



Paleoflora (Fabaceae y Anacardiaceae) de la Formación Andalhuala (Plioceno Inferior), provincia de Catamarca, Argentina

Luisa M. ANZÓTEGUI¹, Yanina HORN¹ y Rafael HERBST²

Abstract. PALEOFLORA (FABACEAE AND ANACARDIACEAE) FROM THE ANDALHUALA FORMATION (LOWER PLIOCENE), CATAMARCA PROVINCE, ARGENTINA. A leaf impression flora from the Pie del Médano locality, (on national route 40, km 914-915) in Catamarca Province, is described. It comes from the Andalhuala Formation, which at that locality was dated as 5.22 ± 0.9 MY, indicating a Lower Pliocene age. The flora is composed of Fabaceae (*Prosopis* sp. a, *Eriosema pliocenica* Anzótegui and Horn sp. nov. and *Macroptilium* sp.) and Anacardiaceae (*Lithrea* sp. and *Schinus* aff. *terebinthifolia* Raddi). The association indicates a warm climate, xerophyte vegetation and riparian vegetation along river banks.

Resumen. Se describe una flora constituida por impresiones de hojas colectada en la localidad Pie del Médano (sobre ruta nacional 40, km 914-915) en la provincia de Catamarca. Procede de la Formación Andalhuala que en esa localidad tiene una datación de 5.22 ± 0.9 Ma, lo que la ubica en el Plioceno Inferior. La flora está compuesta por Fabaceae (*Prosopis* sp. a, *Eriosema pliocenica* Anzótegui y Horn sp. nov. y *Macroptilium* sp.) y Anacardiaceae (*Lithrea* sp. y *Schinus* aff. *terebinthifolia* Raddi). Esta asociación se habría desarrollado bajo un clima cálido, integrando vegetación xerofítica y bosques higrófilos, a lo largo del borde de ríos.

Key words. Leaves. Fabaceae. Anacardiaceae. Lower Pliocene. Catamarca. Argentina.

Palabras clave. Hojas. Fabaceae. Anacardiaceae. Plioceno Inferior. Catamarca. Argentina.

Introducción

La Formación Andalhuala integra el Grupo Santa María (Galván y Ruiz Huidobro, 1965) y aflora en los valles de Santa María, del Cajón, de Villavil y en la cuenca del río Belén, en las provincias de Catamarca, Tucumán y Salta. El Grupo está constituido en orden ascendente por las formaciones San José, Las Arcas, Chiquimil, Andalhuala, Corral Quemado y Yasyamay y su edad se extiende desde el Mioceno Medio al Plioceno Superior (Bossi y Palma, 1982). La formación Andalhuala es asignada al Plioceno Inferior (Strecker, 1987; Bossi *et al.*, 1998), posee unos 2500 m de espesor y es la de mayor extensión areal en la región. Está compuesta, en forma dominante, por un conjunto de areniscas, que gradan desde finas a gruesas, abundantes conglomerados y subordinadamente algunos niveles pelíticos y diversas capas de tobas. El ambiente de depositación general está defi-

nido como de ríos meandrosos de baja sinuosidad y todos los subambientes (Bossi y Palma, 1982; Bossi *et al.*, 1998) asociados a este tipo de río.

Desde el punto de vista paleontológico, la Formación Andalhuala es conocida por su rica fauna de vertebrados (Marshall y Patterson, 1981; Bossi *et al.*, 1998) y por la presencia de maderas petrificadas (Menéndez, 1962; Fernández y Bravo, 1985; Lutz, 1987). Es importante señalar que es la primera vez que se describe una asociación de plantas fósiles en la Formación Andalhuala, ya que hasta el momento hay únicamente menciones, referidas a *Equisetum* sp. y Cyperaceae (Durango de Cabrera *et al.*, 1997; Georgieff, 1998) y a hojas de Magnoliophyta (Anzótegui *et al.*, 2002). En la localidad conocida como Pie del Médano, en el ascenso al Campo del Arenal (en las cercanías de Santa María, Catamarca), sobre la ruta nacional 40 (aproximadamente km 914-915) (figura 1), afloran unos 150 m de areniscas finas a medianas, de colores pardos y grisáceos, intercaladas con algunas capas de tobas. En las porciones superiores de esta sección, se ubica un nivel lenticular de limolita, de color verdoso a grisáceo, de unos 30-35 m de extensión lateral y aproximadamente 1,5-2 m de espesor, que contiene las plantas aquí descritas. Una toba muy notoria, de más de 1 m de espesor,

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Casilla de Correo 291, 3400 Corrientes, Argentina. luisaanzotegui@arnet.com.ar

²Instituto Superior de Geología, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Las Piedras 201, 7° B, 4000 Tucumán, Argentina. rafaherbst@uolsinectis.com.ar

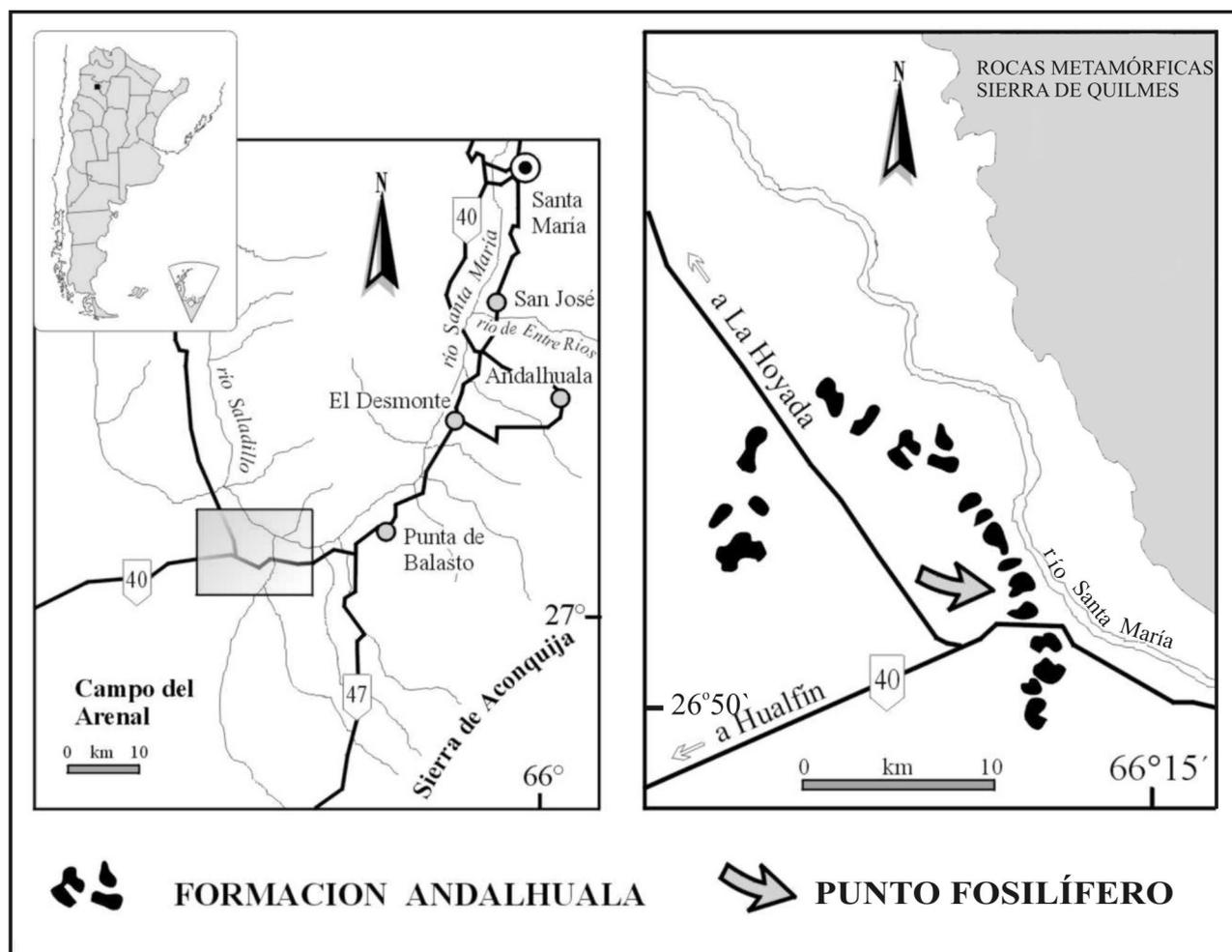


Figura 1. Mapa de ubicación de la localidad fosilífera / map of the fossiliferous locality.

