

# *PALMOXYLON ROMEROI* SP. NOV., DE LA FORMACIÓN CHIQUIMIL (MIOCENO SUPERIOR) DEL VALLE DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE CATAMARCA, ARGENTINA



M. JIMENA FRANCO<sup>1</sup>, MARIANA BREA<sup>1</sup> Y RAFAEL HERBST<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Paleobotánica, Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICYTTP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Dr. Matteri y España SN, E3105BWA Diamante, Entre Ríos, Argentina. [jimenafr@gmail.com](mailto:jimenafr@gmail.com); [cidmbrea@infoaire.com.ar](mailto:cidmbrea@infoaire.com.ar)

<sup>2</sup>Instituto Superior de Geología, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Las Piedras 201 7º B, T4000BRE San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. [rafa.herbst36@gmail.com](mailto:rafa.herbst36@gmail.com)

**Resumen.** En la Formación Chiquimil (Mioceno superior) del Grupo Santa María se han estudiado diversas palmeras y otras angiospermas representadas por registros polínicos, leños fósiles e impresiones de hojas, de tallos y de frutos. La presente contribución tiene por objetivo dar a conocer una nueva especie de Arecaceae hallada en los afloramientos de la Formación Chiquimil en la provincia de Catamarca, *Palmoxyylon romeroi* sp. nov., un estípote permineralizado por silicificación. Este ejemplar fósil se caracteriza por presentar un patrón general del tipo *Cocos*; el cilindro central está bien delimitado de la zona cortical; haces fibrovasculares de forma vaginata; comúnmente de 3–5 vasos metaxilemáticos; floema formado por un cordón de células; parénquima tabular, radial y paravascular presente; parénquima fundamental compuesto por células alargadas, redondeadas, ondulantes y/o de forma rectangular que rodean al haz fibrovascular y presencia de estegmatas de forma globular con superficie ornamentada. Estos caracteres permitieron asignar al material a la subfamilia Coryphoideae, tribu Cryosophileae. Teniendo en cuenta la distribución del pariente actual más cercano del fósil hallado y los antecedentes paleobotánicos y geológicos, es probable que *Palmoxyylon romeroi* sp. nov., se haya desarrollado bajo un clima tropical-subtropical, seco a estacionalmente seco, en tierras altas poco húmedas como sabanas.

**Palabras clave.** Arecaceae. Tribu Cryosophileae. Mioceno. Formación Chiquimil. Argentina.

**Abstract.** *PALMOXYLON ROMEROI* SP. NOV., OF THE CHIQUIMIL FORMATION (UPPER MIOCENE) FROM VALLE DE SANTA MARÍA, CATAMARCA PROVINCE, ARGENTINA. Diverse palms types and other angiosperms represented by pollen records, fossil wood and leaf, stems and fruit impressions, have been found and studied in the Chiquimil Formation (upper Miocene) of the Santa María Group. In this contribution a new species of fossil Arecaceae is described, i.e., *Palmoxyylon romeroi* sp. nov. It is represented by a silicified fossil palm trunk found in the Chiquimil Formation in Catamarca, northwestern Argentina. The fossil material has a *Cocos*-Type general stem structure; central cylinder well delimited from the cortical zone; fibrous-vascular bundles with vaginata shape; metaxylem usually with 3–5 vessels; one phloem strand; tabular, radiating and paravascular parenchyma present; ground parenchyma composed by spheroid to elongated cells, lobed with a rectangular shape and globular echinate stem stegmata. This taxon most closely compares to the Subfamily Coryphoideae, tribe Cryosophileae. Considering the distribution of most closely related extant taxon and the geological and paleobotanical records, *Palmoxyylon romeroi* sp. nov. probably grew in savannah-like uplands characterized by a dry or seasonally dry tropical-subtropical climate.

**Key words.** Arecaceae. Tribe Cryosophileae. Miocene. Chiquimil Formation. Argentina.

ARECACEAE es una familia de plantas arbóreas, tropicales a subtropicales, constituida por 183 géneros y 2361 especies (APG III, 2009). Su distribución es muy diversa, se encuentran comúnmente en comunidades boscosas y preferentemente en hábitats húmedos (Tomlinson *et al.*, 2011). Esta familia tiene un extenso registro fósil, siendo el material inequívoco más antiguo del Cretácico medio-Tardío (Harley, 2006; Pan *et al.*, 2006). Sin embargo, se ha citado la presencia de granos de polen, pertenecientes al género *Monocolpopollenites* H.D. Pflug y P.W. Thomson en P.W. Thomson H.D. Pflug, 1953 con afinidad a Palmae en el Albiano y Cenomaniano de África

(Pan *et al.*, 2006).

Los antecedentes paleontológicos de la Formación Chiquimil son abundantes y están basados en estudios de invertebrados (Herbst *et al.*, 2000; Morton y Herbst, 2001), vertebrados (Marshall y Patterson, 1981; Powell, 1998; Herbst *et al.*, 2000) y plantas (Lutz, 1987; Mautino y Anzótegui, 1998, 2002a, b; Herbst *et al.*, 2000; Anzótegui, 2004; Martínez y Lutz, 2004, 2006; Mautino, 2010; Martínez, 2010, 2014).

En lo que respecta a la megaflores hallada en la Formación Chiquimil, todos los registros de leños fósiles fueron asignados

a la familia Fabaceae: *Mimosoxylon santamariensis* Lutz, 1987 afín a *Acacia bonariensis* Hook y Arn; *Prosopisinoxylon anciborae* Martínez, 2010 afín a *Prosopis* L. y *Paraalbizoxylon cacca-variae* Martínez, 2014 afín a las tribus Acacieae e Ingeae. También se han estudiado impresiones de hojas, estructuras reproductivas y tallos con afinidad a las familias Thelypteridaceae (Polypodiophyta), Cyperaceae (aquenios, tallos y hojas), Nymphaeaceae y Anacardiaceae afín a *Schinus* aff. *terebinthifolia* Raddi donde se han preservado folíolos y fragmentos de hojas compuestas (Anzótegui, 2004).

La presencia de palmeras en esta formación se ha citado previamente mediante el registros de palinomorfos afines a *Butia* sp., *Trithrinax* sp., *Syagrus* sp. y *Euterpe* sp. (Mautino y Anzótegui, 2002a; Mautino, 2010).

