

Nuevas especies de *Agathoxylon* y *Baieroxylon* del Lías de La Ligua (Chile) con una evaluación del registro paleoxilológico en el Jurásico de Sudamérica

Teresa Torres

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Laboratorio de Paleobotánica, Casilla 1004, Santiago, Chile
ttorres@uchile.cl

Marc Philippe

Université Claude-Bernard Lyon1 y FRE 2158 CNRS,
7 rue Dubois, F69622 Villeurbanne Cedex, France
philippe@univ-lyon1.fr

RESUMEN

Se estudiaron maderas fósiles de edad sinemuriana, provenientes de estratos de la Formación Quebrada del Pobre, que afloran al noreste de la ciudad de La Ligua (71°13'W; 32°24'S), V Región, Chile. El análisis xilotómico permitió distinguir dos nuevas morfoespecies: *Agathoxylon liguaensis* sp. nov. y *Baieroxylon chilense* sp. nov. El registro, en este trabajo, de *Baieroxylon*, amplía a seis el número de morfogéneros reconocidos en el Jurásico de Sudamérica. El ancho de los anillos anuales de los taxones estudiados indica que los árboles crecieron en condiciones ambientales muy favorables, en un paleoclima cálido con bajas fluctuaciones de temperatura.

Palabras claves: Sistemática, Paleobotánica, Maderas fósiles, Jurásico Inferior, Sudamérica, Chile.

ABSTRACT

New species of Coniferales and Ginkgoales from the Lias of La Ligua (Chile) with an evaluation of paleoxylological record in the Jurassic of South America. Fossil wood from Quebrada del Pobre Formation (Sinemurian) was found northeast of La Ligua (71°13'W-32°24'S), V Region, Chile. The anatomical study allowed to determine two new species: *Agathoxylon liguaensis* sp. nov. and *Baieroxylon chilense* sp. nov. *Baieroxylon* are described for the first time on the continent and increases to six the number of morphogenera recognized in the Jurassic of South America. The wide annual rings of the taxons studied show that the plants grew under very favorable environmental conditions, in a warm paleoclimate with low temperature fluctuations.

Key words: Systematics, Paleobotany, Fossil woods, Lower Jurassic, South America, Chile.

INTRODUCCION

En Sudamérica se conocen maderas fósiles procedentes especialmente de los períodos Triásico y Cretácico (Torres y González, 1979; Torres y Rallo, 1981; Torres y Godoy, 1982; Torres y Biró-

Bagóczy, 1986; Pons, 1988; Minello, 1994; Zamuner y Artabe, 1994; Herbst, 1995; Brea, 1997; Lutz *et al.*, 2000; Philippe *et al.*, 2000, entre otros). En cambio, el registro de maderas fósiles jurásicas es escaso, lo

que queda corroborado en el análisis de las maderas fósiles disponibles, efectuado en el presente trabajo, el cual reveló que se habían citado sólo cinco morfogéneros: *Agathoxylon* (= *Araucarioxylon*), *Mesembrioxylon*, *Metapodocarpoxylo*, *Prototaxoxylon* y *Cupressinoxylon*. Este número aumenta a seis al reconocerse la presencia de *Baieroxylon* en el Jurásico de La Ligua. El estudio de vegetales fósiles del Jurásico es relevante ya que en este período y en el Cretácico ocurrieron importantes movimientos orogénicos producidos

por la subducción de la placa Pacífica bajo la Sudamericana, la que, a su vez, comienza a separarse de la placa Africana. Estas modificaciones geográficas están ligadas a importantes cambios de la flora y fauna continentales (Dettmann, 1992).

El objetivo de este trabajo es dar a conocer el hallazgo de troncos fósiles provenientes de estratos de la Formación Quebrada del Pobre (La Ligua, V Región, Chile), de edad liásica. El estudio anatómico y sistemático de este material permite proponer dos especies nuevas de gimnospermas.

MARCO GEOLOGICO

El material fue recolectado en estratos inferiores de la Formación Quebrada del Pobre que afloran en los faldeos de los cerros Puntilla y cota 738, al noreste de La Ligua (32°24'S-71°13'W). Esta unidad fue definida por Thomas (1958) para agrupar a un conjunto de sedimentitas marinas cuya mejor exposición se encuentra en la parte alta de Quebrada del Pobre y sus alrededores. En la localidad fosilífera, los espesores observados difieren ligeramente de aquellos dados por Thomas (1958). Algunos de los fragmentos recolectados corresponden a troncos rodados, pero la mayoría proviene de la primera capa de conglomerado de la base de la sucesión (Fig. texto 1).

La edad de los niveles fosilíferos en la Quebrada del Pobre es liásica temprana, reconocida por la presencia de ammonites y bivalvos (Thomas, 1958). Sin embargo, de acuerdo con V. Covacevich¹ los estratos inferiores son del Sinemuriano, mientras que los superiores corresponden al Pliensbachiano.

Según S. Rivano², las condiciones de deposición de la Formación Quebrada del Pobre corresponderían a un ambiente marino de carácter marcadamente infralitoral a mesolitoral. Hacia la parte media predominan facies más carbonatadas y de mayor profundidad, que sin embargo no pierden su aporte terrígeno.

MATERIALES Y METODOS

El material estudiado consiste en más de treinta fragmentos de leños fósiles, exóticos en la sucesión marina, provenientes en su mayor parte de los faldeos del cerro Puntilla. Gran parte de los troncos se encuentra como rodados, mientras que algunas maderas y restos de material orgánico fueron recolectados *in situ* en los conglomerados y areniscas inferiores de la Formación Quebrada del Pobre. Los fragmentos no superan los 50 cm de diámetro; son de colores gris a negro, se encuentran silicificados y no exhiben los caracteres morfológicos externos de la madera aunque presentan una buena preservación de las estructuras celulares internas. De

veinte fragmentos cortados nueve presentaron estructuras identificables: QPV-7, QPV-15, QPV-16; QPV-18, QPV-20, MP-994, MP989, MP 993 y MP 1013. La sigla QPV seguida de un número indica Quebrada El Pobre, V Región, Chile, y el número asignado en terreno. Este material está depositado en la 'Colección Paleoxilológica Teresa Torres', conservada en el Laboratorio de Paleobotánica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Con la sigla MP se individualiza la colección en poder de M. Philippe, disponible en el Laboratorio de Paleobotánica de la Universidad Claude Bernard de Lyon, Francia.

¹ 1993. Faunas fósiles de la Hoja Quillota. Informe Paleontológico No. 69 (Inédito), Servicio Nacional de Geología y Minería, 21 p.