situada a unos 30 m estratigráficos por debajo de las plantas, brindó una datación de 5.22 ± 0.9 Ma que la ubica en el Plioceno Inferior (Strecker, 1987). En esta contribución, se describen cuatro taxones: *Lithrea* sp. (Anacardiaceae), *Prosopis* sp. a, *Macroptilium* sp. y una especie nueva, *Eriosema pliocenica* Anzótegui y Horn sp. nov. (Fabaceae) y se brindan pocas características (medidas principalmente) e ilustra *Schinus* aff. *terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae), ya conocida para la Formación Chiquimil (Anzótegui, 2004). Finalmente, se realiza una interpretación de las condiciones paleoambientales en las que se habrían desarrollado estos vegetales fósiles comparándolos con aquellas en las que viven los taxones actuales más afines y se plantean algunas consideraciones sobre la presencia de Fabaceae y Anacardiaceae en sedimentos del noroeste argentino.

Materiales y métodos

Las impresiones de las hojas presentan un buen estado de conservación y cada especie está repre-

sentada por abundantes ejemplares bastante completos, salvo los de *Schinus* aff. *terebinthifolia* y *Lithrea* sp., que en su mayoría son fragmentarios. Las especies fósiles han sido determinadas mediante bibliografía especializada y por comparación con ejemplares actuales del Herbario (CTES). La terminología empleada en las descripciones es básicamente la propuesta por Hickey (1974, 1979) y LAWG (1999) y para denominar a las especies fósiles se sigue el sistema natural de clasificación (Lindley, 1836; Cronquist *et al.*, 1966). Las fotografías han sido tomadas con una cámara digital Cannon Power Shot A70. El material se halla depositado en la colección de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste, bajo el acrónimo CTES-PB. Los aspectos taxonómicos fueron desarrollados por las dos primeras autoras (LMA y YH), mientras que el tercer autor (RH) es responsable de los aspectos estratigráficos. Las hojas se encuentran acompañadas por aquenios de Cyperaceae, un fruto de Fabaceae y semillas y/o frutos aún indeterminados que serán objeto de estudio en el futuro.

Características generales de las láminas foliares fósiles aquí estudiadas y su relación con afines actuales

Se citan las características generales de las láminas foliares aquí estudiadas y las referencias bibliográficas que permitieron hallar su afinidad con taxones actuales. Dada la variabilidad que presentan generalmente las hojas y folíolos (cuando presentes), en Magnoliophyta en general y particularmente en Fabaceae, la afinidad de los fósiles se establece solamente con determinadas especies.

Las láminas foliares asignadas a la familia Fabaceae, contienen pulvínulos abultados sobre el peciolo, margen entero, lámina o base asimétricas y venación broquidódroma, algunos de los elementos que Herendeen y Dilcher (1992) consideran típicos de esta familia. A los que se suman los siguientes caracteres: unas miden menos de 1 cm de largo y otras 2.5-3 cm, en tanto que el ancho es de 0,2-0,8 cm; comparten la forma, que oscila entre oblonga, elíptica y ovada [dentro de ellas siempre se ubican en las subclases en las que la relación largo / ancho (l/a) es la mayor: 6 a 10/1 (linear o loriforme) en la primera, 6/1 en la segunda (elíptica angosta) y 3/1 (lanceolada) para la tercera], ápice agudo, redondeado u obtuso; base asimétrica, redondeada o cuneada. Venación principal broquidódroma asimétrica con vena media excéntrica hacia el lado acroscópico; la cantidad de venas secundarias varía entre 3 a 14; las venas secundarias pueden tener distribución irregular y asimétrica o regular y simétrica. El primer caso se produce cuando las venas secundarias basales de una o ambas hemiláminas, emergen con ángulos más cerrados que las restantes y determinan un espacio intercostal más grande que el resto; las superadyacentes pueden tener una distribución más regular. En ambos casos (distribución regular o irregular) en algunas especies (*Macroptilium* sp. y *Eriosema pliocenica* Anzótegui y Horn sp. nov.) se observan venas intersecundarias simples o compuestas.

Para las láminas foliares menores de 1 cm de largo, se tuvieron en cuenta los aportes de Burkart (1948) para el género *Mimosa* L., Martínez (1984) para *Prosopis* L. y Cialdella (1984) para *Acacia* Mill. (Mimosoideae). Las características de los folíolos fósiles se encuadran en los Modelos I, II y V, que Martínez, (1984) estableció en *Prosopis*, en algunos de los de *Acacia* y de *Mimosa*, aunque en este último, la mayoría de las especies tienen venación acródroma.

Para las láminas foliares mayores de 1 cm (2-3 cm) se tuvieron en cuenta los aportes sobre arquitectura foliar de Weyland (1968), Freire de Carvalho (1967, 1970) y Freire de Carvalho y Valente (1973), de los que surgió que este tipo de láminas foliares se encuentra en especies de los géneros *Camptosema* Hook

y Arn., *Clitoria* L., *Desmodium* Desv., *Eriosema* (DC.) Rchb., *Galactia* P. Browne y *Macroptilium* (Benth.) Urb. (Papilionoideae), aunque la mayoría de las especies de estos géneros tienen láminas foliares más grandes e integran la variabilidad que presentan las hojas en una misma especie.

Las láminas foliares asignadas a la familia Anacardiaceae comparten el tipo de venación craspedódroma a semicraspedódroma, con venas secundarias rectas que llegan hasta el margen y se dicotomizan una o dos veces y base aguda a cuneada; estos caracteres se encuentran en las especies de la flora argentina (Cabrera, 1938; Barkley, 1957, 1962a, 1962b; Fleig, 1987; Muñoz, 1990, 2000).

Con respecto al tratamiento taxonómico de los fósiles, es criterio de los autores incorporar en un solo taxón a láminas foliares que mantengan la forma y el mismo tipo de venación, aunque no estén conectados orgánicamente entre sí por tallos o ráquises y varíen algo en tamaño. Estas características son parte de la variabilidad normal que presentan las hojas y/o folíolos en las especies afines de la flora actual. Se consideran "taxones actuales afines" a los fósiles aquellas especies que presentan la mayor parte de sus caracteres comunes, aunque puedan tener pequeñas diferencias atribuibles, quizás, a cambios filogenéticos o ambientales (Anzótegui y Herbst, 2004). Para crear la especie nueva, *Eriosema pliocenica*, se tuvo en cuenta que los numerosos ejemplares hallados mantienen constantes los caracteres de venación, forma y tamaño.

Sistemática paleontológica

División MAGNOLIOPHYTA Cronquist, Takhtajan y Zimmermann 1966

Clase MAGNOLIOPSIDA Cronquist, Takhtajan y Zimmermann 1966

Familia FABACEAE Lindley 1836

Subfamilia MIMOSOIDEAE De Candolle 1825

Prosopis Linné 1767

Especie tipo. *Prosopis spicigera* Linne 1767.

Prosopis sp. a
Figuras 2.1, 3.1

Descripción. Folíolos dispersos, leptófilos, de forma lanceolada a oblongo-angosta, de 0,6 cm de largo x 0,2 cm de ancho, asimétricos; ápice agudo, base asimétrica, en el lado basiscópico es redondeada-conveja y en el acroscópico cuneada; márgenes enteros y lisos; pulvínulo de 0,01 cm, desplazado hacia el lado acroscópico. Venación broquidódroma; vena media, recta, excéntrica y de tamaño moderado (1,25-2%),

desplazada hacia el lado cuneado del folíolo. Cinco pares de venas secundarias, opuestas a subopuestas, en la hemilamina más desarrollada emergen con ángulos agudos moderados (65°); en la otra hemilamina, con ángulos agudos-angostos (45°), las apicales con ángulos agudo-anchos a rectos ($75-90^\circ$). Los rastros de las venas secundaria y terciaria basales del lado basiscópico emergen del pulvínulo independiente de la vena media, la vena terciaria basal es larga y se une en la mitad del arco marginal de la segunda secundaria, determinando un arco largo y angosto. La venación terciaria es ramificada transversal, estas venas son cortas y poseen ángulos de anastomosis variados. La venación última marginal es cerrada, con ojales pequeños en el margen de la lámina. Venación cuartaria, difusa.