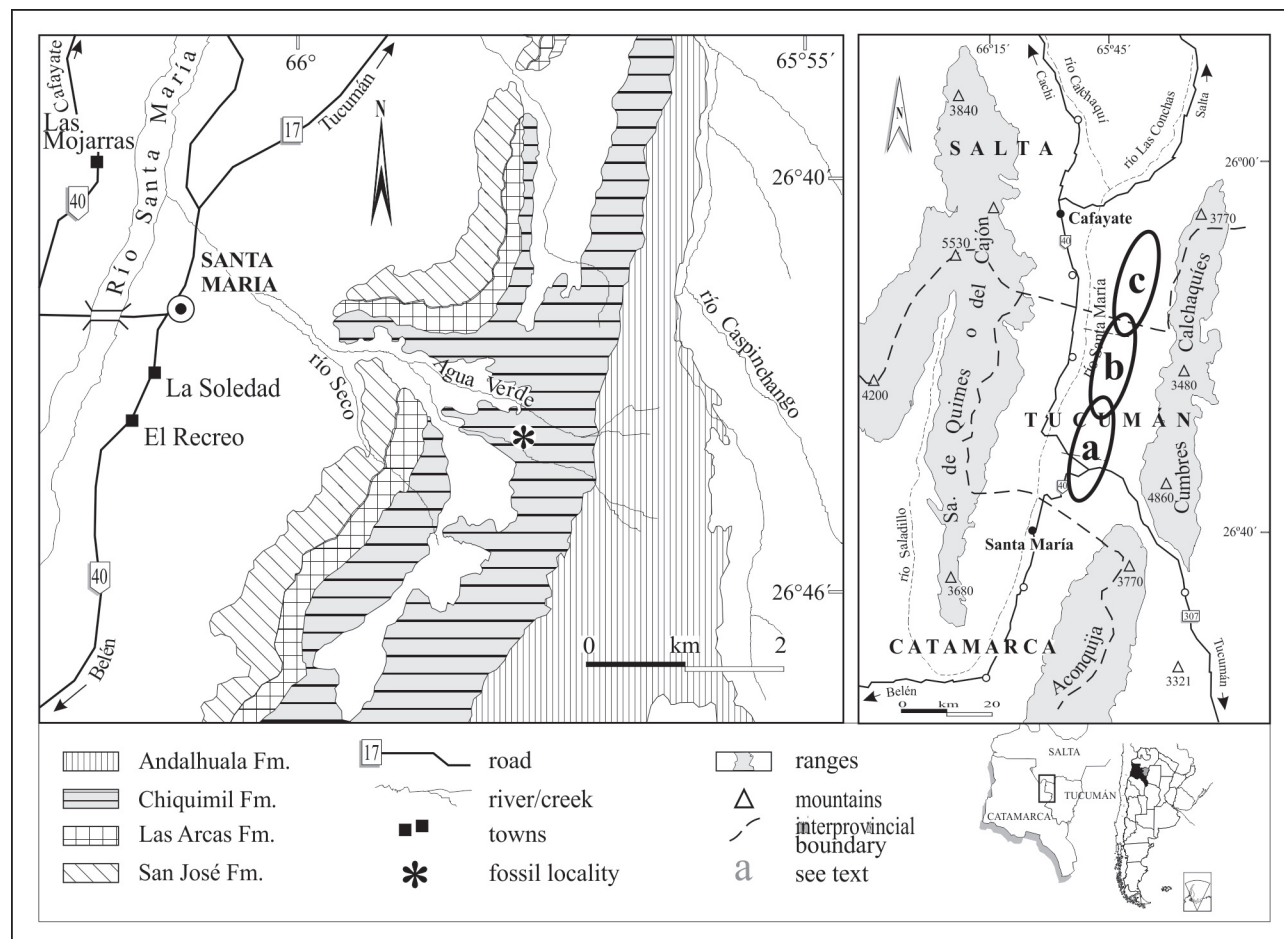
La presente contribución tiene por objetivo dar a conocer el estudio anatómico de un estípite permineralizado por sílice de una palmera, hallado en las sedimentitas de la Formación Chiquimil, Grupo Santa María, provincia de Catamarca,

Argentina (Fig. 1).

El registro de estípites de palmeras fósiles en la Argentina se conoce desde el Cretácico Superior (Ancibor, 1995; Ottone, 2007; Martínez, 2012) y el Paleógeno (Romero, 1968; Arguijo, 1979, 1981) de Patagonia y zonas aledañas. Además, existe un buen registro durante el Plio-Pleistoceno de la Mesopotamia argentina (Lutz, 1980, 1984, 1986; Zucol *et al.*, 2005; Franco *et al.*, 2013; Franco, 2014). Sin embargo, el ejemplar descrito en esta contribución corresponde al primero de la región Noroeste de Argentina (NOA), lo que le confiere interés debido a que amplía el área de distribución de la familia Arecaceae en el sur de América del Sur.

## MARCO GEOLÓGICO

La Formación Chiquimil es la tercera unidad (de base a techo) del Grupo Santa María que aflora extensamente en el valle homónimo, en la provincias de Catamarca, Tucumán y Salta, a lo largo de unos 120 km (Fig. 1). Representa una se-



**Figura 1.** Mapa geológico de los afloramientos de la Formación Chiquimil. **a, b, c**= áreas en las que se divide la zona estudiada de acuerdo a Ibañez (2001).

cuencia fluvio-lacustre que esencialmente consiste en una sucesión de areniscas medias a finas, limolitas y arcilitas, con conglomerados y evaporitas (principalmente yeso) subordinados, de colores amarillentos, verdosos y pardo claros. Ibañez (2001) realizó un exhaustivo estudio estratigráfico, geoquímico y análisis de arcillas, y propuso un esquema que abarcaría tres áreas: hacia el sur (Fig. 1a), la secuencia sería predominantemente fluvial con características de un río anastomosado y todos sus ambientes relacionados, con un espesor del orden de los 550–600 m; hacia la porción media del actual valle (Fig. 1b) sería principalmente lacustre caracterizada por un gran lago (o un sistema lacustre) de poca profundidad, con espesores del orden de 350–400 m; hacia el norte (Fig. 1c) se convertiría en un cuerpo álcico más salino con características de sabkha, con frecuentes intercalaciones de evaporitas y espesores del orden de 300 m.

Riggs y Patterson (1939), basándose en el contenido de su fauna de mamíferos fósiles, dividieron esta unidad en dos partes, A y B, describiendo también sus diferencias litológicas. Análisis más detallados de estas faunas se deben a Marshall y Patterson (1981) y Marshall *et al.* (1983); en ambos casos redefinieron la fauna a la Edad Mamífero Sudamericana (*South American Land Mammal Ages, SALMAs*) Chasicense. Diferentes análisis radiométricos y paleomagnéticos (Bossi *et al.*, 1998) establecieron el límite superior de la formación en 6,68 a 7,14 Ma, lo que la ubica en el Mioceno tardío. Dataciones paralelas en la Formación Morterito del valle del Cajón (al oeste del valle de Santa María), unidad que es considerada coetánea con la Formación Chiquimil, arrojaron una edad de  $6,04 \pm 0,07$  Ma para este límite (Bossi *et al.*, 1998). La base de la formación se apoya sobre la Formación Las Arcas, de cuya base, a su vez, se dispone de un fechado de  $8,79 \pm 0,14$  Ma (Spagnuolo *et al.*, 2010, 2011).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material fósil proviene de los niveles basales de la Formación Chiquimil y está permineralizado por sílice. Para el estudio anatómico del estípide se realizaron secciones delgadas en dos sentidos: corte transversal (CT) y corte longitudinal tangencial (CL).

Para las observaciones se utilizó un microscopio Nikon Labophot, un Nikon Eclipse E200 y un Nikon Eclipse E200Pol; las microfotografías fueron tomadas con una cámara digital Nikon Coolpix S4 y DS-3M.

En la descripción anatómica del ejemplar se utilizaron promedios de 25 mediciones y entre paréntesis figuran sus valores extremos (las medidas mínimas y máximas del rango de distribución). Los caracteres anatómicos fueron medidos mediante el programa *ImageJ* (versión 1.47) (Rasband, 1997–2008).

Para realizar las descripciones anatómicas se siguió la terminología de Stenzel (1904), Tomlinson (1961), Thomas (2011) y Thomas y Franceschi (2013). Además, se consultó la base de datos electrónica *Palmweb* ([www.palmweb.org](http://www.palmweb.org)) para las descripciones, distribuciones y bibliografía de algunos taxones actuales. Las afinidades y terminologías se realizaron consultando la literatura especializada en el tema (*e.g.*, Tomlinson, 1961; Lutz, 1978; Ancibor, 1995; Ottone, 2007; Thomas, 2011; Thomas y Franceschi, 2013). Los descriptores fueron tomados de Thomas (2011) y Thomas y Franceschi (2013), los cuales se resumen en la Tabla 1.

El ejemplar se encuentra depositado en la Colección Paleobotánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina; bajo la sigla **CTES-PB** 14161 para el estípide fósil y **CTES-PMP** 3472–3486 para los preparados microscópicos.

## PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Orden ARECALES Bromhead, 1840

Familia ARECACEAE C.H. Berchtold y J. Presl, *nom. cons.* 1820

Subfamilia CORYPHOIDEAE Burnett, 1835

Tribu CRYOSOPHILEAE Dransfield *et al.*, 2005

Género ***Palmoxylon*** Schenk, 1882

**Especie tipo.** *Palmoxylon blanfordii* Schenk, 1882.

***Palmoxylon romeroi*** sp. nov.

Figuras 2–3

**Derivación del nombre.** El epíteto específico hace referencia al Dr. Edgardo Juan Romero quien ha realizado importantes y extensos aportes en el campo de la paleobotánica y palinología de Argentina.

**Diagnosis.** Estípide compuesto por tejido fundamental y haces fibrovasculares; patrón general del tipo *Cocos*; cilindro central bien delimitado de la zona cortical por un aumento abrupto de los haces fibrovasculares; haces fibrovasculares distribuidos

TABLA 1 – Tabla con los descriptores de *Palmoxylon romeroi* sp. nov. de acuerdo a Thomas (2011) y Thomas y Francheschi (2013).

