyente uniendo dos o más elementos de vaso (figura 5.3). El parénquima apotraqueal es difuso agregado. Los radios son de forma lenticular a lineal y se encuentran en un promedio de 9 (entre 7-13) por mm lineal. Son uniseriados (14,10 %), biseriados (30,00 %), triseriados (38,00 %), tetraseriados (12,68%) y más (5,16%), también se observan unos pocos radios agregados (figuras 5.1, 5.4, 5.7 y 6.1). Los radios múltiples seriados y/o agregados suelen presentar entre 1-2 canales intercelulares esquizógenos con contenidos ocres a oscuros (figuras 5.1 y 5.7). Algunos radios multiseriados presentan porciones uniseriadas, tanto en los extremos como en su sector medio. Los radios son heterogéneos del tipo II B de Kribs, constituidos por células procumbentes y cuadrangulares entremezcladas a lo largo del mismo (dos hileras de células cuadrangulares y entre 3-12 células procumbentes) (fi-

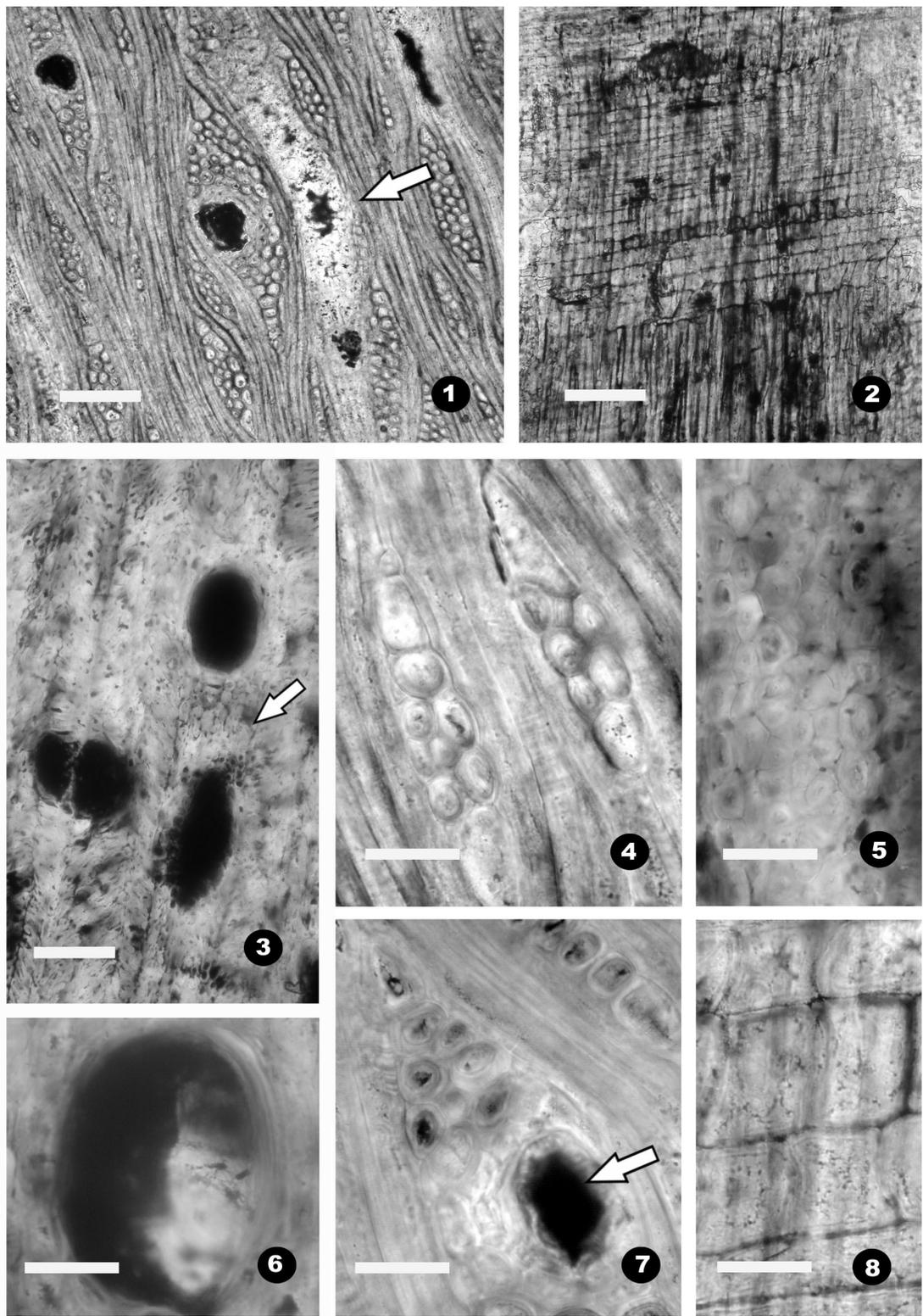


Figura 5. 1-8, *Astroniumxylon parabalansae* Franco et Brea. 1, vista general en corte longitudinal tangencial mostrando radios / general view in tangential section showing rays. 2, vista general en corte longitudinal radial mostrando radios heterocelulares formados por células procumbentes y células cuadrangulares / general view in radial section showing heterocellular rays composed by procumbent cells and square cells. 3, vista general en corte transversal mostrando vasos, radios, fibras y parénquima axial / general view in cross section showing vessels, rays, fibres and axial parenchyma. 4, radios bi y triseriados en corte longitudinal tangencial / bi and triseriate rays in tangential section. 5, fibras en corte transversal / fibres in cross section. 6, detalle de tilosis en vaso solitario en sección transversal / detail of tyloses in solitary vessel in cross section. 7, canal con contenidos en radio multiseriado / multiseriate ray showing canal with contents. 8, células procumbentes y cuadrangulares en corte longitudinal radial / procumbent and square cells in radial section. CIDPALBO 22, PALBOmic 592. Escala / scale: 1, 2, 3: 100 µm; 4, 5, 6, 7, 8: 30 µm.

guras 5.2 y 5.8). Tienen una altura de 209 (88-431) μm y un ancho de 40 (9-108) μm . En las células extremas de los radios se observan cristales romboidales (figura 6.1). La altura de los radios expresada en número de células es 11 (5-24) y el ancho expresado en número de células es de 3 (1-7).

Comparaciones

La combinación de los caracteres (vasos de tamaño pequeño a mediano, de longitud moderada, mayormente solitarios, también múltiples radiales, con una densidad de 2-25 por mm^2 , con abundante tilosis; placas de perforación exclusivamente simples y paredes terminales generalmente oblicuas; punteaduras intervasculares alternas; parénquima escaso, del tipo paratraqueal vasicéntrico, pudiendo ser también aliforme o localmente confluyente; radios comúnmente uniseriados, biseriados o triseriados, algunos con canales esquizógenos, heterogéneos y heterocelulares formados por células cuadrangulares y procumbentes; presencia de cristales y traqueidas vasculares) indica que el material estudiado tiene una gran afinidad con la familia Anacardiaceae (Wagemann, 1948; Metcalfe y Chalk, 1950; Terrazas, 1994; León, 2003; Martínez Millán, 2000; Gupta y Agarwal, 2008).

Desde el siglo pasado, a partir de la década del 40, se postulaba que las Anacardiaceae junto con las Burseraceae, Rutaceae, Simaroubaceae, y Meliaceae parecían constituir, en base a la estructura de sus leños, un grupo filogenético (Webber, 1941; Heimsch, 1942; Metcalfe y Chalk, 1983). Las anacardiáceas y burseráceas son muy semejantes en lo que respecta a la estructura del xilema secundario, con presencia de canales intercelulares en los radios en ambas familias, siendo los mismos menos evolucionados que los de las familias Rutaceae, Simaroubaceae y Meliaceae (Heimsch, 1942). Los canales intercelulares de origen traumático de los radios de las Rutáceas y Simarubáceas, sugieren el origen de estas familias a partir de las Burseráceas y Anacardiáceas (Webber, 1941).

