

Planoxylon Stopes, *Protelicoxylon* Philippe y *Herbstiloxylon* nov. gen. (Coniferales) de la Formación La Matilde (Jurásico Medio), provincia de Santa Cruz, Argentina



Silvia GNAEDINGER¹

Abstract. *PLANOXYLON* STOPES, *PROTELICOXYLON* PHILIPPE AND *HERBSTILOXYLON* GEN. NOV. (CONIFERALES) FROM THE MIDDLE JURASSIC LA MATILDE FORMATION, SANTA CRUZ PROVINCE, ARGENTINA. *Planoxylon australe* (Salard) Vozenin-Serra and Salard-Cheboldaef, *Protelicoxylon feriziense* (Fahkr and Marguerier) Philippe and *Herbstiloxylon patagonicum* gen. et sp. nov. from the Middle Jurassic La Matilde Formation, Gran Bajo de San Julián, Santa Cruz Province, Argentina are described. *Planoxylon* is a member of the Protopinaceae which includes wood specimens with transitional characters between araucarioid and abietinoid types. The relationship of *Planoxylon* and *Herbstiloxylon* gen. nov. with the Cupressaceae is analyzed.

Resumen. Se dan a conocer nuevas maderas de gimnospermas provenientes de la Formación La Matilde (Jurásico Medio) del Gran Bajo de San Julián, provincia de Santa Cruz, Argentina. Se describen *Planoxylon australe* (Salard) Vozenin-Serra Salard-Cheboldaef, *Protelicoxylon feriziense* (Fahkr y Marguerier) Philippe y un nuevo taxón: *Herbstiloxylon patagonicum* gen. et sp. nov. *Planoxylon* es miembro de la familia Protopinaceae que incluye maderas con caracteres transicionales entre el tipo araucarioide y el tipo abietinoide. Se analizan las afinidades de *Planoxylon* y *Herbstiloxylon* gen. nov. con las Cupressaceae (Orden Coniferales).

Key words. *Planoxylon*. *Protelicoxylon*. *Herbstiloxylon* gen. nov. Coniferales. Middle Jurassic. Patagonia. Argentina.

Palabras clave. *Planoxylon*. *Protelicoxylon*. *Herbstiloxylon* gen. nov. Coniferales. Jurásico Medio. Patagonia. Argentina.

Introducción

Esta contribución es parte de una serie dedicada al análisis anatómico y sistemático de maderas gimnospermas coleccionadas en la Formación La Matilde, cuyos sedimentos afloran en el Gran Bajo de San Julián, provincia de Santa Cruz, Argentina. En trabajos anteriores se describieron especies de *Prototaxoxylon* Kräusel y *Dolianiti* correspondiente al Orden Taxales y se mencionaron maderas de *Araucarioxylon* Kraus del Orden Coniferales, Familia Araucariaceae (Gnaedinger, 2001; Gnaedinger y Herbst, 2006). En esta oportunidad se dan a conocer dos especies con afinidades a los miembros de las Cupressaceae y una especie caracterizada por poseer un plan mixto en su estructura secundaria, es decir, presenta en las paredes radiales de las traqueidas, punteaduras tipo araucarioide, mixta y abietinoide.

Por estos caracteres transicionales y de acuerdo con Bailey (1933) este morfogénero es clasificado dentro de la familia "Protopinaceae", creada por Kräusel (1949).

Diversos autores se han ocupado de la geología, estratigrafía, paleoclima y edad de la Formación La Matilde, de la que se brinda una completa síntesis en Gnaedinger y Herbst (2006).

Materiales y métodos

Se han analizado fragmentos silicificados que corresponden a grandes troncos hallados *in situ* y de árboles caídos con muy buena preservación de los elementos xilemáticos. Los materiales proceden de las localidades Cerro Conito, Bardas Blancas (Ea. Meseta Chica), Laguna del Carbón, Mina de Pareja y Puesto Raspuzzi (Ea. La Silvita) (figuras 1; 2.A-B). Para su estudio se realizaron cortes petrográficos, y se utilizó el método del "peel" con láminas de acetato en los tres planos: corte transversal (CT), corte longitudinal radial (CLRd) y tangencial (CLTg). También se procedió a disociar el material fósil que en la mayoría de los casos dieron buenos resultados. Las ob-

¹Centro de Ecología Aplicada del Litoral-Área de Paleontología-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Casilla de Correo 128, 3400 Corrientes, Argentina. scgnaed@hotmail.com