Material estudiado. CTES-PB 12246a, b y c, 12261, 12303, 12305a, b y c, 12311, 12325, 12348.

Localidad, horizonte y edad. Pie del Médano, Catamarca; Formación Andalhuala; Plioceno Inferior.

Comparación. *Prosopis* sp. de la Formación San José (Mioceno Medio) en Anzótegui y Herbst (2004), difiere de la especie aquí descrita porque el área intercostal basal del lado basiscópico es más grande alcanzando hasta la mitad de la lámina, carece de la vena terciaria basal (figura 2.2) y tiene mayor cantidad de venas secundarias; *Prosopis* sp. 1 de la Formación El Morterito (Mioceno Superior) en Anzótegui *et al.* (2007), difiere porque es de mayor tamaño (1,5 cm de largo x 0,3-0,4 cm de ancho) y también posee mayor cantidad de venas secundarias. En *Parvileguminophyllum* sp. (Herendeen y Dilcher, 1990), género erigido para folíolos pequeños y aislados del Eoceno y Oligoceno de América del Norte, los detalles preservados son insuficientes para realizar una adecuada comparación; sólo se citan el pulvínulo estriado, la venación broquidódroma y el margen entero. *Prosopis* sp. a se compara entre los géneros actuales de la subfamilia Mimosoidea con *Prosopis*, *Acacia* Mill. y *Mimosa* L. porque presentan folíolos pequeños menores de 1 cm, lineares, loriformes, elíptico-angostos o lanceolados con venación broquidódroma. Las especies de *Mimosa* de la flora argentina que tienen ese tipo de venación, con venas secundarias fuertes a moderadas (*M. acerba* Benth., *M. caingüensis* Burk., *M. meticulousa* Mart., *M. procurrens* Benth. y *M. setistipula* Benth), se diferencian porque el espacio intercostal basal del lado basiscópico determinado por la vena secundaria es mucho más desarrollado. En *Acacia*, de las tres series representadas en Argentina (Cialdella, 1984), la serie *Gumiferae* se relaciona más con *Prosopis* sp. a, porque la forma de la base del lado basiscópico es menos desarrollada (redondeada-convexa) que en las restantes (ampliamente cordadas o truncadas); pe-

ro se diferencia porque sólo entra un haz vascular al pulvínulo. Siguiendo a Martínez (1984) esta especie fósil, por la forma general, tipo de ápice y base, por la cantidad de venas secundarias de la lámina y porque los haces vasculares de las venas primaria, secundaria y terciaria, emergen del pulvínulo en el lóbulo basal basiscópico, es parecida a *P. strombulifera* (Lam.) Benth., de la Sección *Strombocarpa* (modelo 1b, de Martínez, 1984); no obstante, se diferencia porque el tamaño del área intercostal basal basiscópico es igual a los restantes de la misma hemilamina. Por esta última característica y por el tamaño de los folíolos, se parece, también, a especies de la Sección *Algarobia*, Serie *Pallidae* (Modelo V, Martínez, 1984), que poseen espacios intercostales más uniformes (*P. campestris* Griseb., *P. affinis* Spreng., *P. pallida* (Humb. ex Bonpl. ex Willd.) Kunth. y *P. articulata* S. Watson). A su vez, *Prosopis* sp. a se diferencia de las especies actuales de las dos secciones citadas porque la vena secundaria basal emerge con ángulo mayor (65°). La suma de estos caracteres contribuye a que la presente especie fósil permanezca con nomenclatura abierta.

Hábito y distribución del género actual afín. Las especies de *Prosopis* son plantas arbustivas o arbóreas, importantes en comunidades xéricas. *Prosopis strombulifera* es un arbusto que crece en el noroeste de Argentina; en tanto *P. campestris* y *P. affinis* son arbóreos y se desarrollan en la región central (provincias de Córdoba y San Luis) y en el este del país, respectivamente (Burkart, 1976).

Subfamilia PAPILIONOIDEAE De Candolle 1825

Eriosema (DC.) Reichenbach 1828

Especie tipo. *Eriosema rufum* (Kunth.) G. Don 1832.

Eriosema pliocenica Anzótegui y Horn sp. nov.
Figuras 2.2, 3.2-3.5

Diagnosis. Leaflets nanophyll, narrow oblong to lorate, slightly asymmetrical; apex and base acute, margin entire; petiolule with pulvinule. Trichome bases present. Brochidromous venation. Three to seven pairs of alternate to subopposite secondary veins, angles of divergence narrowly acute to moderate acute, variable between lower and upper secondary veins, and also between both hemilaminas. Usually one hemilamina with fewer veins than the other and basal intercostal space bigger exceeding half of the lámina, with composite intersecondary vein. Tertiary ramified percurrent venation. Ultimate marginal venation looped.

Diagnosis. Folíolos nanófilos, oblongo-angostos a loriformes, levemente asimétricos; ápice y base agudos. Pecíolulos con pulvínulos. Bases de tricomas presentes. Venación broquidódroma. 3-7 pares de ve-

nas secundarias alternas a subopuestas. Ángulos de divergencia agudo-angostos a agudo-moderados, varían entre las venas basales y las venas apicales y entre una hemilámina y la otra. Una de las hemiláminas posee menor cantidad de venas y un espacio intercostal basal grande que excede la mitad de la lámina, y contiene una vena intersecundaria compuesta. Venación terciaria ramificada percurrente. Venación última marginal ojalada.

Descripción. Folíolos dispersos, nanófilos, oblongo-angostos a loriformes de 2,5-3 cm de largo x 0,4-0,7 cm de ancho, levemente asimétricos; ápice y base agudos, peciolo con pulvínulo de 0,01 cm. Lámina con abundantes bases de tricomas. Venación broquidódroma; vena media, recta y de tamaño moderado (1,25-2%). 3-7 pares de venas secundarias alternas a subopuestas emergen con ángulos diferentes, las basales con ángulos agudo-angostos (20° - 30°) y las apicales con ángulos agudo-moderados a anchos (40° - 80°). Una de las hemiláminas posee menor cantidad de venas que la otra; la vena basal de esta hemilámina es, generalmente, larga y paralela al margen, se une a las superadyacente sin curvas pronunciadas y determina un espacio intercostal grande (1-2 cm), el que en algunos ejemplares excede la mitad de la lámina; en este espacio se observa una vena intersecundaria compuesta. Las venas terciarias tienen un modelo percurrente ramificado, emergen desde la vena media y de las secundarias, con ángulos agudo-angostos a rectos (80° - 90°). Venación última marginal ojalada.

Holotipo. CTES-PB 12254 a y b.

Otro material estudiado. CTES-PB 12242 a, b, 12251, 12349, 12347, 12355, 12112, 12113, 12114, 12120, 12239, 12240, 12244, 12246 a, b, c, 12259, 12260, 12261 a, b, c y d, 12253, 12256, 12264 a, b, 12258 a, b, c, 12267, 12305 a, b, c, 12310, 12311, 12313, 12321, 12322, 12326 a, b, 12347, 12350, 12356.

Localidad, horizonte y edad. Pie del Médano, Catamarca; Formación Andaluha; Plioceno Inferior.

Derivatio nominis. El nombre de la especie alude a la edad de los sedimentos que contienen la paleoflora.

