



# Especies nuevas de *Baieroxylon* Greguss y *Circoporoxylon* Kräusel en las formaciones Rayoso y Huincul (Cretácico), provincia del Neuquén, Argentina

Leandro C.A. MARTÍNEZ<sup>1</sup> y Alicia I. LUTZ<sup>2</sup>

**Abstract.** NEW SPECIES OF *BAIEROXYLON* GREGUSS AND *CIRPOROXYLON* KRÄUSEL, IN RAYOSO AND HUINCUL FORMATIONS (CRETACEOUS), NEUQUÉN PROVINCE, ARGENTINA. Gymnosperm woods from Neuquén Province are studied for the first time. Their xylematic characters allowed distinguish two new species, *Baieroxylon patagonicum* sp. nov. from the El Mangrullo (Rayoso Formation) and *Circoporoxylon krauseli* sp. nov. from Cerros Colorados (Huincul Formation). The presence of these two new species increases our knowledge of the xylofloristic composition in the area during the Cretaceous. Also, the environmental conditions could be inferred through the analysis of secondary xylem features in which that species grew. *Baieroxylon patagonicum* sp. nov. probably grew under tropical to subtropical conditions without marked seasons and an abundant hydric regimen while *Circoporoxylon krauseli* sp. nov. grew under mesophytic conditions.

**Resumen.** En este trabajo se estudian por primera vez maderas de gimnospermas del Cretácico de la provincia del Neuquén. Los caracteres xilológicos permitieron distinguir dos nuevas especies, *Baieroxylon patagonicum* sp. nov. proveniente de la localidad El Mangrullo (Formación Rayoso) y *Circoporoxylon krauseli* sp. nov. de la localidad Cerros Colorados (Formación Huincul). La presencia de estas dos nuevas especies incrementa nuestro conocimiento sobre la composición xiloflorística para dicha área durante el Cretácico. Además, por medio del análisis de los elementos del xilema secundario se pudieron inferir las condiciones ambientales en las que crecieron dichas especies. *Baieroxylon patagonicum* sp. nov. creció probablemente en condiciones tropicales a subtropicales con estaciones poco marcadas con un abundante régimen hídrico mientras que *Circoporoxylon krauseli* sp. nov. creció en condiciones mesofíticas.

**Key words.** Fossil wood. Cretaceous. Rayoso and Huincul Formations. ?Ginkgoales. Podocarpaceae. Neuquén. Argentina.

**Palabras clave.** Leño fósil. Cretácico. Formaciones Rayoso y Huincul. ?Ginkgoales. Podocarpaceae. Neuquén. Argentina.

## Introducción

Los estudios de maderas petrificadas en la cuenca Neuquina están referidos a la Formación Allen (Cretácico Superior, provincia de Río Negro), la que se caracteriza especialmente por la abundancia de troncos y la buena preservación que presentan los ejemplares (Andreis *et al.*, 1991). La descripción de los mismos ha definido una xiloflora compuesta por gimnospermas y angiospermas. En el primer grupo se destacan las Cycadales, Zamiaceae (Artabe *et al.*, 2004) y las coníferas, principalmente Podocarpaceae (Del Fueyo, 1998), y dentro del segundo grupo estípites y semillas de la familia Palmae (Ancibor, 1995).

Para la provincia del Neuquén sólo existen descripciones de estípites permineralizados de helechos registrados para la Formación Rayoso (Tidwell y Wright, 2003). Para la misma cuenca, en el Grupo Neuquén y para la Formación Huincul (Cenomaniano) se ha mencionado la presencia de gran cantidad de troncos fosilizados (Leanza y Hugo, 1999; Leanza, *et al.*, 2004) de los cuales no hay descripciones anatómicas ni datos de su composición xiloflorística.

En este trabajo se describen dos nuevas especies de leños de gimnospermas cretácicas correspondientes a los géneros: *Baieroxylon* Greguss (1961) y *Circoporoxylon* Kräusel (1949) procedentes de las localidades El Mangrullo (Formación Rayoso) y Cerros Colorados (Formación Huincul) respectivamente.

Los materiales aquí estudiados, fueron colectados en la campaña realizada en febrero de 2003, a la provincia del Neuquén, Argentina (figura 1).

La Formación Rayoso (Grupo Bajada del Agrio; *sensu* Méndez *et al.*, 1995) está compuesta por arcili-

<sup>1</sup>Museo Carmen Funes. Av. Córdoba 55, 8318 Plaza Huincul, Neuquén. Argentina. [gesaghi@gmail.com](mailto:gesaghi@gmail.com)

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste y Centro de Ecología Aplicada del Litoral, C.C. 128, 3400 Corrientes. Argentina. [alutz@cecoal.com.ar](mailto:alutz@cecoal.com.ar)