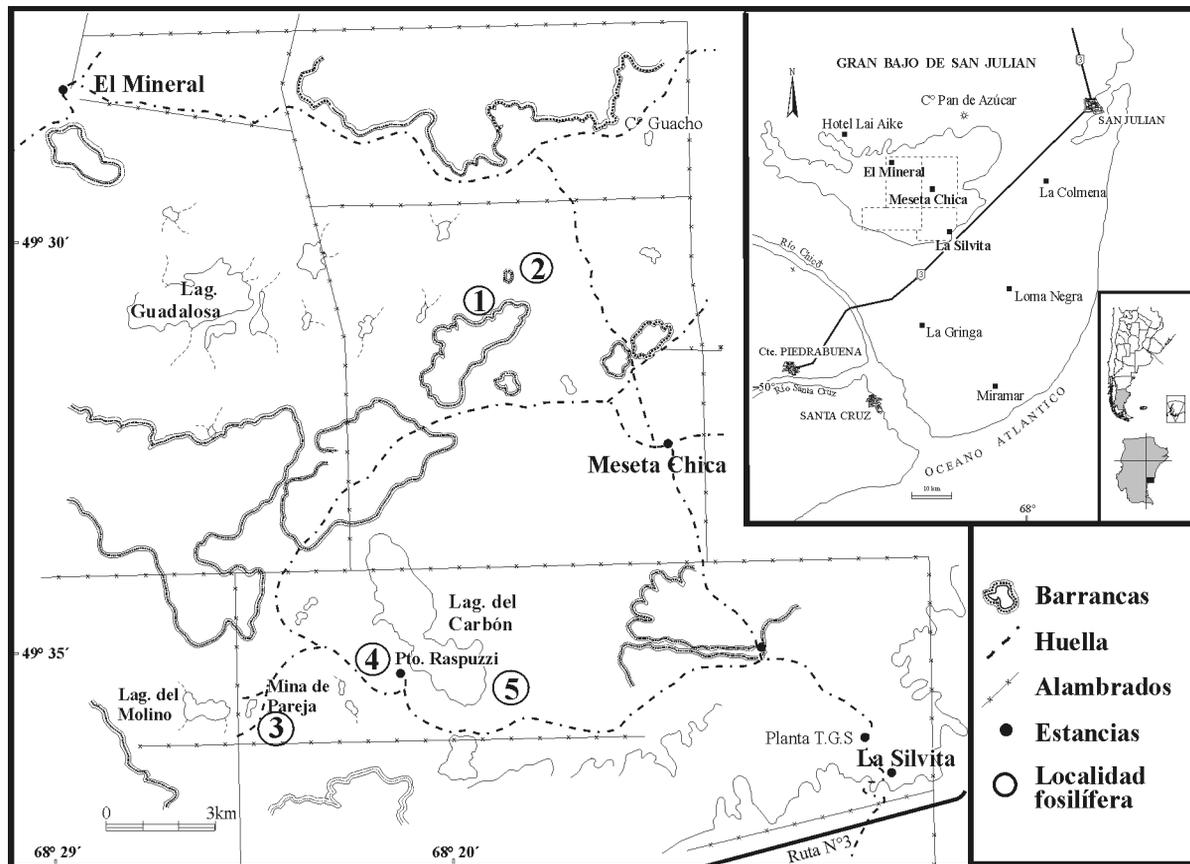


Figura 1. Mapa de ubicación de las localidades fosilíferas / location map of fossiliferous localities. 1, Bardas Blancas, 2, Cerro Conito, 3, Mina de Pareja, 4, Puesto Raspuzzi, 5, Laguna del Carbón. Adaptado de Gnaedinger y Herbst (2006) / adapted from Gnaedinger and Herbst (2006)

servaciones y las fotografías se efectuaron con microscopio Leitz (Ortholux-Orthomax), lupa estereoscópica Leitz (MO) y Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) de la Universidad Nacional del Nordeste (Corrientes). Las medidas de los distintos elementos xilemáticos se obtuvo con un mínimo de 20 mediciones, y en el caso de la altura de los radios leñosos se cita de la siguiente manera: promedio; mínimo-máximo, máximo ocasional. La terminología utilizada corresponde al Glosario de Términos de la Asociación Internacional de Anatomista de Maderas (I.A.W.A., 2004) y a las medidas estándar establecidas por Chattaway (1932).

Los materiales se encuentran depositados en la colección paleobotánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste bajo el acrónimo CTES-PB y preparados micropaleontológicos CTES-PMP.

Paleontología sistemática

Clase CONIFEROPSIDA Gifford y Foster 1989

Orden CONIFERALES Gifford y Foster 1989

Familia PROTOPINACEAE Kräusel 1949

Planoxylon Stopes 1916

Especie tipo. *Planoxylon hectori* Stopes 1916, p. 120, pl. 4, figs. 1-5

Stopes (1916) establece *Planoxylon* al cuestionar los nombres genéricos *Protocedroxylon* Gothan, *Metacedroxylon* Holden y *Cedroxylon* Kraus porque ellos implican afinidad directa con plantas actuales. Gothan (1910) crea *Protocedroxylon* para leños que combinan caracteres de coníferas araucarioideas y abietinoides. Luego, Holden (1913) instituye *Metacedroxylon* para reemplazar a *Protocedroxylon* porque el nombre implica

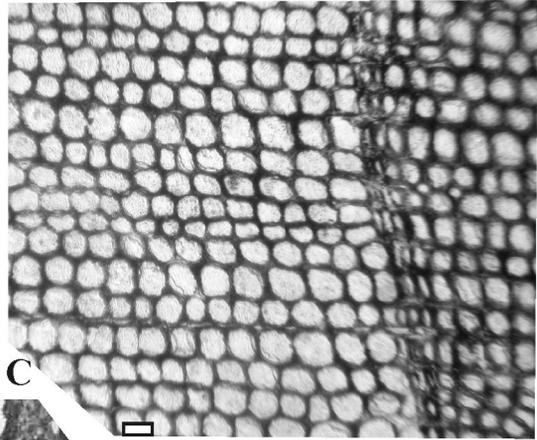
Figura 2. A-B, Localidad Puesto Raspuzzi / Puesto Raspuzzi locality, **A,** vista panorámica / panoramic view; **B,** troncos *in situ* / trunks *in situ*. **C-M,** *Planoxylon australe* (Salard) Vozenin-Serra y Salard-Cheboldaef; **C,** CT, detalle de las traqueidas y anillo de crecimiento / detail of tracheids and growth ring; **D,** CT, punteaduras simples en las paredes de los radios / detail of the pits on the radial cell walls; **E,G, L,** CLRd, punteaduras en las paredes radiales de las traqueidas / pits on tracheid radial walls; **F,** CLRd, punteaduras en las paredes del parénquima axial (Flecha) / pits on the walls of the axial parenchyma (arrow); **H,** CLRd, parénquima axial con células más cortas (flecha) / axial parenchyma with shorter cells (arrow); **I-K,** CLRd, detalle de los campos de cruzamiento y punteaduras simples en las paredes de las células radiales (flecha) / detail of cross fields and pits on the radial cells walls; **M,** tejido calloso / callous tissue. (**C-D, M,** CTES-PMP 2419, **E-L,** CTES-PMP 2420; **C-M:** MO; **L=** material disociado / dissociated material). Escala / scale bar, **C-K, M=** 45 μ m, **L=** 20 μ m.