Comparación. *Calliandra jancocatana* Berry, 1922, de Jancocata (Plioceno), Bolivia, se asemeja a la especie fósil aquí descrita, por poseer en una hemilámina, una vena secundaria basal larga que determina un espacio intercostal grande, que llega hasta la mitad de la lámina; se diferencia porque es más pequeña (1 cm x 0,4 cm de largo por ancho), las secundarias son más numerosas (9-10) y la base es asimétrica. *Eriosema* sp. de Playa del Zorro (Mioceno Superior), Catamarca, Argentina (Anzótegui *et al.*, 2007), se diferencia porque es más pequeña y las venas secundarias basales son opuestas. *Podogonium knorrii* Heer 1859, del Mioceno de Suiza y Alemania, es semejante, en general por la forma y tipo de venación, se dis-

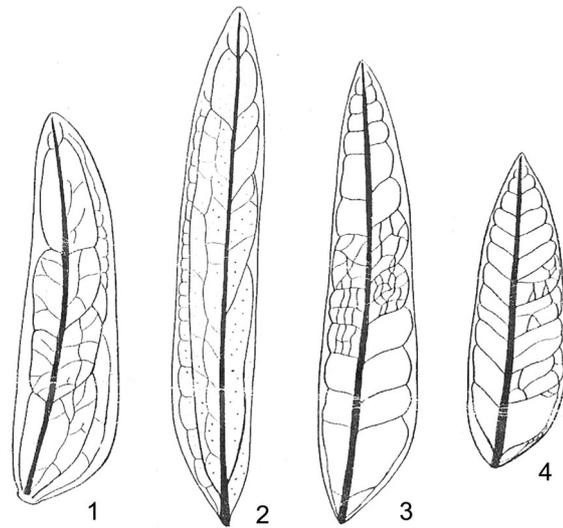


Figura 2. 1-4, esquemas de folíolos / leaflets sketches 1, *Prosopis* sp. a, reconstrucción / reconstruction CTES-PB12246 a, b, c (x 13). 2, *Eriosema pliocenica* Anzótegui y Horn sp. nov. holotipo / holotype, CTES-PB 12254 (x 3,3). 3 y 4, *Macroptilium* sp. reconstrucción / reconstruction CTES-PB 12120, 12269, 12250, 12267b, 12244a.

tingue por poseer láminas más pequeñas (hasta 2,1 cm de largo), base del folíolo en el lado proximal con 2-3 venas fuertes, que nacen de la vena media ("venas basales"), y los arcos angulares de las venas secundarias están muy próximos al margen. Siguiendo a Weyland (1968) y Freire de Carvalho y Valente (1973), en especies actuales de la flora regional de la subfamilia Papilionoideae se hallaron folíolos mayores de 2 cm de largo, oblongo-angostos a loriformes, con pocas venas secundarias (menos de 8) y con ángulos de emergencia agudo-moderados a angostos, en: *Camptosema rubicundum* Hook. y Arn., *Desmodium neo-mexicanum* A. Gray, *D. pachyrhizum* Vogel, *D. riedelli* (Schindl.) Burkart, *Galactia longifolia* (Jacq.) Benth., *Eriosema glabrum* Mart. ex Benth. y *Eriosema crinitum* Benth. (de la flora brasileña); la especie fósil se diferencia de las primeras cinco especies, porque las venas secundarias no determinan espacios intercostales basales más grandes ni asimétricos que las restantes. Se asemeja más, en cambio, a los folíolos más angostos y pequeños de las hojas de *Eriosema crinitum* Benth. y de *Eriosema glabrum* Mart. ex Benth., porque comparte, en general la forma, pubescencia, el tipo de venación y uno de los espacios intercostales basales más desarrollado; no obstante *Eriosema pliocenica* Anzótegui y Horn sp. nov. se diferencia de ambas porque el tamaño de la lámina es menor, las venas secundarias basales son subalternas y el espacio intercostal basal del lado acroscópico basiscópico presenta una vena intersecundaria compuesta.

Por la abundancia de ejemplares y por las diferencias señaladas se crea la presente especie nueva.

Observaciones. En otras especies de *Eriosema* (*E. benthamianum* Mart., *E. heterophyllum* Benth. y *E. longifolium* Benth), no citadas arriba porque tienen folíolos elípticos a oblongos, se observan venas secundarias basales largas que sobrepasan la mitad de la lámina foliar determinando espacios intercostales grandes; no obstante se diferencian de la especie fósil porque son simétricos y las venas secundarias opuestas.

Hábitat y hábito del género actual afín. El género *Eriosema* es esencialmente pantropical, crece en 4 áreas separadas (América, África, sudeste de Asia y norte de Australia); está constituido por hierbas o subarborescentes erectos, postrados o raramente volubles, con xilopodio o varias raíces leñosas, son plantas heliófilas, típicas de la región de sabanas (Burkart, 1943; Grear, 1970).

Macroptilium (Benth) Urban 1928

Especie tipo. *Macroptilium lathyroides* (L.) Urban 1928.

Macroptilium sp. Figuras 2.3-2.4; 3.6-3.9

Descripción. Folíolos dispersos, nanófilos, de forma ovada lanceolada de 2,5-2,7 cm de largo x 0,4-0,8-1 cm de ancho, levemente asimétricos, margen entero; ápice presumiblemente agudo, base asimétrica a levemente simétrica, en una hemilámina es aguda angosta a cuneada y en la opuesta, generalmente, agudo-ancha; pecíolulo y pulvínulo ausentes. Lámina con bases de tricomas. Venación broquidódroma; vena media de tamaño moderado (1,25-2%), de recorrido recto, con una pequeña curvatura basal. 12-14 pares de venas secundarias opuestas a subopuestas, emergen con ángulos agudo-moderados (55-65°) a agudo-anchos (65-80°), generalmente los ángulos de las venas secundarias de una hemilámina son más cerrados que los de la otra. Las venas secundarias se unen a las superadyacentes muy próximas al margen, determinando arcos bien definidos. Los espacios intercostales basales son más desarrollados y miden 0,4 cm de largo, los restantes 0,2-0,3 cm. Venas intersecundarias compuestas, presentes en algunos espacios intercostales. Venas terciarias y cuartarias poseen un modelo reticulado ortogonal. Venación última marginal escasamente preservada, aparentemente ojalada.

Variabilidad observada. Las láminas foliares varían en: 1) el ancho de la lámina desde 0,4 a 1 cm; 2) el ángulo de emergencia de las venas secundarias, desde agudo moderado a ancho; 3) en la base, leve o mayormente asimétrica; cuando asimétrica, en una hemilámina es aguda angosta y cuneada en la opuesta.

Material estudiado. CTES-PB 12113, 12117, 12120, 12122, 12123, 12212, 12214, 12241, 12242 a y b, 12244 a y b, 12250, 12251, 12252 a y b, 12253, 12255 a y b, 12256, 12258 a y b, 12259, 12254 a y b, 12260, AMEGHINIANA 44 (3), 2007

12264 a y b, 12267 a y b, 12268 a, b y c, 12269 a y b, 12303, 12305 a, b y c, 12310, 12311, 12312, 12313, 12318, 12321, 12323, 12347, 12350 a y b, 12355, 12356.

Localidad, horizonte y edad. Pie del Médano, Cata-marca; Formación Andalhuala; Plioceno Inferior.