² 1995. Geología de las Hojas Quillota y Portillo (Inédito), Servicio Nacional de Geología y Minería, 202 p.

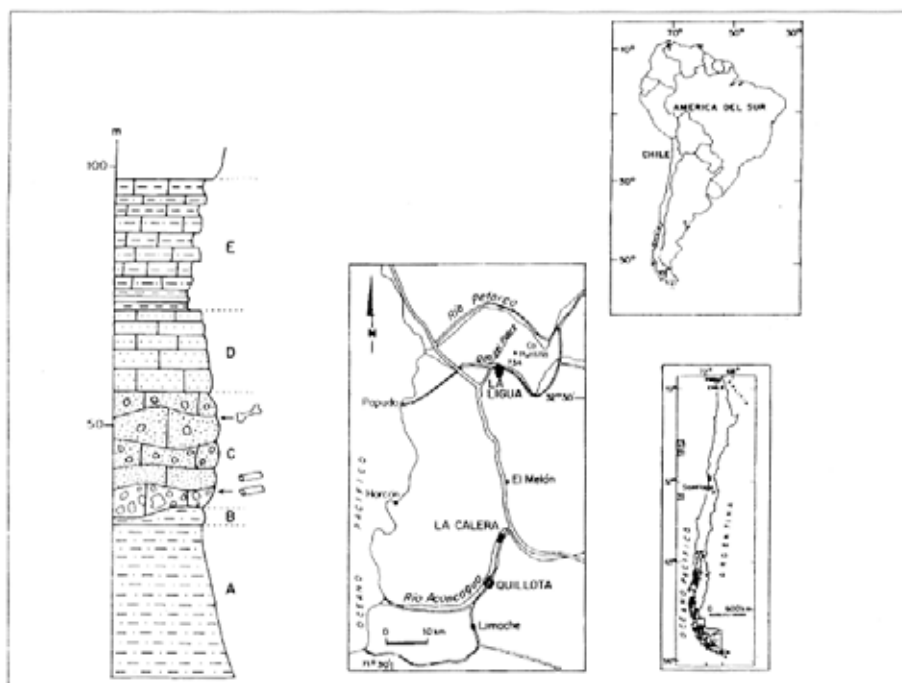


FIG. texto 1. Localización del afloramiento con restos de troncos y una columna estratigráfica donde se indica la procedencia de los maderas fósiles estudiadas. Formación La Ligua, Triásico: **A**- lutitas rojas a moradas y gris verdoso. **B**- lutitas más arenosas y amarillentas, bioturbadas, con algunos bivalvos y gastrópodos. Formación Quebrada del Pobre, Lias inferior. **C**- arcosas cuarcíferas y conglomerádicas, localmente brechas y areniscas de grano grueso, rojizas en la base y más amarillentas en la parte superior. Los troncos se encuentran en la base, sobre la primera capa del conglomerado y algunos huesos en los niveles de grano más fino. **D**- arenisca arcillosa de grano fino, de color amarillento. **E**- arenisca fosilífera, arcillosa, gris y amarillenta.

Para el estudio microscópico se efectuaron tres cortes transparentes por cada muestra, coincidentes con los planos transversal, radial y tangencial; para ello se utilizaron las técnicas de confección de

cortes empleadas en estudios petrográficos. Las descripciones sistemáticas se rigen por el código de la 'International Association of Wood Anatomists' (1964).

DESCRIPCIONES SISTEMATICAS

Orden Coniferales Sternberg, 1820 Organogénero *Agathoxylon* Hartig, 1848

Agathoxylon liguaensis sp. nov.

Fig. texto 2A, B; Lám. 1, Figs. 1-4

Diagnosis: el xilema secundario es homoxílico, sin canales secretores. Las zonas de crecimiento son inusualmente anchas (1,0-1,3 cm). Las traqueidas tienen contorno irregular (50-70 μ m de diámetro).

Las puntuaciones radiales son araucarioides, uniseriadas y biseriadas en disposición alterna y opuestas, y generalmente están deformadas (coeficiente de deformación 0,7). Los radios leñosos son uniseriados, homogéneos y largos, de 1-56 células de alto, con frecuencia menos de 30 células. Los campos de cruce tienen 1-3 puntuaciones de