Recientemente, utilizando secuencias de ADNr y ADNcp, Pell (2004) estableció que las Anacardiaceae son un grupo monofilético y que su grupo hermano es la familia Burseraceae.

Los estudios fenéticos realizados por Martínez Millán (2000) determinaron que esta familia es un grupo compacto y bien definido. De este análisis, también se establece que las Burseraceae son un grupo independiente de las Anacardiaceae. De esta manera, revocan la postura que los miembros de ambas familias conformaban una única entidad familiar (Terrazas, 1994).

Comparaciones con especies actuales

Los morfotaxones estudiados se compararon con los géneros actuales más afines de la Familia Anacardiaceae (cuadro 1) y presentan más afinidad con el género *Astronium*. Los ejemplares fósiles y el género *Astronium* presentan caracteres que lo diferencian del género *Schinopsis*, entre ellos, el porcentaje de radios uni, bi, tri y multiseriados y el porcentaje de vasos solitarios y múltiples radiales.

El ejemplar fósil *Astroniumxylon bonplandianum* es similar a los leños de la especie actual *Astronium urundeuwa* en: vasos predominantemente aislados, bi y tripartidos y muy pocos agrupados, con abundante tilosis; puntuaciones intervasculares alternas; placas de perforación simples; fibras de sección poligonal, con paredes gruesas y dispuestas en hileras radiales; radios más anchos que bajos, predominan los uniseriados y en menor cantidad los biseriados y triseriados, siendo del tipo Heterogéneo II B de Kribs, algunos radios presentan canales intercelulares y cristales romboidales en las células terminales; el parénquima axial es escaso (cuadro 1).

Astroniumxylon parabalansae se asemeja a la especie actual *Astronium balansae*, especie que comparte con el material fósil los siguientes caracteres: vasos dispuestos irregularmente en el tejido, predominantemente aislados, también múltiples radiales cortos y muy pocos agrupados, con abundante tilosis; puntuaciones intervasculares alternas; placas de perforación simples; fibras dispuestas en sentido radial, de sección poligonal; radios lenticulares a lineales, dispuestos irregularmente, predominan los bi y triseriados, en menor cantidad los uni y multiseriados, del tipo Heterogéneo II B de Kribs; presencia de radios con canales intercelulares; parénquima paratraqueal poco abundante; anillos de crecimiento distinguibles; presencia de cristales romboidales en células de los radios (cuadro 1).

Comparaciones con material fósil

El material analizado fue comparado con los morfogéneros fósiles que se detallan en el cuadro 2. Los ejemplares fósiles analizados tienen sus mayores similitudes con el género *Astroniumxylon* (Brea *et al.*, 2001). *Astroniumxylon* es afín al género actual *Astronium* Jacq. y sus caracteres anatómicos más importantes son: presencia de poros en su mayoría solitarios o múltiples radiales cortos de 2-3 elementos, de tamaño pequeño a mediano, radios uni-triseriados y multiseriados de 4-7 células de ancho, estos últimos con canales intercelulares esquizógenos con contenido y parénquima axial escaso (Brea *et al.*, 2001). Este morfogénero tiene dos especies fósiles descritas:

Cuadro 1. Comparación de los caracteres xilológicos entre *Astroniumxylon parabalansae* Franco et Brea y *Astroniumxylon bonplandianum* sp. nov. y especies actuales de la familia Anacardiaceae / comparative chart among *Astroniumxylon parabalansae* Franco et Brea and *Astroniumxylon bonplandianum* sp. nov. and Anacardiaceae wood genera. Referencias / References: Tortorelli, 1956; Roth y Gimenez, 2006; Wheeler et al., 2004.

Especie	Anillos de Crecimiento	Vasos	Traqueidas vasculares	Parénquima	Radio	Fibras	Puntuaciones Intervasculares	Contenidos Celulares	Distribución
<i>Astroniumxylon bonplandianum</i> sp. nov.	Distinguidos	Porosidad semicircular. Predominan los solitarios, también múltiples radiales de 2, 3, 4, 5 y más elementos, múltiples tangenciales y agrupados. 20 por mm ² . Perforaciones simples? y tabiques rectos u oblicuos	No fue posible observar	Escaso. Paratraqueal vasicéntrico completo e incompleto; a veces confluyente uniendo dos o más vasos	6 por mm lineal. Dispuestos irregularmente. Predominan los uniseriados, en menor número biseriados y triseriados. Heterogéneos del Tipo I y IIB de Kribs. Altura media 215,25 (100-385) µm	A veces dispuestas en hileras radiales. De sección poligonal a levemente redondeadas, con paredes gruesas y lumen estrecho	Alternas, areoladas, espaciadas y con un diámetro medio de 5,08 µm	Vasos con contenidos oscuros y abundante tilosis. Cristales romboidales en células de radio y en algunos canales (1 por radio)	Plioceno, Formación Ituzaiingó
<i>Astroniumxylon parabalansae</i> Franco et Brea	Distinguidos	Porosidad difusa. Predominan los solitarios, también múltiples radiales de 2, 3, 4, 5 y más elemento y muy raramente agrupados. Diámetro tangencial promedio 79,25 (40-100) µm. 14 por mm ² . Perforaciones simples	Presentes	Escaso. Paratraqueal vasicéntrico completo e incompleto, a veces confluyente uniendo dos o más vasos. A potraqueal difuso agregado	De forma lenticular o lineal. Dispuestos irregularmente. 9 por mm lineal. Predominan los bi y triseriados en menor número los uniseriados. También multiseriados y agregados. Heterogéneos del tipo IIB de Kribs. Altura media 209,18 (88,20-431,20) µm	Dispuestas en hileras radiales. De sección poligonal a redondeadas, no septadas, muy abundantes. De paredes gruesas y lumen estrecho	Alternas, de forma poligonal. Muy pequeña	Vasos con contenidos oscuros y abundante tilosis. Radios con cristales romboidales y en algunos canales esquizogénos. (1-2 por radio)	Plioceno, Formación Ituzaiingó
<i>Astronium urundeuva</i>	Poco demarcados	Dispuesto irregularmente. Predominan los aislados, bi y tripartidos, muy poco agrupados. Diámetro medio 110 (80-180) µm. Placa de perforación simples y tabiques oblicuos. Abundante Tilosis	Escasamente paratraqueal	Escasamente paratraqueal	4-8 por mm lineal. Dispuestos irregularmente. Predominan los uniseriados lineales, en menor número biseriados, muy pocos triseriados. Heterogéneos del tipo IIB de Kribs. También acroheterogéneo. Altura media 200 (100-400) µm	Dispuestas en sentido radial, apretadas. De sección poligonal	Alternas, con areola poligonal y abertura interna lineal. De medianas a grandes. A veces coalescentes	Abundante tanino, tilosis y cristales de oxalato de calcio de forma romboidal en los vasos. Radios con cristales romboidales y en algunos 1-3 canales gomíferos	Provincias de Salta, Jujuy

Cuadro 1. (Continuación).