Comparaciones. Se compara la especie aquí descrita, con especies fósiles que tienen base asimétrica, ápice agudo y miden 2-3 cm de largo, tales como *Cassia longifolia* Berry (Berry, 1922, 1938) de las paleofloras terciarias boliviana y argentina; éstas se diferencian porque los folíolos son más anchos (0,7-1,2 cm), de forma ovada a elíptica, tienen menor cantidad de venas secundarias (8-9) y la venación es camptódroma. En especies actuales se compara con láminas foliares de los géneros *Camptosema* Hook y Arn., *Clitoria* L. y *Macroptilium* de la subfamilia Papilionoideae (Weyland, 1968; Freire de Carvalho y Valente, 1973), que son mayores de 2 cm de longitud, tienen formas desde linear, loriforme, elíptica angosta a lanceolada, venación broquidódroma con más de 8 venas secundarias, ángulos de emergencia agudo-moderados (55°-65°) a agudo-anchos (65°-80°) y espacios intercostales basales más grandes; entre las especies de la flora regional estos caracteres se encuentran en: *Camptosema paraguariense* (Chodat y Hassl.) Hassl. var. *paraguariense*, *C. paraguariense* (Chodat y Hassl.) Hassl. var. *parviflorum* Hassl. y *Clitoria cordobensis* Burkart, no obstante se diferencian porque las láminas foliares más pequeñas que integran la variabilidad que presentan las hojas de estas especies son de mayor tamaño (3,5-5 cm de largo x 0,7-0,8 cm de ancho), los espacios intercostales basales son más grandes (0,5 - 3 cm) y tienen mayor desarrollo de la venación marginal. Los ejemplares fósiles aquí descritos se parecen más, por la forma (ovado-lanceolada a oblongo-linear), el tamaño, el tipo de ápice y base, la pubescencia y el tipo de venación, a los folíolos más pequeños de las especies actuales *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb., *M. longepedunculatum* (C. Mart. ex Benth.) Urb. y *M. prostratum* (Benth.) Urb. No obstante, los folíolos fósiles (en los que no se preservaron el pecíolulo ni el pulvínulo) se diferencian porque los espacios intercostales basales son más pequeños. Dentro de la variabilidad que presentan los folíolos de *Macroptilium lathyroides* y *M. longepedunculatum* se observa un pequeño lóbulo suprabasal (generalmente en los más anchos y de forma ovada), carácter que se reflejaría en la asimetría basal de la especie fósil. Los folíolos de *Macroptilium prostratum* no presentan lóbulos, pero tienen consistencia coriácea y venas secundarias fuertes, caracteres que habrían favorecido la fosilización; en cambio en los de *Macroptilium lathyroides* y *M. longepedunculatum* la consistencia es membranácea y las venas más débiles.

Como los ejemplares fósiles son morfológicamente más regulares y parecidos solamente a algunas for-

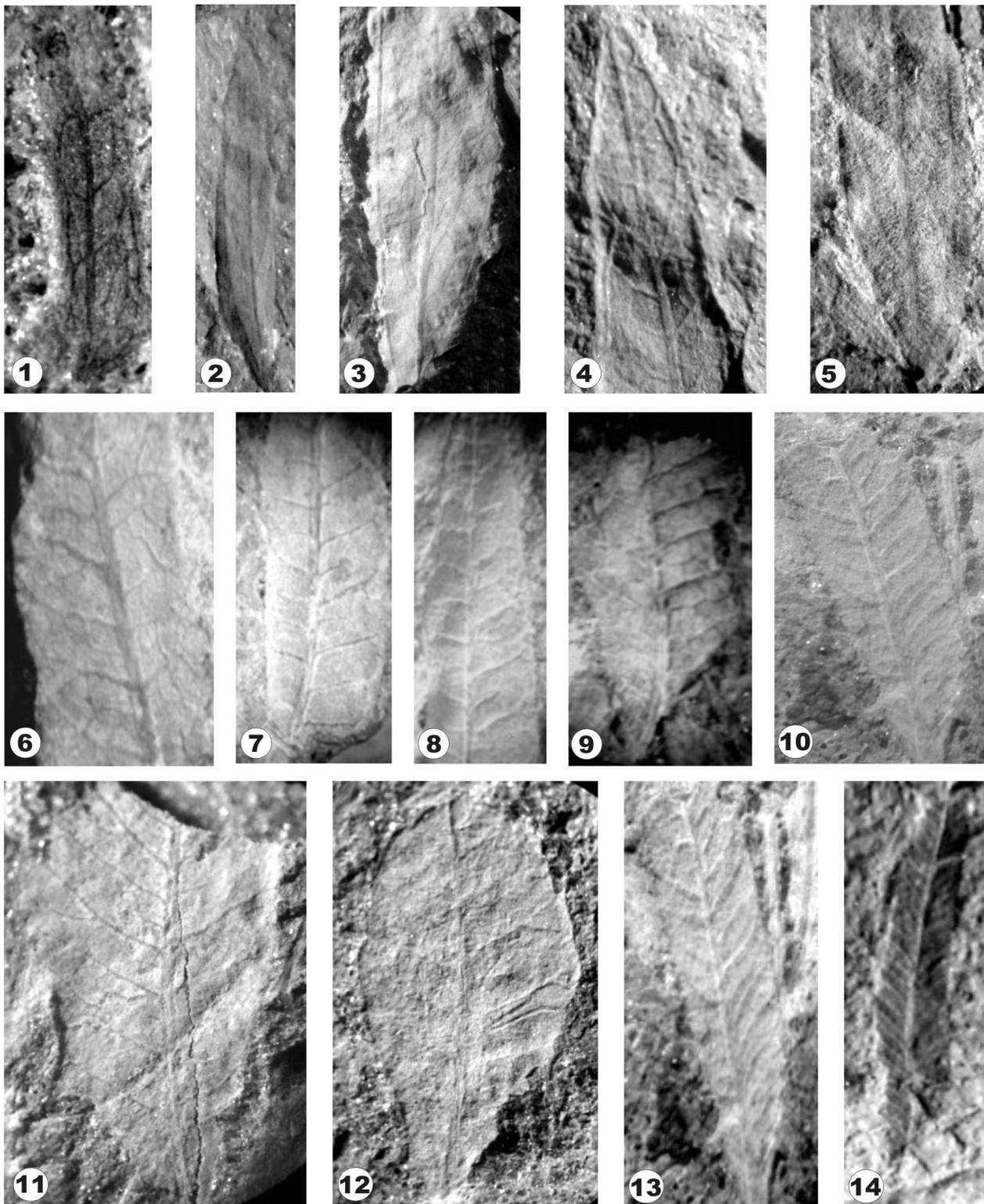


Figura 3.1, *Prosopis* sp. a, aspecto de un folíolo / leaflet, CTES-PB12246b (x 9). 2, 3, 4, 5, *Eriosema pliocenica* Anzótegui y Horn sp. nov. 2, aspecto de un folíolo / leaflet (x 2). 3, detalle de la venación en el área apical / detail of venation at the apical area, holotipo / holotype, CTES-PB 12254 (x 3). 4, detalle de la venación en área basal / detail of venation at the basal area, CTES-PB 12112 (x 3) 5, área basal con bases de tricomas / basal area with trichome bases, CTES-PB 12310 (x 3). 6, 7, 8, 9, *Macroptilium* sp. 6, 8, detalle de la venación en el área apical / detail of venation at the apical area. 6, CTES-PB 12120 (x 3). 8, CTES-PB 12269 a (x3). 7, 9, detalle de la venación en área basal / detail of venation at the basal area. 7, CTES-PB12250 (x 2), 9, 12267b (x 3). 11, 12, *Schinus* aff. *therebinthifolia* Raddi. 11, detalle de venación / detail of venation, CTES-PB 12320 (x 3). 12, aspecto de un folíolo / leaflets, CTES-PB 12268 a (x 3). 10, 13, 14, *Lithrea* sp. 10, 13, detalle de la venación en área basal / detail of venation at the basal area, CTES-PB 12350 a y b. (10 x 3,5, 13, x 3). 14, aspecto de un folíolo / leaflets, CTES-PB 12669 a (x 2).

mas que integran la variabilidad de estas últimas especies actuales citadas y considerando las diferencias mencionadas, la presente especie permanece con nomenclatura abierta.

Hábitat y hábito del género actual afín. Es un género americano que se distribuye desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de la provincia de Buenos Aires. Está constituido por plantas herbáceas, erectas, postradas o enredaderas que se desarrollan en campos, cerros y a veces integrando la vegetación que rodea bordes de bosques (Drewes, 1997).

Familia Anacardiaceae Lindley 1830

Género *Lithrea* Hooker y Arnott 1833

Especie tipo. *Lithrea caustica* Hooker y Arnott 1833.

Lithrea sp.

Figuras 3.10, 3.13-3.14

Descripción. Folíolos dispersos, nanófilos de 2,5 cm de largo por 0,4 cm de ancho, de forma linear, base cuneiforme, levemente asimétrica, ápice agudo a atenuado. Venación semicraspedódroma. Vena media de grosor moderado. Venas secundarias más de 20 pares, con ángulo de emergencia agudo angosto a moderado (45°-65°), se dicotimizan próximas al margen, algunas ramas terminan libres en el margen y otras se unen a las superadyacentes, espacios intercostales pequeños y uniformes de 0,1 cm de largo. Venas intersecundarias, sólo visibles en algunos espacios intercostales, emergen con igual ángulo que las secundarias. Venación terciaria ortogonal, las venas emergen de la primaria, secundaria e intersecundarias.