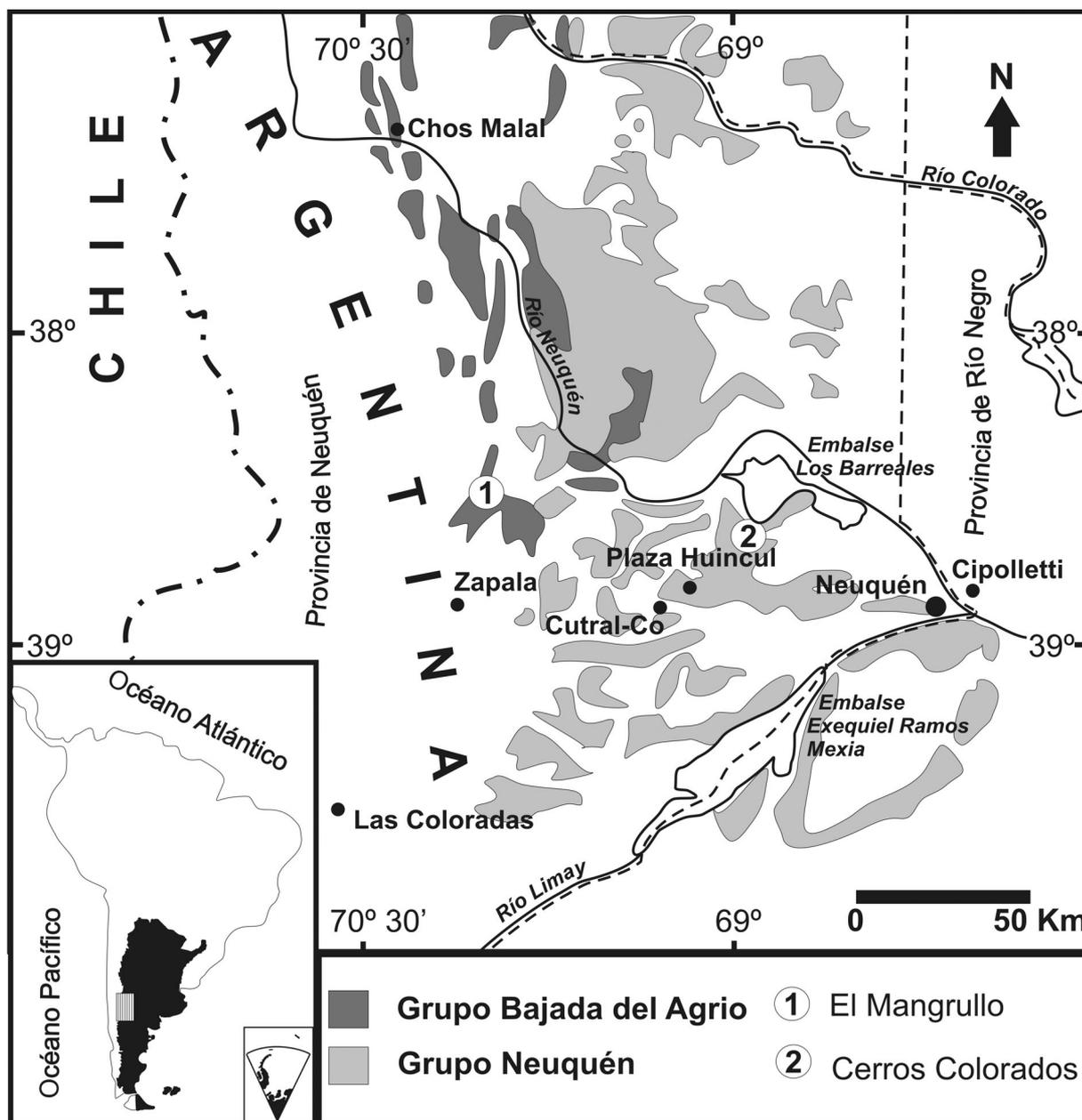


Figura 1. Mapa de ubicación de las localidades estudiadas / location map of the studied localities.

tas blandas, multicolores, que incluyen abundantes bancos delgados de yeso. Continúa una sección rojiza de areniscas finas a medianas, y culmina con una espesa sucesión arcilítica de igual color, con intercalaciones de capas de areniscas de grano fino. Responde a un ambiente álcuo continental, fluvial a lagunar e incluso presenta en ciertos casos características pseudodeltaicas. La edad de dicha formación se estima entre el Aptiano-Albiano (Leanza y Hugo, 1999).

La Formación Huincul forma parte del Grupo Neuquén, Subgrupo Río Limay (Leanza, *et al.*, 2004), y su localidad tipo está situada próxima a la ciudad de Plaza Huincul (Leanza y Hugo, 2001). Se halla distribuida en la parte sur de la cuenca Neuquina en la

provincia del Neuquén. El espesor de la Formación Huincul varía regionalmente entre 50 y 250 m; está compuesta por arenas finas a medianas, amarillentas. Su edad es probablemente Cenomaniano Tardío (Leanza *et al.*, 2004).

### Materiales y métodos

Los materiales corresponden a leños silicificados con una buena preservación de los tejidos y su estudio se realizó mediante cortes petrográficos en tres sentidos: corte transversal (CT), corte longitudinal radial (CLR) y corte longitudinal tangencial (CLT). No se ob-

tuvieron buenos resultados al utilizar el método de "película" con película de acetato. Para la observación del material fósil por medio de microscopio electrónico de barrido (MEB) se procedió a la fractura de pequeños fragmentos en los tres sentidos de corte, montaje en porta-especímenes y posterior metalizado. Se utilizó una lupa Leitz y un microscopio Ortholux-Orthomax, tanto para las observaciones como para las fotografías. Las fotografías con MEB se obtuvieron en el Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad Nacional del Nordeste.

La terminología utilizada es del Glosario de Términos de la Asociación Internacional de Anatomistas de Maderas (IAWA, 2004) y las mediciones estándar de acuerdo a Chataway (1932). Las medidas descritas son el promedio de 25 mediciones y entre paréntesis figuran sus valores extremos.

Los materiales se hallan depositados en la Colección Paleontológica del Museo Municipal "Carmen Funes" de Plaza Huincul, provincia del Neuquén bajo el acrónimo MCF-PBPH.

## Paleontología sistemática

Orden GINKGOALES Engler 1897

Género *Baieroxylon* Greguss 1961

Especie tipo. *Baieroxylon implexum* Greguss 1961.

*Baieroxylon patagonicum* sp. nov.  
Figuras 2.1-11

**Diagnosis.** Fragmento de leño secundario decorticado. Anillos de crecimiento ausentes. Paredes radiales de las traqueidas con punteaduras mixtas, uniseriadas, areoladas, circulares, contiguas y espaciadas. Escasas punteaduras abietinoides (biseriadas opuestas). Campos de cruzamiento con 7-10 punteaduras araucarioideas, con disposición variada (al azar, seriada o en corona). Traqueidas con engrosamientos terciarios helicoidales delgados de 1,47  $\mu\text{m}$  de espesor (levógiros y dextrógiros) con una inclinación de 65°. Radios uniseriados, de 3-13 células de altura.

**Diagnosis.** *Decorticated secondary wood. Growth rings absent. Tracheid radial walls with "mixed type" pittings; pits uniseriate, bordered, circular, contiguous, rarely abietinoid (biseriate, opposite). Cross field with 7-10 araucarioid piths with varied disposition (random, seriate or crown-shaped). Tracheids with tertiary thin helical thickenings 1,47  $\mu\text{m}$  thick (clock- and anti-clockwise) with an inclinations of 65°. Rays uniseriate, 3-13 cells high.*

**Holotipo.** MCF-PBPH-043.

**Localidad.** Cerro "El Mangrullo". Neuquén, Argentina.

**Horizonte y edad.** Formación Rayoso. Cretácico Inferior (Aptiano-Albiano).

**Derivatio nominis.** Por provenir de la Patagonia.

**Descripción.** Fragmento de leño secundario picnoxílico decorticado, con buena preservación de los tejidos, de 18 cm de longitud y 32 cm de diámetro.