Especie	Anillos de Crecimiento	Vasos	Traqueidas vasculares	Parénquima	Radio	Fibras	Puntuaciones Intervasculares	Contenidos Celulares	Distribución
<i>Astronium balansae</i>	Poco demarcados	Dispuestos irregularmente. Mayormente aislados, bitemporales y pocos agrupados. 10-15 por mm ² . Diámetro medio 100 (70-120) µm. Perforaciones simples y tabiques oblicuos. Abundante tilosis	Presentes	Escasamente paratraqueal, poco abundante, terminal en líneas o bandas angostas	Lenticulares a lineales. 5-8 por mm lineal. Dispuestos irregularmente. Predominan los bi y triseriados, en menor cantidad los uni y multiseriados. Heterogéneos del tipo IIB de Kribs. Altura media 200 (50-300) µm	Dispuestas en sentido radial. De sección poligonal. Muy pequeñas y de pared espesa	Alternas, areoladas, aréola poligonal y abertura interna lineal. De medianas a grandes	Abundante Tilosis. Cristales romboidales de oxalato de calcio. Taninos y Resinas. Canales intercelulares en radios	Provincias de Chaco, Formosa, noreste de Santa Fe, noreste de Corrientes y sur de Misiones
<i>Schinopsis balansae</i>	Poco demarcados	Dispuestos irregularmente. 50% poros múltiples radiales cortos, 35% solitario y agrupados. Abundante tanino y filosis. 25 (10-40) por mm ² . Diámetro medio 150 (40-210) µm. Perforaciones simples y tabiques oblicuos	Presentes	Escasamente paratraqueal a vasicéntrico, angosto y terminal en bandas angostas	4-8 por mm lineal. Dispuestos irregularmente. Altura 80-240 µm. Predominan los fusiformes multiseriados, también de uni a triseriados. Heterogéneos del tipo IIB de Kribs	Dispuestas en sentido radial. De sección poligonal y comprimidas tangencialmente en el leño tardío. Muy pequeñas, de pared muy espesa y lignificadas. Muy abundantes	Alternas, levemente areoladas, con aréola poligonal y abertura interna lenticular. Alternas, frecuentemente coalescentes	Abundante tilosis, cristales de oxalato de calcio y tanino en vasos. Presencia de canales gomíferos en radios	Norte de Santa Fe, este de Chaco, Formosa y sur de Paraguay. Noroeste de Entre Ríos y Corrientes
<i>Schinopsis lorentzii</i>	Poco demarcados	Dispuestos irregularmente. 85% múltiples radiales bipartidos, solitarios y algunos agrupados. 8-35 por mm ² . Diámetro medio 150 (40-200) µm. Perforaciones simples y tabiques poco inclinados		Escasamente paratraqueal a vasicéntrico angosto y terminal en bandas angostas.	Lineales a fusiformes. 5 a 8 por mm. Dispuestos irregularmente. 80% radios multi a triseriados, el 20% uniseriados y biseriados. Heterogéneos IIB de Kribs. Altura 210 (60-350) µm	Dispuestas radialmente. De sección poligonal. Algunas son septadas	Puntuaciones intervastculares alternas, levemente areoladas con aréola de forma poligonal y abertura interna lenticular, pequeñas a mediana	Abundante tilosis y tanino en el interior de los vasos. Presencia de taninos y cristales romboidales de oxalato de calcio	Santiago del Estero, Córdoba, Catamarca, La Rioja, Tucumán, Salta, Jujuy, Chaco y Formosa
<i>Schinus molle</i>	Poco demarcados	Dispuesto irregularmente. Agrupados y múltiples radiales y solitarios elípticos a ovales. 80-120 por mm ² . Diámetro tangencial 120 (27-220) µm. Perforaciones simples y tabiques oblicuos		Escasamente paratraqueal, poco abundante	Fusiformes. De 7 a 12 por mm lineal. Dispuestos irregularmente. Predominan los uni a tetraseriados, más raros los multiseriados. Heterogéneos IIB de Kribs. Altura media 200 (110-350) µm	Dispuestas radialmente, de sección poligonal. Algunas son septadas	Alternas, medianas a grandes, con aréola de forma poligonal bien notable y abertura interna, lineal incluida.	Cristales de oxalato de calcio en células de los radios	Gran parte del norte de Argentina: San Luis, Córdoba, Tucumán, Salta, Jujuy, Corrientes, Misiones y Entre Ríos

Cuadro 2. Comparación de los caracteres xilológicos entre los géneros fósiles de las Anacardiaceae más afines / comparative chart among morphospecies with close affinity to *Anacardiaceae*. Referencias / References: Lutz, 1979; Brea et al., 2001.

Especte	Anillos de Crecimiento	Vasos	Traqueidas vasculares	Parénquima	Radios	Fibras	Puntuaciones Intervasculares	Contenidos Celulares	Distribución
<i>Schinopsisxylon herbstii</i> Lutz 1979	Pocos demarcados	Porosidad difusa. Múltiples radiales cortos (bi-tripartito, raros tetrapartitos). 10-16 por mm ² Diámetro tangencial medio 108 (66-165) µm. Placas de Perforación simple y tabiques oblicuos a muy oblicuos		Paratraqueal vasocéntrico escaso, con 2 ó 3 series de células	De forma fusiformes. Dispuestos irregularmente. Predominan los multiseriados, en menor número uni y biseriados. Heterogéneos del Tipo IIB de Kribs. Altura media 280 (84-680) µm	Liberiformes, de sección poligonal a redondeadas, de alineación radial y dispuesta compactamente	Alternas, de areoladas, de contornos poligonales y abertura interna lenticular a oval	Vasos con abundante tilosis. Radios con canales intercelulares 1-3 por radio	Plioceno Formación Ituzzaingó
<i>Schinopsisxylon heckii</i> Lutz 1979	Pocos demarcados	Porosidad difusa. Mayormente solitarios, también múltiples radiales cortos. 10-18 por mm ² . Diámetro tangencial 104 (79-125) µm. Placas de perforación simple y tabiques muy oblicuos		Paratraqueal vasocéntrico escaso	De forma fusiforme. Dispuestos irregularmente. 4 a 9 por mm lineal. Predominan los multiseriados, también uni y biseriados. Heterogéneos del Tipo IIB de Kribs	Liberiformes, de disposición radial, de sección poligonal	Alternas, de areoladas, de contornos poligonales a redondeados	Vasos con abundante tilosis. Radios con canales intercelulares	Plioceno. Concordia
<i>Astroniumxylon portmannii</i> Brea et al. 2001	Ausentes	Porosidad difusa. Predominan los solitarios, también múltiples radiales cortos (2 y 3 elementos). 3-10 por mm ² Diámetro tangencial 181 (130-260) µm. Placas de perforación simples y tabiques oblicuos		Paratraqueal vasocéntrico completo, formado por 3-7 hileras de células; axial confluentes uniendo 2 ó más elementos vasales y apotraqueal difuso agregado	Lineales y fusiformes. 8-12 por mm lineal. Predominan los uniseriados, también hay biseriados, triseriados y multiseriados de hasta 7 células de ancho. Heterocelulares. Altura media 331,1 (150-682) µm	De sección hexagonal, dispuestas radialmente y muy abundantes		Vasos con abundante tilosis. Radios con canales intercelulares esquizógenos con contenidos	Mioceno Medio-Tardío. Formación Paraná

Astroniumxylon portmannii (Brea *et al.*, 2001) y *Astroniumxylon parabalansae* (Franco y Brea, 2008), ambas provenientes de la Formación Paraná (Mioceno medio). La mayor diferencia entre *Astroniumxylon portmannii* y los leños estudiados se encuentra en el tipo de seriación de los radios (véase cuadro 2).

La Familia Anacardiaceae tiene un registro fósil abundante debido a su larga historia evolutiva y su distribución mundial. Los primeros registros de polen y madera de Anacardiaceae aparecen durante el Cretácico-Paleoceno, entre los 65 y los 55 Ma. (Hsu, 1983; Muller, 1984; Pell, 2004) y fueron encontrados en casi todo el mundo. El origen del orden Sapindales, donde se encuentra ubicada esta familia, se halla aproximadamente entre los 84 y los 65 Ma. (Knobloch y Mai, 1986; Magallón y Sanderson, 2001; Wikström *et al.*, 2001; Pell, 2004).