1	Patrón general del estípide	Tipo "Cocos"
2	Forma de la parte fibrosa en sección transversal	Vaginata
3	Corteza	Desarrollada (9 mm)
4	Capa de protección superficial (zona subepidérmica)	No aplicable
5	Pelos epidérmicos multicelulares	No aplicable
6	Células de la epidermis	No aplicable
7	Elongación tangencial y divisiones anticlinales de las células del parénquima subcortical	Ausentes
8	Alargamiento radial de la parte fibrosa (en la zona subcortical)	Ausentes
9	Haces fibrosos en el cilindro central	Ausentes
10	"Auricular sinus"	No aplicable
11	Posición de la zona vascular	Incluida en la parte fibrosa
12	Parte fibrosa adyacente al xilema	Presente
13	Puentes Vasculares	
14	Número de elementos del metaxilema por haz fibrovascular	Mayormente 3–4, más de 4, 5
15	Número de hileras del floema	1
16	Parénquima radial del haz fibrovascular	Presente
17	Parénquima tabular del haz fibrovascular	Presente
18	Estegmata	Globular equinada
19	Distribución de los estegmata en el cilindro central	Alrededor de la parte fibrosa adyacente al floema en el cilindro central
20	Diferenciación centrífuga de la parte fibrosa	Ausente
21	Parénquima fundamental del cilindro central	Células parenquimáticas alargadas, redondeadas, ondulantes, de forma rectangular que rodean al haz fibro vascular
22	Paredes terminales del metaxilema	Ligeramente oblicuas
23	Valor de la especialización del metaxilema	Placas de perforación únicamente simple
24	Placa cribosa del metafloema	No se observó
25	Parénquima paravascular	Poco desarrollado o una capa de células circunvasculares

uniformemente, de forma vaginata; comúnmente de 3–5 vasos metaxilemáticos, con placas de perforación simples; floema formado por un cordón de células; parénquima tabular, radial y paravascular presente, parénquima paravascular poco desarrollado; parénquima fundamental compuesto por células alargadas, redondeadas, ondulantes, de forma rectangular que rodean al haz fibrovascular; presencia de estegmatas de forma globular con superficie ornamentada.

**Diagnosis.** *Palm stem composed of fundamental parenchyma cells and fibrous-vascular bundles; general stem pattern Cocos-Type; central cylinder well delimited from the cortical zone with a sudden increase of the density of fibrous-vascular bundles; fibrous-vascular bundles are highly constant, with vaginata shape; metaxylem usually with 3–5 vessels and with simple perforation plates; one phloem strand; tabular, radiating and paravascular parenchyma present, paravascular parenchyma poorly developed;*

*ground parenchyma composed by spheroid to elongate cells, lobed with a rectangular shape; g lobular echinate stegmata.*

**Material tipo.** CTES-PB 14161, CTES-PMP 3472–3486.

**Afinidad Botánica.** Arecaceae. Coryphoideae. Cryosophileae. *Zombia* L.H. Bailey y *Trithrinax*.

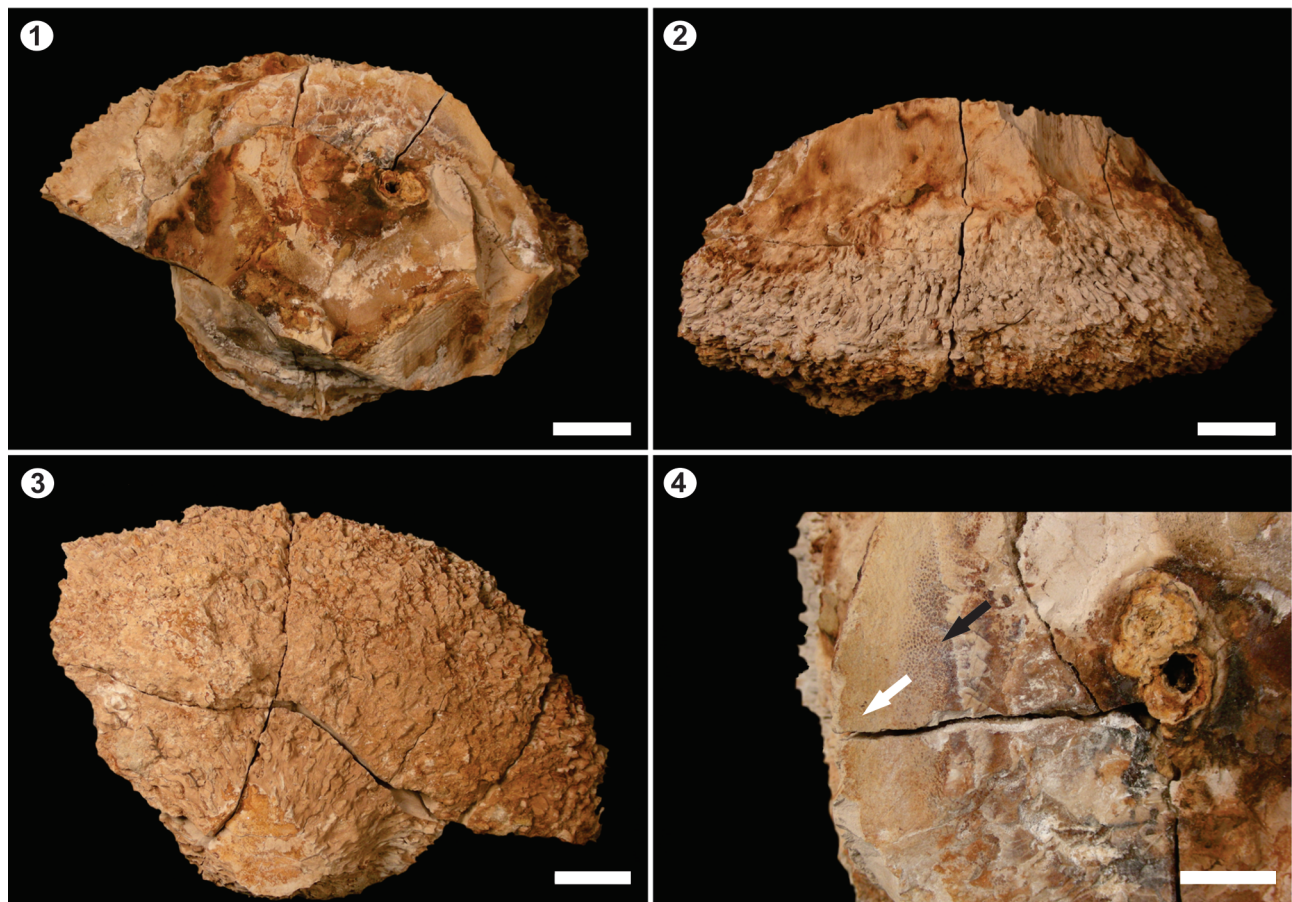
**Procedencia geográfica.** Río Agua Verde, Departamento Santa María, provincia de Catamarca, Argentina (Fig. 1).

**Procedencia estratigráfica.** Formación Chiquimil.

**Edad.** Mioceno tardío.

**Descripción.** El material pertenece a un tocón de palmera en el que se observa parte del bulbo radicular con raíces adventicias (Fig. 2). Está compuesto por tejido fundamental y haces fibrovasculares que forman una atactostela (Fig. 3.1). El patrón general del tallo de acuerdo a la clasificación de Von Mohl (1823–1850) y posteriormente redescrita por Thomas (2011) y Thomas y Franceschi (2013) es del tipo *Cocos*.





**Figura 2. 1–4.** *Palmoxylon romeroi* sp. nov. (CTES-PB 14161). Flecha blanca= zona cortical, flecha negra= zona subcortical. Escala gráfica: 1–3= 5 cm; 4= 3 cm.