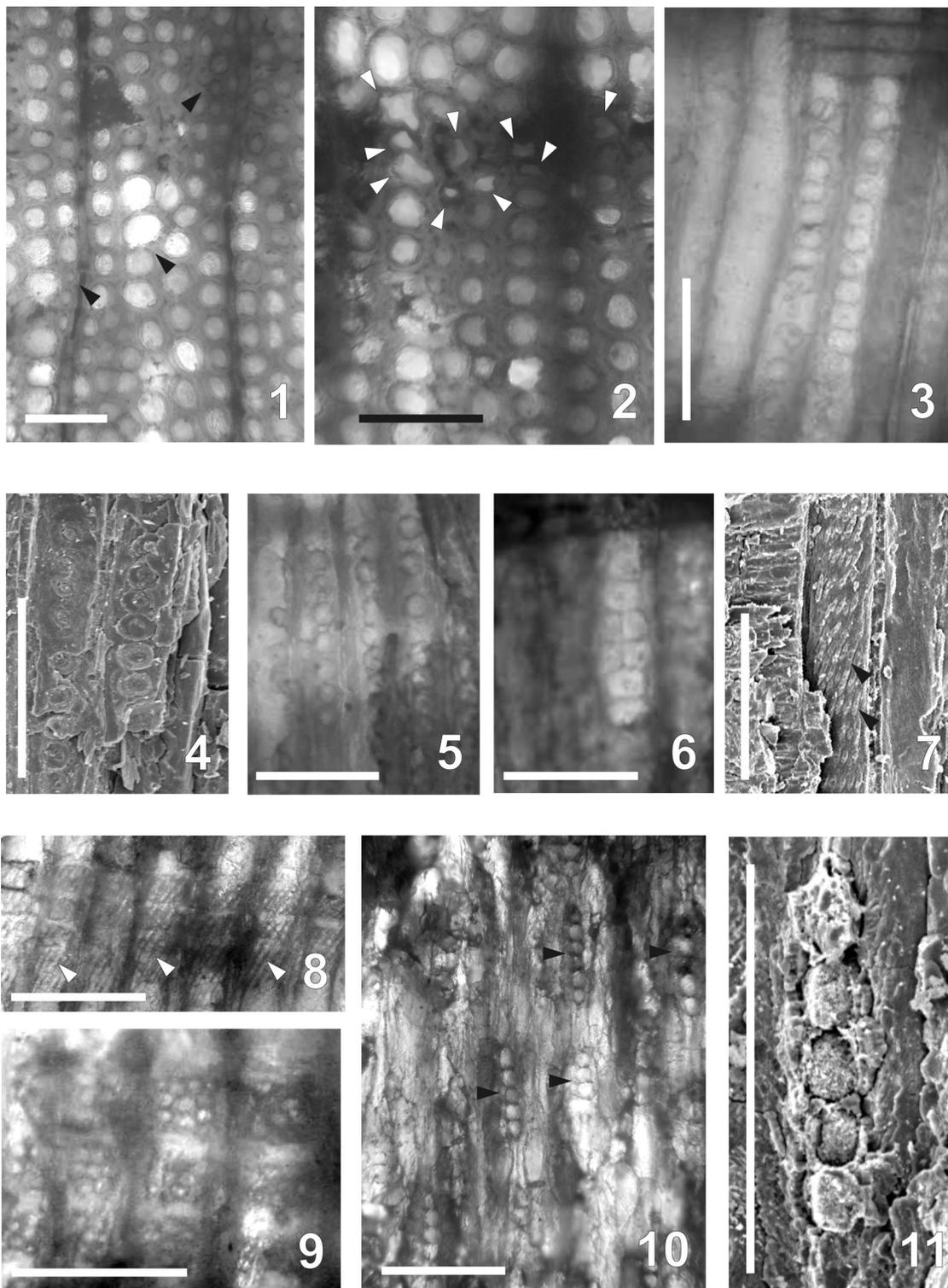
En el corte transversal las traqueidas son de forma circular a ovoidal (figura 2.1), con un diámetro radial de 37  $\mu\text{m}$  (20  $\mu\text{m}$  - 51  $\mu\text{m}$ ) y tangencial de 30  $\mu\text{m}$  (15  $\mu\text{m}$  - 48  $\mu\text{m}$ ). Las paredes de las traqueidas tienen un espesor de 7  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{m}$  - 12  $\mu\text{m}$ ). Un promedio de 4 traqueidas (2 - 9) separan a los radios entre sí. No se desarrollan anillos de crecimiento (figura 2.1), pero en diferentes secciones del ejemplar se pueden apreciar traqueidas de menor tamaño junto a otras con paredes deformadas (figura 2.2).

En corte longitudinal radial, las traqueidas tienen un recorrido rectilíneo y en algunos casos presentan una leve curvatura en sus extremos, con una longitud de 893  $\mu\text{m}$  (665  $\mu\text{m}$ -1113  $\mu\text{m}$ ) y un ancho de 38  $\mu\text{m}$  (24  $\mu\text{m}$ -48  $\mu\text{m}$ ). Las punteaduras son uniseriadas, espaciadas y contiguas (figuras 2.3, 2.4 y 2.5). También hay escasas punteaduras biseriadas opuestas (figura 2.6), cuyo diámetro radial es de 20  $\mu\text{m}$  (15,5  $\mu\text{m}$ -24,1  $\mu\text{m}$ ) y el tangencial de 19,8  $\mu\text{m}$  (12  $\mu\text{m}$ -24,1  $\mu\text{m}$ ). Los poros son circulares a elipsoidales con un diámetro radial de 6,53  $\mu\text{m}$  (3,4  $\mu\text{m}$ -8,6  $\mu\text{m}$ ) y tangencial de 7,2  $\mu\text{m}$  (3,5  $\mu\text{m}$ -10, 3  $\mu\text{m}$ ), con un coeficiente de achatamiento de 0,9.

