

## Maderas fósiles afines a Araucariaceae de la Formación Bajo Barreal, Cretácico Tardío de Patagonia central (Argentina)

Roberto R. PUJANA<sup>1</sup>, Aldo M. UMAZANO<sup>2</sup> & Eduardo S. BELLOSI<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>CONICET, Museo Argentino de Ciencias Naturales. Av. Ángel Gallardo 470, C1405DJR Buenos Aires, Argentina. E-mail: <sup>1</sup>rpujana@macn.gov.ar. <sup>2</sup>CONICET, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam. Av. Uruguay 151, 6300 Santa Rosa, Argentina

**Abstract: Fossil woods with Araucariaceae affinity from the Bajo Barreal Formation, Late Cretaceous of central Patagonia (Argentina).** Fossil woods collected from sediments of the Late Cretaceous Bajo Barreal Formation (Patagonia, Argentina) are described and assigned to the morphogenus *Agathoxylon*. The woods have weakly marked growth ring boundaries, uniseriate to rarely biseriate radial pitting, with contiguous circular to hexagonal bordered pits, alternate when biseriate. Rays are uniseriate and low, usually with up to 5 cells in height. Cross-field pits are not very well preserved; they seem to be elliptical and oblique and 3-5 per cross-field. The woods are anatomically similar to extant South American species of *Araucaria* and to several fossil species, particularly *Agathoxylon matildense*. They corroborate the abundance of Araucariaceae in Late Cretaceous and become the first description of macroflora for the formation.

**Key words:** Late Cretaceous, *Agathoxylon*, *Araucaria*, fossil wood, araucarioid pits.

La familia Araucariaceae está representada actualmente por tres géneros y un bajo número de especies y posee una distribución restringida al Hemisferio Sur. Sin embargo, el registro fósil para la familia es muy abundante, encontrándose hojas, conos, polen y maderas desde el Triásico (Dutra & Stanz, 2003; Florin, 1963; Romero *et al.*, 2004). Frecuentemente, las maderas fósiles con puntuaciones alternas o araucarioides son asignadas a los géneros *Araucarioxylon* Kraus 1870 o *Dadoxylon* Endler 1847, los cuales incluyen maderas que no necesariamente tienen afinidad con las Araucariaceae (generalmente anteriores al Jurásico), sino que hacen referencia a la disposición de las puntuaciones en las traqueidas (*i.e.* Zamuner, 1996). Philippe (1993) en su revisión de maderas con campos de cruzamiento araucarioides, sinonimiza los géneros *Araucarioxylon* y *Dadoxylon* a *Agathoxylon* Hartig 1848 para maderas con similares características, criterio que se adopta en este trabajo en concordancia con recientes publicaciones (*i.e.* Ottone & Medina, 1998; Zamuner & Falaschi, 2005). Philippe (*op. cit.*) utiliza la definición de Boureau (1956) de los campos de cruzamiento araucarioides: puntuaciones (tipo «oculiporos») cupresoides a podocarpoides relativamente pequeñas, un poco deformadas en los contactos y generalmente más de 4 por campo.

En esta contribución se describen maderas fósiles de la Formación Bajo Barreal (Cretácico Tardío de Patagonia central) y se las compara con

las especies sudamericanas y antárticas asignadas a la familia Araucariaceae. Existen varios estudios de maderas fósiles de la Antártida asignadas a la familia: *Agathoxylon* sp. Ottone & Medina 1998, *Araucariopitys* sp. Falcon Lang & Cantrill 2000, *Araucarioxylon* sp. Falcon Lang & Cantrill 2000, *Araucarioxylon* sp. 1 Falcon Lang & Cantrill 2001, *Araucarioxylon* sp. 2 Falcon Lang & Cantrill 2001, *Araucarioxylon arayii* Torres *et al.* 1982, *Araucarioxylon floresii* Torres & Lemoigne 1989, *Araucarioxylon kerguelense* Seward 1919, *Araucarioxylon novaezelandae* Stopes (en Torres *et al.*, 1994), *Araucarioxylon seymourense* Torres *et al.* 1994, *Dadoxylon kellerense* Lucas & Lacey 1981 y *Dadoxylon pseudoparenchymatosum* Gothan 1908 (también citada por Torres *et al.*, 1994 y Cantrill & Poole, 2005). Existen también registros para la Patagonia: *Agathoxylon* sp. Philippe *et al.* 2000, *Agathoxylon matildense* Zamuner & Falaschi 2005, *Araucarioxylon* sp. (citada por Nishida *et al.* 2006), *Araucarioxylon doeringii* Conwentz 1885 (también citada por Nishida, 1981; Nishida *et al.*, 1990), *A. kellerense* (citada por Nishida *et al.*, 1990; Nishida *et al.*, 1992; Terada *et al.*, 2006a y 2006b), *Araucarioxylon ohzanum* Nishida *et al.*, 1992, *Araucarioxylon pichasquense* Torres & Rallo (citada por Terada *et al.*, 2006a, 2006b y 2006c) y *D. pseudoparenchymatosum* (citada por Kräusel, 1924). En latitudes más bajas, se describieron para Chile: *Araucarioxylon chilense* Nishida 1970, *Araucarioxylon parachoshiense*