Material estudiado. CTES-PB 12247, 12254 a y b, 12258 a y b, 12261 a, b, c y d, 12269 a y b, 12304, 12323, 12346, 12347, 12350, 12351.

Localidad, horizonte y edad. Pie del Médano, Catamarca; Formación Andalhuala; Plioceno Inferior.

Comparaciones. Fundamentalmente, se diferencia de *Schinopsis* aff. *lorentzii* de la Formación San José (Anzótegui y Herbst, 2004), porque la cantidad de venas secundarias es mayor, su ángulo de emergencia es más agudo (agudo-angosto) y los espacios intercostales son uniformemente pequeños. Las diferencias con otras especies de Anacardiaceae fósiles de Argentina, señaladas en Anzótegui y Herbst (2004) son las mismas que para *Schinopsis* aff. *lorentzii*. Al comparar con la especie actual *Lithrea molleoides* (Vell.) Engl., de la flora argentina, las características de la especie fósil aquí descripta, se encuentran comprendidas en la variabilidad que presentan los folíolos de dicha especie; no obstante, la especie ac-

tual se diferencia porque sus folíolos son generalmente elípticos a ovados, levemente más grandes y el ángulo de emergencia de las venas secundarias en el área basal es mayor. Debido a ello la especie fósil permanece con nomenclatura abierta.

Hábito y distribución de la especie actual afín. *Lithrea molleoides* es una especie arbórea, dominante en el Distrito chaqueño serrano de la Provincia fitogeográfica chaqueña, donde constituye la comunidad climax en los bosques de "horco quebracho" (*Schinopsis marginata* Engl.), adquiriendo hábito orófilo; su distribución geográfica, abarca las zonas montañosas de Bolivia, Paraguay y norte de Argentina (Jujuy, Salta, Tucumán, Santiago del Estero, oeste de Chaco y Formosa, noroeste de Santa Fe y norte de Córdoba). Es especie secundaria en las selvas marginales de la Provincia fitogeográfica paranaense en el noreste del país (Muñoz, 2000).

Género *Schinus* Linnaei 1753

Especie tipo. *Schinus molle* Linnaei 1753.

Schinus aff. *terebinthifolia* Raddi 1820

Figuras 3.11-3.12

Dimensiones. 0,9-2 cm de largo y 0,7-1,5 cm de ancho. Venas secundarias, 3-9 pares opuestas a subopuestas; ángulos de emergencia de las venas secundarias: basales agudo-anchos a rectos (80°-90°), suprabasales: agudo-anchos a moderados (65°-80°).

Las características que presentan estas láminas foliares se encuentran comprendidas en la variabilidad que muestra *Schinus* aff. *terebinthifolia* de la Formación Chiquimil (Anzótegui, 2004), el ejemplar CTES-PB 12321 es más pequeño que los hallados en Formación Chiquimil (0,9 x 0,7 cm).

Material estudiado. CTES-PB. 12121, 12251, 12252, 12254 a y b, 12259, 12261 a, b, c, y d, 12264 a y b, 12266, 12267 a y b, 12268 a, b y c, 12304, 12305 a, b y c, 12312, 12315, 12318, 12320, 12321, 12323, 12346, 12348.

Localidad, horizonte y edad. Pie del Médano, Catamarca; Formación Andalhuala; Plioceno inferior.

Hábito y distribución de la especie actual afín. *Schinus terebinthifolia* Raddi es una especie arbustiva o arbórea, nativa del sur de Sudamérica (Paraguay, Brasil y Argentina), que crece en las riberas de los cursos de agua (Muñoz 2000).

Discusión y conclusiones

La presencia de Fabaceae en la Formación Andalhuala fue dada a conocer por Menéndez (1962), Fernández y Bravo (1985) y Lutz (1987) por el

hallazgo de dos especies de leños, *Paracacioxylon o'donelli* (Menéndez) Müller-Stoll y Mädlér, y *Menendoxylon piptadensis* Lutz; la primera con una distribución más amplia (en las localidades de Santa María, Los Nacimientos y El Eje, en Catamarca; Ojo de Agua, Tiopunco y Yasyamayo, en Tucumán) que la segunda (Los Poronguillos, en Catamarca; Julipao en Tucumán). *Paracacioxylon o'donelli* es afín a distintas especies del género actual *Acacia* Mill., y Menéndez (1962) infirió, por sus estructuras de crecimiento, diferencias estacionales en el clima. *Menendoxylon piptadensis* Lutz es afín a la especie actual *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan, que se encuentra integrando bosques ribereños en el sudeste de Brasil y noreste de Argentina. A ellas se suman las tres especies de folíolos incluidas en el presente trabajo en *Prosopis* sp. 2, *Eriosema pliocenica* Anzótegui y Horn sp. nov. y *Macroptilium* sp. Los géneros *Prosopis* y *Eriosema* han sido registrados en otras formaciones que afloran en los valles Calchaquíes. El primero fue hallado en las formaciones San José (Anzótegui y Herbst, 2004) y El Morterito (Anzótegui et al., 2007), como impresiones de folíolos, *Prosopis* sp. y *Prosopis* sp. 1, respectivamente, y en la Formación Chiquimil (Martínez y Lutz, 2004 y Martínez, comunicación verbal, 2006) en leños petrificados. El segundo, *Eriosema*, en la Formación El Morterito, (Anzótegui et al., 2007) como *Eriosema* sp., basado en impresiones foliares. Estas especies fósiles habrían integrado comunidades abiertas o bosques xerofíticos, considerando sus afinidades con las especies actuales.

De la revisión de Fabaceae fósiles del Terciario en Argentina (láminas foliares, leños y polen) realizada por Anzótegui et al. (2007) surge que el primer registro se produce en el Paleoceno Superior con una especie, llegando su representación a 10 en el Eoceno (ninguna en el Oligoceno) y en el Mioceno-Plioceno se hallaron unas 54 especies, incluyendo las aquí estudiadas. Comparativamente, de acuerdo a lo antes señalado, se demuestra que la familia Fabaceae fue un componente importante de las paleofloras argentinas durante el Neógeno.

De la misma manera, es de destacar la presencia de la familia Anacardiaceae en sedimentos Neógenos del noroeste argentino (valles Calchaquíes), porque hojas y polen se hallaron en todas las formaciones. Así, folíolos de *Schinopsis* aff. *lorentzii* se encuentran en las formaciones San José (Anzótegui y Herbst, 2004) y El Morterito (Anzótegui et al., 2004), *Schinus* aff. *terebinthifolia* en la Formación Chiquimil (Anzótegui, 2004) y *Schinus herbstii* en las formaciones Palo Pintado y El Morterito (Anzótegui, 1998; Anzótegui et al., 2004), respectivamente. En cuanto al polen, *Striatricolporites gamerroi* Archangelsky (asignado a la familia Anacardiaceae) se registra en varias localida-

des de la Formación Chiquimil (Mautino et al., 1997; Mautino y Anzótegui, 2002; Anzótegui, 2004); este taxón estaría relacionado a ambientes húmedos, por cuanto Anzótegui (2004) lo encontró asociado a hojas de *Schinus* aff. *terebinthifolia* en masas de materia orgánica que fueron interpretadas como inflorescencias mal preservadas. En Anacardiaceae, tanto los caracteres foliares como los de los leños (Lutz, 1979) permiten asociar más fácilmente los fósiles con taxones actuales e inferir paleocomunidades; no tanto así los de polen porque la familia Anacardiaceae es estonopolínica. De las cuatro especies fósiles de láminas foliares citadas, *Schinopsis* aff. *lorentzii*, *Lithraea* sp., *Schinus herbstii* y *Schinus* aff. *terebinthifolia*, es posible deducir los ambientes en los que se habrían desarrollado. De esta manera, las dos primeras estarían relacionadas a zonas secas, integrando vegetación xerofítica y las dos restantes, a asociaciones ribereñas. Es de destacar, no obstante, que el mayor registro fósil de megarrestos de Anacardiaceae en Argentina se encuentra en la Patagonia con una especie en el Cretácico Superior (Frenguelli, 1953) aunque dudosa porque se trata de una porción de lámina, once especies en el Eoceno (Berry, 1925, 1938; Hünicken, 1966), dos en el Oligoceno (Hünicken, 1995), dos en el Mioceno Inferior (Berry, 1928; Fiori, 1939), que corresponden, la mayoría, a impresiones de láminas foliares (hojas o folíolos). Por último, en el nordeste argentino Lutz (1979) y Brea et al. (2001) hallaron dos especies de leño en el Plio-Pleistoceno y Mioceno Medio, respectivamente.