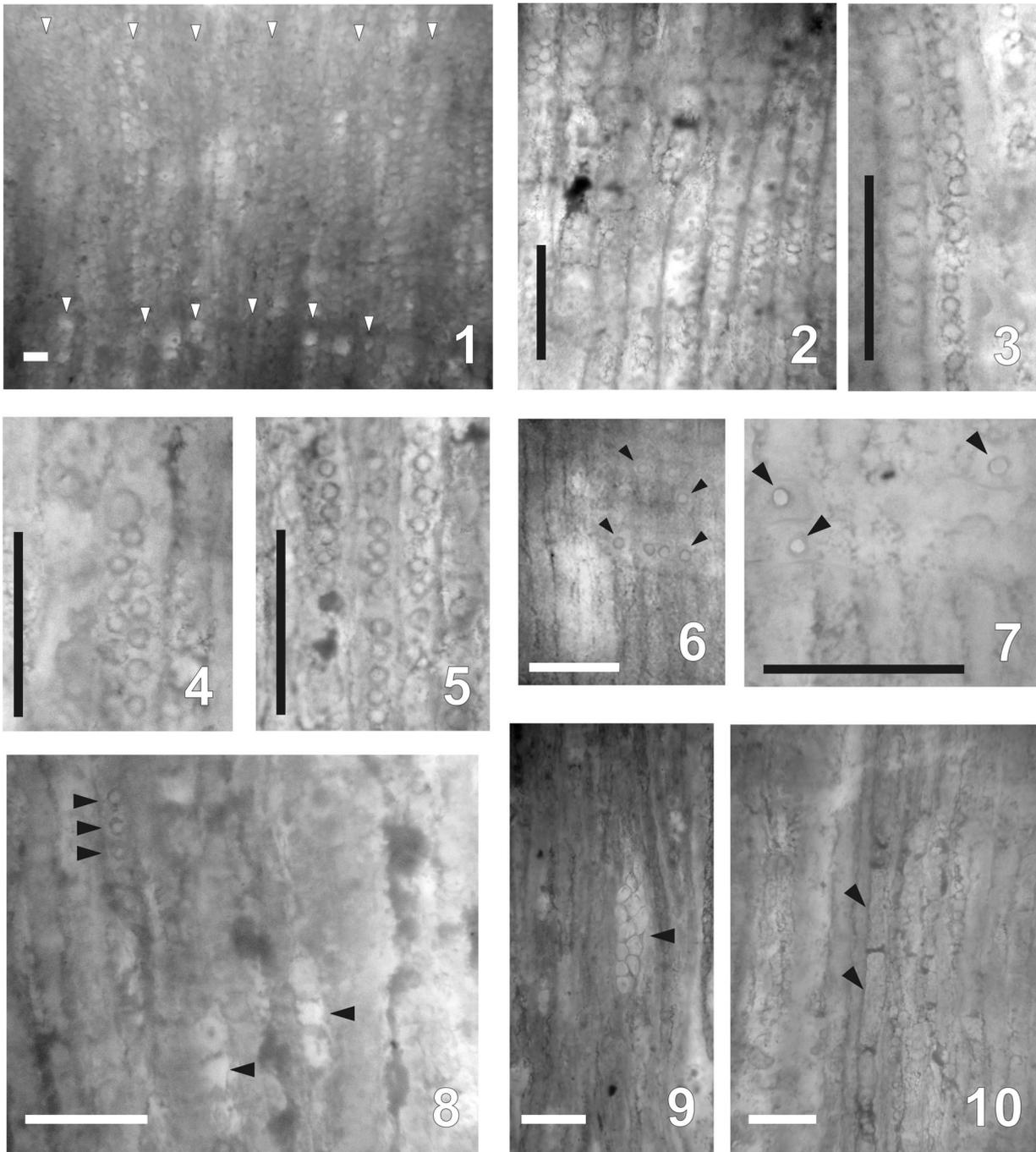
Las traqueidas exhiben engrosamientos terciarios, helicoidales, simples y delgados, tanto dextrógiros como levógiros, muy marcados en las áreas adyacentes a los radios leñosos con un espesor de 1,47  $\mu\text{m}$  (0,7  $\mu\text{m}$ -2,8  $\mu\text{m}$ ) y un ángulo de 65° (55°-74 °) (figuras 2.7 y 2.8). Los campos de cruzamiento tienen un número promedio de 9 punteaduras (7-10), miden en su diámetro radial 4,7  $\mu\text{m}$  (3,7  $\mu\text{m}$ -6,64  $\mu\text{m}$ ) y en el tangencial 3,56  $\mu\text{m}$  (2,3  $\mu\text{m}$ -4,4  $\mu\text{m}$ ). Las punteaduras de los campos son del tipo araucarioide (areoladas y circulares) y están distribuidas en grupos, disponiéndose en forma dispersa, seriada o en corona *sensu* Giraud y Hankel (1986); con una punteadura central y seis periféricas (figura 2.9).

En corte longitudinal tangencial el sistema radial es homogéneo, los radios son homocelulares (figuras 2.10 y 2.11), uniseriados y bajos de 5 células (3-13), rectangulares a ovoides con los extremos elipsoidales. Cada célula mide 23  $\mu\text{m}$  (12  $\mu\text{m}$ -29  $\mu\text{m}$ ) de altura y 20  $\mu\text{m}$  (15  $\mu\text{m}$ -27  $\mu\text{m}$ ) de ancho.

**Comparaciones y afinidades.** Las maderas picnoxílicas con engrosamientos helicoidales en el xilema secundario, sin canales secretores, se relacionan principalmente con las Ginkgoales, Pinaceae y Taxales. Entre ellas existen varios géneros fósiles que se mencionan a continuación indicándose las diferencias que presentan con el leño estudiado: *Taxites sensu* Göppert;



**Figura 2.** 1-11, *Baieroxylon patagonicum* sp. nov. MCF-PBPH 043. 1-3, 5, 6, 8-10, observaciones con microscopio óptico/ *observations with light microscopy*; 4, 7, 11, observaciones con microscopio electrónico de barrido / *observations with scanning electron microscopy*. 1, Corte transversal (CT), traqueidas de diferente diámetro (flechas) / *cross section (CT) with tracheids of different sizes (arrows)*. 2, CT traqueidas con paredes celulares deformadas (flechas) / *CT, tracheids with deformed cell walls (arrows)*. 3, Corte longitudinal radial (CLR), punteaduras areoladas / *radial longitudinal section (CLR), bordered pits*. 4, CLR, punteaduras areoladas uniseriadas contiguas / *CLR, uniseriate contiguous bordered pits*. 5, CLR, punteaduras areoladas espaciadas / *CLR, separated bordered pits*. 6, CLR, punteaduras areoladas biseriadas opuestas / *CLR, biseriate opposite bordered pits*. 7, CLR, detalle de los engrosamientos helicoidales (flechas) / *CLR, spiral thickenings detail (arrows)*. 8, CLR, campos de cruzamiento y engrosamientos terciarios (flechas) / *CLR, cross fields and spiral thickenings (arrows)*. 9, CLR, campos de cruzamiento / *CLR, cross fields*. 10, CLT, radios / *tangential longitudinal section (CLT), rays*. 11, CLT, detalle de radio / *CLT, ray detail*. Escala= 100 µm; *Scale= 100 µm*.



**Figura 3.** 1-10, *Circoporoxylon krauseli* sp. nov. MCF-PBPH 044. 1, CT, anillos de crecimiento (flechas) / CT, transversal section, growth rings (arrows). 2, CLR, punteaduras areoladas / CLR, bordered pits. 3, CLR, punteaduras uniseriadas contiguas / CLR, uniseriate contiguous pits. 4, CLR, punteaduras biseriadas alternas / CLR, alternate biseriate pits. 5, CLR, punteaduras uniseriadas espaciadas / CLR, uniseriate separated pits. 6, CLR, campos de cruzamientos (flechas) / CLR, cross-fields (arrows). 7, CLR, campos de cruzamientos con circoporoides (flechas) / CLR, cross-fields with circoporoids (arrows). 8, CLT, radios uniseriados (flechas) y punteaduras en las paredes tangenciales de las traqueidas (flechas) / CLT, uniseriate rays (arrows) and pits on tangential walls of tracheid (arrows). 9, CLT, radios biseriados (flecha) / CLT, biseriate rays (arrow); 10, CLT, células parenquimáticas axiales (flechas) / CLT, axial parenchymatic cells (arrows). Escala= 100  $\mu$ m; Scale= 100  $\mu$ m.