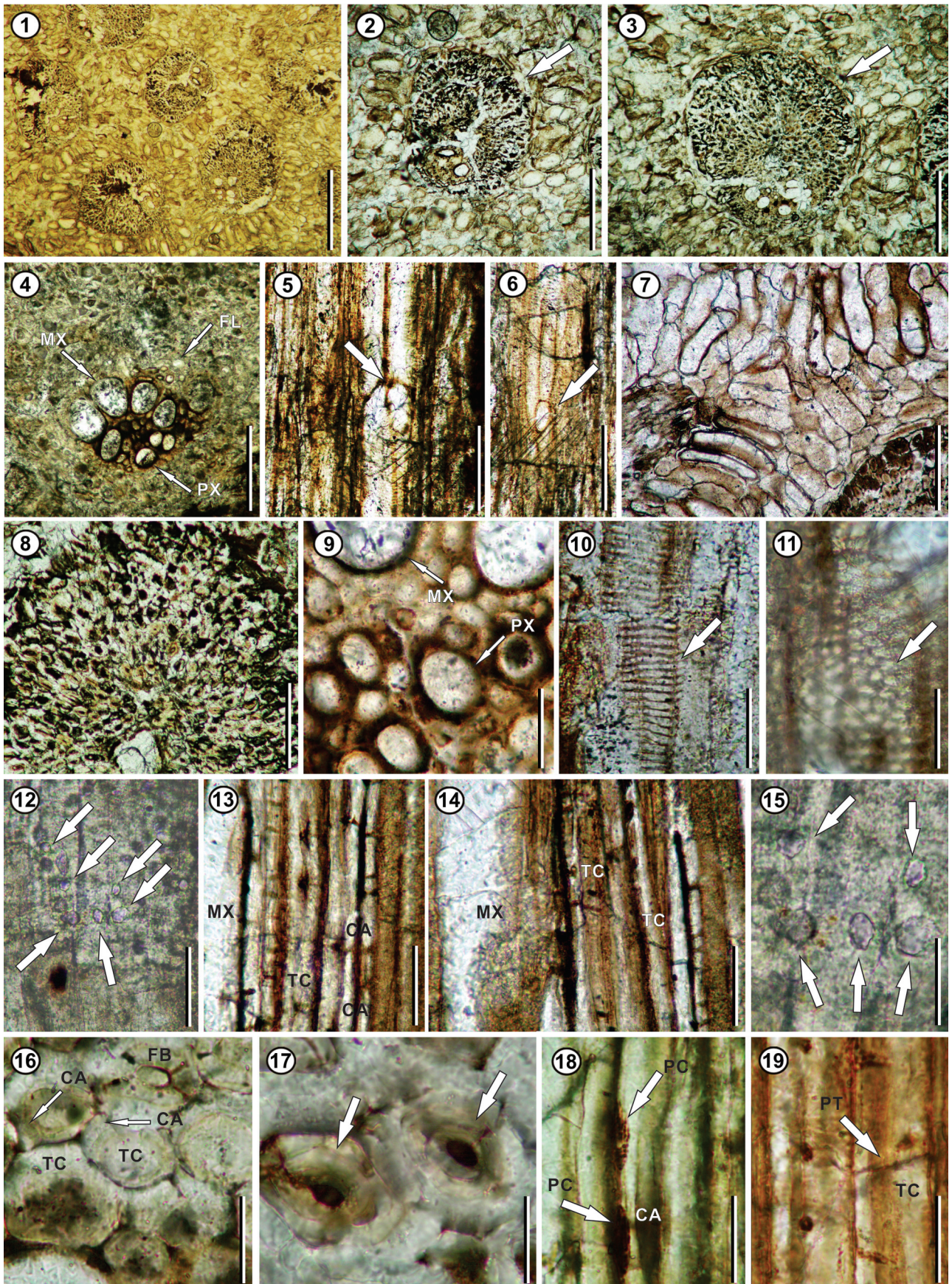
Morfológicamente, es posible diferenciar tres zonas: una cortical, una subcortical y el cilindro central (Fig. 2.4). Las zonas cortical y subcortical no se encuentran bien preservadas, por este motivo no fue posible realizar su descripción anatómica. La corteza está bien desarrollada, siendo de 9 mm de espesor, y está bien delimitada de la zona subcortical por un aumento abrupto de la densidad de los haces fibrovasculares (Fig. 2.4). El cilindro central está bien preservado. A continuación se describen sus diferentes elementos anatómicos: los haces fibrovasculares se distribuyen regularmente a lo

largo de todo el corte transversal (Fig. 3.1). Están próximos entre sí, teniendo una densidad de 8 (13) 16 haces por  $\text{cm}^2$ . De acuerdo a la clasificación de Stenzel (1904), son de forma vaginata y cuentan con una región fibrosa mayor que la vascular (Fig. 3.1–3). Envainando completamente al haz fibrovascular hay una capa de parénquima parafibrovascular formado por células alargadas y arqueadas (Fig. 3.1–3).

El área fibrosa del haz fibrovascular tiene un diámetro de 382 (774) 1098  $\mu\text{m}$  y está constituido por un fascículo compacto de fibras con diámetros de 30 (40) 53  $\mu\text{m}$  y espesor de

**Figura 3. 1–19,** *Palmoxylon romeroi* sp. nov. (CTES-PB 14161). **1**, CT del cilindro central con haces fibrovasculares y parénquima fundamental; **2–3**, CT mostrando haces fibrovasculares con la parte fibrosa bien desarrollada y de forma vaginata (flecha); **4**, detalle del metaxilema, protoxilema y floema en CT; **5**, CL mostrando metaxilema con placa de perforación simple (flecha); **6**, CL mostrando protoxilema con placa de perforación simple (flecha); **7**, CL detalle del tejido fundamental; **8**, detalle de las fibras del haz fibrovascular en CT; **9**, detalle del metaxilema y protoxilema en CT; **10**, engrosamiento helicoidal (flecha) del protoxilema en CL; **11**, detalle de las punteaduras alternas (flecha) en un elemento del metaxilema (CL); **12**, estegmatas en CL (flechas); **13–14**, floema en CL; **15**, detalle de estegmatas equinadas y globulares en CL (flechas); **16**, detalle del floema en CT; **17**, detalle de las fibras en CT (flechas); **18–19**, detalle de la sección longitudinal tangencial del floema. Escala gráfica: 1= 2000  $\mu\text{m}$ ; 2–3= 200  $\mu\text{m}$ ; 4–8= 100  $\mu\text{m}$ ; 9–14= 30  $\mu\text{m}$ ; 15–19= 10  $\mu\text{m}$ . **CA**: célula acompañante; **FB**: fibra; **FL**: floema; **MX**: metaxilema; **PC**: placa cribosa; **PT**: pared terminal; **PX**: protoxilema; **TC**: tubo criboso.







pared de 7 (14) 23  $\mu\text{m}$  (Fig. 3.8, 3.17).

El xilema está compuesto por vasos metaxilemáticos y protoxilemáticos (Fig. 3.4, 3.9). El protoxilema se ubica en la región externa de los haces y está limitado por el parénquima intrafascicular; se encuentra compuesto por traqueidas de tamaño pequeño, de 29 (49) 68  $\mu\text{m}$  (Fig. 3.4, 3.9). En el corte longitudinal tangencial (CL) se observan engrosamientos helicoidales (Fig. 3.10). Las placas de perforación son simples (Fig. 3.6). El metaxilema se encuentra ubicado entre el protoxilema y el floema y tiene usualmente 3–4 vasos xilemáticos, pero ocasionalmente está conformado por más de 4–5 vasos xilemáticos (Fig. 3.1–4). Los vasos metaxilemáticos son, en corte transversal, de forma oval a circular (Fig. 3.1–4). Tienen un diámetro de 49 (79) 118  $\mu\text{m}$ . Presentan placas de perforación simples (Fig. 3.5), y las punteaduras intervasculares son alternas (Fig. 3.11).

El floema está ubicado entre el casquete de fibras y el xilema y se encuentra conformado por un cordón de células. En sección transversal es difícil de observar debido a que en muchos haces no se encuentra preservado. Sin embargo, es posible identificar tubos cribosos de sección poligonal y células acompañantes (Fig. 3.4, 3.16). En CL, es posible identificar los elementos del tubo criboso con paredes terminales oblicuas, las placas cribosas y las células acompañantes (Fig. 3.13–14, 3.18–19).