En la Formación Andaluha, la presencia de los cinco taxones de folíolos, los dos de leño, los tallos de *Equisetum* sp. y los aquenios de Cyperaceae, estarían indicando una composición vegetal y clima similares a los señalados por Anzótegui y Herbst (2004) para la Formación San José (Mioceno Medio) y por Anzótegui et al. (2007) para la Formación El Morterito (Mioceno Superior). A la vera de los cuerpos de agua habrían crecido *Menendoxylon piptadensis* y *Schinus* aff. *terebinthifolia* en el estrato arbóreo/arbustivo, mientras que ciperáceas y *Equisetum* sp., en el herbáceo. La vegetación xerofítica en el estrato arbóreo habría contado con *Prosopis* sp. a, y *Lithraea* sp. y en el herbáceo con *Eriosema pliocenica* Anzótegui y Horn sp. nov. y *Macroptilium* sp.; no se incluye en esta distribución a *Paracacioxylon o'donelli* debido a que el autor no especifica con qué grupo de especies de *Acacia* tiene más afinidad; no obstante permite inferir, junto a las otras especies, que esta asociación vegetal se desarrolló bajo un clima subtropical cálido, estacionalmente seco.

Por la presencia de vegetales xerofíticos, herbáceos y arbóreos, bosques higrófilos, comunidades palustres y acuáticas, de extracción puramente neotropical (Cabrera, 1976) esta paleoasociación es más afín

a la actual Provincia fitogeográfica chaqueña (Distritos chaqueño oriental, occidental y chaqueño serrano) y se encuentra comprendida, junto a las otras paleoasociaciones de los valles Calchaquíes en la Paleoflora subtropical neógena propuesta por Hinojosa y Villagrán (1997) e Hinojosa (2005).

Las condiciones de un clima estacionalmente seco y húmedo ya fueron establecidas en la formación Andalhuala, en estudios de paleosuelos, por los valores de los isótopos de C_3 y C_4 (Latorre *et al.* 1997; Kleinert y Strecker, 2001) y por la fauna de mamíferos (Marshall y Patterson, 1981). Estas condiciones se reafirman por el hallazgo de la presente paleoflora.

En el noroeste argentino, por lo tanto, las condiciones generales de vegetación y clima establecidas, aparecen por lo menos desde el Mioceno Medio y continúan en el Plioceno Inferior; las mismas coinciden con el esquema del contexto mundial, que propone un deterioro (Zachos *et al.*, 2001) climático durante el Mioceno, y como consecuencia, el desarrollo y expansión de regiones semiáridas, con vegetación xérica y esclerófila.

Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, por el apoyo financiero. A L. Simón que pasó en limpio los dibujos. A J.L. Gómez Bello quien participó activamente de la colección de los fósiles. A O. González (Servicio Geológico y Minero de Argentina) por su colaboración en la elaboración del mapa (figura 1). A S. Drewes por el asesoramiento acerca de *Macroptilium*.

Bibliografía

- 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* 41: 303-314
- Anzótegui, L.M. y Herbst, R. 2004. Megaflora (hojas y frutos) de la Formación San José (Mioceno Medio) en río Seco, departamento Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana* 41: 423-436
- Anzótegui, L.M., Morton, L.S. y Herbst, R. 2002. Aportes a la paleontología de la Formación Andalhuala (Mio-Plioceno), Tucumán, Argentina. 8° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Corrientes) Resúmenes: p. 24.
- Anzótegui, L.M., Garralla, S.S. y Herbst, R. 2004. Paleoflora (Fabaceae y Anacardiaceae) del Valle del Cajón, Mioceno Superior, Catamarca, Argentina. 9° Reunión de Paleobotánicos e Palinólogos (Gramado), Resúmenes: p. 8.
- Anzótegui, L.M., Garralla, S.S. y Herbst, R. 2007. Fabaceae de la Formación El Morterito, (Mioceno Superior) del valle del Cajón, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana* 44: 183-196.
- Barkley, F.A. 1957. A study of *Schinus* L. *Lilloa* 18: 5-109.
- Barkley, F.A. 1962a. Anacardiaceae: Rhoideae: *Lithraea*. *Phytologia* 8: 329-365.
- Barkley, F.A. 1962b. Anacardiaceae: Rhoideae: *Schinopsis*. *Proceedings of the Iraqi Scientific Societies* 5: 44-69.
- Berry, E. 1922. Late Tertiary plants from Jancocata, Bolivia. En: E. B. Mathews (ed.), *Contributions to the Paleobotany of Perú, Bolivia and Chile*. Johns Hopkins University, *Studies in Geology*. California, 4: 205-220.
- Berry, E.W. 1925. Miocene flora from Patagonia. *Johns Hopkins University, Studies in Geology* 6: 183-223.
- Berry, E.W. 1928. Tertiary fossil plants from the Argentine Republic. *Proceedings of the United States National Museum* 73: 1-27.
- Berry, E.W. 1938. Tertiary flora from the Rio Pichileufú, Argentina. *Geology Society American. Special Paper* 12: 1-149.
- Bossi, G.E. y Palma, R.M. 1982. Reconsideración de la estratigrafía del valle de Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. *Actas 5° Congreso Latinoamericano de Geología* (Buenos Aires), 1: 155-172.
- Bossi, G.E., Gavrilloff, I.J. y Esteban, G.I. 1998. Terciario. Estratigrafía, bioestratigrafía y paleogeografía. En: M. Gianfrancisco, M.E. Puchulu, J. Durango de Cabrera y G.F. Aceñolaza (ed.), *Geología de Tucumán*. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán, Tucumán (2° ed.): 87-110.
- Brea, M., Aceñolaza, P.G. y Zucol, A.F. 2001. Estudios paleoecológicos en la Formación Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 8: 7-17
- Burkart, A. 1943. *Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas*. Buenos Aires. Acme, 590 pp.
- Burkart, A. 1948. Las especies de *Mimosa* de la Flora Argentina. *Darwiniana* 8: 9-231.
- Burkart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis*. *Journal Arnold Arboretum* 57: 219-249.
- Cabrera, A.L. 1938. Revisión de las Anacardiaceas austroamericanas. *Revista del Museo de La Plata, Botánica* 2: 3-64.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Fascículo 1. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y jardinería*, Buenos Aires. Acme, 85 pp.
- Cialdella, A.M. 1984. El género *Acacia* (Leguminosae) en la Argentina. *Darwiniana* 25: 59-111.
- Cronquist, A., Takhtajan, A. y Zimmermann, W. 1966. On the higher taxa of Embryobionta. *Taxón* 15: 129-143.
- De Candolle, A.P. 1825. *Prodromus Systematics Naturalis. Regni vegetabilis*, Pars 2. Treuttel y Würtz Editors, Paris, 644 pp.
- Don, G. 1832. *A general history of the Dichlamydeous Plants*. J.G. y F. Rivington, Londres, 2: 347.
- Drewes, S.I. 1997. El género *Macroptilium* (Fabaceae) en la flora argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 32: 195-216.
- Durango de Cabrera, J., Georgieff, S.M. y Moreno, P. 1997. Primer registro de *Equisetum* Linneo (Pteridophyta) en la Formación Andalhuala (Mioceno Superior-Plioceno) en el valle de Santa María, Catamarca. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 34: 119R.
- Fernández, R.I. y Bravo, E. 1985. La presencia del género *Acaxioxylon* (Leguminosae) en sedimentos terciarios del área de los Nacimientos de Abajo (Departamento Belén, provincia de Catamarca), República Argentina. 6° Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología (Tucumán) Resúmenes: p. 11.
- Fiori, A. 1939. Filliti terziarie della Patagonia II. Filliti del Río Ñirihuau. *Giornale di Geologia* 13:1-27.
- Fleig, M. 1987. Anacardiaceae. En: H.M. Longhi-Wagner (ed.), *Flora ilustrada do Rio Grande do Sul*. *Boletim Instituto de Biociencias*, Porto Alegre, 42: 1-72.
- Freire de Carvalho, L.D'A. 1967. Contribuição ao estudo da nervação foliar das Leguminosas dos Cerrados. I- Caesalpi-noideae. *Anales da Academia Brasileira de Ciencias* 39: 507-520.
- Freire de Carvalho, L.D'A. 1970. Contribuição ao estudo da nervação foliar das Leguminosas dos Cerrados. II- Mimosoideae. *Anales da Academia Brasileira de Ciencias* 42: 79-88
- Freire de Carvalho, L.D'A. y Valente, M. C. 1973. Contribuição ao