Se conocen numerosas maderas fósiles asignadas a la familia Anacardiaceae. Entre los géneros fósiles asignados se encuentran: *Rhodium* Unger (1850), *Anacardioxylon* Felix (1882), *Glutoxylon* Chowdhury (1936), *Schinoxylon* Kruse (1954), *Edenexylon* Kruse (1954), *Mangiferoxylon* Awasthi (1966), *Lanneoxylon* Prakash *et* Tripathi (1967), *Swintonioxylon* Prakash *et* Tripathi (1968), *Astronioxylon* Suguio y Mussa (1978), *Schinopsixylon* Lutz (1979) y *Astroniumxylon* Brea *et al.* (2001).

El primer género fósil descrito de la familia fue *Rhodium*, utilizado para asignar a los leños fósiles con afinidad al género actual *Rhus* (Brett, 1966). Por su parte, el género *Anacardioxylon* es un género muy amplio, debido a que dentro de él están reunidas prácticamente las características de todos los géneros de Anacardiaceae (Lutz, 1979). Los restantes morfogéneros descritos tienen diagnosis más acotadas y afinidades estrechas a diversos géneros actuales (Brea *et al.*, 2001).

El morfogénero *Schinoxylon*, con gran afinidad al género actual *Schinus* L., se parece en todos los aspectos a los leños estudiados con excepción de la disposición de los elementos vasculares. En lo que respecta a *Schinopsixylon*, el cual fue comparado con los géneros actuales *Astronium*, *Schinopsis* y *Schinus*, presenta grandes similitudes con los morfotaxones estudiados, pero se diferencia en el tipo de seriación de los radios (cuadro 2).

Discusiones

Los registros paleobotánicos de la Formación Ituzaingó se basan en estudios de palinomorfos, impresiones foliares, cutículas y leños fósiles (Anzótegui, 1974, 1980; Lutz, 1979, 1991, 1993; Anzótegui y Lutz, 1987; Caccavari y Anzótegui, 1987; Garralla, 1987; Anzótegui y Acevedo, 1995; Anzótegui y Garralla, 2004; Zucol *et al.*, 2004; Brea y Zucol, 2007; Lutz *et al.*, 2007).

En lo que respecta a los registros paleoixilológicos de esta formación, son escasos y hasta la fecha únicamente se han estudiado representantes de las familias Anacardiaceae y Fabaceae (Mimosoideae) (Lutz, 1979, 1991). También se cita la presencia de una caña de Bambusoideae (Brea y Zucol, 2007). Por consiguiente, las maderas estudiadas en el presente trabajo, pertenecientes a las Familia Anacardiaceae, aportan nuevas evidencias al conocimiento paleoflorístico de esta formación.

El carácter anatómico más relevante en la familia Anacardiaceae es la presencia de traqueidas vasculares en el leño secundario (Martínez Millán, 2000). Los PCA (Análisis de Componentes Principales) analizados por esta autora determinaron que los demás caracteres resultan ser altamente homoplásticos en los análisis filogenéticos.

En los morfotaxones estudiados en el presente trabajo, fue posible observar claramente traqueidas vasculares en *Astroniumxylon parabalansae*. Sin embargo, a este carácter no fue posible observarlo en *Astroniumxylon bonplandianum*, probablemente debido al estado de preservación del material.

Martínez Millán (2000) concluyó, a partir del análisis fenético, que además de la presencia de traqueidas vasculares son importantes el diámetro tangencial de los elementos de vaso, la longitud de las fibras y el diámetro del lumen de las fibras.

Por otro lado, los caracteres xilemáticos cuantitativos, responden de manera significativa a las condiciones ecológicas donde vive el árbol. Muchos de los caracteres anatómicos probablemente están más relacionados con variables ambientales (temperatura, precipitación y latitud) que con su carga génica. De esta manera, los caracteres muy variables e influenciados por el ambiente pueden aparecer como homoplasias en los análisis filogenéticos (Martínez Millán, 2000).

Recientemente, un análisis detallado de la anatomía de maderas de la familia Anacardiaceae de la India, muestra que existe diferenciación anatómica entre especies tropicales y templadas, así como entre especies caducas y perennes (Gupta y Agarwal, 2008). Estos autores, analizaron y describieron 35 especies provenientes de 19 géneros. Entre los resultados encontrados, mencionan una gran variabilidad en las dimensiones de los elementos del leño entre los diferentes géneros: el diámetro de los elementos vasales varía entre 70-220 μm y su longitud varía entre 200-700 μm , no presentando correlación con el diámetro; tampoco existe una relación entre la frecuencia y el diámetro de los vasos, con excepción de unas pocas especies.

El análisis cualitativo y cuantitativo de los caracteres anatómicos del leño de las Anacardiaceae de la India refleja una relación entre fenología (especies

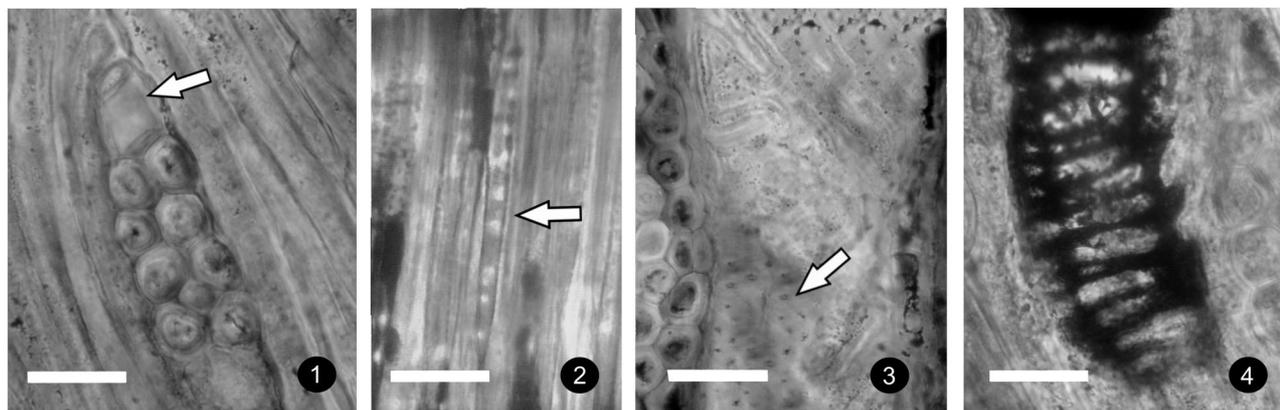


Figura 6. 1-4, *Astroniumxylon parabalansae* Franco et Brea. 1, detalle de un radio donde se observa un cristal romboidal / detail of a ray with prismatic crystals. 2, traqueidas en sección tangencial longitudinal / tracheids in tangential section. 3, corte longitudinal tangencial de un vaso donde se observan puntuaciones alternas / alternate intervessel pits in tangential section. 4, engrosamiento helicoidal en el corte tangencial de un vaso / helical thickenings throughout body of vessel element. CIDPALBO 22, PALBOmic 592. Escala / scale: 1-4: 30 μ m.

perenne versus caducas) y hábitat (tropicales versus especies templadas). Todas las especies deciduas presentan canales radiales y raramente tienen parénquima aliforme, confluyente o bandeado (Gupta y Agarwal, 2008). La presencia de canales radiales y de parénquima escaso en los ejemplares estudiados en el presente trabajo coincide con lo mencionado por estos autores para las especies tropicales deciduas.