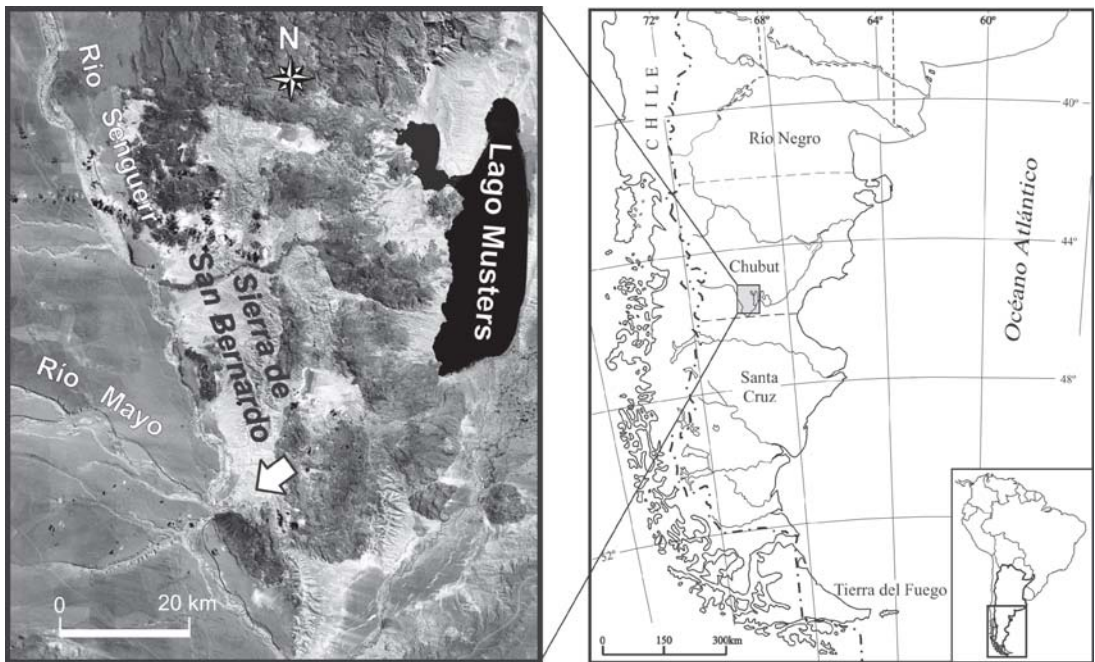


Fig. 1. Ubicación geográfica de la localidad fosilífera.

Nshida & Nishida 1987, *A. pichasquense* (Torres & Rallo, 1981), *Araucarioxylon quirquinaense* Nishida 1984 y *Araucarioxylon resinosum* Torres & Biro-Bagoczky 1986. La cita de maderas afines a la familia es particularmente abundante durante el Cretácico, período donde se encuentran representadas cerca del 70% del total de las especies de Sudamérica y Antártida.

La Formación Bajo Barreal (Sciutto, 1981) aflora en el sector occidental de la Cuenca San Jorge, dentro del ámbito de la Faja Plegada de San Bernardo (provincias de Chubut y Santa Cruz), y posee una amplia distribución espacial en el subsuelo de la cuenca. El miembro inferior de la formación, del cual proceden las maderas estudiadas, está compuesto mayoritariamente por una alternancia de tobas dispuestas en estratos tabulares y areniscas lenticulares (Sciutto, 1981); constituyendo el registro de sistemas fluviales sometidos al influjo intermitente de lluvias de ceniza volcánica (Umazano *et al.*, en revisión). Sobre la base del contenido palinológico y dataciones radiométricas la edad del miembro inferior es considerada Cenomaniano-Coniaciano (Archangelsky *et al.*, 1994; Bridge *et al.*, 2000). Varios autores (*e.g.* Bridge *et al.*, 2000; Umazano *et al.*, 2005, 2006) hacen referencia a la presencia de maderas en la formación sin aportar mayores detalles, por lo tanto ésta contribución representa la primera descripción detallada de macroflora de la unidad.