A



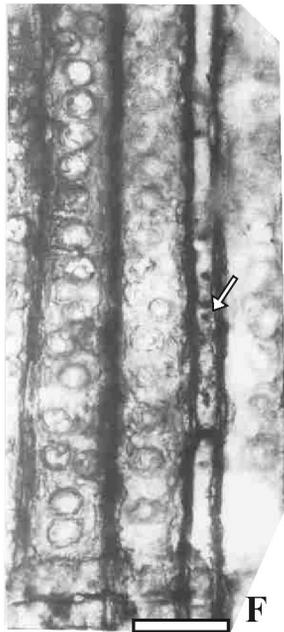
B



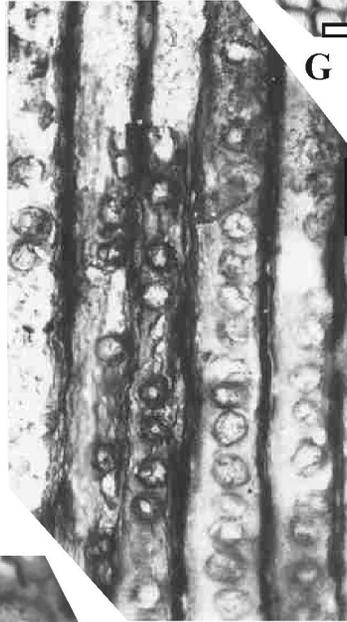
C



D



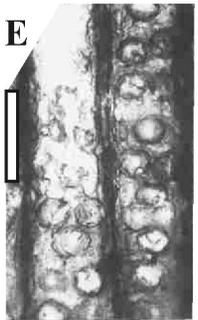
F



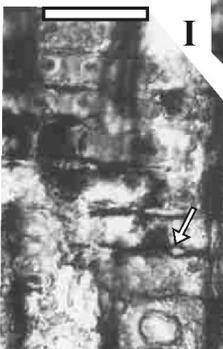
G



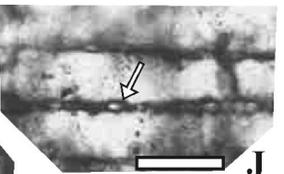
H



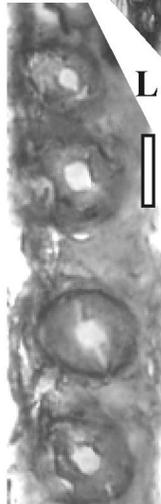
E



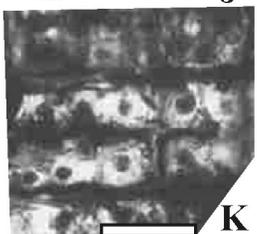
I



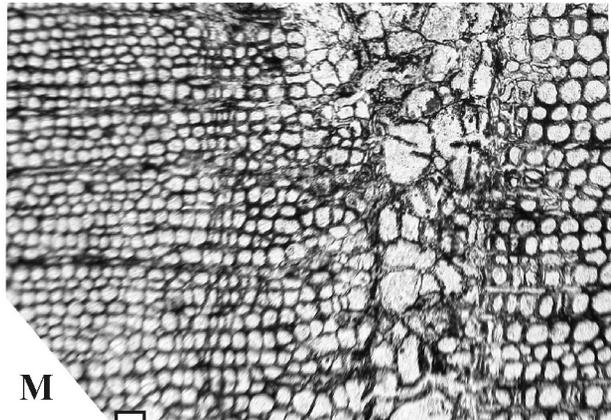
J



L



K



M

afinidad abietinoide (planta actual). Mientras que Seward (1919) invalida el nombre genérico de Holden y lo combina en *Protocedroxylon*. Autores posteriores siguieron criterios diferentes, así Kräusel (1949) y Vogellehner (1965) sinonimizaron *Planoxylon* a *Protocedroxylon*; mientras que Boureau (1956) acepta los dos géneros. Finalmente, Shilkina y Khudayberdyer (1971) al describir una especie de *Protocedroxylon*, concluyeron que *Planoxylon* podría ser diferenciado de *Protocedroxylon* por el carácter de las punteaduras radiales de las traqueidas. Nishida y Nishida (1984) consideraron a *Planoxylon* un morfogénero que presenta pares verticales de punteaduras en el campo de cruzamiento, mientras que *Protocedroxylon* y *Cedroxylon* poseen hileras horizontales de punteaduras en el campo de cruzamiento (Medlyn y Tidwell, 1986).

De acuerdo a la diagnosis, *Planoxylon* está caracterizado por poseer un plan leñoso mixto, campos de cruzamiento con punteaduras tipo ooporos u oculíporos y punteaduras simples en las paredes de las células radiales. Bamford y Philippe (2001) opinaron que desde el punto de vista xilológico y paleogeográfico, las especies determinadas como *Planoxylon* forman un consistente grupo en el Gondwana, desde el Pérmico Superior al Cretácico Medio.

Planoxylon australe (Salard) Vozenin-Serra y Salard-Cheboldaëff 1992
Figuras 2.C-M, 3 y 4.A-E

1968. *Protocupressinoxylon australe* Salard, p. 10, pls. 2 y 3.

1992. *Planoxylon australe* (Salard) Vozenin-Serra y Salard-Cheboldaëff, p. 10-12, pls. 7, 8 y 9.

Descripción. Los ejemplares analizados corresponden a fragmentos de troncos hallados *in situ* de 1 m de alto por 0,90-1,50 m de diámetro de las localidades Bardas Blancas, Cerro Conito y Puesto Raspuzzi. La descripción está basada sobre el ejemplar CTES-PB 10701, pero caracteriza al resto de los especímenes. Xilema secundario picnoxílico, con anillos de crecimiento demarcados y en algunos sectores las traqueidas están comprimidas y dispuestas en "*s-shaped linear rows*" (*sensu* Maheshwari, 1972). En CT, las traqueidas tienen contorno rectangular a poligonal (figura 2.C). El diámetro radial de las traqueidas del leño temprano es de 33 μm (30-52 μm) y el tangencial de 32 μm (22-37 μm). Las traqueidas del leño tardío son rectangulares a cuadrangulares, el diámetro radial es de 13 μm (11-15 μm) y el tangencial de 30 μm (22-37 μm). El número promedio de traqueidas que separan los radios es de 5, variando entre 2-9 traqueidas. En CLRd, las paredes de las traqueidas presentan un plan mixto, con una variedad de punteaduras areoladas, circulares tipo abietinoide y araucarioide, es decir, uniseriadas espaciadas (48%) a conti-

guas (18-33%), biseriadas opuestas (6-10%) y alternas (0-1%) o punteaduras de tipo mixto (9-18%) (figuras 2.E-G,L, 3 y 4.A-B). En algunas punteaduras biseriadas opuestas se reconocen crásulas. Las punteaduras miden 10-15 μm en diámetro y presentan un poro elíptico o a veces circular que mide 7,5-11 μm , siendo su coeficiente de achatamiento de 0,6. Los campos de cruzamiento tienen punteaduras tipo cupresoiide con el poro elíptico y en algunos casos circulares que miden 15 μm . El número de punteaduras es de 2-5, siendo más frecuente el número 2, dispuesto en grupos o en hileras horizontales (figuras 2.I-K y 3). En CLTg, las paredes de las traqueidas poseen punteaduras circulares uniseriadas espaciadas o contiguas o biseriadas opuestas y espaciadas (figura 4.C). Los radios leñosos son homocelulares, uniseriados (65%), parcialmente biseriados hasta 11 células (32%) o parcialmente triseriados (3%); la altura se encuentra en un rango de 2-32,60 células, con un promedio de 9 células. Las células de ambos extremos son elípticas y las centrales son subcircular-ovoidal; miden desde 7,5-30 μm de alto por 15-37 μm de ancho (figuras 3 y 4.C-E). Las paredes de las células radiales presentan punteaduras simples, las cuales miden 4 μm de diámetro (figuras 2.I-K, 3 y 4.E), como así también se observan "*identures*". En CLRd y CLTg se observa parénquima axial dispuesto en 1 o 2 hileras con paredes gruesas y punteadas; estas células miden 30 μm en el ancho y desde 142 μm hasta 322 μm de alto (figura 2.F). Además, presenta parénquima con células mucho más cortas asociados a los radios, las que miden 45 μm de ancho por 75-112 μm de alto (figura 2.H). Tanto en CT como en CLTg se observa una estructura parenquimatosa semejante a los tejido calloso, que se originan como respuesta del cambium frente a una herida (Schweingruber *et al.*, 1990) (figura 2.M).