Además, existen algunos caracteres anatómicos que son considerados como indicadores de un clima estacional, entre ellos, se puede mencionar la presencia de anillos de crecimiento, la porosidad circular o semicircular y la presencia de engrosamientos espiralados (Carlquist y Hoekman, 1985; Wheeler y Baas, 1991). Los dos morfotaxones estudiados presentan anillos de crecimiento distinguibles. La disposición semicircular de los vasos se encontró en *Astroniumxylon bonplandianum*, mientras que en *Astroniumxylon parabalansae* fueron encontrado engrosamientos espiralados.

Por consiguiente, algunas de los caracteres xilémicos encontrados en los leños estudiados (disposición semicircular de los vasos, engrosamientos espiralados, parénquima escaso y presencia de canales radiales) podrían estar indicando la presencia de un clima con estacionalidad marcada. Además, la presencia de tranqueidas vasculares significa una gran ventaja para los representantes de familias que se desarrollan en climas áridos o marcadamente estacional (Carlquist, 2007).

Las especies actuales más afines, *Astronium balansae* y *Astronium urundeuva*, están restringidas a la región subtropical y tropical de América del Sur. *Astronium balansae* tiene su distribución geográfica en las provincias del Chaco y Formosa (hasta el meridiano 60° aproximadamente), porción noreste de Santa Fe, noroeste

de Corrientes y el sur de Misiones, en Argentina y en Alto Paraná, Central, Cordillera, Itapúa, Paraguari, Presidente Hayes, en Paraguay. *Astronium urundeuva* habita las provincias de Salta y Jujuy, en Argentina; Bahía, Espíritu Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Río de Janeiro y San Pablo, en Brasil; Chuquisaca, Cochabamba, La Paz y Santa Cruz, en Bolivia; Alto Paraguay, Chaco, Concepción, Cordillera, Paraguari y San Pedro, en Paraguay (USDA, ARS, National Genetic Resources Program, 2008).

El género *Astronium* contiene especies endémicas disyuntamente distribuidas a lo largo de diferentes áreas en los Bosques Neotropicales Estacionales: Caatingas, Núcleo de Misiones, Región Chiquitano en Bolivia, Núcleo Pedemontano, Costa Caribeña de Colombia y Venezuela y América Central (Pennington et al., 2000). *Astronium urundeuva* es un miembro importante de las Caatingas (Prado y Gibbs, 1993). Es una especie mesotrófica y una de las especies dominante de la Selva Pedemontana (Prado, 1995).

El método del análogo moderno sugiere que probablemente los morfotaxones estudiados formaron parte de los Bosques Estacionales Neotropicales (Prado y Gibbs, 1993; Prado, 1995; Pennington et al., 2000; Prado, 2000). A conclusiones similares arribaron estudios previamente realizados en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno) y Paraná (Mioceno Medio) en las localidades fosilíferas de Toma Vieja y Villa Urquiza (Brea et al., 2001; Anzótegui y Aceñolaza, 2008; Franco, 2008a, 2008b; Franco y Brea, 2008; Franco y Brea, en prensa).

El concepto de Bosques Estacionales utilizado en el presente trabajo hace referencia a la estacionalidad climática evidenciada en los trópicos de Sudamérica y que consecuentemente determina la fisionomía de la vegetación involucrada en los mis-

mos. Esta vegetación se caracteriza por ser en su mayor parte desde semidecidual a fuertemente decidua (Prado, 2000).

Cabrera y Willink (1973) ubicaron a la Provincia de la Caatinga dentro del Dominio Chaqueño y postularon que este Dominio ocupa un área disyunta que probablemente estuvo unida en el pasado. En un estudio fitosociológico realizado posteriormente por Prado (2000), propone el Dominio de los Bosques Tropicales Estacionales, integrado por la Provincia de la Caatinga, la Provincia de la Selva Pedemontana y la Provincia Paranense. Este Dominio está incluido dentro de la Región Neotropical-Subregión Chaqueña propuesta por Morrone (2001).

El Dominio de los Bosques Tropicales Estacionales (SDTF) presenta estrechas relaciones con otras formaciones en Sudamérica como son la Región Amazónica, el Chaco Occidental y los Yungas (Prado, 1995; Prado, 2000).

Estos bosques, evidenciaron su mayor extensión durante las glaciaciones pleistocénicas. Por tal motivo, el clima frío tuvo una gran influencia en la vegetación que forma parte actualmente de los Bosques Estacionales Neotropicales (Pennington *et al.*, 2000). Por otro lado, Pennington *et al.* (2004) sustentan la hipótesis de que la radiación de las especies de los Bosques Estacionales Neotropicales con alto grado de endemismo tuvo lugar entre el Mioceno tardío y Plioceno, y que este Dominio estuvo más extendido en el continente sudamericano durante las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno (Prado y Gibbs, 1993; Prado, 1995; Pennington *et al.*, 2000; Prado, 2000).

La presencia de leños fósiles con afinidad al género *Astronium* en el Plioceno-Pleistoceno de la provincia de Entre Ríos, amplía su área de distribución paleoflorística más al sur y al este de su posición actual.

Los trabajos realizados previamente en la Formación Ituzaingó postulan la existencia de las siguientes comunidades: lagunas de agua dulce con aportes de aguas salobres, que podrían indicar una relación con ambientes marinos (Anzótegui, 1974); bosques en galería, asociaciones florísticas relacionadas a un curso de agua, en zonas de llanura o suave pendientes (Anzótegui, 1980; Anzótegui y Lutz 1987; Anzótegui y Acevedo, 1995); elementos similares a los del "Cerrado" de Brasil, indicando un paleoclima tropical, con régimen de lluvias estacionales (Caccavari y Anzótegui, 1987); condiciones lacunares, pequeños cuerpos de agua que habrían sido colonizado por vegetación (Garralla, 1987) y bosque xerófilo (Lutz, 1991, 1993; Anzótegui y Lutz, 1987). Además, la presencia de una Bambusoideae (Brea y Zucol, 2007) en la localidad fosilífera Toma Vieja (Entre Ríos) extiende el área de distribución del género *Guadua* Kunth., indicando un clima más cálido que en el presente para esta región.

A partir de los estudios realizados previamente y los datos aportados en el presente trabajo, podemos sugerir que los sedimentos de la Formación Ituzaingó fueron depositados en un clima cálido y dieron lugar a una variedad de ambientes relacionados a un gran paleorío.

En lo que respecta al registro fósil de la familia Anacardiaceae en Argentina, resulta ser muy abundante y diverso. Hasta la fecha, se han estudiado representantes fósiles desde el Cretácico hasta el Pleistoceno (Menéndez, 1972; Romero, 1978; Archangel'sky, 1973; Lutz, 1979; Anzótegui y Garralla, 1986; Barreda, 1997a y 1997b; Mautino *et al.*, 1997; Anzótegui, 1998; Ottone *et al.*, 1998; Brea, 1999; Quattrocchio y Ruiz, 1999; Brea *et al.*, 2001; Mautino y Anzótegui, 2002; Anzótegui, 2004; Anzótegui y Herbst, 2004; Zucol *et al.*, 2005; Anzótegui *et al.*, 2004; Barreda *et al.*, 2006; Anzótegui *et al.*, 2007; Barreda *et al.*, 2007; Franco y Brea, 2008) lo que hace suponer que esta familia fue un componente importante dentro de las paleocomunidades cenozoicas del sector más austral de América del Sur.

El intercambio de especies de plantas entre América del Norte y América del Sur fue el mayor factor determinante de los patrones fitogeográficos neotropicales observados en la actualidad. A esta familia se le atribuye un origen Gondwánico (Gentry, 1982). Esto es soportado, no sólo por la antigüedad de la familia sino también por su amplia distribución.