## MATERIALES Y METODOS

Siete ejemplares fueron recolectados por uno de los autores (ESB) durante la década de 1980 en una localidad de la provincia del Chubut. Recientemente, se los ubicó estratigráficamente en detalle y se determinó el paleoambiente sedimentario de las sucesiones portadoras. La localidad fosilífera se denomina Puesto Confluencia ( $45^{\circ} 43' 33''$  S;  $69^{\circ} 41' 11''$  O), situada en el sector centro-sur de la provincia de Chubut (Fig. 1). En esta localidad, la Formación Bajo Barreal suprayace a las piroclastitas mayoritariamente primarias de la Formación Castillo y es cubierta por las sucesiones de loess-paleosuelos de la Formación Laguna Palacios. El material estudiado procede del miembro inferior de la Formación Bajo Barreal, constituido por depósitos de canales fluviales entrelazados interestratificados con potentes depósitos de planicie de inundación (Fig. 2). Las maderas colectadas, de hasta 0.5 m de ancho y 2 m de largo, provienen de facies canalizadas dominadas por conglomerados y areniscas con estratificación cruzada en artesa. Los ejemplares se presentan silicificados, pobremente preservados y orientados en concordancia con la paleocorriente media (hacia el E SE según Umazano *et al.*, 2005).

Para el estudio del material se realizaron secciones delgadas de los 4 ejemplares con mejor preservación. Para los cortes delgados se siguieron los métodos utilizados para maderas

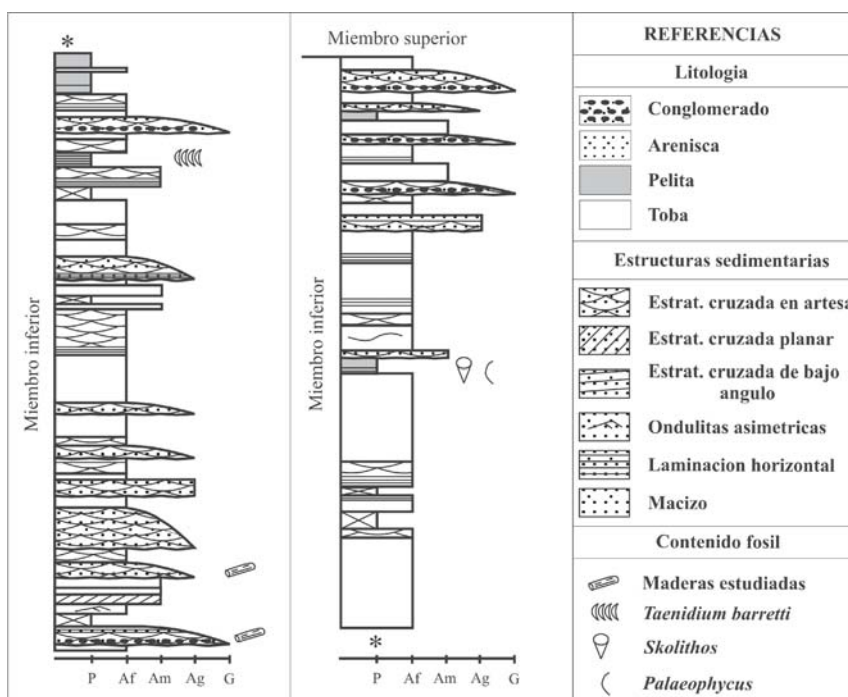


Fig. 2. Perfil sedimentológico del miembro inferior de la Formación Bajo Barreal, con la ubicación estratigráfica de los fósiles (tomado de Umazano *et al.*, en revisión).

fósiles de Hass y Rowe (1999) y para los «peels» de acetato los de Galtier y Phillips (1999). Los ejemplares se encuentran depositados en la colección de Paleobotánica del Museo Argentino de Ciencias Naturales bajo las siglas BAPb y los preparados microscópicos llevan las siglas BAPbPm. Los ejemplares estudiados son: BAPb-14920 (corte BAPbPm-539 y «peel» BAPbPm-540), BAPb-14921 (corte BAPbPm-541), BAPb-14923 (cortes BAPbPm-545, 546 y 547), BAPb-14926 (cortes BAPbPm-542, 543 y 544). Se estudiaron bajo microscopía óptica (Olympus BX51). Las medidas corresponden al ejemplar BAPb-14923.

Las características anatómicas se describieron de acuerdo a la terminología de la IAWA (Richter *et al.*, 2004) cuando fue posible.

#### PALEONTOLOGIA SISTEMATICA

Género: *Agathoxylon* Hartig 1848

**Especie tipo.** *Agathoxylon cordaiatum* Hartig 1848

*Agathoxylon* sp.