Material estudiado. Localidades: Bardas Blancas: CTES-PB 10666 (CTES-PMP 2338); CTES-PB 10995 (CTES-PMP 2335). Cerro Conito: CTES-PB 10701 (CTES-PMP 2419-2420). Puesto Raspuzzi: CTES-PB 12072 (CTES-PMP 2492).

Comparaciones y discusión. Los leños descritos están caracterizados, principalmente, por la presencia de punteaduras radiales uniseriadas a biseriadas circulares y contiguas (tipo araucarioide) y espaciadas (tipo abietinoide), como así también punteaduras tipo mixto conformando un plan leñoso mixto y campos de cruzamiento con punteaduras tipo cupresoiide. Por estos rasgos anatómicos se lo asigna sin duda a la especie *Planoxylon australe* (Salard) Vozenin-Serra y Salard-Cheboldaëff (1992) descrita para Nueva Caledonia (Pérmico Superior). Se diferencia de las demás especies que comprenden este género por la forma y seriación de las punteaduras radiales y por el número de punteaduras que presenta en los campos de cruzamiento. De esta manera, *Planoxylon hectori*

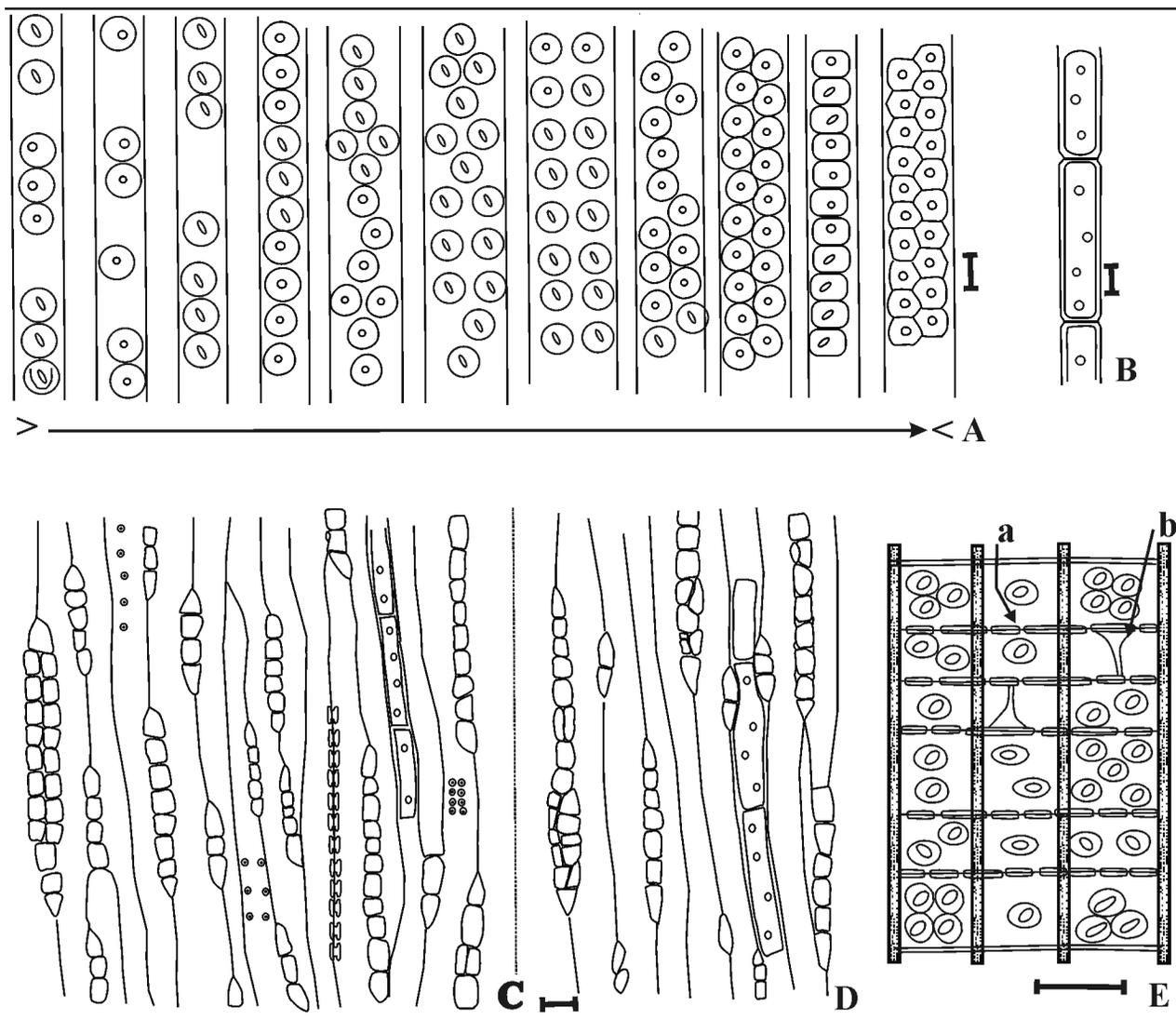


Figura 3. Esquema de los caracteres anatómicos de *Planoxylon australe* (Salard) Vozenin-Serra y Salard-Cheboldae / *scheme of the anatomical characters of Planoxylon australe* A, CLRd, punteaduras en las paredes radiales de las traqueidas (la flecha indica de mayor a menor porcentaje de presencia de tipos de punteaduras) / *pits in the tracheid radial walls (the arrow indicates a gradient percentage of the pits types presence)*; B, parénquima axial con punteaduras simples en las paredes / *axial parenchyma with simple pits in the walls*; C-D, CLTg, radios / *rays*; E, LRd, detalle de los campos de cruzamiento de las punteaduras en las paredes radiales de las células (a) e "indentures" (b) / *CLRd detail of cross fields of the pits on the radial cell walls (a) and "indentures" (b)*. Escala / *scale bar: A= 10 μm, B-E=30 μm.*

Stopes, 1916 presenta punteaduras multiseriadas, hexagonal y alternas, uniseriadas circulares y espaciadas y grupos de 3-4 punteaduras. Campos de cruzamiento con punteaduras dispuestas en pares verticales en número de 1-3, tipo ooporos (simples). Esta especie fue registrada para el Triásico Superior y Cretácico Medio de Nueva Zelanda. *Planoxylon lindleii* (Witham) Stopes 1916 descrita para el Liásico Superior de Inglaterra, cuyos rasgos anatómicos son: punteaduras multiseriadas, hexagonal y alternas; punteaduras en los campos de cruzamiento no conocido. *Planoxylon indicum* Vagyani y Mahabale, 1974 del Triásico Inferior de la India, con punteaduras multiseriadas, hexagonales y alternas; uniseriadas circulares y espaciadas y grupos de 3-4 punteaduras

circulares; Campos de cruzamiento con 4-8 punteaduras circulares y ovaes (ooporos). *Planoxylon gnaedingeriae* Crisafulli, 2004 del Pérmico Superior de Uruguay, caracterizado por punteaduras uni-biseriadas, circulares, contiguas o espaciadas y en grupos de tres; campos de cruzamiento con punteaduras en número de 1-4 y oculíporos.