El tejido fundamental está constituido básicamente por células parenquimáticas alargadas, redondeadas, ondulantes, de forma rectangular que rodean al haz fibrovascular (Fig. 3.1–3, 3.7). Estas células tienen, en sección transversal, una longitud de 98 (157) 238  $\mu\text{m}$  y un ancho de 33 (47) 65  $\mu\text{m}$ . Es posible identificar parénquima tabular, radial y paravascular, encontrándose este último poco desarrollado (Fig. 3.2–3.3).

Alrededor de la región fibrosa, en CL, se observan estegmatas de forma globular con superficies ornamentadas por pequeñas espinas denominadas equinadas (Fig. 3.12, 3.15).

**Comparaciones con especies actuales.** El ejemplar pertenece a las Arecaceae por presentar las siguientes características: haces fibrovasculares simples y colaterales (French y Tomlinson, 1986), integrados por una parte vascular compuesta por elementos del protoxilema, metaxilema y floema, y un componente fibroso más desarrollado, en contacto con el floema, que encierra completamente el haz.

La presencia de 1–2 o más vasos metaxilemáticos es característica únicamente de la Subfamilia Coryphoideae, debido a

que las otras subfamilias presentan sólo hasta 2 elementos metaxilemáticos por haz fibrovascular (Thomas y Franceschi, 2013).

El ejemplar fósil estudiado presenta caracteres diagnósticos de la Tribu Cryosophileae *sensu* Dransfield *et al.* (2005). Esta tribu se caracteriza por presentar un patrón general del tallo del tipo *Cocos*, haces fibrovasculares circulares con la parte fibrosa de forma vaginata, de uno a varios vasos metaxilemáticos, parénquima paravascular poco desarrollado y parénquima tabular bien desarrollado, tejido fundamental esferoide a elongado, compacto a lagunoso (Tomlinson *et al.*, 2011; Thomas y Franceschi, 2013).

Dentro de esta tribu están incluidos los géneros *Schippia* Burret, *Trithrinax* Martius, *Zombia* Bailey, *Coccothrinax* Sargent, *Hemithrinax* Hooker, *Thrinax* Swartz, *Chelyocarpus* Dammer, *Cryosophila* Blume e *Itaya* Moore (Dransfield *et al.*, 2005). El material fósil fue comparado con estos géneros (Tab. 2) presentando las mayores afinidades con los géneros *Zombia* y *Trithrinax*. Las comparaciones con *Schippia* e *Itaya* no pudieron ser realizadas por no disponer en la actualidad de descripciones anatómicas de sus estípites.

Se utilizó la base de datos de Thomas (2011) para obtener una lista de especies existentes con la siguiente combinación de características encontradas en el estípite fósil estudiado: patrón del estípite tipo *Cocos*, estegmatas del tipo globular equinado, distribución de las estegmatas alrededor de la parte fibrosa adyacente al floema en el cilindro central, corteza desarrollada, parénquima paravascular poco desarrollado, una sola hilera de floema y parénquima radial presente. Estos caracteres relacionaron al material estrechamente con la Subfamilia Coryphoideae, Tribu Cryosophileae y con el género actual *Zombia*. Es importante destacar que *Trithrinax* no forma parte de la base de datos *Palm-ID* ([www.infosyslab.fr/Palm-ID/](http://www.infosyslab.fr/Palm-ID/)). La afinidad con el género *Trithrinax* fue establecida mediante la comparación con los estudios realizados por Lutz (1978) sobre la anatomía de algunos géneros nativos de Argentina.

**Comparaciones con especies fósiles.** Schenk (1882) propuso el género *Palmoxylon* para los estípites fósiles de palmeras. Posteriormente, Stenzel (1904) incluyó a todos los estípites fósiles en este género y los agrupó en 8 grupos: (1) Antiguensia, (2) Cordata, (3) Sagittata, (4) Complanata, (5) Reniformia, (6) Lunaria, (7) Vaginata y (8) Radices.

El registro de estípites fósiles en Argentina comprende ma-

TABLA 2 – Comparación entre los caracteres anatómicos de *Palmoxylon romeroi* sp. nov. y los géneros actuales de la tribu *Cryosophileae*.

	Patrón general del estípite	Forma de la parte fibrosa	Elementos del metaxilema por hfv	N° de hileras del floema	Haz fibroso	Parénquima fundamental del cilindro central
<b>Palmoxylon romeroi</b> sp. nov.	Tipo Cocos	Vaginata	3–4, >4	1	Ausente	Alargado, redondeado, ondulante, de forma rectangular
<b>Coccothrinax</b>	Tipo Cocos	Vaginata/lunaria	>4	2	Presente	Compacto, esferoide a alargado
<b>Chelyocarpus</b>	Tipo Cocos	Vaginata	1	1	Ausente	Compacto, esferoide a alargado
<b>Cryosophila</b>	Tipo Cocos	Vaginata/reniforme	2	1	Ausente	Esferoide a alargado, lacunar
<b>Thrinax</b>	Tipo Cocos	Vaginata/lunaria	2 (3)	1	Ausente	Esferoide a alargado, lacunar
<b>Hemithrinax</b>	Tipo Cocos	Vaginata	2	1	Presente	Compacto, esferoide a alargado
<b>Zombia</b>	Tipo Cocos	Vaginata	3–4, >4	1	Ausente	Alargado, lobulado, lacunar
<b>Trithrinax</b>			2–5	1	Presente/ Ausente	Alargado, redondeado, lacunar

Referencias: Lutz (1978, 1980); Arguijo (1981); Thomas (2011); Thomas y Franceschi (2012). Abreviatura: hfv, haces fibrovasculares.

teriales provenientes del Paleógeno de Chubut (*Palmoxylon patagonicum* Romero, 1968, *Palmoxylon bororoense* Arguijo, 1979, *Palmoxylon varetum* Arguijo, 1981), del Cretácico de Neuquén (*Palmoxylon pichaihuensis* Ottone, 2007, *Palmoxylon garridoi* Martínez, 2012) y Río Negro (*Palmoxylon santarosense* Ancibor, 1995, *Palmoxylon rionegrense* Ancibor, 1995, *Palmoxylon valchetense* Ancibor, 1995) y del Neógeno de Entre Ríos (*Palmoxylon concordense* Lutz, 1980 y *Palmoxylon yuqueriense* Lutz, 1984).

De estos materiales, *Palmoxylon santarosense*, *P. bororoense*, *P. varetum*, *P. patagonicum* y *P. yuqueriense* presentan caracteres que lo relacionan con la Familia Coryphoideae. Sin embargo, sólo *P. bororoense* y *P. varetum* tienen la forma de la región fibrosa del haz fibrovascular en sección transversal del tipo Vaginata, al igual que el ejemplar descrito en el presente trabajo, y estarían incluidos dentro de grupo Vaginata *sensu* Stenzel (1904).

Con *Palmoxylon varetum* y *P. bororoense* se hallaron diferencias en la presencia de haces fibrosos, la cantidad de haces

fibrovasculares por cm<sup>2</sup> (*P. varetum*, 54 haces por cm<sup>2</sup>, *P. bororoense*, 85 haces por cm<sup>2</sup>), la cantidad y el tipo de placa de perforación de vasos metaxilemáticos (Arguijo, 1979, 1981).

La combinación única de los caracteres anatómicos diagnósticos que presenta el ejemplar fósil (patrón general del estípite del tipo *Cocos*, haces fibrovasculares de forma vaginata; de 3–5 vasos metaxilemáticos, con placas de perforación simples; floema formado por un cordón de células; parénquima tabular, radial y paravascular presente, parénquima paravascular poco desarrollado; presencia de estegmatas de forma globular con superficie ornamentada) justifica la introducción de una nueva entidad específica, *Palmoxylon romeroi* sp. nov.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estípite de las palmeras presenta propiedades únicas, debido a que se caracteriza por tener sólo crecimiento primario, lo que limita su hábito de crecimiento pero no su capacidad de continuar el desarrollo del tallo, pudiendo alcanzar grandes alturas. La ausencia de latencia junto con la incapacidad de

soportar bajas temperaturas que pudieran causar la cavitación irreversible de los elementos traqueales se relaciona con este tipo de crecimiento y restringe a las palmeras, en gran parte, a zonas tropicales, en donde se han convertido en organismos emblemáticos (Tomlinson, 2006) a subtropicales como, *Jubaea chilensis* (Molina) Baill que llega a los 35° 30' S en Chile y coexiste con bosques xerofíticos (Donoso, 1993; Armesto *et al.*, 1995), *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman a los 34° S y *Trithrinax campestris* a los 33° S en la Argentina (Henderson *et al.*, 1995). Por este motivo, las arecáceas fósiles pueden ser utilizadas como marcadores climáticos en base a las restricciones climáticas que presentan las palmeras actuales.