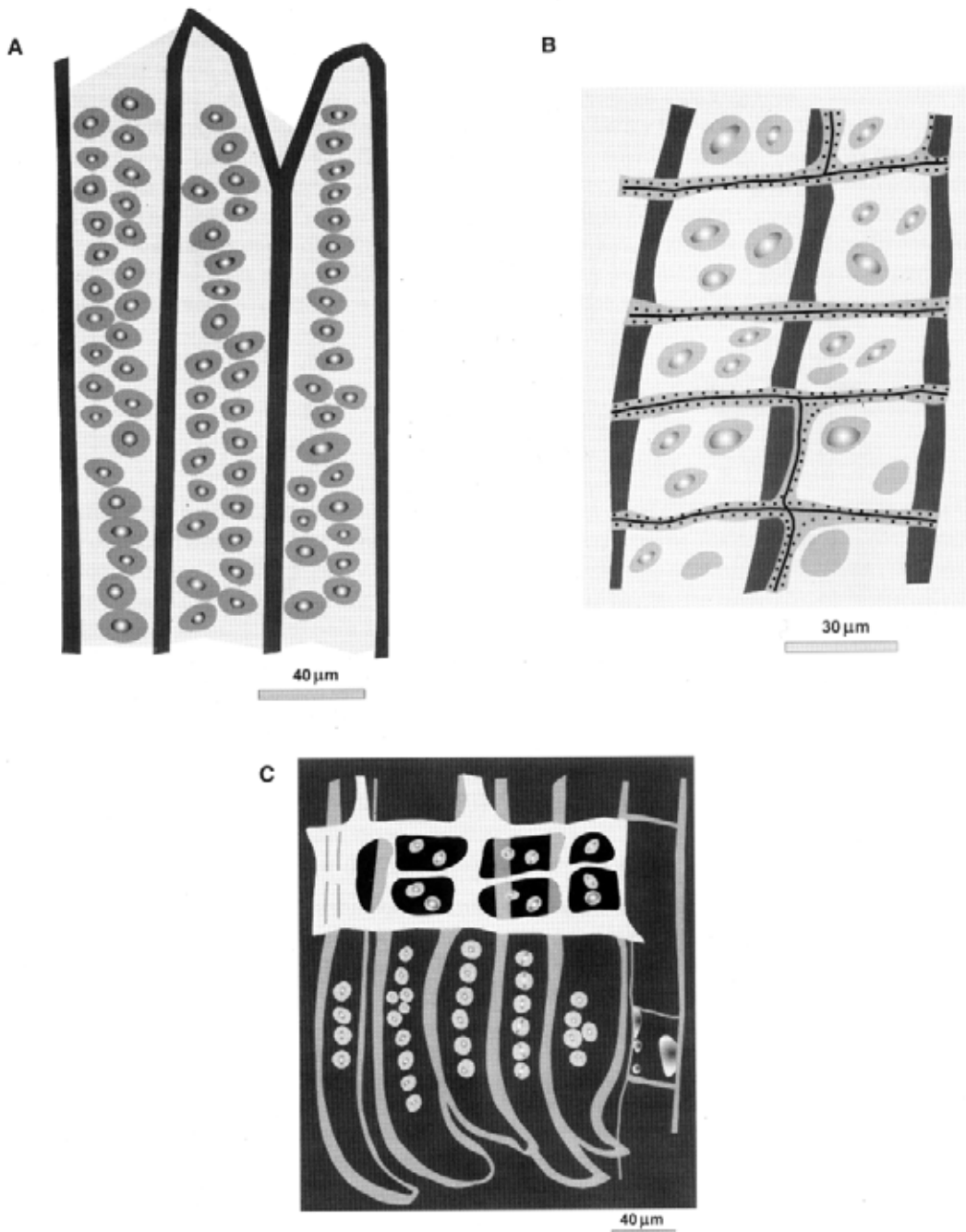


FIG. texto 2. *Agathoxylon liguaensis* sp.nov. **A-** traqueidas; **B-** campos de cruce con 1 a 3 puntuaciones. *Baieroxylon chilense* sp. nov.; **C-** vista radial que muestra las traqueidas torcidas y los campos de cruce.

tipo cupresoides. No se observan traqueidas septadas ni parénquima leñoso vertical.

Diagnosis: secondary xylem homoxylic without resin channels. Growth-rings thick (1.0-1.3 cm). Tracheids section irregular (50-70 µm). Radial tracheid pits araucarioid, uniseriate to biseriate

alternate, usually flattened (ratio 0.7). Wood rays homogeneous, uniseriate, 1-56 cells in height. Cross-fields with 1-3 cupressoid pitting arranged in araucarioid manner. Septate tracheids and axial parenchyma have not been observed.

Descripción: el fragmento de madera silicificada corresponde a un xilema secundario homoxílico. En su sección transversal está compuesto por traqueidas y células parenquimáticas alargadas correspondientes a los radios leñosos. Los anillos de crecimiento son atípicos por lo excepcionalmente anchos. En una sección transversal de 4 cm de ancho se observaron sólo tres anillos débilmente marcados por 2-6 células de menor tamaño en el leño tardío, lo cual produce anillos de crecimiento anuales anchos, con un espesor variable entre 1,0 y 1,3 cm, lo que evidencia un crecimiento continuo. No se encontraron canales resiníferos ni traumáticos.

Las traqueidas tienen una sección transversal rectangular, irregular en forma y tamaño y tienen el lumen redondeado. Entre dos radios leñosos hay de 2 a 4 traqueidas, cuyo diámetro varía desde 50 a 70 μm , con 60 μm en promedio. El espesor de la doble pared es de 4 a 9 μm , y se observan 300 a 400 traqueidas por milímetro cuadrado. Las puntuaciones radiales son araucarioides, uniseriadas (65%), biseriadas (35%), en disposición alterna, aunque algunas pueden ser opuestas. El diámetro tangencial de las puntuaciones oscila entre 14 y 22 μm , con un coeficiente de deformación de 0,7; la areola no se conservó en muchas de las puntuaciones. En la sección tangencial existen algunas traqueidas con puntuaciones. No se observan parénquima vertical ni traqueidas septadas.

Los radios leñosos son homogéneos y uniseriados. En varios radios se aprecian espacios intercelulares. La altura oscila entre 1 y 56 células, siendo frecuentes los radios con menos de 30 células. El ancho de las células varía entre 16 y 28 micrones. La densidad en promedio es de 7 radios por milímetro tangencial.

Los campos de cruce presentan paredes horizontales y verticales lisas, con 1-3 puntuaciones cupresoides, en disposición araucarioides. En algunas puntuaciones no se conservó la areola y parecen puntuaciones simples o taxodioides. El diámetro varía desde 9 a 11 μm , con 10 μm en promedio.

Material descrito: holotipo, ejemplar QPV-7. Tres cortes transparentes. Otro material estudiado es: MP-898, MP-1013, MP-993 y QPV-20.

Procedencia geográfica, estratigráfica y edad: Cerro Puntilla, noreste de La Ligua. Formación Quebrada del Pobre, Sinemuriano.

Origen del nombre: en alusión a La Ligua, ciudad cercana a la localidad fosilífera.

Discusión: de acuerdo con la revisión de Bamford y Philippe (2001), la madera descrita corresponde a la definición del organogénero *Agathoxylon* Hartig, que presenta como caracteres principales traqueidas con puntuaciones araucarioides y campos de cruce con puntuaciones cupresoides en disposición araucarioide.

La morfoespecie aquí descrita fue comparada con veinte especies mesozoicas procedentes principalmente de la India, África y Antártica (Sah y Jain, 1964; Käusel y Jain, 1964; Batton, 1965; Torres *et al.*, 1997, 2000). *Agathoxylon liguensis* sp. nov. difiere de todas ellas por el número reducido de puntuaciones en los campos de cruce (1-3), los radios leñosos altos, y por la deformación de las puntuaciones radiales de las traqueidas.

Agathoxylon liguensis sp. nov. presenta estructuras tipo araucarioides, pero carece de afinidad directa con especies modernas de los géneros *Araucaria* y *Agathis*, donde las puntuaciones de las traqueidas son redondas a hexagonales y el coeficiente de deformación no es tan importante.