Todas las especies presentan parénquima axial (excepto *P. indicum*) y las paredes de las células radiales presentan punteaduras simples. Con referencia a los radios leñosos varían respecto a la seriación y altura de los mismos y en *Planoxylon australe* se reconoce una cierta heterogeneidad en el sistema radial, carácter también observado en los ejemplares de la Patagonia.

Familia CUPRESSACEAE Richard ex Bartling 1830

Protelicoxylon Philippe 1995

Especie tipo. *Protelicoxylon feriziense* (Fahkr y Marguerier) Philippe, 1995

Protelicoxylon es un género creado por Philippe (1995) para maderas que se caracterizan por presentar en las paredes radiales de las traqueidas punteaduras tipo mixto con un predominio de abietinoide y diferentes tipos de engrosamientos: espiralados, crásulas y finas barras horizontales (tipo callitroide). Así también, por poseer campos de cruzamiento con punteaduras tipo cupresioide a dacridioide y parénquima axial. Este autor incluye en su nuevo género especies de *Prototaxoxylon* Kräusel y Dolianiti (*P. feriziense* Fahkr y Marguerier, *P. persicum* Nadjafi y *P. asiaticum* Serra); de *PlatySpiroxylon* Greguss (*P. parenchymatosum* Greguss descrito por Ramanujan, 1972) y establece *Protelicoxylon lepenneccii* Philippe. Los morfogéneros *Prototaxoxylon* y *PlatySpiroxylon* poseen un plan leñoso tipo araucarioide y engrosamientos espiralados. Las especies de estos géneros que Philippe (*op. cit.*) combina a su nuevo género son aquellas que presentan en las paredes de las traqueidas punteaduras tipo mixto y engrosamientos espiralados y horizontales de a pares (tipo callitroide).

Protelicoxylon feriziense (Fahkr y Marguerier) Philippe 1995

Figuras 4.F-K, 5.A y 6.A-G

1977. *Prototaxoxylon feriziense* Fahkr y Marguerier, pp. 146-150, pl. LI, fig. 20bis

1995. *Protelicoxylon feriziense* (Fahkr y Marguerier) Philippe, pp. 70-71, nov. comb.

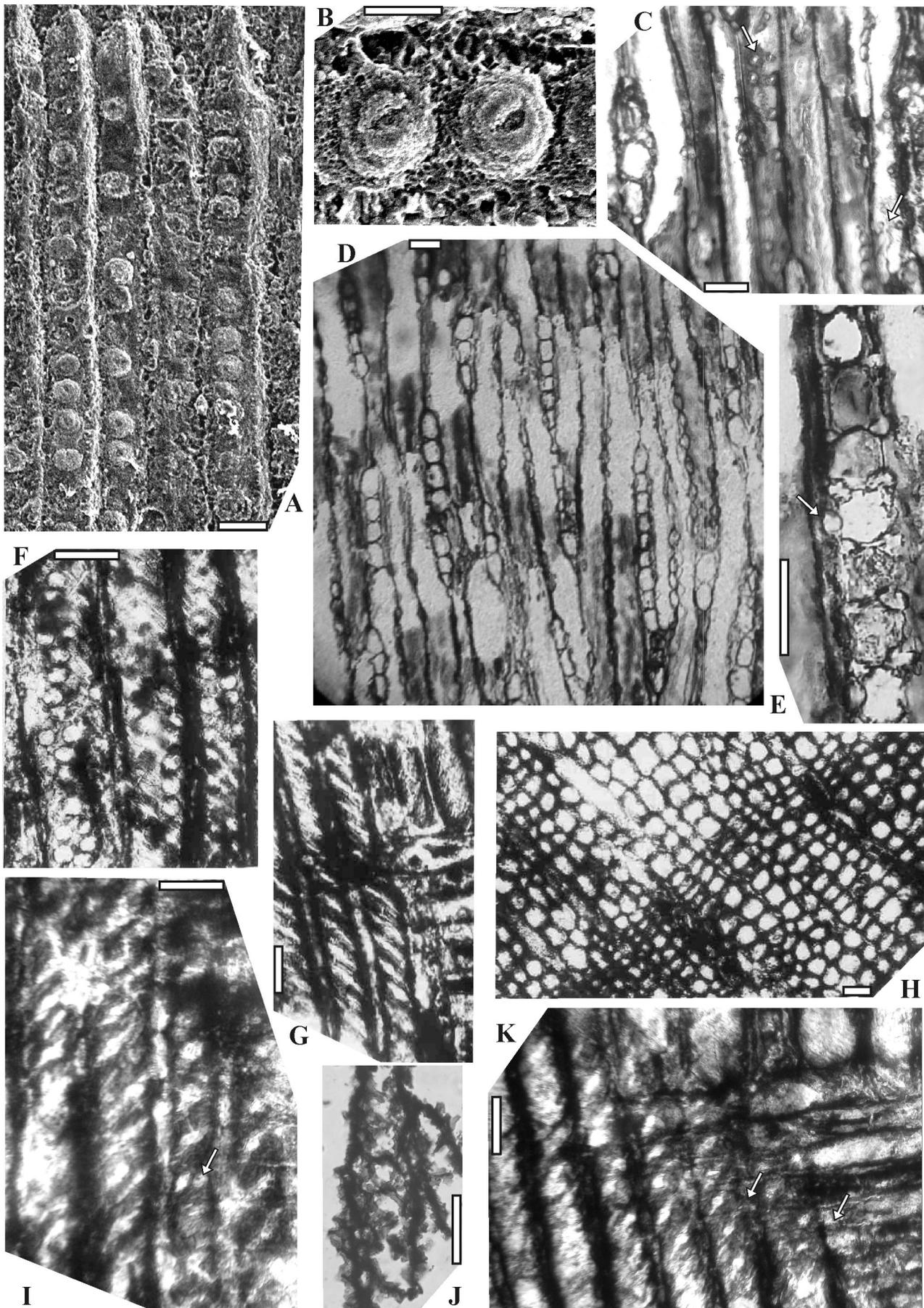
Descripción. Se trata de fragmentos de leños decortificados proveniente de la Localidad Cerro Conito (Ea. Meseta Chica) y Laguna del Carbón (Ea. La Silvita). Los anillos de crecimiento están bien marcados, con un pasaje gradual del leño temprano al leño tardío (figura 4.H). El leño temprano con un promedio de 89 células (45-175), leño tardío de 3 células (2-5). En CT, las traqueidas del leño temprano son rectangulares a poligonales (7,5-11 μm). El lumen de las traqueidas es circular-oval. El diámetro radial de las tra-