(Fig. 3)

**Descripción.** Los ejemplares consisten en xilema secundario picnoxílico de gimnospermas.

Si bien el estado de preservación de los mismos no es excelente y varía según el ejemplar, todos los ejemplares se identificaron como pertenecientes al mismo taxón. El ejemplar BAPb-14920 tiene un diámetro mínimo calculado en al menos 30 cm, mientras que el resto de los ejemplares (BAPb-14923, 14921 y 14926) tienen un diámetro mínimo calculado que varía de aproximadamente 12 a 15 cm. Algunos ejemplares alcanzaban originalmente los 2 m de longitud. Los anillos de crecimiento están poco marcados, con transición gradual del leño temprano al leño tardío y hasta 4 filas de traqueidas de este último (Fig. 3A, B). Las traqueidas en sección transversal son rectangulares con bordes redondeados dispuestas en hileras, con diámetro tangencial de 35 (25-50)  $\mu\text{m}$  y de pared gruesa (Fig. 3A-C). Las puntuaciones se encuentran exclusivamente en la pared radial, con disposición comúnmente uniseriada, rara vez biseriadas, de contorno circular a hexagonal, normalmente contiguas y con un diámetro de c. 13  $\mu\text{m}$  (Fig. 3D, F). Cuando se observan biseriadas poseen una disposición alterna. Los radios son exclusivamente uniseriados con una altura normalmente de 1 a 5 células, llegando en ocasiones a 8 células (Fig. 3E) y compuestos de células parenquimáticas procumbentes. Se observan normalmente 4 o 5 radios por mm (Fig. 3A). Los campos de