Orden Ginkgoales? Engler, 1897
Organogénero Baieroxylon Greguss 1961
***Baieroxylon chilense* sp. nov.**
 Fig. texto 2C; Lám. 2, Figs. 1-4

Diagnosis: el xilema secundario es homoxílico y carece de canales secretores. Las zonas de crecimiento son muy anchas y poco diferenciadas. Las traqueidas tienen sección poligonal a redondeada. Las puntuaciones radiales son areoladas y circula-

res, y no recubren completamente las paredes de las traqueidas. Son uniseriadas contiguas, o bien espaciadas; con menos frecuencia, biseriadas alternas. En varios sectores las traqueidas presentan los extremos torcidos en la intersección con las

células de los radios. Los radios leñosos son homogéneos, uniseriados, con algunos localmente biseriados. La altura de los radios varía entre 1 y 15 células, siendo más frecuentes los radios con 2-7 células. El ancho de las células varía entre 25 y 60 μm . La densidad es de 6 radios por milímetro tangencial, con 25 a 30 por milímetro cuadrado. Los campos de cruce poseen 1-2 puntuaciones del tipo cupresoides, con 8-12 μm de ancho. El parénquima leñoso vertical está presente.

Diagnosis: secondary xylem homoxylic without secretory channels. Growth-rings very thick with narrow late wood. Tracheid section polygonal to rounded, variable in size. Radial tracheid pits areolate, circular, not covering the whole radial wall, mostly uniseriate, spaced to contiguous, occasionally biseriate alternate. In some areas tracheid ends recurved alongside the rays. Wood rays homogeneous, uniseriate, some being locally biseriate. Ray with 1-15 cells, frequently 2-7. Cells 25-60 μm in width. Six rays by tangential millimeter, with 25-30 rays by square millimeter in density. Cross-fields with 1-2 cupressoid pitting each 8-12 μm in width. Axial wood parenchyma occurs.

Descripción: los fragmentos de leños mineralizados tienen 60 cm de largo y 40 de diámetro y corresponden a xilema secundario homoxílico. El color es negro y la preservación de la estructura celular es buena. Los anillos de crecimiento son inusualmente anchos. En 3 cm de sección transversal se observó una sola línea correspondiente a un anillo (lo que evidencia crecimiento continuo). No se encontraron canales resiníferos ni traumáticos.

Las traqueidas tienen una sección transversal poligonal a redondeada, de lumen ovalado y a veces se observan espacios intercelulares entre las traqueidas. Entre dos radios leñosos se contaron de 1 a 6 traqueidas, cuyo diámetro varía entre 27 y 60 μm , con 40 μm en promedio. El espesor de la doble pared varía entre 4 y 7 μm , con una densidad de 500 a 600 traqueidas por milímetro cuadrado. En la sección radial las puntuaciones recubren parcialmente la pared de las traqueidas; son areoladas, contiguas y espaciadas, con el lumen ovalado, las que pueden tener el canal excluido. Son uniseriadas (90%), en parte biseriadas, en disposición alterna y pocas veces opuestas. El coeficiente de deformación es igual a 1, con un diámetro tangencial entre 8 y 16 μm . En la sección tangencial se observan algunas traqueidas con puntuaciones areoladas de menor tamaño, con 8 a 10 μm de ancho. El

parénquima axial y las traqueidas septadas están presentes. Se observa abundante resina en los radios y en las células parenquimatosas. En la intersección con las células de los radios leñosos, las extremidades de algunas traqueidas están torcidas en una misma dirección.

Los radios leñosos son homogéneos, uniseriados y algunos localmente biseriados (5%). La altura varía entre 1 y 15 células, siendo más frecuentes los radios con 2 a 7. El ancho de las células varía entre 25 y 60 μm . La densidad es de 6 radios por milímetro tangencial, con 25-30 por milímetro cuadrado.

Los campos de cruce presentan paredes horizontales lisas y paredes tangenciales oblicuas. Se observan 1-2 puntuaciones cupresoides, muchas de las cuales han perdido la areola. El diámetro es de 8-12 μm . Se observa gran cantidad de resina en los campos, lo cual dificulta la observación.

Material descrito: holotipo, ejemplar QPV-15. Cuatro cortes transparentes de una misma madera. Otro material estudiado corresponde a las muestras QPV-16; QPV-18 y MP-994.

Procedencia geográfica, estratigráfica y edad: Cerro Puntilla, al noreste de La Ligua. Formación Quebrada del Pobre; asignada al Lias superior (Sinemuriano).

Origen del nombre específico: alude al país de procedencia del material.

Discusión: Greguss (1961) reagrupó en el morfógeno *Baieroxylon* a los troncos de algunos representantes de *Dadoxylon* pérmicos que al igual que las maderas de Ginkgo, presentan las traqueidas con una disposición irregular de las extremidades. Específicamente, las traqueidas cambian de dirección en la intersección con los radios leñosos. Esta particularidad, junto a las características de las células parenquimáticas axiales y a las puntuaciones de los campos de cruce, permitió la determinación de los especímenes estudiados en dicho morfógeno, el cual es hallado en el Jurásico de Europa y en el Triásico de la India.

Baieroxylon chilense sp. nov. se diferencia fundamentalmente de otras maderas jurásicas por tener 1-2 puntuaciones por campo de cruce. En cambio, *B. lindicianum* (Khan) Philippe (1995), proveniente del Jurásico de Francia, tiene 4-7 puntuaciones. *B. cambogiense* Serra (1966) presenta 4-19, y *B. cicatricum* Prasad y Lele (1984), del Triásico de India, posee 1-5 puntuaciones por campo de cruce y células parenquimáticas con cristales.

DISCUSION GENERAL ACERCA DE LAS MADERAS JURASICAS DESCRITAS EN SUDAMERICA

En Sudamérica, los estudios sobre maderas fósiles de edad jurásica son escasos y la mayoría de los datos disponibles son bastante antiguos. En la literatura se mencionan sólo siete hallazgos. Halle (1913) citó un fragmento de tronco de conífera de edad indeterminada (jurásica o cretácica), proveniente de Bahía Tekenika (Tierra del Fuego).

Jaworski (1915, 1926a y b) mencionó dos fragmentos de maderas provenientes de Argentina, determinadas por Gothan como '*Araucarioxylon* sp.' y '*Cedroxylon* o *Cupressinoxylon* sp.'. La primera proviene del Jurásico Inferior de Portezuelo Ancho (Provincia de Mendoza). Las preparaciones microscópicas de este leño fueron revisadas por los autores en el Humboldt Museum für Naturkunde de Berlín (Mueble 25/6R, sin número), donde en una etiqueta se lee 'Argentinien, Lias, erhalten von Jaworski, Bonn'. El análisis de este material (tres láminas pequeñas y una grande) revela una típica estructura de *Agathoxylon* (= *Araucarioxylon*), con puntuaciones radiales uniseriadas y araucarioides, radios leñosos uniseriados y campos araucarioides, sin parénquima axial.