queidas es 24 μm (15-37 μm) y el tangencial 22 μm (15-30 μm). Las traqueidas del leño tardío son generalmente rectangulares, algunas poligonales cuyo diámetro radial es de 11 μm (7,5-15 μm) y el tangencial 16 μm (7,5 -22 μm). El lumen tiene forma rectangular o circular. El número promedio de traqueidas que separan los radios es 5, (2-15). En CLRd, las paredes de las traqueidas presentan punteaduras areoladas, circulares, conformando un plan mixto, es decir son: uniseriadas contiguas, biseriadas alternas (tipo araucarioide); uniseriadas parcialmente biseriadas, opuestas, (tipo mixto) y uniseriadas espaciadas (tipo abietinoide), rara vez triseriadas opuestas/alternas (figuras 4.F-G; 5.A y 6.A-D). El diámetro de las punteaduras es de 15-26 μm . Las punteaduras presentan un poro circular y oval, miden 15-22 μm y su coeficiente de achatamiento es de 0,3-0,5. En los campos de cruzamiento se observan 1 a 2 punteaduras cupresoides, circulares y ovals (figuras 4.I,K y 5.A). En CLTg, las traqueidas muestran punteaduras areoladas, circulares y uniseriadas. Los radios leñosos son homocelulares, uniseriados (95%), uniseriados parcialmente biseriados (5%) y bajos cuya altura promedio es de 3-4 células (1-10). Las células de ambos extremos son elípticas y las centrales son subcircular-oval, miden 15-22 por 19 μm (alto por ancho) (figuras 5.A, 6.E). Tanto en CLRd como en CLTg, se reconocen sobre las paredes de algunas traqueidas engrosamientos espiralados, dispuestos en ángulos bajos, cuyo grosor es de 1,5-11 μm . En algunos casos, tienen disposición horizontal y de a pares (figuras 4.G,I-J y 5.A). Además se observa parénquima axial escaso, que miden 22 a 26 μm en ancho por 10 a 21 μm de largo (figuras 5.A y 6.G). Las trazas foliares tienen forma elíptica, mide 108 μm de ancho por 150 μm de alto, cuyos elementos celulares no están preservados.

En esta madera se observa un crecimiento denominado "leño de reacción", es decir, posee anillos de crecimientos excéntricos y otras características que lo asocian a un leño de compresión; como así también presenta parénquima traumático formado por células de forma irregular de 52-172 μm x 30-45 μm (figura 6.F).

Material estudiado. Localidad: Cerro Conito: CTES-PB 10685 (CTES-PMP 2394-2395). Laguna del Carbón: CTES-PB 12019 (CTES-PMP 2440).

Figura 4. A-E. *Planoxylon australe* (Salard) Vozenin-Serra y Salard-Cheboldaef; **A-B**, CLRd, punteaduras en las paredes radiales de las traqueidas / *pits in radial tracheid walls*; **C**, CLTg, punteaduras en las paredes tangenciales de las traqueidas (flecha) / *pits in tangential walls of the tracheids (arrow)*; **D**, CLTg, radios / *rays*; **E**, CLTg, radios con punteaduras simples en las paredes e "identures" / *rays with simple pits in the walls (arrow) and "identures"* **F-K, *Protelicoxylon feriziense*** (Fahkr y Marguerier) Philippe. **F-G**, CLRd, punteaduras en las paredes radiales de las traqueidas y engrosamientos en las traqueidas / *pits in radial tracheids walls and thickenings types*; **H**, CT, detalle de las traqueidas y anillo de crecimiento / *detail of the tracheids and growth ring*; **I,K**, CLRd, punteaduras en los campos de cruzamiento (flecha) / *pits in cross fields (arrows)*; **J**, engrosamientos en las traqueidas visto en material disociado / *thickenings of the tracheid observed in dissociated material* (**A-B**, CTES-PB,10701, **C,E**, CTES-PMP 2492; **D**, CTES-PMP 2420; **F-G**, **I-K**, CTES-PMP 2395, **H**, 2394; **A-B**, MEB, **C-K**: MO). Escala/ *scale bar*: **A,C-K**= 45 μm ; **B**= 20 μm .



Cuadro 1. Comparación entre especies de *Protelicoxylon* Philippe y *Herbstiloxylon* gen. nov. / comparison among species of *Protelicoxylon* Philippe and *Herbstiloxylon* gen. nov.

	Francia	Irán/ Argentina	Canadá	Irán	Asia	Argentina
Especies	<i>P. lepennecii</i> Philippe	<i>P. feriziense</i> (Fahkr y Marguerier) Philippe	<i>P. parenchymatosum</i> Greguss (descripto por Ramanujan, 1972)	<i>P. persicum</i> (Nadjafi) Philippe	<i>P. asiaticum</i> (Serra) Philippe	<i>Herbstiloxylon patagonicum</i> gen. et sp. nov. (este trabajo)
Caracteres						
Punteaduras radiales	Tipo mixtas con predominio del tipo abietinoide	uni-biseriadas (tipo araucarioide), tipo mixtas, biseriadas opuestas, uniseriadas espaciadas (tipo abietinoide)	Uniseriadas más o menos espaciadas (tipo abietinoide)	Tipo mixta con predominio del tipo araucarioide	Uniseriadas, biseriadas alternas u opuestas	Tipo mixtas con predominio del tipo abietinoide
Parénquima axial	abundante	escaso	abundante	presente	presente	abundante
Campos de cruzamiento	2-5 tipo cupressoide a tipo dacridioide	1 (2-3) oculiporos	1-2 (3) oculiporos	1-3 oculiporos tipo taxodioide	2-5 oculiporos tipo cupressoide	1-2 tipo cupressoide a tipo dacridioide
Engrosamientos espiralados	presente	presente	presente	presente	presente	presente
Crásulas	presente	---	---	---	--	presente
Engrosamientos tipo callitroides	presente	presente	presente	presente	presente	presente

Comparaciones y discusión. De todas las especies incluidas en *Protelicoxylon* por Philippe (1995), el ejemplar de la Patagonia se identifica plenamente con *Protelicoxylon feriziense* (= *Prototaxoxylon feriziense* Fahkr y Marguerier) por el conjunto de caracteres diagnósticos brindados por Fahkr y Marguerier (1977) (cuadro 1); esta especie es original del Jurásico de Irán. En este trabajo se acepta la combinación realizada por Philippe ya que el morfógeno *Prototaxoxylon* está caracterizado por presentar punteaduras tipo araucarioides en las paredes radiales de las traqueidas, mientras que *Protelicoxylon* presenta tipo mixto con tendencia abietinoide.