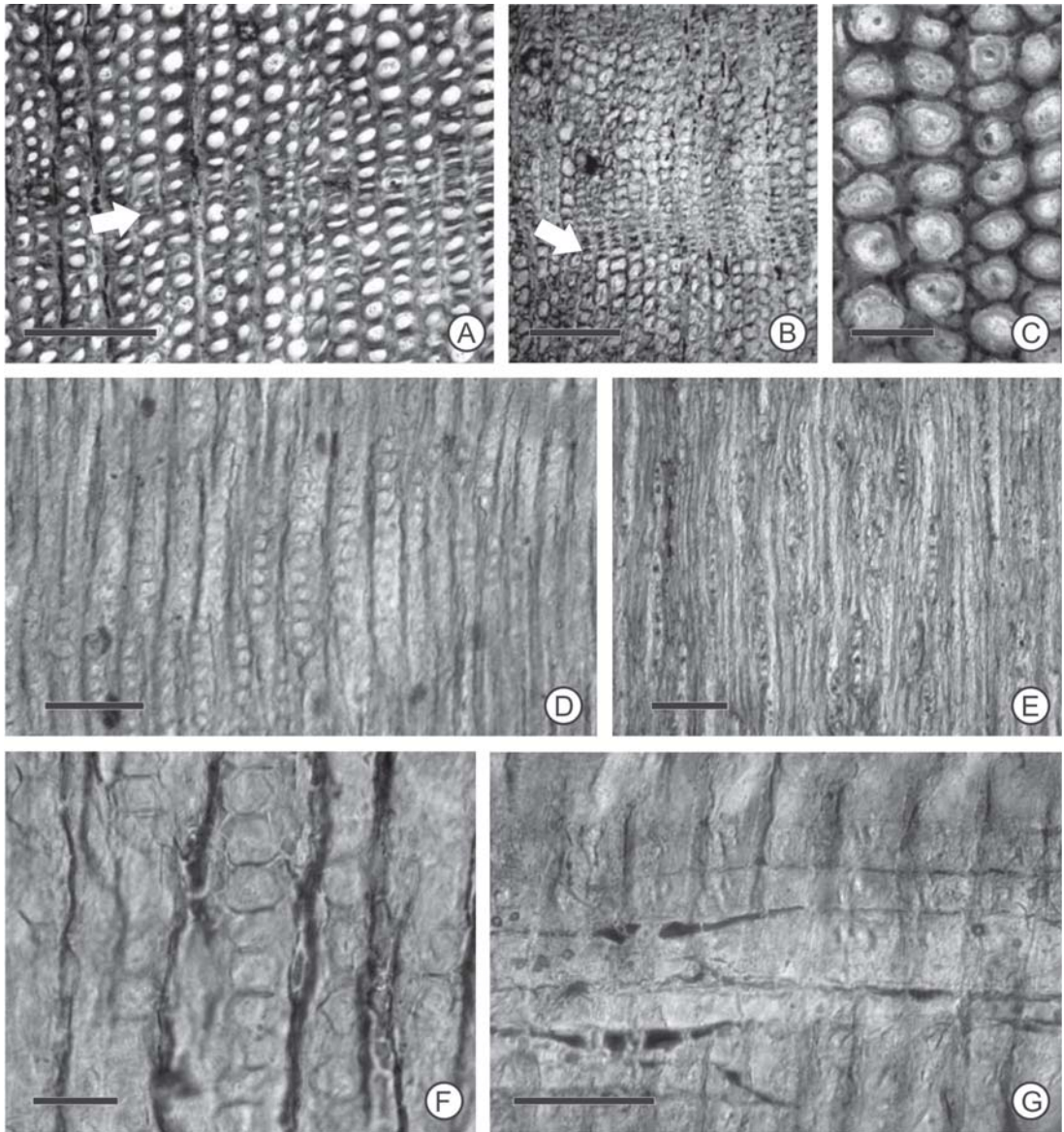


Fig. 3. *Agathoxylon* sp. A, Aspecto general de sección transversal (ST). (Flecha: límite de anillo). (BAPbPm-539). Barra: 200  $\mu$ m. B, Aspecto general de otro ejemplar (ST). (Flecha: límite de anillo). (BAPbPm-545). Barra: 200  $\mu$ m. C, Detalle de traqueidas (ST)-(BAPbPm-542). Barra: 50  $\mu$ m. D, Puntuaciones areoladas contiguas en la pared radial en sección longitudinal radial (SLR). (BAPbPm-547). Barra: 100  $\mu$ m. E, Radios uniseriados en sección longitudinal tangencial. (BAPbPm-546). Barra: 200  $\mu$ m. F, Detalle de puntuaciones hexagonales (SLR). (BAPbPm-547). Barra: 25  $\mu$ m. G, Campos de cruzamiento poco preservados (SLR). (BAPbPm-547). Barra: 100  $\mu$ m.

cruzamiento poseen entre 3 y 5 puntuaciones elípticas oblicuas con un diámetro aproximado de 6  $\mu$ m (Fig. 3G). Debido a la pobre preservación no se observó si poseían areola. Tampoco se observaron canales resiníferos ni traqueidas resinosas en ningún ejemplar.

**Comparaciones.** Las características principales de la madera descrita, entre ellas la au-

sencia de parénquima axial, puntuaciones hexagonales y el tipo de puntuaciones en el campo de cruzamiento, permiten asignarla a la familia Araucariaceae (Tortorelli, 1956; Rancusi *et al.*, 1987). La especie actual *Araucaria araucana* (Mol.) Koch 1869 es muy parecida, a excepción que ésta última posee los anillos bien marcados, con 4 a 8 filas de traqueidas del leño tardío (Rancusi *et al.*, 1987), mientras que en el fósil solo se observan

hasta 4 filas de traqueidas del leño tardío (Fig. 3A, B). La especie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze 1898 es también comparable al material de la Formación Bajo Barreal, con anillos poco marcados, pero normalmente con las puntuaciones biseriadas, a diferencia de la fósil donde normalmente se hallan en disposición uniseriada (al igual que en *A. araucana*).

Con respecto a las maderas fósiles, *A. matildense* de la Formación La Matilde (Jurásico medio) es muy similar, aunque posee puntuaciones circulares, mientras que en el fósil de la Formación Bajo Barreal se ven claramente circulares a hexagonales (Fig. 3F). Dicha diferencia podría deberse a que el estado de preservación de *A. matildense* haya impedido su observación. También el diámetro tangencial de las traqueidas del material aquí presentado es mayor que en *A. matildense*. *A. floresii* de la isla Livingston (Cretácico medio) es también semejante, aunque predomina la disposición biseriada de las puntuaciones, mientras que en el fósil de la Formación Bajo Barreal predomina la uniseriada; posee también traqueidas resinosas, ausentes en el fósil. *A. ohzuanum* de la Formación Divisadero (Cretácico Tardío) es otra especie comparable, aunque posee puntuaciones en la pared tangencial, parénquima axial y disposición de las puntuaciones biseriadas, a diferencia del fósil. *A. novaezelandae* del Eoceno antártico de Chile es también muy semejante, aunque posee abundantes traqueidas resinosas. Por último, otra especie con características similares es *A. parachoshiense*, de Chile, sin embargo posee normalmente puntuaciones principalmente en disposición biseriada.

## DISCUSION

La asignación de maderas fósiles afines a Araucariaceae al rango de especie es dificultosa debido a la gran cantidad de especies similares. Por otra parte, debido a los problemas nomenclaturales y a la publicación de especies en revistas de distribución limitada, se hace necesaria una revisión de las maderas fósiles asignadas a la familia. Tal revisión, seguramente resultará en el agrupamiento de varias morfoespecies en una sola debido a sus similitudes anatómicas.