La segunda madera fósil antes mencionada, asignada por Gothan a *Cupressinoxylon* sp., proviene de Chacay-Melehue, territorio de Neuquén y su edad es probablemente toarciario-bajociano (H. Parent, comunicación oral, 2000). De la misma localidad, Eckhold (1923) la renombró *Cupressinoxylon krauseli*. La atribución genérica de esta madera ha sido puesta en duda, debido a su mala preservación, por la mayoría de los autores que la han citado (Florin, 1940; Kräusel, 1949; ver Vaudois y Privé, 1971). Müller-Stoll y Schultze-Motel (1990, p. 67) señalaron haber observado las preparaciones originales en el Humboldt Museum für Naturkunde de Berlín, pero no dieron ninguna descripción. Por otra parte, los engrosamientos espiralados observados por Eckhold (1923, Lám. 8, Fig. 4) serían en realidad alteraciones de la pared. Las puntuaciones de los campos de cruce fueron descritas como oculiporas cupressoides, aunque podrían corresponder a puntuaciones araucarioides mal preservadas. Las puntuaciones radiales de las traqueidas son indudablemente abietoides. Las barras de Sanio son bien visibles, lo cual es sorprendente de encontrar en una madera tan antigua. No es posible atribuir esta madera a *Cupressino-*

xylon krauseli Eckhold sin haber revisado el holotipo.

En Argentina las maderas del Jurásico son poco frecuentes como lo indica el catálogo de Lutz y Herbst (1986). Destaca, sin embargo, el conocido bosque petrificado de Cerro Cuadrado del Jurásico Superior (Stockey, 1977). El estudio de las maderas fósiles de esta localidad ha revelado la presencia de troncos afines a *Araucaria*. Calder (1953) citó *Araucarites santae-crucis* y Selmeier (1992) corroboró la presencia de maderas similares. Genise y Hazeldine (1995) encontraron galerías de insectos xilófagos en maderas jurásicas de la Patagonia, aunque la anatomía de estas últimas no fue precisada.

Herbst *et al.* (1995) señalaron, pero sin entregar estudios taxonómicos, la presencia de maderas petrificadas de coníferas en el Jurásico Medio del Gran Bajo de San Julián, Provincia de Santa Cruz. De la misma localidad, Panza *et al.* (1995) mencionaron restos de Araucariaceae encontrados *in situ*. Recientemente, Gnaedinger (2000) citó a *Mesembrioxylon rajmahalense* Jain, *Araucarioxylon* sp., *Araucarioxylon allani* Jain, *Araucarioxylon* cf. *roxoi* y *Prototaxoxylon feriziense* Fahr y Marguerier en la Formación Matilde.

Otra madera es *Protophyllocladoxylon* sp. (Pons, 1983), proveniente de la Formación Girón de Colombia, a la que se le asignó una edad jurásica superior-cretácica inferior. Este leño fue identificado posteriormente como *Metapodocarpoxyylon libanoticum* (Edwards) por Dupéron-Laudoueneix y Pons (1985; ver también Pons, 1988). Japiassu (1971) y García (1991) mencionaron, pero sin determinaciones, la presencia de numerosos restos de troncos en el Jurásico Superior del noreste de Brasil.

En lo que respecta a Chile, de la Cruz y Suárez (1997), señalaron el hallazgo de maderas en el Jurásico de Lonquimay. En el norte de Chile, en los alrededores del Tranque Lautaro (sur de Copiapó, III Región), se han encontrado restos de troncos de grandes dimensiones (de hasta 1 m de diámetro), con la estructura celular muy bien preservada; estos ejemplares que no tienen una edad aún precisada (Triásico Superior y/o Jurásico Inferior), están siendo estudiados por los autores del presente trabajo.

En resumen, se puede señalar que en el Jurásico de Sudamérica se han registrado los morfógenos *Agathoxylon* (= *Araucarioxylon*), *Cupressinoxylon*, *Mesembrioxylon*, *Metapodocarpoxylon* y *Prototaxoxylon*. En el presente trabajo se señala, por primera vez, la presencia de *Baieroxylon*. Minello (1994) había reconocido a *Baieroxylon*, en el Triásico del sur de Brasil (Sao Pedro do Sul), pero su determinación está basada en caracteres morfológicos externos, sin precisar su estructura anatómica. El género *Baieroxylon*, asociado con las Ginkgoales, se encuentra en el Jurásico de Europa (Lías de Francia y Alemania; Philippe, 1995). Este morfógeno ha sido hallado también en el Triásico y en el Jurásico Inferior de la India. El hallazgo de *Baieroxylon* en La Ligua, amplía su distribución

paleogeográfica en el sector gondwánico.

En las revisiones de las tafofloras del Jurásico y Cretácico de Sudamérica, efectuadas por Stipanovic y Bonetti (1970) y Baldoni (1981), no se especifican las maderas fósiles. Sin embargo, allí se menciona el abundante registro de impresiones de plantas relacionadas con las Ginkgoales. La presencia de impresiones de hojas afines a las Ginkgoales en Chile y Argentina es conocida desde el Triásico, son poco frecuentes en el Jurásico y reaparecen en el Cretácico. En estratos de la Formación Puquén que afloran en Bahía Los Lobos (Los Molles, V Región, Chile), se encontró una flora de Ginkgoales integrada por *Sphenobaiera* (Troncoso y Herbst, 1999), con lo cual se infiere que este grupo existió en Chile desde el Triásico.

CONSIDERACIONES PALEOCLIMATICAS

Schweingruber (1988) y Creber y Chaloner (1984) enfatizaron acerca de la importancia de la observación de los anillos de crecimiento, ya que estas estructuras constituyen un registro histórico de las condiciones ambientales en las que vivieron los árboles. De los veinte fragmentos estudiados, aquellos donde la sección transversal estaba bien preservada, presentaron el siguiente patrón uniforme: un crecimiento continuo del xilema secundario, modificado por la presencia de anillos distantes de 1,0-1,3 cm, donde hay uno o dos anillos en cuatro centímetros de observación. Debido a que los anillos son poco frecuentes, no permiten medir sensi-

bilidad media, a menos que se estudie un tronco de gran diámetro. No obstante, se puede inferir un crecimiento continuo interrumpido por una variación en la temperatura que provocó una disminución en el tamaño de las células. Esta observación conlleva a señalar que las maderas liásicas de Quebrada del Pobre corresponden a árboles que crecieron bajo condiciones ambientales muy favorables, con un paleoclima cálido de temperatura poco fluctuante, lo que concuerda con los antecedentes paleoclimáticos que se conocen para el Jurásico (Anderson *et al.*, 1999).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo contó con el apoyo del Proyecto CNRS/CONICYT del 2000 que financió las campañas en terreno y las investigaciones en el Laboratorio de Evolución de los Vegetales, de la Universidad Claude Bernard, Francia. Se agradece a H. Galleguillos (Universidad Mayor, Santiago), por su valiosa ayuda en terreno. A la Dra. I. González (Universidad Metropolitana, Santiago), quien efectuó algunos análisis preliminares de la mineralogía y participó en las primeras recolecciones en el sector. A H. Parent (Universidad de Rosario), por proporcionar datos estratigráficos de algunas maderas fósiles de