Los representantes actuales de la Tribu Cryosophileae se encuentran principalmente distribuidos en América Central (de la selva tropical a regiones áridas) y generalmente crecen en hábitats costeros. La mitad de los géneros se encuentran restringidos a hábitats secos, sólo *Chelyocarpus*, *Itaya* y *Trithrinax* se encuentran en América del Sur, y se distribuyen principalmente en la selva húmeda tropical (Thomas y Franceschi, 2012; Fig. 4).

El género *Zombia* es monoespecífico y se distribuye en el Caribe, Haití y República Dominicana. Crece en zonas secas y montañosas a bajas altitudes (Henderson *et al.*, 1995). Hasta la actualidad, no se habían registrado fósiles afines a este género por lo que la nueva especie de la Formación Chiquimil proporciona información novedosa sobre la posible paleodistribución de las Cryosophileae en América del Sur.

*Trithrinax* es un pequeño género tropical a subtropical del sur de América del Sur e incluye algunas de las palmeras americanas más adaptadas a los climas fríos y secos. Este género contiene tres especies subtropicales distribuidas en Brasil, Bolivia, Paraguay, Argentina y Uruguay, que crecen en regiones estacionalmente secas, áreas abiertas y bosques deciduos de bajas altitudes (Henderson *et al.*, 1995). En la actualidad, *Trithrinax schyzopylla* Drude es el único género y especie que se encuentra presente en la provincia de Catamarca en donde fue hallado el fósil estudiado en este trabajo.

Los registros paleobotánicos de la Formación Chiquimil

sugieren la existencia de canales fluviales o lagos pocos profundos con *Nymphaea* sp. (Nymphaeaceae) asociados a diferentes tipos de algas; áreas palustres con Poaceae, Arecaceae, Cyperaceae, Typhaceae y Haloragraceae; bosques riverños con Myrtaceae, Poaceae, Arecaceae, Malvaceae, *Thelypteris* Schmidel y *Schinus* L., desarrollados en un clima subtropical húmedo y estacionalmente seco (Mautino y Anzótegui, 2002a,b; Anzótegui, 2004). Sin embargo, algunos registros polínicos en la Formación Chiquimil estarían indicando condiciones más xéricas (Mautino y Anzótegui, 2002a,b). La presencia de *Prosopisinoxylon anciborae*, un leño fósil afín al género actual *Prosopis* indicaría también condiciones xerófilas (Martínez, 2010). El registro de *Paraalbizioxylon caccavariae* afín a los géneros actuales *Albizia* Durazzini y *Acacia* Miller, en especial *Acacia visco* Lorentz ex Grisebach, sugiere un clima subtropical estacional y es probable que este fósil se haya desarrollado en un bosque húmedo, comparable con las Yungas (Martínez, 2014).

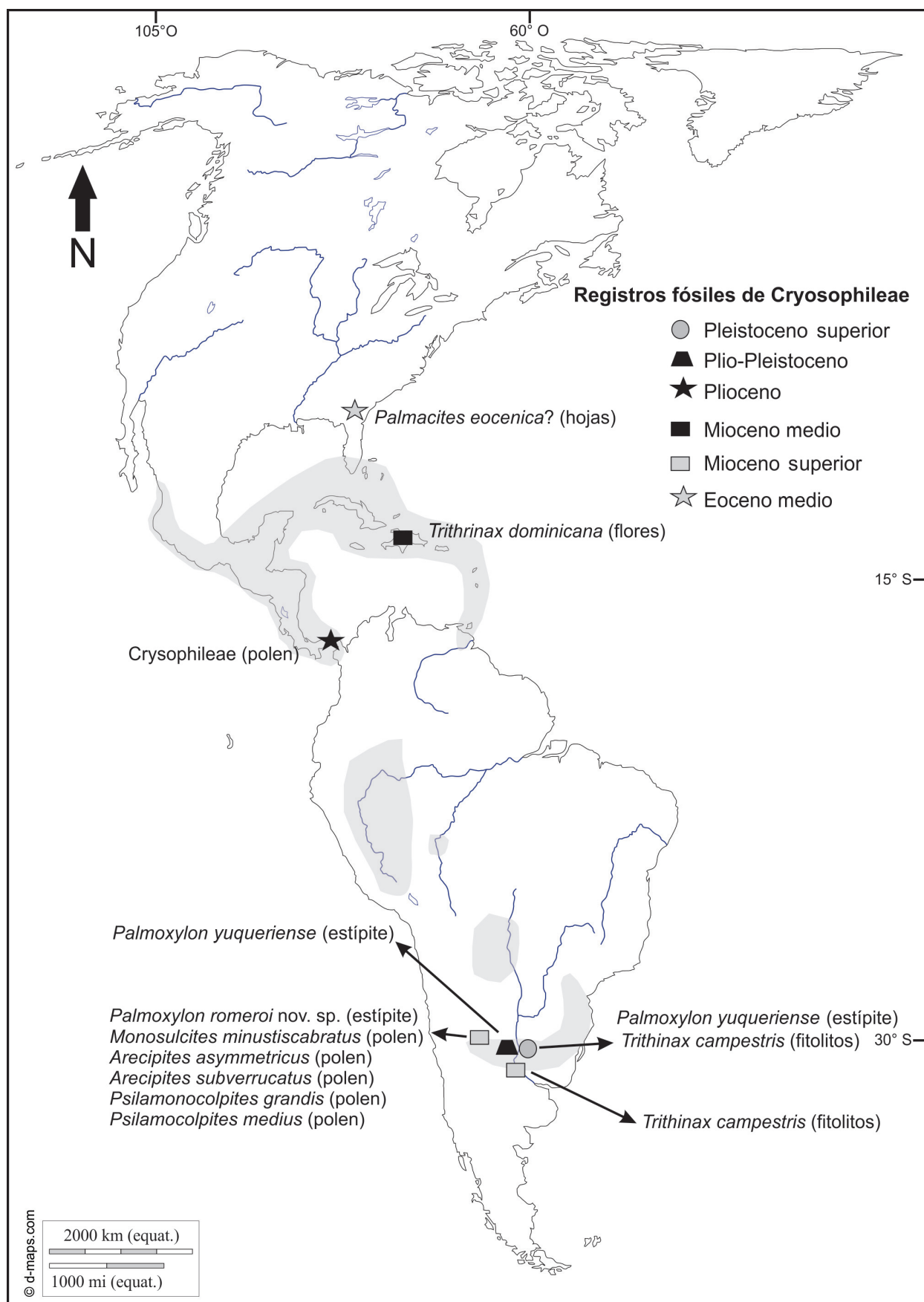
Teniendo en cuenta la distribución del pariente actual más cercano del fósil hallado y los antecedentes paleobotánicos y geológicos, es probable que *Palmoxylon romeroi* sp. nov., se haya desarrollado bajo un clima tropical-subtropical, estacionalmente seco a seco, en tierras altas menos húmedas como sabanas junto a *Prosopisinoxylon anciborae* y representantes de otras familias como las Poaceae, Malvaceae, Convolvulaceae, Chenopodiaceae, Amaranthaceae, Euphorbiaceae y Asteraceae (Mautino y Anzótegui, 2002a, b).

Los fósiles de Arecaceae son abundantes y están ampliamente distribuidos (ver Harley, 2006). Sin embargo, el registro de fósiles afines a Cryosophileae es aún escaso. Los primeros estudios fueron realizados por Berry (1914, 1924) quien describió hojas de *Thrinax* en el Eoceno medio y superior de Estados Unidos (Grupo Claiborne): *Palmacites eocenica* (Berry) Daghlán, 1978 (Fig. 4).

Poinar (2002) estudió 13 flores de palmeras asignadas a *Trithrinax dominicana* Poinar, 2002, preservadas en ámbar de la República Dominicana (Fig. 4). Estos materiales tienen una edad incierta, con un rango de 15–45 Ma de acuerdo al método de datación utilizado.