La semejanza del material estudiado con *A. matildense* y con maderas actuales de Araucariaceae indicaría pocos cambios evolutivos en la anatomía de las mismas desde el Jurásico. La similitud entre el fósil de la Formación Bajo Barreal (Cretácico Tardío), la especie *A. matildense* del (Jurásico medio) de la provincia de Santa Cruz y las *Araucaria* actuales de Sudamérica, sumado a la procedencia geográfica,

sugieren que ambas formas fósiles serían antecesoras de las actuales, si bien se supone que la diversidad de Araucariaceae fue mayor en el pasado (Calder, 1953; Stockey, 1975 y 1978).

La presencia de anillos poco marcados, aún menos que en *A. araucana*, indicaría una débil estacionalidad climática, generalmente correspondiente a climas templados cálidos a tropicales. No obstante, las maderas de Araucariaceae no desarrollan anillos de crecimiento demasiado marcados debido principalmente a su hábito perennifolio (Falcon Lang, 2000). Por lo tanto, no es recomendable realizar inferencias paleoclimáticas concluyentes a partir de ésta característica en el género *Agathoxylon* (Brisson et al., 2001).

Si bien el estudio abarcó únicamente 4 ejemplares, la particularidad de que todos tengan la misma afinidad con las Araucariaceae, y con la misma morfoespecie, sugiere que esta familia habría dominado el componente arbóreo. Las maderas de Araucariaceae son abundantes en el registro fósil de la Patagonia durante el Jurásico y Cretácico (Philippe et al., 2004), y habrían constituido bosques monoespecíficos.

## CONCLUSIONES

Los ejemplares estudiados constituyen la primera descripción de restos macroflorísticos para la Formación Bajo Barreal.

Las maderas fósiles descritas son anatómicamente muy similares a la madera de las Araucariaceae actuales de Sudamérica y a la morfoespecie *A. matildense*.

Se corrobora la abundancia de Araucariaceae en el Cretácico.

Los anillos de crecimiento están poco marcados e indicarían una ausencia de estacionalidad climática importante.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dra. Mariana Brea y al Dr. Harufumi Nishida por las valiosas sugerencias. Los fondos para este trabajo provienen de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam, de la International Association of Sedimentologists, de la empresa Repsol-YPF y del PICT 10747 de la ANPCyT.

## BIBLIOGRAFIA

- Archangelsky, S., E.S. Bellosi, G.A. Jalfin & C. Perrot. 1994. Palynology and alluvial facies from the mid-Cretaceous of Patagonia, subsurface of San Jorge Basin. *Cretaceous Research* 15: 127-142.
- Boureau, E. 1956. *Anatomie végétale*. 3 vol. Presses Universitaires de France, Paris, 752 pp.