*Callitroxylon* Hartig; *Protospiroxylon* Lingesheim; *Taxaceoxylon* Kräusel y Jain; *Torreyoxyton* Greguss; *Callitrixylon* Prive y Boureau; *Palaeocallitroxylon* Greguss y *Oguraxylon* Nishida, todos ellos con punteaduras radiales abietinoides espaciadas (Philippe,

1995). *Protelicoxylon* Philippe (1995), presenta campos de cruzamiento con oculiporos, cupresoides a dacridioides; *Platyspiroxylon* Greguss (1967), tiene campos de cruzamiento tipo cupresoides, dos tipos distintos de células en los radios leñosos y anchos engrosamientos

**Cuadro 1.** Comparación entre las especies de *Baieroxylon* / comparisons among *Baieroxylon* species

Especie y referencia	Edad y procedencia	Anillos de crecimiento	Traqueidas (Diámetro radial-tangencial)	Punteaduras en las paredes radiales de las traqueidas	Punteaduras en las paredes tangenciales de las traqueidas	Campos de cruzamiento	Radios
<i>Baieroxylon multiseriale</i> Prasad 1982	Pérmico Asia	Presentes	Leño temprano: 48 µm x 55 µm - 50 µm x 65 µm Leño tardío: 1 µm x 17 µm - 20 µm x 32 µm	1-4 seriadas redondeadas y hexagonales, alternas y opuestas, contiguas y espaciadas	Presentes	1-15 punteaduras por campo, simples, circulares a ovales	Homocelulares, uniseriados 1-15 células de altura
<i>Baieroxylon implexum</i> Greguss 1961	Pérmico Europa	Presentes	38 µm x 38 µm	1-3 seriadas, contiguas	Ausentes	1- 2 punteaduras por campo, elípticas, abarcando completamente el campo	Uniseriados 1-8 células de altura
<i>Baieroxylon cicatricum</i> Prasad y Lele 1984	Triásico Sudamérica / Cretácico Asia	Ausentes	11-15 µm x 17-68 µm	1- 3 seriadas circulares, alternas y opuestas	Ausentes	1-9 punteaduras por campo, elípticas y oblicuas	Homocelulares, uniseriados 1-10 células de altura
<i>Baieroxylon graminovillae</i> Prasad y Lele 1984	Triásico Superior Europa	Presentes	60 µm x 60 µm	1-2 seriadas, excepcionalmente 3 seriadas, espaciadas y contiguas	Presentes	1-4 punteaduras por campo, circulares, ovales y elípticas, de 5 µm de diámetro	Homocelulares, uniseriados bajos 1 - (4) - 15 células de altura
<i>Baieroxylon cambogdiense</i> Serra 1966	Mesozoico Asia	Presentes	Leño temprano: 15 µm a 26 µm - 25 µm a 41 µm Leño tardío: 44 µm a 78 µm - 37 µm a 74 µm	1-2 seriadas, opuestas o alternas con crásulas	Ausentes	4-19 punteaduras por campo, dispuestas en corona	Uniseriados y biseriados
<i>Baieroxylon lindicianum</i> Philippe 1995	Jurásico Europa	Ausentes	?	1-2 seriadas, alternas o sub opuestas	Ausentes	4-7 punteaduras por campo, ovales o levemente inclinadas	Homocelulares, uniseriados y biseriados
<i>Baieroxylon chilense</i> Torres y Philippe 2002	Jurásico Sudamérica	Presentes	27 µm x 60 µm	1-2 seriadas, alternas u opuestas	Ausentes	1-2 punteaduras por campo	Uniseriados, escasos biseriados 1-15 células de altura
<i>Baieroxylon patagonicum</i> sp. nov.	Cretácico Inferior Sudamérica	Ausentes	36 µm x 30 µm	1-seriadas, espaciadas, contiguas, ocasionalmente 2-seriadas opuestas	Ausentes	7 - (9) -10 punteaduras por campo, circulares (escasas ovales) en grupos y en corona de 4 µm de diámetro	Homocelulares, uniseriados bajos, de 3 - (9) -13 células de altura

helicoidales; *Ginkgoxylon* Khudajberdyev (1962), posee células parenquimáticas redondeadas y *Prototaxoxylon* Kräusel y Dolianiti (1958) punteaduras araucarioides en las paredes radiales de las traqueidas y campos de cruzamiento tipo cupresoide (Khudajberdyev, 1962; Kräusel y Jain, 1963; Lepekhina y Yatsenko, 1966; Philippe, 1995).

Finalmente, el género *Baieroxylon* Greguss (1961) presenta la mayor afinidad con el material estudiado, por presentar punteaduras araucarioides en las paredes radiales de las traqueidas, campos de cruzamiento araucarioides y engrosamientos terciarios, helicoi-

dales, simples y delgados. Prasad y Lele (1984) clasifican a *Baieroxylon* dentro del orden Ginkgoales por haber encontrado hojas de *Baiera* Braun asociadas a este leño. Por otra parte Greguss (1961) ya había indicado la existencia de semejanzas entre *Baieroxylon* y *Ginkgo biloba* L.

El género *Baieroxylon* tiene una amplia distribución estratigráfica que va desde el Pérmico al Cretácico (Crisafulli, 2001), con siete especies citadas, resumidas y comparadas en el cuadro 1.

*Baieroxylon patagonicum* sp. nov. presenta diferencias marcadas respecto de las demás especies de

*Baieroxylon*. *B. implexum* (Zimmermann 1953) Greguss 1961 se distingue por poseer punteaduras uni- a triseriadas en las paredes radiales de las traqueidas, campos de cruzamiento con 1 a 2 punteaduras y radios con 1 a 8 células de altura; *B. graminoville* (Zimmermann, 1953) Greguss 1961 presenta punteaduras en las paredes tangenciales de las traqueidas, campos de cruzamiento con 1 a 4 punteaduras y radios celulares bajos; en *B. cambodgiense* Serra 1966 se observan crásulas en sus traqueidas y radios biseriados; *B. multiseriale* Prasad 1982 tiene desde 1 a 4 punteaduras hexagonales, seriadas y con hasta 15 punteaduras en los campos de cruzamiento; *B. cicatricum* Prasad y Lele 1984 tiene punteaduras multiseriadas en las paredes radiales de las traqueidas y punteaduras elípticas y oblicuas en los campos de cruzamiento; *B. lindicianum* (Kanh 1961) Philippe 1995 posee parénquima axial y radios leñosos uni y biseriados; finalmente *B. chilense* Torres y Philippe 2002 se diferencia por poseer punteaduras biseriadas alternas, radios biseriados y campos de cruzamiento con 1 ó 2 punteaduras.