Argentina. Al Dr. A. Rubilar (Servicio Nacional de Geología y Minería) por las valiosas discusiones y observaciones y por el incentivo a publicar el manuscrito. Nuestro reconocimiento a la geóloga I. Tapia y a los paleontólogos Dres. A. Troncoso (Universidad de Talca), A. Zamuner (Universidad de la Plata), E. Ottone (Departamento de Geociencias, Universidad de Buenos Aires) y E. Pérez (Servicio Nacional de Geología y Minería), quienes con sus constructivas y valiosas observaciones enriquecieron notablemente el texto original.

REFERENCIAS

- Anderson, J.; Anderson, H.M.; Archangelsky, S.; Bamford, M.; Chandra, S.; Dettmann, M.; Hill, R.; Mc Loughlin, S.; Rosler, O. 1999. Patterns of Gondwana plant colonisation and diversification. *Journal of African Earth Science*, Vol. 1, p. 145-167.
- Baldoni, A. 1981. Taflofloras jurásicas y eocretácicas de América del Sur. In Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur (Volkheimer, W.; Musaccio, E. A.; editores). *Comité Sudamericano del Cretácico y Jurásico*, Vol. 2, p. 359-391. Buenos Aires.
- Batton, G. 1965. Contribution a l'étude anatomique et biostratigraphique de la flore du continental intercalaire saharien. *Publications du Centre de Recherche sur les Zones Arides. Centre National de la Recherche Scientifique. Paleobotanique Saharienne. Série Géologie* No. 6, p. 9-96.
- Bamford, M.; Philippe, M. 2001. Gondwanan Jurassic - Early Cretaceous homoxylous woods: a nomenclatural revision of the genera with taxonomical notes. *Review of Paleobotany and Palynology*, Vol. 113, No. 4, p. 287-297.
- Brea, M. 1997. Una nueva especie del género *Araucarioxylon* Kraus 1870 emend. Maheswari 1972, del Triásico de Agua de la Zorra, Uspallata, Mendoza, Argentina. *Ameghiniana*, Vol. 34, p. 485-496.
- Calder, M.G. 1953. A coniferous petrified forest in Patagonia. *British Museum, Geological Bulletin*, Vol. 2, p. 99-138.
- Chaloner, W. G.; Creber, G. T. 1973. Growth rings in fossil woods as evidence of past climates. In Implications of continental drift to the Earth Sciences (Tarling, D.H.; Runcom, S.K.; editores). *Academic Press*, Vol. 1, p. 425-437. London.
- De la Cruz, R.; Suárez, M. 1997. El Jurásico de la cuenca de Neuquén en Lonquimay, Chile: Formación Nacientes del Bio-Bío (38-39°S). *Revista Geológica de Chile*, Vol. 24, No. 1, p. 3-24.
- Dettmann, M. 1992. Structure floristics of Cretaceous vegetation of Southern Gondwana: implications for angiosperm biogeography. *The Palaeobotanist*, Vol. 41, No. 2, p. 224-233.
- Dupéron-Laudoueneix, M.; Pons, D. 1985. Nouvelle étude de *Mesembrioxylon libanoticum* Edwards (Conifère du Mésozoïque supérieur); intérêts paléogéographique, biostratigraphique et paléoclimatique. *Giornale Botanico Italiano*, Vol. 119, p. 151-166.
- Eckhold, W. 1923. Die Hoftüpfel bei rezenten und fossilen Coniferen. *Jahrbuch der preußischen geologischen Landesanstalt zu Berlin*, Vol. 42, p. 472-505.
- Florin, R. 1940. The Tertiary fossil conifers of South Chile and their phytogeographical significance. *Kungliga Svenska Vetenskaps Handlingar*, Vol. 18, No. 2, p. 1-92.
- García, A.J.V. 1991. Paleogeografía do nordeste brasileiro no Jurássico Superior-Cretácico Inferior. *Geociências*, Vol. 10, p. 37-56. São Paulo.
- Genise, J.F.; Hazeldine, P.L. 1995. A new insect trace fossil in Jurassic wood from Patagonia, Argentina. *Ichnos*, Vol. 4, p. 1-5.
- Gnaedinger, S.C. 2000. Leños gimnospémicos de la Formación La Matilde, Gran Bajo de San Julián, Provincia de Santa Cruz, República Argentina. *Simpósio Argentino de Paleobotánica y Palinología*, No. 11, Resúmenes, 38 p. Tucumán.
- Greguss, G. 1961. Permische fossile Hölzer aus Ungarn. *Palaeontographica, B.*, Vol. 109, p. 131-146.
- Halle, T.G. 1913. Some Mesozoic plant-bearing deposits in Patagonia and Tierra del Fuego and their floras. *Kungliga Svenska Vetenskaps-Akademia Handlingar Band*, Vol. 51, No. 3, p. 1-58.
- Hartig, T. 1848. Beiträge zur Geschichte der Pflazen und zur Kenntniss der Norddeutschen Braunkohlen-Flora. *Botanik Zeitung*, Vol. 6, p. 185-190. Berlin.
- Herbst, R. 1995. *Tranquiloxyton petriellai* nov. gen. et sp. (Pteridospermales) from the Upper Triassic Laguna Colorado Formation, Santa Cruz Province, Argentina. *Ameghiniana*, Vol. 32, p. 231-236.
- Herbst, R.; Lutz, A.I.; Gallego, O.F.; Acevedo, E.B. 1995. El bosque petrificado del Gran Bajo de San Julián, Provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana*, Vol. 32, p. 101-107.
- International Association of Wood Anatomists. Committee on Nomenclature. 1964. Multilingual glossary used in wood anatomy. *Verlag Sannstalt Buchdruckerei Konkodie Winterthur*, p. 3-186.
- Japiassu, A.M.S. 1971. Madeiras do Mesozoico brasileiro. *Anais Academia Brasileira Ciência*, Vol. 43, p. 445-450.
- Jaworski, E. 1915. Beiträge zur Kenntnis des Jura in Süd-Amerika. Teil II. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, Vol. 40, p. 364-456.
- Jaworski, E. 1926a. Lias und Dogger. Teil 1. In Beiträge zur Paläontologie und Stratigraphie des Lias, Doggers, Tithons und der Unterkreide in den Cordilleren im Süden der Provinz Mendoza (Argentinien) (Jaworski, E.; Krantz, F.; Gerth, H.; editors). *Geologische Rundschau*, Vol. 17a, p. 373-427. Berlin.
- Jaworski, E. 1926b. La fauna del Lias y Dogger de la Cordillera argentina en la parte meridional de la provincia de Mendoza. In Contribuciones a la estratigrafía y palaeontología de los Andes argentinos (Gerth, E.; editor). *Academia Nacional de Ciencias*, Vol. 4, p. 135-317. Córdoba.
- Kräusel, R. 1949. Die fossilen Koniferen Hölzer (Unter Ausschluss von *Araucarioxylon* Kraus). II: Kritische Untersuchungen zur Dianostik lebender und fossiler Koniferen-Hölzer. *Palaeontographica, Sér. B*, Vol. 89, No. 4-6, p. 83-203.
- Kräusel, R.; Jain, K.P. 1964. New fossil woods from the