- Bridge, J.S., G.A. Jalfin & S.M. Geogief. 2000. Geometry, lithofacies, and spatial distribution of Cretaceous fluvial sandstone bodies, San Jorge Basin, Argentina: outcrop analog for the hydrocarbon-bearing Chubut Group. *Journal of Sedimentary Research* 70: 341-359.
- Brison, A.L., M. Philippe & F. Thevenard. 2001. Are Mesozoic wood growth rings climate-induced? *Paleobiology* 27: 531-538.
- Calder, M.G. 1953. A coniferous petrified forest in Patagonia. *Bulletin of the British Museum. Geological Series* 2: 97-138.
- Cantrill, D.J. & I. Poole. 2005. A new Eocene *Araucaria* from Seymour Island, Antarctica: evidence from growth form and bark morphology. *Alcheringa* 29: 341-350.
- Conwentz, H. 1885. Árboles fósiles del Río Negro. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias (Córdoba)* 7: 435-456.
- Dutra, T.L. & A. Stranz. 2003. História das Araucariaceae: a contribuição dos fósseis para o entendimento das adaptações modernas da família no hemisfério sul, como vistas a seu manejo e conservação. En: Ronchi, L.H. & O.G.W. Coelho (ed.), *Tecnología, diagnóstico e planejamento ambiental*, pp. 293-651, Editora Unisinos.
- Falcon Lang, H. 2000. The relationship between leaf longevity and growth ring markedness in modern conifer woods and its implications for palaeoclimatic studies. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 160: 317-328.
- Falcon Lang, H. & D.J. Cantrill. 2000. Cretaceous (Late Albian) coniferaleas of Alexander Island, Antarctica. 1: Wood taxonomy: a quantitative approach. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 111: 1-17.
- Falcon Lang, H.J. & D.J. Cantrill. 2001. Gymnosperm woods from the Cretaceous (mid-Aptian) Cerro Negro Formation, Byers Peninsula, Livingston Island, Antarctica: the arborescent vegetation of a volcanic arc. *Cretaceous Research* 22: 277-293.
- Florin, R. 1963. The distribution of conifer and taxad genera in time and space. *Acta Horti Bergiani* 20: 121-312.
- Galtier, J. & T.L. Phillips. 1999. The acetate peel technique. En: T.P. Jones & N.P. Rowe (ed.), *Fossil plants and spores: modern techniques*, pp. 67-70, Geological Society, London.
- Gothan, W. 1908. Die fossilen Hölzer von der Seymour und Snow Hill Insel. *Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar Expedition 1901-1903* 3: 1-33.
- Hass, H. & N.P. Rowe. 1999. Thin sections and wafering. En: T.P. Jones & N.P. Rowe (ed.), *Fossil plants and spores: modern techniques*, pp. 76-81, Geological Society, London.
- Kräusel, R. 1924. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora Südamerikas 1. Fossile Hölzer aus Patagonien und benachbarten Gebieten. *Arkiv för Botanik* 19(9): 1-36.
- Lucas, R.C. & W.S. Lacey. 1981. A permineralized wood flora of probable early Tertiary age from King George Island, South Shetland Islands. *British Antarctic Survey Bulletin* 53: 147-151.
- Nishida, M. 1970. On some fossil plants from Chile, South America. *Annual Report of the Foreign Students' College of Chiba University* 5: 13-18.
- Nishida, M. 1981. Petrified woods from the Tertiary of Quirquina Island (a preliminary report). En M. Nishida (ed.), *A report of the paleobotanical survey to southern Chile*, pp. 38-40, Faculty of Science, Chiba University, Chiba.
- Nishida, M. 1984. The anatomy and affinities of the petrified plants from the Tertiary of Chile II. *Araucarioxylon* from Quirquina Island, near Concepción. En M. Nishida (ed.), *Contributions to the Botany in the Andes I*, pp. 86-90, Academia Scientific Book Inc., Tokyo.
- Nishida, M. & H. Nishida. 1987. Petrified woods from the Upper Cretaceous of the Quirquina Island, near Concepción, Chile. En M. Nishida (ed.), *Contributions to the Botany in the Andes II*, pp. 5-11, Academia Scientific Book Inc., Tokyo.
- Nishida, M., T. Ohsawa, & M. Rancusi. 1990. Miscellaneous notes on the petrified coniferous woods from central Chilean Patagonia, XI Region, Chile. En M. Nishida (ed.), *A report of the paleobotanical survey to Patagonia, Chile (1989)*, pp. 21-29, Faculty of Science, Chiba University, Chiba.
- Nishida, M., T. Ohsawa, H. Nishida & M.H. Rancusi. 1992. Permineralized coniferous woods from the XI Region of Chile, central Patagonia. *Research Institute of Evolutionary Biology* 7: 47-59.
- Nishida, H., U. Kazuhiko, K. Terada, T. Yamada, M.H. Rancusi & L.F. Hinojosa. 2006. Preliminary report on permineralized plant remains possibly from the Paleocene Chorrillo Chico Formation, Magallanes region, Chile. En Nishida, H. (ed.) *Post-Cretaceous floristic changes in Southern Patagonia, Chile*, pp. 11-28, Faculty of Science and Engineering, Chuo University, Tokyo.
- Ottone, E.G. & F.A. Medina. 1998. A wood from the Early Cretaceous of James Ross Island, Antarctica. *Ameghiniana* 35: 291-298.
- Philippe, M. 1993. Nomenclature générique des trachéidoxyles fossiles mésozoïques à champs araucarioïdes. *Taxon* 42: 74-80.
- Philippe M., D. Quiroz & T. Torres. 2000. Early Cretaceous fossil woods from Aysen area (Patagonia, Chile) and their bearings on the role of the Araucariaceae in the Andean forest at this time. *9º Congreso Geológico de Chino (Puerto Varas, 2000)* 2: 235-239.
- Philippe, M., M.K. Bamford, S. McLoughlin, L.S.R. Alves, H.J. Falcon Lang, S. Gnaedinger, E.G. Ottone, M. Pole, A. Rajanikanth, R.E. Shoemaker, T. Torres & A. Zamuner. 2004. Biogeographic analysis of Jurassic-Early Cretaceous wood assemblages from Gondwana. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 129: 141-173.
- Rancusi, M.H., M. Nishida & H. Nishida. 1987. Xylotomy of important Chilean woods. En Nishida, M. (ed.), *Contributions to the Botany in the Andes II*, pp. 68-153, Academia Scientific Book Inc., Tokyo.
- Richter, H.G., D. Grosser, I. Heinz & P.E. Gasson. 2004. IAWA List of Microscopic Features for Softwood Identification. *IAWA Journal* 25: 1-70.