Orden CONIFERALES *sensu* Gifford y Foster 1989  
Familia PODOCARPACEAE *sensu* Page 1990

Género *Circoporoxylon* Kräusel 1949

**Especie tipo.** *Circoporoxylon priscum* (Prill) Kräusel y Jain 1963.

*Circoporoxylon krauseli* sp. nov.  
Figuras 3.1-10

**Comentarios.** El género *Circoporoxylon* fue descrito por Kräusel en 1949, sin designar la especie tipo, pero Kräusel y Jain (1963) establecieron a *C. priscum* Prill, como tipo. No obstante, Andrews (1970) designó *C. goepperti* Conwentz 1885 como tipo (Del Fueyo, 1998).

**Diagnosis.** Leño picnoxílico secundario, anillos de crecimiento levemente definidos. Paredes radiales de las traqueidas con punteaduras areoladas abietinoides uniseriadas o biseriadas espaciadas o contiguas, alternas u opuestas; punteaduras simples y espaciadas en las paredes tangenciales de las traqueidas; campos de cruzamiento con una punteadura circular, simple y central. Radios homocelulares, uniseriados y biseriados, con 4 células (1-7) de altura. Parénquima axial escaso.

**Diagnosis.** Secondary picnoxylic wood, growth rings slightly distinct. Radial wall of tracheids with abietinoid bordered pits, uniseriate or biseriolate, separate or contiguous; opposite or alternate. Cross-fields with one simple circular central pit. Tangential wall of tracheids with simple and separate pits. Homocellular rays, uniseriate and biseriolate, 4 (1- 7) cells high. Rare axial parenchyma.

**Holotipo.** MCF-PBPH-044.

**Localidad.** Cerros Colorados. Neuquén, Argentina.

**Horizonte y edad.** Formación Huincul. Cretácico Superior (Cenomaniano tardío).

**Derivatio nominis.** A la memoria del Prof. Dr. Richard Kräusel por sus contribuciones a la paleobotánica.

**Descripción.** Leño decorticado de unos 15 cm de longitud, por 10 cm de radio, constituido exclusivamente por xilema secundario picnoxílico, con una preservación regular de los tejidos y anillos de crecimiento levemente definidos (figura 3.1), presenta "shearing zones" *sensu* Erasmus (1976).

En corte transversal, las traqueidas son de contorno cuadrangular a oval, con un diámetro medio radial de 30  $\mu\text{m}$  (22  $\mu\text{m}$ -41  $\mu\text{m}$ ) y tangencial de 34  $\mu\text{m}$  (17  $\mu\text{m}$ -44  $\mu\text{m}$ ) y paredes delgadas, con un espesor de 3,8  $\mu\text{m}$  (6,8  $\mu\text{m}$ -1,7  $\mu\text{m}$ ) (figura 3.1).

En corte longitudinal radial, las traqueidas tienen un recorrido recto a lo largo del leño, en ocasiones su recorrido se vuelve levemente sinuoso; la longitud de las traqueidas es de 1080  $\mu\text{m}$  (1470  $\mu\text{m}$ -847  $\mu\text{m}$ ). Las punteaduras en las paredes radiales son del tipo mixto, uniseriadas, contiguas o espaciadas, en menor grado biseriadas alternas (figuras 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5) y escasas biseriadas opuestas; tienen un diámetro radial de 14,3  $\mu\text{m}$  (17,2  $\mu\text{m}$ -10,3  $\mu\text{m}$ ) y tangencial de 14,4  $\mu\text{m}$  (17,2  $\mu\text{m}$ -8,6  $\mu\text{m}$ ). Los campos de cruzamiento tienen una punteadura (circoporo) simple, de disposición central con un diámetro de 13,8  $\mu\text{m}$  (16,6  $\mu\text{m}$ -11  $\mu\text{m}$ ) (figuras 3.6 y 3.7), su preservación es mala y no pueden ser observadas en la mayoría de los campos de cruzamiento del leño.

En corte longitudinal tangencial los radios son homocelulares, uniseriados y bajos, escasamente biseriados (figuras 3.8 y 3.9); de 3 células de altura (1-7), cada célula radial tiene un altura de 35  $\mu\text{m}$  (28  $\mu\text{m}$  - 42  $\mu\text{m}$ ) y una amplitud de 33  $\mu\text{m}$  (21 $\mu\text{m}$ -49 $\mu\text{m}$ ). Las células de los extremos de los radios son elipsoidales, mientras que en las centrales su forma oscila desde rectangulares a ovoides y en algunos casos son casi circulares. Las traqueidas poseen punteaduras areoladas espaciadas, con un diámetro radial de 13 (14  $\mu\text{m}$  - 12  $\mu\text{m}$ ) y tangencial de 15  $\mu\text{m}$  (17  $\mu\text{m}$ -14  $\mu\text{m}$ ) (figura 3.8). En este corte también se observan algunas células parenquimáticas delgadas (figura 3.10).

**Comparaciones.** El material fue comparado con maderas fósiles que presentan los siguientes caracteres diagnósticos: anillos de crecimiento presentes, punteaduras abietinoides y mixtas sobre las paredes radiales de las traqueidas, radios homogéneos muy bajos, campos de cruzamientos con circoporos, parénquima axial y carente de canales secretores.

Los géneros que presentan estos caracteres son:

AMEGHINIANA 44 (3), 2007

**Cuadro 2.** Comparaciones entre las especies de *Circoporoxylon* / *comparisons among Circoporoxylon species*

Especie y referencia	Edad y procedencia	Anillos de crecimiento	Punteaduras en las paredes radiales			Punteaduras en las paredes tangenciales	Barras de Sanio	Parénquima leñoso	Radios	Campos de cruzamiento
			Contiguas y espaciadas	Uniseriadas y multiseriadas	Alternas y opuestas					
<i>Circoporoxylon amarjolense</i> Kräusel y Jain 1963	Jurásico Asia	Presentes	Contiguas y espaciadas	Uniseriadas y multiseriadas	Alternas y opuestas	Ausentes	Ausentes	Ausente	Uniseriados 1-15 células de altura	1-4 punteadura circulares y simples
<i>Circoporoxylon shanense</i> Kräusel 1949	Jurásico Asia	Ausentes	Espaciadas	Uniseriadas	---	Ausentes	Ausentes	Ausente	Uniseriados 1-2 células de altura	1 punteadura circular, simple y amplia
<i>Circoporoxylon sewardi</i> Kräusel 1949	Jurásico Australia	Presentes	Espaciadas	Uniseriadas	---	Ausentes	Presentes	Presente	Uniseriados 1-4 células de altura	1 punteadura circular, simple y amplia
<i>Circoporoxylon hortii</i> Kräusel 1949	Cretácico Europa	Ausentes	Espaciadas	Uniseriadas	---	Ausentes	Ausentes	Ausente	Uniseriados y biseriados 1-89 células de altura	1-2 punteaduras circulares, simples y amplias
<i>Circoporoxylon mcgeei</i> Kräusel 1949	Cretácico Inferior Norteamérica	Presentes	Espaciadas	Uniseriadas y multiseriadas	Opuestas	Presentes	Ausentes	Presente	Uniseriados 1-49 células de altura	1-2 punteaduras circulares y simples
<i>Circoporoxylon goepperti</i> Kräusel 1949	Terciario Sudamérica	Presentes	Contiguas	Uniseriadas	---	Ausentes	Ausentes	Ausente	Uniseriados 1-25 células de altura	1 punteadura circular y simple
<i>Circoporoxylon woburnense</i> Kräusel 1949	Cretácico Europa	Ausentes	Contiguas	Uniseriadas y multiseriadas	Opuestas	Ausentes	Presentes	Ausente	Uniseriados 1-25 células de altura	1-2 punteaduras circulares, simples y amplias
<i>Circoporoxylon glyptostrobilum</i> Kräusel 1949	Terciario Europa	Ausentes	Espaciadas	Uniseriadas y multiseriadas	Opuestas	Ausentes	Ausentes	Presente	Biseriados	1-2 punteaduras circulares, simples y amplias
<i>Circoporoxylon priscum</i> Kräusel 1949	Terciario Europa	Ausentes	Contiguas y espaciadas	Uniseriadas y multiseriadas	Opuestas	Ausentes	Presentes	Presente	Uniseriados 1-2 células de altura	1-4 punteaduras circulares y simples
<i>Circoporoxylon grandiporosum</i> Süss y Philippe 1993	Jurásico Europa	Presentes	Contiguas y espaciadas	Uniseriadas y multiseriadas	¿Opuestas?	Ausentes	---	Presente	Uniseriados 1-6 células de altura	1 punteadura circular, simple y amplia
<i>Circoporoxylon gregusii</i> Del Fueyo 1998	Cretácico Sudamérica	Presentes	Espaciadas	Uniseriadas y multiseriadas	Opuestas	Presentes	Presentes	Presente	Uni, bi y triseriados 1 - 50 células de altura	1-2 punteaduras circulares y simples
<i>Circoporoxylon krauseli</i> sp. nov.	Cretácico Sudamérica	Presentes	Contiguas y espaciadas	Uniseriadas y multiseriadas	Alternas (escasas opuestas)	Presentes	Ausentes	Presente	Uniseriados y biseriados 1- (4) -7 células de altura	1 punteadura circular, simple y pequeña

*Podocarpoxylon* Gothan (en Gagel, 1904) que se diferencia de *Circoporoxylon krauseli* sp. nov. por presentar en los campos de cruzamiento pequeñas punteaduras podocarpoides, con tendencia a formar oop-

ros. *Phyllocladoxylon* Gothan (1905) presenta punteaduras simples en los campos de cruzamiento pero son oblicuas y elípticas. El material estudiado es asignado al género *Circoporoxylon* Kräusel (1949), que in-

cluye maderas fósiles con punteaduras simples y circulares en los campos de cruzamiento. En general en las paredes radiales de las traqueidas de *Circoporoxylon* y de muchas Podocarpaceae actuales las punteaduras son circulares, espaciadas y opuestas, si bien en algunas especies se hallan comprimidas y en disposición alterna (Kräusel y Jain, 1963). El género *Circoporoxylon* es de distribución prácticamente global con un biocrón comprendido entre el Jurásico y el Terciario (Kräusel y Jain, 1963).

Las comparaciones entre las especies conocidas aparecen en el cuadro 2 y se concluye que *Circoporoxylon amarjolenense* Kräusel y Jain es el que presenta mayor semejanza con nuestro ejemplar, pero se distingue por presentar radios leñosos exclusivamente uniseriados, 1 a 4 punteaduras en los campos de cruzamiento, carece de parénquima axial y de punteaduras en las paredes tangenciales de las traqueidas.

## Conclusiones

Por medio de las características anatómicas presentes en los elementos celulares del xilema secundario de *Baieroxylon patagonicum* sp. nov. y *Circoporoxylon krauseli* sp. nov. se pudieron inferir las condiciones ambientales en las que se desarrollaron dichas plantas.

*Baieroxylon patagonicum* sp. nov. al carecer de anillos de crecimiento y poseer traqueidas de lumen amplio, con punteaduras grandes, aperturas de gran tamaño y con un coeficiente de achatamiento de 0,9 indicaría que creció en condiciones tropicales a subtropicales de estaciones poco marcadas con un abundante régimen hídrico (Creeber, 1977). Además, la ausencia de verdaderos anillos de crecimiento en *B. patagonicum* sp. nov. indicaría que habitó en un ambiente potencialmente favorable. Sin embargo, las interrupciones observadas en el crecimiento de las traqueidas en ciertas secciones del leño han distorsionado al tejido xilemático, formando el conocido anillo de helada o *frost ring* según Fritts (1976). De acuerdo a Popa *et al.* (2006) este tipo de lesión revelaría la exposición del ejemplar de *B. patagonicum* sp. nov. a bajas temperaturas por un breve periodo de tiempo.

Por otra parte, si bien la mala preservación del leño de *C. krauseli* sp. nov. no permitió calcular su sensibilidad media ni su coeficiente de achatamiento, la presencia de numerosos anillos de crecimiento indicaría que el espécimen se desarrolló bajo un régimen estacional (Creeber, 1977). A su vez, teniendo en cuenta a Carlquist (1975), el diámetro pequeño en las traqueidas y en las punteaduras, permitiría inferir que además creció en un ambiente mesofítico.

## Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a G. Del Fueyo, R. Herbst, A. Crisafulli, S. Gnaedinger y A. Garrido por sus valiosas sugerencias y lectura crítica del manuscrito. A E. Acevedo, C. Salgado y P. Medina por la preparación del material. A V. Espíndola por su ayuda y constante apoyo, a R.A. Coria y a National Geographic Society, (CRE Grant n° 7318-02 otorgado a R.A. Coria) por la financiación de la campaña. También se agradece a los árbitros y comité editor por las valiosas sugerencias que mejoraron notablemente la calidad de este trabajo.