- estudo da nervação foliar das Leguminosas dos Cerrados-III. Faboideae-Tribus Phaseoleae. *Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 19: 227-247.
- Frenguelli, J. 1953. Flora fósil de la Región del Alto río Chalia en Santa Cruz (Patagonia). *Notas del Museo de La Plata (Paleontología)* 16: 239-257.
- Galván, A.E. y Ruiz Huidobro, O. 1965. Geología del valle de Santa María. Estratigrafía de las Formaciones Mesozoico-Terciarias. *Acta Geológica Lilloana* 7: 217-230.
- Georgieff, S.M. 1998. [Análisis paleoambiental de la porción inferior de la Formación Andaluha en la zona central del valle de Santa María. Tesis doctoral 36, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, 260 pp. Inédito].
- Grear, J.W. 1970. A revision of the American species of *Eriosema* (Leguminosae-Lotoideae). *Memories New York Botanical Garden* 20: 1-98.
- Heer, O. 1859. Flora terciaria Helvetiae. *Die tertiäre Flora der Schweiz*. Verlag der Lithographischen Anstalt von J. Winter y Compagnie. Winterthur. 3: 377 pp.
- Herendeen, P.S y Dilcher, D.L. 1990. Fossil mimosoid legumes from the Eocene and Oligocene of southeastern North America. *Review of Palaeobotany and Palynology* 62: 339-361.
- Herendeen, P.S y Dilcher, D.L. 1992. *Advances in Legume Systematics. The fossil Record*. Part. 4. Royal Botanic Gardens, Kew, 326 pp.
- Hickey, L.J. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de Dicotiledóneas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 16: 1-26.
- Hickey, L.J. 1979. A revised classification of the architecture of Dicotyledonous leaves. En: C.R. Melcalfe y L. Chalk (eds.), *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. 1. 2º ed., Clarendon Press. Oxford: 25-39.
- Hinojosa, F.L. 2005. Cambios climáticos y vegetacionales a partir de paleofloras cenozoicas del sur de Sudamérica. *Revista Geológica de Chile* 32: 95-115.
- Hinojosa, F.L. y Villagrán, C. 1997. Historia de los bosques del sur de Sudamérica, 1: antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del Terciario del cono sur de América. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 225-239.
- Hooker, W.J. y Arnott, G.A. 1833. Anacardiaceae. En: W.J. Hooker (ed.), *Botanica Miscelanea*, Londres, 3: 175.
- Hünicken, M. 1966. Flora terciaria de los estratos de Río Turbio, Santa Cruz (Niveles plantíferos del Arroyo Santa Flavio). *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, Serie Ciencias Naturales* 56: 139-162.
- Hünicken, M. 1995. Floras cretácicas y terciarias. En: P. Stipanovic y M.A. Hünicken (eds.), Revisión y actualización de la obra paleobotánica de Kurtz en la República Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias (Córdoba)* 11 (entregas 1º-4º): 199-220.
- Kleinert, K. y Strecker, M.R. 2001. Climate change in response to orographic barrier uplift: paleosol and stable isotope evidence from the late Neogene Santa Maria Basin, northwestern Argentina. *Geological Society of America* 6: 728-242.
- Latorre, C., Quade, J. y McIntosh, 1997. The expansion of C₄ grasses and global change in the table Miocene: stable isotope evidence from the Americas. *Earth and Planetary Science Letters*, Elsevier Science B. 5. 146: 83-96.
- LAWG, 1999. Manual of Leaf Architecture- morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms by Leaf Architecture Working Group. *Sminthsonian Institution*, 65 pp.
- Lindley, J. 1830. *An Introduction to the natural system of botany*. Longman, Rees, Orme, Brown and Green. Londres, 393 pp.
- Lindley, J. 1836. *An introduction to the natural system of botany*. Longman, Rees, Orme, Brow and Green. Londres, 148 pp.
- Linnaei, C. 1753. *Species plantarum*. Holmiae, Stockholm, 2 vol., 1200 pp.
- Linné, C. 1767. *Mantissa plantarum*. Specierum editions 2. Holmiae, Stockholm, 327 pp.
- Lutz, A.I. 1979. Maderas de angiospermas (Anacardiaceae y Leguminosae) del Plioceno de Entre Rios, Argentina. *Facena* 3: 39-63.
- 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 mamal-bearing Tertiary of Valle de Santa María and rio Corral Quemado, Catamarca province, Argentina. *Fieldiana, Geology*, nueva serie 9: 1-80.
- Martínez, S. 1984. Arquitectura foliar de las especies del género *Prosopis*. *Darwiniana* 25: 279-297.
- Martínez, L.C. A y Lutz, A. I. 2004. Xilotaoflora de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior) en el Valle de Santa María, Catamarca, Argentina. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 41R.
- Mautino L.R. y Anzótegui, L.M. 2002. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior), Vallecito, provincia de Catamarca. Parte 3. Polen. *Ameghiniana* 39: 271-284.
- Mautino, L.R., Anzótegui, L.M. y Herbst, R. 1997. Análisis palinológico de la localidad Nacimientos de Abajo, Neógeno, en la Sierra de Hualfin, Departamento Belén, Catamarca, Argentina. *Geociencias* 2: 121-127.
- Menéndez, C.A. 1962. Leño petrificado de una leguminosa del Terciario de Tiopunco, provincia de Tucumán. *Ameghiniana* 2: 121-126.
- Muñoz, J. de D. 1990. Anacardiaceae. En: Missouri Botanical Garden (ed.), *Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Gêneve, Flora del Paraguay*. Press Saint Louis, Missouri, U.S.A., 7-84 pp.
- Muñoz, J. de D. 2000. 153. Anacardiaceae. En: A.T. Hunziker (ed.), *Flora Fanerogámica Argentina, Proflora (Conicet)*, Córdoba, Fascículo 65: 1-8.
- Raddi, G. 1820. Quaranta piante nuove del Brasile. *Memorie di matematica e di fisica della Società Italiana delle Scienze residente in Módena* 18: 382-414.
- Reichenbach, H.G.L. 1828. *Conspectus regni vegetabilis*. Lipsiae, Leipsig, 294 pp.
- Strecker, M.R. 1987. [Late Cenozoic landscape development, the Santa María valley, Northwest Argentina. Ph.D. Faculty of Graduate School of Cornell University. Cornell, 261 pp. Inédito].
- Urban, I. 1928. Plantae cubenses novae vel rariores a clo. Er. L. Ekman lectae. En: I. Urban (ed.), *Symbolae antillanae*. Fratres Borntraeger, Leipzig 4, 9: 433-543.
- Weyland, H.B. 1968. [Studies on foliar venation patterns in the Papilionoideae (Leguminosae). Ph.D. Iowa State University of Science and Technology. Iowa, 172 pp. Inédito].
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E y Billups, K. 2001. Trends, rhythms and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science* 292: 686-693.

Recibido: 9 de setiembre de 2005.

Aceptado: 3 de mayo de 2007.