Conclusiones

En el presente trabajo se describen dos morfotaxones pertenecientes a la familia Anacardiaceae, de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Toma Vieja, Entre Ríos, Argentina, con afinidad a las especies actuales *Astronium balansae* y *Astronium urundeuva*, que aportan nuevas evidencias al conocimiento paleobotánico de esta formación.

Se considera una posible relación entre fenología (especies perenne *versus* caducas) y anatomía del xilema. Por consiguiente, algunos de los caracteres xilemáticos encontrados en los leños estudiados (disposición semicircular de los vasos, engrosamientos espiralados, parénquima escaso y presencia de canales radiales) estarían indicando la presencia de un clima con estacionalidad marcada.

Teniendo en cuenta la distribución actual de sus análogos modernos, los leños fósiles estudiados, podrían haber integrado paleocomunidades vinculadas a los Bosques Neotropicales Estacionales (Prado y Gibbs, 1993; Prado, 1995; Pennington *et al.*, 2000; Prado, 2000) que actualmente se encuentran reducidos a comunidades aisladas en el norte de Argentina,

sudeste de Bolivia y Brasil, pero que el pasado fueron una extensión continua en América del Sur.

La presencia de estos leños fósiles en el Plioceno-Pleistoceno de Entre Ríos amplía el área de distribución paleoflorística más al sur y al este de su distribución actual.

A partir de los estudios realizados previamente (Lutz, 1993, 1991; Anzótegui, 1974, 1980; Anzótegui y Lutz 1987; Anzotegui y Acevedo, 1995; Caccavari y Anzótegui, 1987; Garralla, 1987; Brea y Zucol, 2007) y los datos aportados en el presente trabajo, se podría sugerir que los sedimentos de la Formación Ituzaingó fueron depositados en un clima cálido y dieron lugar a una variedad de ambientes relacionados a un gran paleorío.

La abundancia de fósiles pertenecientes a la familia Anacardiaceae, registrados en numerosas localidades fosilíferas de Argentina desde el Mioceno hasta el Pleistoceno permite suponer que esta familia fue un componente importante dentro de las paleocomunidades cenozoicas del sector más austral de América del Sur.

Agradecimientos

La autora agradece a M. Brea por la lectura crítica y sugerencias realizadas que mejoran notablemente el manuscrito. A C.A. González por su ayuda en la elaboración de las figuras. Hago extensivo mi agradecimiento a los revisores, S. Cevallos-Ferriz y R. Pujana, por sus comentarios y sugerencias sobre el manuscrito original. El presente trabajo fue realizado durante la Carrera de Doctorado de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Córdoba.

Bibliografía

Anis, K.B., Georgieff, S.M., Rizo, G.E. y Orfeo, O. 2005. Arquitectura de la Formación Ituzaingó (Plioceno), una comparación con los depósitos del río Paraná, Argentina. *16º Congreso Geológico Argentino* (La Plata), *Actas*, 3: 147-154.

Anzótegui, L.M. 1974. Esporomorfos del Terciario superior de la provincia de Corrientes, Argentina. *1º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Tucumán) *Actas*, 2: 318-329.

Anzótegui, L.M. 1980. Cutículas del Terciario superior de la provincia de Corrientes, República Argentina. *2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Buenos Aires). *Actas* 3: 141-167.

Anzótegui, L.M. 1998. Hojas de angiospermas de la Formación Palo Pintado, Mioceno Superior, Salta, Argentina. Parte 1: Anacardiaceae, Lauraceae y Moraceae. *Ameghiniana* 35:25-32.

Anzótegui, L.M. 2004. Megaflora de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior), en los Valles de Santa María y Villavil, provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina. *Ameghiniana* 4: 303-314.

Anzótegui, L.M. y Aceñolaza, P.G. 2008. Macrofloristic assemblage of the Paraná Formation (Middle-Upper Miocene) in Entre Ríos (Argentina). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* 248: 159-170.

Anzótegui, L.M. y Acevedo, T.L. 1995. Revisión de *Ilexpollenites thiergart* y una nueva especie del Plioceno superior (Forma-

ción Ituzaingó) de Corrientes, Argentina. *6º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Trelew). *Actas* 15-21.

Anzótegui, L.M. y Garralla, S.S. 1986. Estudio Palinológico de la Formación Paraná (Mioceno Superior) (Pozo "Josefina", Provincia de Santa Fe, Argentina). I Parte - Descripción Sistemática. *Facena* 6: 101-177.

Anzótegui, L.M. y Garralla, S.S. 2004. Palinología del Cuaternario en el Iberá, Provincia de Corrientes. En: F.G. Aceñolaza (ed.), *Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino*. IN-SUGEO. *Miscelánea* 12: 91-102.

Anzótegui, L.M. y Herbst, R. 2004. Megaflora (hojas y frutos) de la Formación San José (Mioceno Medio) en río Seco, departamento de Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana* 41: 423-436.

Anzótegui, L.M. y Lutz, A.I. 1987. Paleocomunidades vegetales del Terciario superior (Formación Ituzaingó) de la Mesopotamia argentina. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 18: 131-144.

Anzótegui, L.M., Garralla, S.S. y Herbst, R. 2004. Paleoflora (Fabaceae y Anacardiaceae) del Valle del Cajón, Mioceno Superior, Catamarca, Argentina. *9º Reunión de Paleobotánicos y Palinólogos* (Gramado), *Resúmenes*: 8.

Anzótegui, L.M., Horn, Y. y Herbst, R. 2007. Paleoflora (Fabaceae y Anacardiaceae) de la Formación Andalhuala (Plioceno inferior), provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana* 44: 525-535.

Archangelsky, S. 1973. Palinología del Paleoceno de Chubut. I. Descripciones sistemáticas. *Ameghiniana* 10: 339-399.

Avise, J.C. y Johns, G.C. 1999. Proposal for a standardized temporal scheme of biological classification for extant species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96: 7358-7363.

Awasthi, N. 1966. Fossil Woods of Anacardiaceae from the Tertiary of south India. *The Paleobotanist* 14: 131-143.

Barreda, V. 1997a. Palynomorph assemblage of the Chenque Formation, Late Oligocene?-Miocene from Golfo San Jorge basin, Patagonia, Argentina. Part 2: Gymnosperm and Colpate pollen. *Ameghiniana* 34: 81-92.

Barreda, V. 1997b. Palinoestratigrafía de la Formación San Julián en el área de playa la Mina (Provincia de Santa Cruz), Oligoceno de la Cuenca Austral. *Ameghiniana* 34: 283-294.

Barreda, V., Palazzesi, L., Tellería, M.C. y Katinas, L. 2006. Major taxonomic events in Oligocene-Miocene sunflower taxa of Patagonia: fossil pollen evidence. *7º European Paleobotany and Palynology Conference* (Prague), *Abstract*: 11.

Barreda, V., Anzótegui, L.M., Prieto, A.R., Aceñolaza, P., Bianchi, M.M., Borromei, A.M., Brea, M., Caccavari, M., Cuadrado, G.A., Garralla, S., Grill, S., Guerstein, G.R., Lutz, A.I., Mancini, M.V., Mautino, L.R., Ottone, E.G., Quattrocchio, M.E., Romero, E.J., Zamaloa, M.C. y Zucol, A.F. 2007. Diversificación y cambios de las angiospermas durante el Neógeno en Argentina. *Ameghiniana* 50º aniversario 173-191.

Bidegain, J. 1991. [Sedimentary development, magnetostratigraphy and sequence of events of the Late Cenozoic in Entre Ríos and surrounding areas in Argentina. Doctoral Thesis, Stockholm University 345 pp., Inédito.]

Boureau, E. 1957. *Anatomie Végétale* tomo 3. Presses Universitaires de France, Paris: 526-752.