- Rajmahal Hills, Bihar, India. *The Palaeobotanist*, Vol. 12, No. 1, p. 59-67.
- Lutz, A.I.; Herbst, R. 1986. Catálogo de las maderas fósiles descritas para Argentina entre 1884 y 1986. *D'Orbignyana*, Vol. 3, p. 1-13.
- Lutz, A.I.; Crisafulli, A.; Herbst, R. 2000. Gymnospermous woods from the Upper Triassic of Northern Chile. *The Palaeobotanist*, Vol. 48, p. 31-38.
- Minello, L.F. 1994. As 'florestas petrificadas' da região de São Pedro do Sul et Mata. *Acta Geológica Leopoldensia*, Vol. 17, p. 75-91.
- Muñoz-Cristi, J. 1938. Geología de la región de Longotoma y Guaquén en la Provincia de Aconcagua. *Boletín de Minas y Petróleo*, Vol. 8, No. 81. Santiago.
- Müller-Stoll, W.R.; Schultze-Motel, J. 1990. Gymnospermen-Hölzer des deutschen Jura. Teil 3: Abietoid (modern) getüpfelte Hölzer. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, Vol. 141, p. 61-77.
- Panza, J.L.; Irigoyen, M.V.; Genini, A. 1995. Hoja Geológica IV, Puerto San Julián. *Programa Nacional de Cartas Geológicas de Argentina, Boletín*, No. 21, p. 1-177.
- Philippe, M. 1995. Bois fossiles du Jurassique de Franche-Comté (nord-est de la France): systématique et biogéographie. *Palaeontographica, Abteilug B*, Vol. 236, No. 1-3, p. 45-103.
- Philippe, M.; Quiroz, P.; Torres, T. 2000. Early Cretaceous fossil woods from Aysén area (Patagonia, Chile) and their bearings on the role of the *Araucariaceae* in the Andean forest at this time. *In Congreso Geológico Chileno, No. 9, Actas*, Vol. 2, p. 235-239. Puerto Varas.
- Pons, D. 1983. Étude paléobotanique et palynologique de la Formation Girón (Jurassique moyen-Crétacé inférieur) dans la région de Lebrija, département de Santander, Colombie. *Comptes Rendus, Congrès Sociétés Savantes*, No. 107, Vol. 1, p. 53-78.
- Pons, D. 1988. Le Mésozoïque de Colombie. Macroflores et microflores. *Cahiers de Paléontologie, Centre National de la Recherche Scientifique*, 168 p. Paris.
- Prasad, M.N.W.; Lele, K.M. 1984. Triassic Ginkgoalean wood from South Rewa Gondwana, India. *Review of Palaeobotany and Palynology*, Vol. 40, p. 387-397. Amsterdam.
- Rivano, S.; Sepúlveda, H.; Boric, R.; Espiñeira, F. 1993. Hojas Quillota y Portillo. *Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica*, No. 73. Texto inédito 'Geología de las Hojas Quillota y Portillo' (Rivano, 1996).
- Schweingruber, F.H. 1988. Tree rings: basics and applications of dendrochronology. *D. Reidel Publishing Company*, 276 p. Dordrecht, The Netherlands.
- Sah, S.C.D.; Jain, K.P. 1964. Some fossil woods from the Jurassic of Rajmahal Hills, Bihar, India. *The Palaeobotanist*, Vol. 12, No. 2, p. 169-183.
- Selmeier, A. 1992. Araukarienh Holz unter dem Mikroskop. *In Dernbach's Araucaria. Die vertsteinerten Araukarien von Cerro Cuadrado, Argentinien* (Jung, W.; Seilmeier, A.; Dernbach, A.; Ulrich, U.; editors). *D'Oro Verlag*, p. 118-144.
- Serra, C. 1966. Nouvelle contribution à l'étude paléoxylologique du Cambodge, du Laos et du Viêt-Nam. *Archives géologiques*, Vol. 9, p. 17-40. *Viêt-Nam, Saigon*.
- Stipanovic, P.N.; Bonetti M.I.R. 1970. Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas. II. Floras doggerianas y malmáticas. *Ameghiniana*, Vol. 7, p. 101-118.
- Stockey, R. 1977. Reproductive biology of the Cerro Cuadrado (Jurassic) fossil conifers: *Paraucaia patagonica*. *American Journal of Botany*, Vol. 64, p. 733-744.
- Thomas, H. 1958. Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de La Ligua y la Cuesta Barriga. *Instituto de Investigaciones Geológicas, Boletín*, No. 2, 86 p. Santiago.
- Torres, T.; Biró-Bagóczy, L. 1986. Xilomatía de coníferas fósiles de la isla Quiriquina, Chile. *Universidad de Chile, Comunicaciones*, No. 37, p. 65-80.
- Torres, T.; Godoy, E. 1982. Hallazgo de *Palmoxyylon chilensis* n. sp. del Cretácico Superior en Huechún, Región Metropolitana. *In Congreso Geológico Chileno, No. 3, Actas*, Vol. 2, p. A302-A318. Concepción.
- Torres, T.; González, I. 1979. Estudio de maderas petrificadas de Pichasca, IV Región. *In Congreso Geológico Chileno, No. 2, Actas*, Vol. 4, p. J149-J159. Arica.
- Torres, T.; Rallo, M. 1981. Anatomía de troncos fósiles del Cretácico superior de Pichasca, en el Norte de Chile. Anais II. *In Congreso Latinoamericano de Paleontología, No. 2, Vol. 1*, p. 385-398. Porto Alegre.
- Torres, T.; Galleguillos, H.; Philippe, M. 2000. Maderas fósiles en el Monte Flora, Bahía Esperanza, Península Antártica. *In Congreso Geológico Chileno, No. 9, Actas*, Vol. 2, p. 386-390. Puerto Varas.
- Torres, T.; Barale, G.; Méon, H.; Philippe, M.; Thévenard, F. 1997. Cretaceous Floras from Snow Island (South Shetland Islands, Antarctica) and their Biostratigraphic Significance. *In The Antarctic Region: Geological Evolution and Processes* (Ricci, C.A.; editor). *Terra Antarctica Publication Siena*, p. 1023-1028.
- Troncoso, A.; Herbst, R. 1999. Ginkgoales del Triásico del norte de Chile. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 26, No. 2, p. 255-273.
- Vaudois, N.; Prive, C. 1971. Revision des bois fossiles de Cupressaceae. *Palaeontographica, Serie B*, Vol. 134, No. 1-3, p. 61-86.
- Zamuner, A.B.; Artabe, A.E. 1994. Estudio de un leño fossil, *Protocircoporoxylon marianaensis* n. sp., de la Formación Paso Flores (Neotriásico), Provincia de Río Negro, Argentina. *Ameghiniana*, Vol. 31, p. 203-207.