## Bibliografía

- Ancibor, E. 1995. Palmeras fósiles del Cretácico Tardío de la Patagonia Argentina (Bajo de Santa Rosa, Río Negro). *Ameghiniana* 32: 287-299.
- Andreis, R., Ancibor, E., Archangesky, S., Artabe, A.E. Bonaparte, J.F. y Genise, J. 1991. Asociación de vegetales y animales del Cretácico tardío del norte de la Patagonia. *Ameghiniana* 28: 201-202.
- Andrews, H.N. 1970. Index of generic names of fossil plants 1820-1965. *Geological Survey Bulletin* 1300: 1-354.
- Artabe, A.E., Zamuner, A.B. y Stevenson, D.W. 2004. Two new petrified cycads stems, *Brunoa* gen. nov. and *Worsdellia* gen. nov. from the Cretaceous of Patagonia (Bajo de Santa Rosa, Río Negro province), Argentina. *The Botanical Review* 70: 121-133.
- Carlquist, S. 1975. *Ecological strategies of xylem evolution*. University of California Press, London. 259 pp.
- Chataway M.M. 1932. Proposed standard for numerical values used in describing woods. *Tropical Woods* 59: 20-28.
- Conwentz, H. 1885. Sobre algunos árboles fósiles del Río Negro. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 7: 435-456.
- Creeber, G.T. 1977. Tree rings: a natural data storage system. *Biological Review* 52: 349-383.
- Crisafulli, A. 2001. Leños pérmicos de la Formación Yaguarí, República Oriental del Uruguay. *Ameghiniana* 38: 61-72.
- Del Fueyo, G.M. 1998. Coniferous wood from the Upper Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Revista Española de Paleontología* 13: 43-50.
- Erasmus, T. 1976. On the anatomy of *Dadoxylon arberi* with some remarks on the phylogenetical tendencies of its tracheid pits. *Palaeontologia Africana* 19: 127-133.
- Fritts, H.C. 1976. *Tree rings and climate*. Academic Press, New York, 2 vol. 576 pp.
- Gagel, C. 1904. Über einige Bohrergergebnisse und ein neues pflanzenführendes Interglazial aus der Gegend von Elmshorn. *Preussische Geologische Landesanstalt und Bergakademie* 25: 246-281.
- Giraud B. y Hankel O. 1986. Nouveaux bois fossils de Gymnospermes des Dépôts du Karoo du Bassin du Luwegu (Tanzanie Méridionale). *Annales de Paléontologie* 72: 1-27.
- Greguss, P. 1961. Permische fossile Hölzer aus Ungarn. *Palaeontographica B* 109: 131-145.
- Greguss, P. 1967. *Fossil gymnosperm woods in Hungary from the Permian to the Pliocene*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 136 pp.
- Gothan, W. 1905. Zur anatomie lebender und fossiler Gymnospermen-Hölzer. *Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie* 44: 1-108.
- IAWA Committee, 2004. IAWA List of microscopic features for softwood identification. *International Association of Wood Anatomists Bulletin* 25: 3-70.
- Khan, K. M. 1961. Anatomische Untersuchungen an Koniferenhölzern aus dem Lias Württembergs. *Palaeontographica B* 10: 109-130.
- Khudajberdiyev, R. 1962. *Ginkgo* wood from the Upper Cretaceous of South Western Kyzillkyma. *Trudy Paleontologicheskij Institut. Akademija nauk SSSR* 145: 422-424.

- Kräusel, R. 1949. Die fossilen Koniferen Hölzer (Unter Ausschluss von *Araucarioxylon* Kraus). 2: Kritische Untersuchungen zur Dianostik lebender und fossiler Koniferen-Hölzer. *Palaeontographica* B 89: 83-203.
- Kräusel, R. y Dolianiti, E. 1958. Gymnospermen hölzer aus dem Paläozoikum Brasiliens. *Palaeontographica* B 104: 115-137.
- Kräusel, R. y Jain, K. P. 1963. New fossil coniferous woods from Rajmahal Hills. *The Palaeobotanist* 12: 59-67.
- Leanza, H.A. y Hugo, C.A. 1999. Hoja Geológica 3969-I Zapala. Provincia del Neuquén. *Boletín del Servicio Geológico Minero Argentino* 275: 1-147.
- Leanza, H.A. y Hugo, C. 2001. Cretaceous red beds from Neuquén Basin (Argentina): age, distribution and stratigraphic discontinuities. *Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial* 7: 122-177.
- Leanza, H.A., Apesteguía, S., Novas, F. y de la Fuente, M. S. 2004. Cretaceous terrestrial beds from the Neuquén Basin (Argentina) and their tetrapod assemblages. *Cretaceous Research* 25: 61-87.
- Lepekhina, V. y Yatsenko, A. 1966. Classification and nomenclature of woods of Palaeozoic picnoxylic plants. *Taxon* 15: 66-70.
- Méndez, V., Zappettini, E y Zanettini, J.C. 1995. Geología y metalogénesis del Orógeno Andino Central, República Argentina. *Anales de la Dirección Nacional del Servicio Geológico* 23: 1-190.
- Philippe, M. 1995. Bois Fossiles du Jurassique de Franche-Comté (NE-France). *Palaeontographica* B 236: 45-103.
- Popa, I., Kern, Z. y Nagy, B. 2006. Frost ring: a biological indicator of widespread freezing days, and 1876 AD as a case study from Calimani mts., Romania. *Proceedings of The Romanian Academy Series B: Chemistry, Life Sciences and Geosciences* 8: 55-61.
- Prasad, M.N.V. 1982. An annotated synopsis of Indian Palaeozoic gymnospermous woods. *Review of Palaeobotany and Palynology* 38: 119-156.
- Prasad, M. N.V. y Lele K.M. 1984. Triassic Ginkgoalean wood from the south Rewa Gondwana Basin, India. *Review of Palaeobotany and Palynology* 40: 387-397.
- Serra, C. 1966. Etude anatomique et paléogéographique de quelques espèces homoxylées du Sud Viêt Nam et du Cambodge. *Archives géologiques du Viêt Nam* 8: 59-131.
- Süss, P. y Philippe, L. 1993. Holzanatomische untersuchungen an eien fossilen Holz, *Circoporoxylon grandiporosum* Müller-Stoll et Schultze-Motel, aus dem Unteren Jura von Frankreich. *Feddes Repertorium* 104: 451-463.
- Tidwell, W.D. y Wright, W.W. 2003. *Tempskya dernbachii* sp. nov. from Neuquén Province, Argentina, the first *Tempskya* species reported from the Southern Hemisphere. *Review of Palaeobotany and Palynology* 127: 133-145.
- Torres, T. y Philippe, M. 2002. Nuevas especies de *Agathoxylon* y *Baieroxylon* del Lías de La Ligua (Chile) con una evaluación del registro paleoxilológico en el Jurásico de Sudamérica. *Revista Geológica de Chile* 29: 151-165.
- Zimmermann, G. 1953. Anatomische untersuchungen an kie-selhölzern aus dem Buntensandstein Württembergs. *Palaeontographica* B 93: 69-102.

**Recibido:** 24 de octubre de 2005.

**Aceptado:** 3 de mayo de 2007.