**Figura 4.** Mapa de la distribución actual de la Tribu Cryosophileae (sombreado gris) y sus registros fósiles hallados en el continente americano. Modificado de Thomas y Franceschi (2012).





En la Cuenca media del Uruguay (noreste argentino), los primeros registros de Arecaceae fueron dados a conocer por Lutz (1984) con el hallazgo de un estípite silicificado de palmera asignado a *Palmoxylon yuqueriense* proveniente de las sedimentitas del Cenozoico tardío de la provincia de Entre Ríos, Argentina (Fig. 4). Este fósil con afinidad a la Subfamilia Coryphoideae fue hallado recientemente en la Cuenca del río Paraná en depósitos de la Formación Ituaingó en las cercanías de la ciudad de Paraná, Entre Ríos (Franco, 2014; Fig. 4). Los registros de fitolitos con afinidad a *Trithrinax campestris* (Zucol y Brea, 2005; Fig. 4) provienen de la Formación El Palmar en la localidad del Parque Nacional El Palmar de Colón.

Mautino y Anzotegui (2002a,b) y Mautino (2010) describieron polen de la Formación Chiquimil referido a *Arecipites asymmetricus* (Frederiksen) Frederiksen, 1983, *Monosulcites minustiscabratus* McIntyre, 1968, *Arecipites subverrucatus* (Pocknall 1985) Mildenhall y Pocknall, 1989, *Psilamonocolpites grandis* Hammen, 1954 y *Psilamonocolpites medius* Hammen y García de Mutis, 1966, cuyas afinidades son con *Butia* sp., *Trithrinax* sp., *Syagrus* sp. y *Euterpe* sp. (Fig. 4). Es probable que estos ejemplares hayan coexistido con *Palmoxylon romeroi* sp. nov.

Recientemente, Thomas y Franceschi (2012) estudiaron siete estípites de palmeras fósiles asignadas a la especie *Palmoxylon vestitum* (Saporta) Stenzel, 1904 provenientes del Oligoceno temprano y Mioceno tardío de Francia. Estas especies son afines a Cryosophileae y el género actual más afín es *Coccothrinax* Sargent. Ésta es la primera evidencia de fósiles de Cryosophileae fuera del continente americano, donde se distribuyen sus representantes actuales. De acuerdo a estos registros europeos, se sugirió para la tribu un origen Laurásico (Thomas y Franceschi, 2012).

Bjorholm *et al.* (2006), sobre la base del registro fósil, sugirieron que la Subfamilia Coryphoideae siguió la ruta de dispersión boreotropical hacia América Central y América del Sur. Por otro lado, Henderson *et al.* (1995) propusieron que *Trithrinax* es el primer eslabón de una cadena de géneros estrechamente relacionados. *Trithrinax* se habría desarrollado al sur de América del Sur siendo seguido por los géneros sudamericanos y centroamericanos *Chelyacarpus*, *Itaya*, *Cryophylla* y *Schippia* y finalmente los géneros caribeños *Coccothrinax*, *Thrinax* y *Zamia*. Estos autores proponen una hipótesis contrapuesta a la de Thomas y Franceschi (2012) y

sugieren un origen en el Hemisferio Sur de este grupo de palmeras.

El hallazgo de este ejemplar, afín a la Subfamilia Coryphoideae, Tribu Cryosophileae, confirmaría la presencia de esta tribu en el Mioceno tardío de América del Sur y podría ser útil para resolver cuestiones relacionadas con el origen y las posibles rutas de diversificación de la tribu.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a G. Ottone y a un revisor anónimo, y al editor, por sus comentarios y sugerencias sobre el trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ancibor, E. 1995. Palmeras fósiles del Cretácico Tardío de la Patagonia Argentina (Bajo de Santa Rosa, Río Negro). *Ameghiniana* 32: 287–299.
- Anzotegui, L.M. 2004. Megaflore de la Formación Chiquimil, (Mioceno Superior), en los valles de Santa María y Villavil, provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina. *Ameghiniana* 41: 303–314.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.
- Arguijo, M.H. 1979. *Palmoxylon bororoense* n. sp. de la Formación Cerro Bororó (Paleoceno), provincia de Chubut, República Argentina. *Physis Sección C* 38: 87–96.
- Arguijo, M.H. 1981. *Palmoxylon vaterum* n. sp. del Paleoceno (Daniano) de la provincia de Chubut, Argentina. *Physis Sección C* 39: 4–59.
- Armesto, J.J., Villagrán, C. y Arroyo, M.K. 1995. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, Chile, 470 p.
- Berchtold, F. y Presl, J.S. 1820. O Pfirozenosti Rostlin, aneb Rostlinář. J. Kraus ed., Praga, 322 p.
- Berry, E.W. 1914. The Upper Cretaceous and Eocene floras, of South Carolina and Georgia. *United States Geological Survey. Professional Paper* 84: 1–200.
- Berry, E.W. 1924. The Middle and Upper Eocene floras of southeastern North America. *United States Geological Survey. Professional Paper* 92: 1–206.
- Bjorholm, S., Svenning, J.C., Baker, W.J., Skov, F. y Balslev, H. 2006. Historical legacies in the geographical diversity patterns of New World palm (Arecaceae) subfamilies. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151: 113–125.
- Bossi, G.E., Gavriloff, I.J.C. y Esteban, G. 1998. Terciario, Estratigrafía, Bioestratigrafía y Paleogeografía. En: M. Gianfrancisco, M.E. Puchulu, J. Durango de Cabrera y G.F. Aceñolaza (Eds.), *Geología de Tucumán*. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán, Tucumán, p. 87–108.
- Bromhead, E.F. 1840. Magazine of Natural History 4: 333.
- Burnett, G.T. 1835. Outlines of Botany. John Churchill, Princes Street, Soho, Londres, 1190p.
- Daghlian, C.P. 1978. Coryphoid palms from the lower and middle Eocene of Southeastern North America. *Palaeontographica Abteilung B* 166: 44–82.
- Donoso, C. 1993. *Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, Chile, 484 p.
- Dransfield, J., Uhl, N.W., Asmussen, C.B., Baker, W.J., Harley, M.M. y Lewis, C.E. 2005. A new phylogenetic classification of the palm family, Arecaceae. *Kew Bulletin* 60: 559–569.
- Franco, M.J. 2014. Estípites de Arecaceae de la Formación Ituaingó (Plioceno–Pleistoceno), Entre Ríos, Argentina. *Acta Geológica Lilloana* 26: 14–29.
- Franco, M.J., Brea, M., Orfeo, O. y Zucol, A.F. 2013. La Paleoflora de la Formación Ituaingó (Plioceno–Pleistoceno), Argentina. En: D. Brandoni y J. Noriega (Eds.), *El Neógeno de la Mesopotamia Argentina*. Publicación especial de la Asociación Paleontológica Argentina 14, p. 41–55.