LAMINAS 1 Y 2

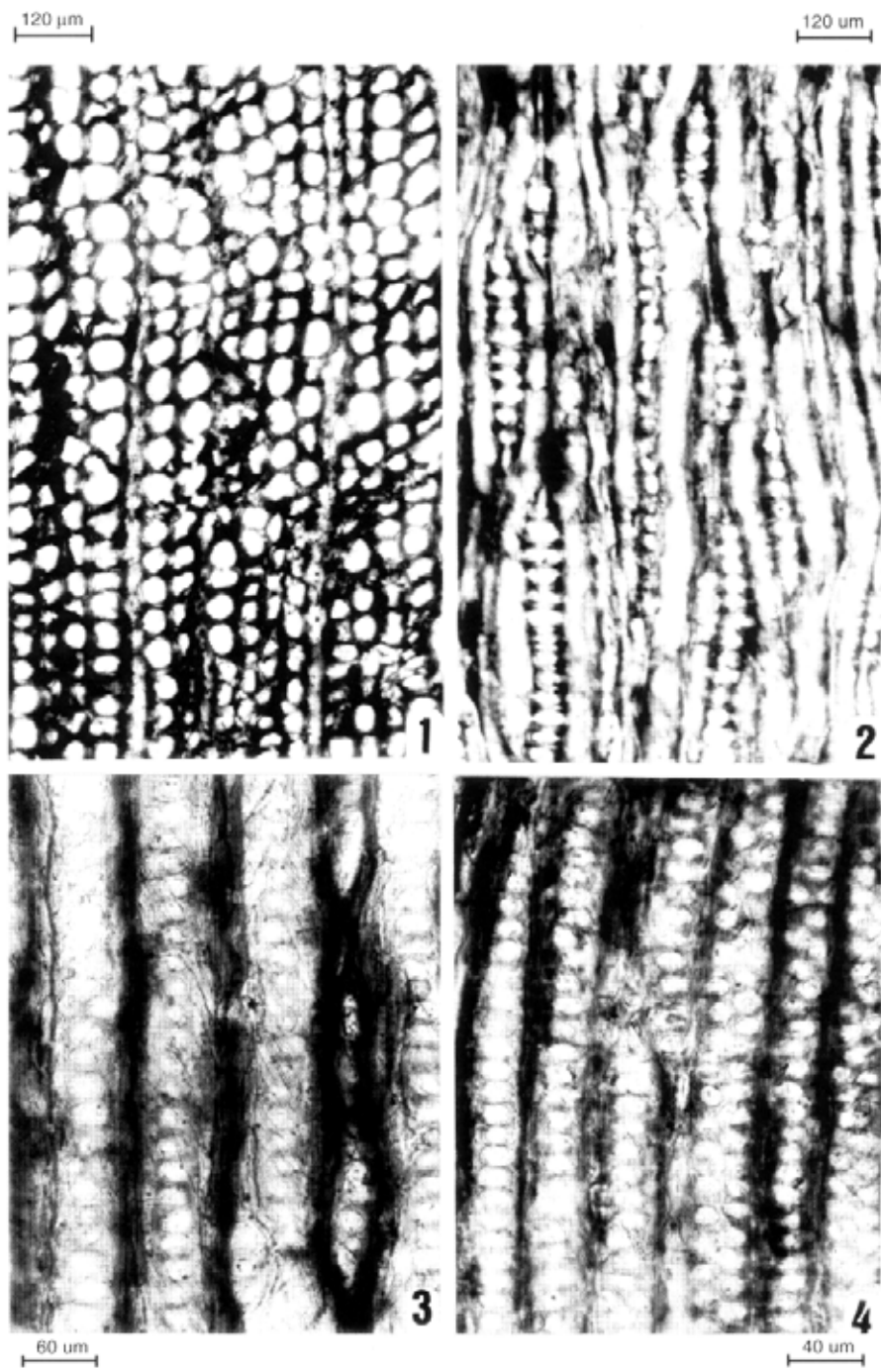
LAMINA 1

Figuras

Agathoxylon liguaensis sp. nov.
p. 153

- 1 Sección transversal con traqueidas irregulares y radios leñosos uniseriados.
- 2 Sección tangencial con radios leñosos uniseriados altos, regularmente preservados.
- 3-4 Secciones radiales con puntuaciones araucarioídes deformadas, uniseriadas y biseriadas.

LAMINA 1



LAMINA 2

Figuras

Baieroxylon chilense sp. nov.
p. 155

- 1 Sección transversal con traqueidas de lumen redondeado y sin anillos de crecimiento.
- 2 Sección tangencial con radios leñosos bajos.
- 3 Sección radial que muestra puntuaciones, que no ocupan completamente la pared de las traqueidas.
- 4 Traqueidas torcidas en la intersección con los radios leñosos.

LAMINA 2