Brea, M. 1999. Leños fósiles de Anacardiaceae y Mimosaceae de la Formación el Palmar (Pleistoceno Superior), departamento de Concordia, provincia de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 35: 63-69.

Brea, M. y Zucol, A. F. 2007. *Guadua zuloagae* sp. nov., the First Petrified Bamboo Culm Record from the Ituzaingó Formation (Pliocene), Paraná Basin, Argentina. *Annals of Botany* 100: 711-724.

Brea, M., Aceñolaza, P.G. y Zucol, A.F. 2001. Estudio paleoecológico en la Formación Paraná, Entre Ríos, Argentina. *11º Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología* (Buenos Aires) *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación especial* 8, 7-17.

Brett, D.W. 1966. Fossil Wood of Anacardiaceae from the British Eocene, *Palaeontology* 9: 360-364.

- Cabrera, A.L. y Willink, A. 1973. *Biogeografía de América Latina*. Monografía 13, Serie de Biología. Organización de los Estados Americanos (OEA), 120 pp.
- Caccavari, M.A. y Anzótégui, L.M. 1987. Polen de Mimosoideae (Leguminosae) de la Formación Ituzaingó, Plioceno superior de Corrientes, Argentina. *4º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Bolivia), *Actas* 1: 443-458.
- Carlquist, S. y Hoekman, D.A. 1985. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. *International Association of Wood Anatomists Bulletin* 6: 319-347.
- Carlquist, S. 1988. *Comparative Wood Anatomy*. Srpingen-Verlag, Berlín. 436 pp.
- Carlquist, S. 2001. *Comparative Wood Anatomy. Systematic, Ecological, and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood*. Springer Series in Wood Science. Springer, 448 pp.
- Carlquist, S. 2007. Wood anatomy of Crossosomatales: patterns of wood evolution with relation to phylogeny and ecology. *Rancho Santa Ana Botanic Garden* 24: 1-18.
- Chattaway, M. 1932. Proposed standards for numerical values used in describing woods. *Tropical Woods* 29: 20-28.
- Chowdhury, K.A. 1936. A fossil dicotyledonous wood from Assam. *Annals of Botany* 50: 501-510.
- Collinson, M.E. 1986. Use of modern generic names for plants fossils. En: R.E. Spicer, y B.A. Thomas (eds.), *Systematic and taxonomic approaches in palaeobotany*, *The Systematic Association Special Volume* 31: 91-104. Clarendon Press, Oxford.
- 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.
- De Alba, E. 1953. Geología del Alto Paraná en relación con los trabajos de derrocamiento entre Ituzaingó y Posadas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 8: 129-161.
- Dimitri, M.J. 1978. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo I. Editorial ACME. Buenos Aires, 1161 pp.
- Dong, Z. y Baas, P. 1993. Wood anatomy of trees and shrubs from China. V. Anacardiaceae. *IAWA Journal* 14: 87-102.
- D'Orbigny, A. 1842. *Voyage dans l'Amérique meridionale (Le Brésil, l'Uruguay, exécuté pendant les années 1826-1833*. III (3) y (4).
- Felix, J. 1882. Studien uber Fossile Hölzer. Inaugural Dissertation zur Erlangung der Doctorwurde, *Universitatm Leipzig*, Leipzig, 84 pp.
- Franco, M.J., 2008a. Nuevos registros de maderas fósiles de Anacardiaceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 45: 28R.
- Franco, M. J., 2008b. Leño fósil de Mimosoideae en la Formación Ituzaingó (Plioceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 45: 28R.
- Franco, M.J. y Brea, M. 2008. Leños fósiles de la Formación Paraná (Mioceno Medio), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina: registro de bosques estacionales mixtos. *Ameghiniana* 45: 699-718.
- Franco, M.J. y Brea, M. 2009. Primer registro de leños fósiles de Moraceae y Rutaceae de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Toma Vieja, Paraná, Argentina. *4º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, 12º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário y 2º Reunión sobre el Cuaternario de América del Sur* (La Plata), *Actas*: 413.
- Garralla, S. 1987. Palinomorfos (Fungi) de la Formación Ituzaingó (Plioceno Superior) de la provincia de Corrientes, Argentina. *Facena* 7: 87-109.
- Gentili, C. A. y Rimoldi, H. V. 1979. Mesopotamia. En: Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. *Academia Nacional de Ciencias* (Córdoba), 1. 185-223.
- Gentry, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic functions, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 557-593.
- Gregory, M. 1994. Bibliography of systematic wood anatomy of dicotyledons. *IAWA Journal, Supplement* 1: 1-265.
- Gupta, S. y Agarwal, M. 2008. Wood anatomy of Anacardiaceae from India with special reference to the systematic position of *Rhus*. *IAWA Journal* 29: 79-106
- Heimsch, C. 1942. Comparative anatomy of the secondary xylem in the "Gruinales" and "Terebinthales", of Wettstein with reference to taxonomic grouping. *Lilloa* 18: 83-198.
- Herbst, R. 1971. Esquema estratigráfico de la provincial de Corrientes, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 26: 221-243.
- Herbst, R. 2000. La Formación Ituzaingó (Pliocene). Estratigrafía y distribución. En: F.G. Aceñolaza y R. Herbst (eds.), *El Neógeno en la Argentina. Serie de Correlación Geológica* 14: 181-243.
- Herbst, R. y Santa Cruz, J.N. 1985. Mapa litoestratigráfico de la provincial de Corrientes. *D'Orbignyana* 2: 1-69.
- Herbst, R., Santa Cruz, J.N. and Zabert, L.L. 1976. Avances en el conocimiento de la estratigrafía de la Mesopotamia Argentina, con especial referencia a la provincia de Corrientes. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 7: 101-121.
- Hsu, J. 1983. Late Cretaceous and Cenozoic Vegetation in China, Emphasizing Their Connections with North America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 70: 490-508.
- IAWA Committe. 1989. *IAWA list of microscopic feature for hardwood identification*. Ed. E.A. Wheeler, P. Bass y P.E. Gasson, 332 pp.
- Iriondo, M. 1979. Origen y evolución del río Paraná. *2º Jornadas del Paraná Medio* (Santa Fe). *Actas* 11: 33-37.
- Iriondo, M. 1980. El cuaternario de Entre Ríos. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 11: 125-141.
- Iriondo, M.H. y Rodríguez, E.D. 1973. Algunas características sedimentológicas de la Formación Ituzaingó entre La Paz y Pueblo Brugo (Entre Ríos). *5º Congreso Geológico Argentino* (Carlos Paz, Córdoba), *Actas* 1: 317-331.
- Jalfin, G.A. 1988. Formación ituzaingó (plio-Pleistoceno) en Empedrado, provincia de Corrientes: un paleorío arenoso entrelazado tipo Platte. *2º Reunión Argentina de Sedimentología* (Capital Federal). *Actas*: 130-134.
- Knobloch, E. y Mai, D.H. 1986. Monographie der Früchte und Samen in der Kreide von Mitteleuropa. *Rozprawy Ustredniho Ustavu Geologickeho* 47: 1-219.
- Kribs, D.A. 1935. Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons. *Botanical Gazette* 96: 547-557.
- Kruse, H.O. 1954. Some Eocene Dicotyledonous woods from Eden Valley, Wyoming. *The Ohio Journal of Science* 54: 243-268.
- León, W.J.H. 2003. Estudio anatómico del xilema secundario de 17 especies de la familia Anacardiaceae en Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 26: 1-30.
- Lutz, A.I. 1979. Maderas de Angiospermas (Anacardiaceae y Leguminosae) del Plioceno de la Provincia de Entre Ríos, Argentina. *Facena* 3: 39-63
- Lutz, A.I. 1991. Descripción anatómica de Mimosoxylon sp. del Plioceno (Formación Ituzaingó) de la Provincia de Corrientes, Argentina. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 22: 3-10.
- Lutz, A.I. 1993. Dos basidiomicetes (Polyporaceae) xilófilos del Plioceno en Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 30: 419-422.
- Lutz, A.I., Anzótégui, L.M., Arce, F.E., Zúrita, A.E. y Miñon Boilini, A.R. 2007. Una nueva localidad plantífera en el Plioceno de la provincia de Corrientes, Argentina. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 44: 81R.
- Magallón, S. y Sanderson, M.J. 2001. Absolute diversification rates in angiosperm clades. *Evolution* 55: 1762-1780.
- Martínez Millán, M. 2000. [Biogeografía histórica (Terciario y Cuaternario) de Anacardiaceae con base en caracteres anatómicos de la madera. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 76 pp. Inédita.]
- Mautino, L.R. y Anzótégui, L.M. 2002. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior), Vallecito, provincia de Catamarca. Parte 3. Polen. *Ameghiniana* 39: 271-284.
- Mautino, L.R., Anzótégui, L.M. y Herbst, R. 1997. Análisis palinológico de la localidad Nacimientos de Abajo, Neógeno, en la Sierra de Hualfin, Departamento de Belén, Catamarca, Argentina. *Geociencias* 2: 121-127.