- Frederiksen, N.O. 1983. Middle Eocene palynomorphs from San Diego, California. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series* 412: 32–109.
- French, J.C. y Tomlinson, P.B. 1986. Compound vascular bundles in monocotyledonous stems: Construction and significance. *Kew Bulletin* 41: 561–574.
- Harmmen, T. van der. 1954. El desarrollo de la flora Colombiana en los períodos geológicos, 1. Maestrichtiano hasta Terciario más inferior. *Boletín Geológico* 2: 49–106.
- Hamrnen, T. van der' y García de Mutis, C. 1966. The Paleocene pollen flora of Colombia. *Leidsche Geologische Mededelingen* 35:105–116.
- Harley, M.M. 2006. A summary of fossil records for Arecaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151: 39–67.
- Henderson, A., Galeano, G. y Bernal, R. 1995. *Field guide to the palms of the Americas*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 313 p.
- Herbst, R., Anzotegui, L.M., Esteban, G., Mautino, L.R., Morton, S. y Nasif, N. 2000. Síntesis paleontológica del Mioceno de los valles Calchaquíes, noroeste argentino. En: R. Herbst y F.G. Aceñolaza (Eds.), *El Neógeno de Argentina*. INSUGEO, Serie Correlación Geológica, Magna Publicaciones, Tucumán, p. 263–288.
- Ibañez, L.M. 2001. [Análisis paleoambiental de la Formación Chiquimil en el valle de Santa María, Catamarca, Tucumán y Salta. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, 199 p. Inédita.].
- Lutz, A.I. 1978. Estudio anatómico del estípide de seis géneros de Palmae del NE de Argentina. *Facena* 2: 69–90.
- Lutz, A.I. 1980. *Palmoxylen* concordense n. sp. del Plioceno de la provincia de Entre Ríos, República Argentina. *2º Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Buenos Aires), *Actas* 3: 129–140.
- Lutz, A. 1984. *Palmoxylen yuqueriense* nov. sp. del Plioceno de la Pcia. de Entre Ríos, Argentina. *3º Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía* (Corrientes), *Actas*: 197–207.
- Lutz, A.I. 1986. Descripción morfo-anatómica del estípide de *Palmoxylen concordense* Lutz del Plioceno de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Facena* 6: 17–32.
- Lutz, A.I. 1987. Estudio Anatómico de Maderas Terciarias del Valle de Santa María (Catamarca–Tucumán), Argentina. *Facena* 7: 125–143.
- Marshall, L.G. y Patterson, B. 1981. Geology and geochronology of the mammal-bearing Tertiary of the valle de Santa María and Río Corral Quemado, Catamarca Province, Argentina. *Fieldiana Geology* 9: 1–80.
- Marshall, L., Hoffstetter, R. y Pascual, R. 1983. *Mammals and stratigraphy: geochronology of the continental mammal-bearing Tertiary of South America*. Paleovertebrata, Montpellier, 93 p.
- Martínez, L.C.A. 2010. *Prosopisoxylon anciborae* nov. gen. et sp. (Leguminosae, Mimosoideae) from the Late Miocene Chiquimil Formation (Santa María Group), Catamarca, Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology* 158: 262–271.
- Martínez, L.C.A. 2012. Estípide de palmera en el Campaniano del Grupo Neuquén, Provincia del Neuquén, Argentina. *Ameghiniana* 49: 585–593.
- Martínez, L.C.A. 2014. Fossil legume woods from the Late Miocene, Chiquimil Formation (Santa María Basin), Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology* 201: 1–11.
- Martínez, L.C.A. y Lutz, A.I. 2004. Xiloflora de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior) en el Valle de Santa María, Catamarca. Argentina. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes* 41: 15R.
- Martínez, L.C.A. y Lutz, A.I. 2006. Un nuevo género de Fabaceae fósil de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior), Catamarca, Argentina. *9º Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía* (Córdoba), *Actas* 1: 44.
- Mautino, L.R. 2010. [Palinofloras de las Formaciones San José y Chiquimil (Mioceno Medio y Superior), Noroeste de Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, 444 p. Inédita.].
- Mautino, L.R. y Anzotegui, L.M. 1998. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior) en Vallecito, provincia de Catamarca. Argentina. Parte 1. Esporas: Especies nuevas. *Ameghiniana* 32: 227–233.
- Mautino, L.R. y Anzotegui, L.M. 2002a. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior), en Río Vallecito, provincia de Catamarca, Argentina. Parte 2. Polen. *Ameghiniana* 39: 257–270.
- Mautino, L.R. y Anzotegui, L.M. 2002b. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior), en Río Vallecito, provincia de Catamarca, Argentina. Parte 3. Polen. *Ameghiniana* 39: 271–284.
- McIntyre, D.J. 1968. Further pollen species from New Zealand Tertiary and uppermost Cretaceous deposits. *New Zealand Journal of Botany* 6: 177–204.
- Mildenhall, D.C. y Pocknall, D.T. 1989. Miocene-Pleistocene spores and pollen from Central Otago, South Island, New Zealand. *New Zealand Geological Survey, Paleontological Bulletin* 59: 1–128.
- Morton, L.S. y Herbst, R. 2001. Gastrópodos (Bulimulidae) de la Formación Chiquimil (Mioceno) de Villavil, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana* 38: 51–53.
- Ottone, E.G. 2007. A new palm trunk from the Upper Cretaceous of Argentina. *Ameghiniana* 44: 719–725.
- Pan, A.D., Jacobs, B.F., Dransfield, J. y Baker, W.J. 2006. The fossil history of palms (Arecaceae) in Africa and new records from the Late Oligocene (28–27 Ma) of north-western Ethiopia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151: 69–81.
- Pocknall, D.T. 1985. Palynology of waikato Coal Measures (late Eocene- late oligocene) from the Raglan area, North Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 28: 329–349.
- Poinar, G. 2002. Fossil flowers in Dominican and Mexican amber. *Botanical Journal of the Linnean Society* 138: 57–61.
- Powell, A. 1998. Los vertebrados fósiles. En: M. Gianfrancisco, J. Durango, M.E. Puchulu y G.F. Aceñolaza (Eds.), *Geología de Tucumán*. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas, Tucumán, p. 227–240.
- Rasband, W. 1997–2008. *ImageJ*. Technical report, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. World Wide Web: <http://rsb.info.nih.gov/ij/> [acceso 2014].
- Riggs, E.S. y Patterson, B. 1939. Stratigraphy of Late Miocene and Pliocene deposits of the Province of Catamarca (Argentina). *Physis* 14: 143–162.
- Romero, E.J. 1968. *Palmoxylen patagonicum* n. sp. del Terciario Inferior de la provincia de Chubut, Argentina. *Ameghiniana* 5: 417–432.
- Schenk, A. 1882. Die von den Gebrüdern Schlagintweit in Indien gesammelten fossilen Hölzer. *Botanische Jahrbücher für Systematik. Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 3: 353–358.
- Spagnuolo, C.M., Georgieff, S. y Rapalini, A.E. 2010. Preliminary stratigraphy and datation of Las Arcas Formation in the Las Totoritas creek, Tucumán Province, Argentina. *18º Intenational Sedimentary Congress*. (Mendoza), Argentina.
- Spagnuolo, C.M., Georgieff, S. y Rapalini, A.E. 2011. Estudio magnetoestratigráfico preliminar en la Formación Las Arcas (Grupo Santa María) sur de la provincia de Salta. *18º Congreso Geológico Argentino* (Neuquén), *Acta TG, Geofísica*: 1390–1391.
- Stenzel, K.G. 1904. Fossile Palmenhölzer. *Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients* 16: 107–228.
- Thomas, R. 2011–en adelante. *Palm-ID, a database to identify the palm stem anatomy with an expert system* (Xper 2 ). Université Paris 6, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France. World Wide Web: <http://www.infosyslab.fr/Palm-ID/> [Enero 2014].
- Thomas, R. y Franceschi, D. 2012. First evidence of fossil Cryosophileae (Arecaceae) outside the Americas (early Oligocene and late Miocene of France): Anatomy, palaeobiography and evolutionary implications. *Review of Palaeobotany and Palynology* 171: 29–39.
- Thomas, R. y Franceschi, D. 2013. Palm stem anatomy and computer-aided identification: The Coryphoideae (Arecaceae). *American Journal of Botany* 100: 289–313.
- Thomson, P.W. y Pflug, H.D. 1953. Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. *Palaeontographica* 94–B: 1–138.
- Tomlinson, P.B. 1961. Palmae. En: C. Metcalfe (Ed.), *Anatomy of the Monocotyledons*, vol. 2. Oxford University Press, Oxford, 453 p.
- Tomlinson, P.B. 2006. The uniqueness of palms. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151: 5–14.
- Tomlinson, P.B., Horn, J.W. y Fisher, J.B. 2011. *The anatomy of palms. Arecaceae–Palmae*. Oxford University Press, Oxford, 276 p.
- Von Mohl, H. 1823–1850. De palmarum structura. En: K.F. von Martius

- (Ed.), *Historia naturalis palmarum*, Opus tripartitum, vol. 1, Monachii–impensis auctoris. F. Fleischer, Leipzig, Germany, 344 p.
- Zucol, A.F. y Brea, M. 2005. Sistemática de fitolitos, pautas para un sistema clasificatorio. Un caso en estudio en la Formación Alvear (Pleistoceno inferior). *Ameghiniana* 42: 685–704.
- 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.

doi: 10.5710/AMGH.15.09.2014.2811

**Recibido:** 30 de julio de 2014

**Aceptado:** 15 de septiembre de 2014