- Romero, E.J., C. Panti, M.C. Zamalao & S.N. Césari. 2004. Araucarian fossil records from South America and western Antarctica. *XI Reuniao de Paleobo-tánicos e Palinólogos. Gramado, RS, Brasil* 127.
- Seward, A.C. 1919. *Fossil Plants. Volume 4. Ginkgoales, Coniferales, Gnetales*. Cambridge University Press, 543 pp.
- Sciutto, J.C. 1981. Geología del codo del río Senguerr, Chubut, Argentina. *VIII Congreso Geológico Argentino (San Luis), Actas III* 203-219.
- Stockey, R.A. 1975. Seeds and embryos of *Araucaria mirabilis*. *Amer. J. Bot.* 62: 856-868.
- Stockey, R.A. 1978. Reproductive biology of Cerro Cuadrado fossil conifers: Ontogeny and reproductive strategies in *Araucaria mirabilis* (Spegazzini) Windhausen. *Palaeontographica B* 166: 1-15.
- Terada, K., T.O. Asakawa & H. Nishida. 2006a. Fossil wood assemblage from Cerro Dorotea, Última Esperanza, Magallanes (XII) region, Chile. En Nishida, H. (ed.), *Post-Cretaceous floristic changes in Southern Patagonia, Chile*, pp. 67-90, Faculty of Science and Engineering, Chuo University.
- Terada, K., T.O. Asakawa & H. Nishida. 2006b. Fossil woods from Arroyo Cardeno, Chile Chico Province, Aisen (XI) Region, Chile. En Nishida, H. (ed.), *Post-Cretaceous floristic changes in Southern Patagonia, Chile*, pp.57-65, Faculty of Science and Engineering, Chuo University.
- Terada, K., T.O. Asakawa & H. Nishida. 2006c. Fossil woods from the Loreto Formation of Las Minas, Magallanes (XII) region, Chile. En Nishida, H. (ed.), *Post-Cretaceous floristic changes in Southern Patagonia, Chile*, pp. 91-101, Faculty of Science and Engineering, Chuo University.
- Torres T. & L. Biró Bagoczky. 1986. Xylotomy of fossil conifers from Quiriquina Island, Chile. *Serie Comunicaciones - Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile* 37: 65-80.
- Torres, T. & Y. Lemoigne. 1989. Hallazgos de maderas fósiles de Angiospermas y Gimnospermas del Cretácico Superior en punta Williams, isla Livingston, islas Shetland del Sur, Antártica. *Serie Científica INACH* 39: 9-29.
- Torres, T., S. A. Marensi, & S. Santillana. 1994. Maderas fósiles de la isla Seymour, Formación La Meseta, Antártica. *Serie Científica INACH* 44: 17-38.
- Torres T. & M. Rallo. 1981. Anatomía de troncos fósiles del Cretácico Superior de Pichasca, en el norte de Chile. *Anales 2º Congreso Latinoamericano Paleontología (Porto Alegre, 1981)* 385-398.
- Torres, T., E. Valenzuela & I. Gonzales. 1982. Paleoxilología de Península Byers, Isla Livingston, Antártica. *3º Congreso Geológico Chileno (Concepción, 1982)* 1: 321-341.
- Tortorelli, L.A. 1956. *Maderas y bosques argentinos*. Buenos Aires: Editorial Acme, 910 pp.
- Umazano, A.M., R.N: Melchor, & E.S. Belloso. 2005. Paleoenvironmental analysis and architecture of sandstone bodies of the Bajo Barreal Formation (Cretaceous), western San Jorge Basin, Argentina. *VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas CD ROM*.
- Umazano, A.M., E.S. Belloso, R.N. Melchor & G. Visconti. 2006. Procesos de agradación fluvial en la Formación Bajo Barreal (Cretácico), Anticlinal Sierra Nevada, Cuenca del Golfo San Jorge, Argentina. *XI Reunión Argentina de Sedimentología & IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología (Bariloche), Resúmenes* 230.
- Umazano, A.M., E.S. Belloso, G. Visconti & R.N. Melchor. Mechanisms of aggradation in fluvial systems influenced by explosive volcanism: an example from the Late Cretaceous Bajo Barreal Formation, San Jorge Basin, Argentina. *Sedimentary Geology* (en revisión) 47 pp.
- Zamuner, A. B. 1996. *Araucarioxylon petriellae* n. sp., una posible Glossopterid de la Formación Melo (Pérmico Inferior), Uruguay. *Ameghiniana* 33: 77-82.
- Zamuner, A. B. & P. Falaschi. 2005. *Agathoxylon matildense* n. sp., leño araucariaceo del Bosque Petrificado del cerro Madre e Hija, Formación La Matilde (Jurásico medio), provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 42: 339-346.

Recibido: 30-V-2007

Aceptado: 3-IX-2007