Herbstiloxylon gen. nov.

Diagnosis. Médula heterogénea, conformada por células parenquimáticas y esclerenquimáticas. Xilema primario cuneiforme mesarco. Xilema secundario "tipo *Protelicoxylon*". Las traqueidas poseen punteaduras tipo mixto con un predominio de abietinoide en las paredes radiales y diferentes tipos de engrosamientos (espiralados, dispuestos de a pares (tipo callitroide) y en barras horizontales). Campos de cruzamiento con punteaduras cupresoides a dacridioides. Radios leñosos homocelulares, uniseriados y parcialmente biseriados. Parénquima axial abundante.

Diagnosis. *Heterogeneous pith with parenchymatic and* AMEGHINIANA 44 (2), 2007

sclerenchymatic cells. Primary xylem cuneiform, mesarch; secondary xylem of the "Protelicoxylon-type". Tracheid pits of mixed type but on radial walls with predominance of abietinoid type, and different types of thickenings (spiral, paired (callithroid) and in horizontal bars). Cross fields with cupressoid to dacrydioid pits. Medullary rays homogeneous, uniseriate to partially biseriolate. Axial parenchyma abundant.

Derivatio nominis. El nombre del género está dedicado al Dr. Rafael Herbst por sus valiosos aportes a la paleobotánica de Argentina.

Herbstiloxylon patagonicum sp. nov.

Figuras 5.B, 6.H-K, 7 y 8

Diagnosis. Médula heterogénea, conformada por células parenquimáticas y esclerenquimáticas de dos tamaños. Xilema primario cuneiforme mesarco, traqueidas con engrosamientos anulares. Xilema secundario con anillos de crecimiento marcados, con un pasaje gradual del leño temprano al leño tardío. En CLRD, las traqueidas presentan punteaduras areoladas, circulares, de tipo mixto con predominio del tipo abietinoide. La mayoría son uniseriadas espaciadas, algunas contiguas; uniseriadas parcialmente biseriadas opuestas, subopuestas, raramente alternas espaciadas; poseen un poro elíptico o circular. Sobre las paredes radiales de las traqueidas se observan en-