- Menéndez, C.A. 1972. Paleophytología *Kurtziana* III-8. La flora del Cretácico Superior del Cerro Guido, Chile (1-2). *Ameghiniana* 9: 209-212.
- Metcalf, C.R. Y Chalk, L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons* 2 Vol. Claredon Press, Oxford, 724 pp.
- Metcalf, C.R. Y Chalk, L. 1983. *Anatomy of the Dicotyledons* 2 Vol. Claredon Press, Oxford, 296 pp.
- Morrone, J.J. 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. M and T- Manuales and Tesis SEA, 3, 147 pp.
- Muller, J. 1984. Significance of fossil pollen for angiosperm history. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 71: 419-443.
- Ottone, E.G., Barreda, V.D y Perez, D.E. 1998. Basin evolution as reflected by Miocene palynomorphs from the Chinchas Formation, Frontal Cordillera (32° S), San Juan Province, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 30: 35-47.
- Pell, S.K. 2004. [Molecular Systematics of the Cashew Family (Anacardiaceae)]. A Dissertation. Submitted to the graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Philosophy in the Department of Biological Sciences. 207 pp. Inédita.]
- Pennington, R.T., Prado, D.E. y Pendry, C.A. 2000. Neotropical seasonally dry forest and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261-273
- Pennington, R.T., Lavin, M., Prado, D.E., Pendry, C.A., Pell, S.K. y Butterworth, C.A. 2004. Historical climate change and speciation: neotropical seasonally dry forest plants show patterns of both Tertiary and Quaternary diversification. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. *Biological Sciences* 359: 515-558.
- Prado, D.E. 1995. Selva pedemontana: contexto regional y lista florística de un ecosistema en peligro. En: A.D. Brown y H.R. Grau (eds.), *Investigación, Conservación y Desarrollo en las Selvas Subtropicales de Montaña*: 19-52.
- Prado, D.E. 2000. Seasonally dry forest of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* 57: 437-461.
- Prado, D.E. y Gibbs, P.E. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of Missouri Botanical Garden* 80: 902-927.
- Prakash, U. y Tripathi, P.P. 1967. Fossil wood of *Lannea* from the Tertiary of Assam. *Current Science* 36: 462-463.
- Prakash, U. y Tripathi, P.P. 1968. Fossil wood of *Adenanthera* and *Swintonia* from the Tertiary of Assam. *Abid.* 37: 115-116.
- Prámparo, M.B., Quattrocchio, M, Gandolfo, M.A, Zamalao, M. C. y Romero, E. 2007. Historia evolutiva de las angiospermas (Cretácico-Paleógeno) en Argentina a través de los registros paleoflorísticos. *Ameghiniana* 50° aniversario 157-172.
- Quattrocchio, M.E. y Ruiz, L. 1999. *Paleoambiente en base a palinomorfos de la Formación Pedro Luro (? Maastrichtiano-Paleoceno)*, Cuenca del Colorado, Argentina. 36: 37-47.
- Raven, P. y Axelrod, D. 1974. Angiosperm biogeography and past continental movements. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61: 539-673.
- Richter, H.G. y Dallwitz, M.J. 2000 onwards. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification and information retrieval. *www: http://biodiversity.uno.edu/delta/* (acceso 18 de octubre de 2008).
- Romero, E.J. 1978. Paleoecología y paleofitogeografía de las taofloras del Cenofítico de Argentina y áreas vecinas. *Ameghiniana* 15: 209-227.
- Roth, I. y Gimenez, A.M. 2006. Argentine Chaco Forests. Dendrology, tree structure, and economic use. 2. The Humid Chaco. *Encyclopedia of Plant Anatomy* 204 pp.
- Suguio, K. y Mussa, D. 1978. Maderas fósseis dos aluviões antigos do Rio Tietê, São Paulo. *Boletim IG. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo* 9: 25-45.
- Terrazas, T. 1994. [Wood anatomy of the Anacardiaceae: Ecological and phylogenetic interpretation. PhD dissertation, University of North Carolina, at Chapel Hill, USA, pp. 180. Inédita.]
- Terrazas, T. 1999. Anatomía de la madera de Anacardiaceae con énfasis en los géneros americanos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 64: 103-109.
- Tortorelli, L.A. 1956. *Maderas y bosques Argentinos*. Ed. ACME, S.A.C.I. Buenos Aires, 910 pp.
- Tortorelli, L.A. 1963. Glosario de términos usados en anatomía de maderas. *Revista de Investigación Forestal* 4: 3-32.
- Unger, F. 1850. Genera and species Plantarum Fossilium. *Vindobonae*, 475 pp.
- USDA, ARS, National Genetic Resources Program. 2008. *Germplasm Resources Information Network - (GRIN)* [Base de Datos en Línea]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?594>.
- Wagemann, W. 1948. Maderas Chilenas. Contribución a su anatomía e identificación. *Lilloa* 16: 263-375.
- Webber, I. 1941. Systematic anatomy of the Woods of the "Burceraceae". *Lilloa* 6: 381-418.
- Wheeler, E.A. y Baas, P. 1991. A survey of the fossil record for dicotyledonous Wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. *IAWA Bulletin* 12: 275-332.
- Wheeler, E.A., Simpson, T.D., Rogers, S.L., Gasson, P.E., Brown, K.R., Bartlett, J.R. y Baas, P. 2004-2008. InsideWood: a new internet-accessible wood anatomy database: <http://insidewood/lib.ncsu.edu/search/>.
- Wikström, N., Savolainen, V. y Chase, M. W. 2001. Evolution of the angiosperms: calibrating the family tree. *Proceeding of the Royal Society of London Ser. B* 268: 2211-2220.
- Zucol, A.F., Brea, M., Lutz, A.I. y Anzótegui, L.M. 2004. Aportes al conocimiento de la paleodiversidad del Ceneozoico superior del litoral argentino: estudios paleoflorísticos. En Aceñolaza F. G., ed. *Temas de la Biodiversidad del litoral fluvial Argentino. Miscelánea* 12: 91-102.
- Zucol, A.F., Brea, M. y Scopel, A. 2005. First record of fossil wood and phytolith assemblages of the Late Pleistocene in El Palmar National Park (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 20: 33-43.

Recibido: 5 de diciembre de 2009.

Aceptado: 14 de julio de 2009.