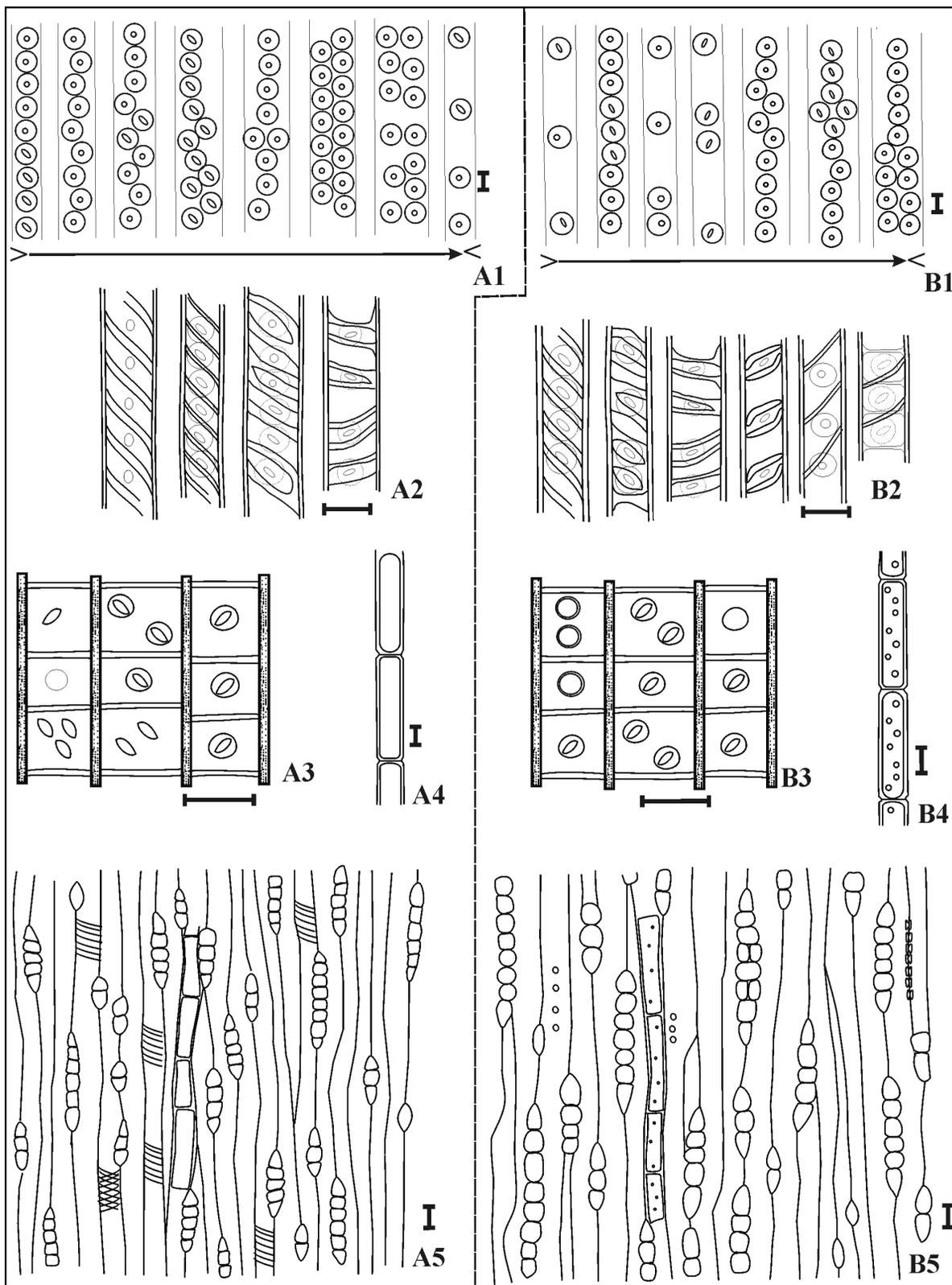
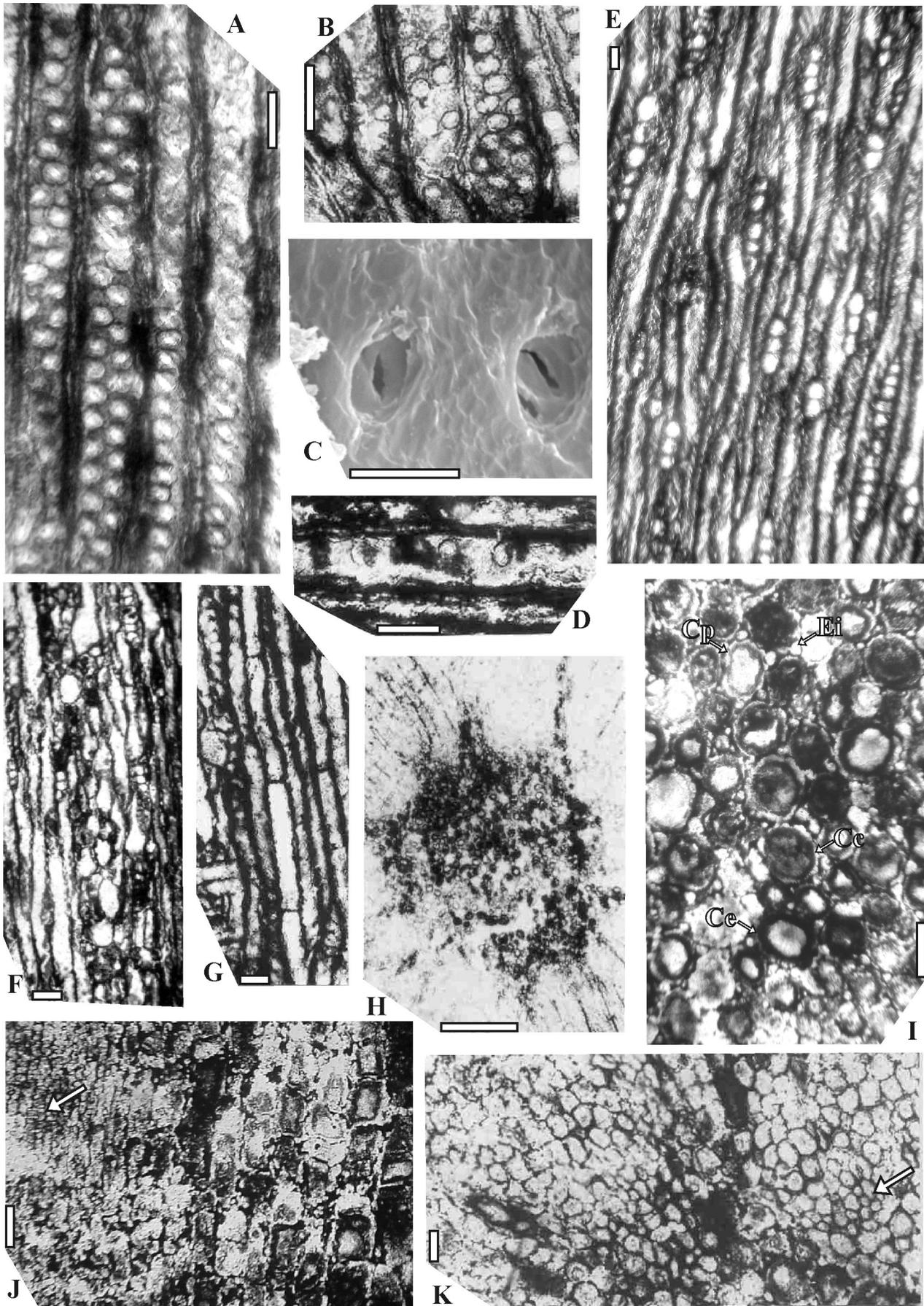


Figura 5. Esquema de los caracteres anatómicos de A. *Protelicoxylon feriziense* (Fahkr y Marguerier) Philippe y B. *Herbstiloxylon patagonicum* Gnaedinger sp. nov. / scheme of the anatomical characters of A. *Protelicoxylon feriziense* (Fahkr y Marguerier) Philippe and B. *Herbstiloxylon patagonicum* gen. et sp. nov. A1, B1, CLRd, punteaduras en las paredes radiales de las traqueidas (la flecha indica de mayor a menor porcentaje de presencia de tipos de punteaduras) / pits in the tracheid radial walls (the arrow indicates a gradient percentage of the pits types presence); A2, B2, CLRd, tipos de engrosamientos en las traqueidas / thickenings types on the tracheid; A3, B3, CLRd, detalle de los campos de cruzamiento / detail of cross fields; A4, B4, parénquima axial / axial parenchyma; A5, B5, CLTg, radios / rays. Escala / scale bar: A1,B1=15 µm, A2-3,5= 20 µm, A4,B2-5-E=22 µm.



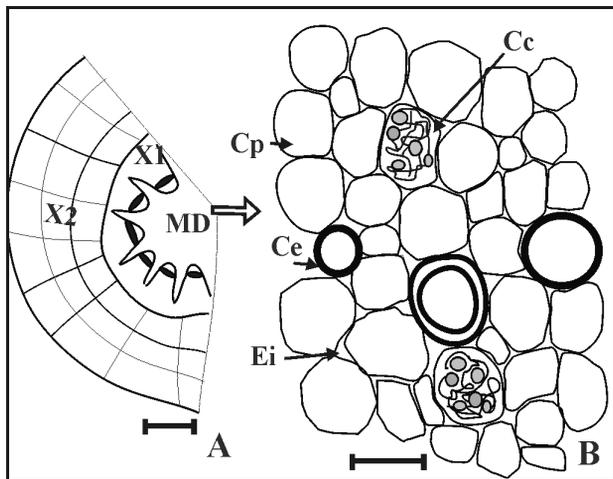


Figura 7. *Herbstiloxylon patagonicum* gen. et sp. nov. **A**, Esquema parcial del corte transversal del leño mostrando la médula (MD), xilema primario mesarco (X1) y xilema secundario (X2) / wood cross section in partly scheme showing pith (MD), mesarch primary xylem (X1) and secondary xylem (X2); **B**, Detalle de la médula (MD) con células parenquimáticas (Cp), células esclerenquimáticas de dos tamaños (Ce), células con contenidos (Cc) y espacios intercelulares (Ei) / detail of the pith with parenchyma (Cp), sclerenchyma cells (Ce) and cells with contents (Cc) and intercellular spaces (Ei). Escala/ scale bar: A= 0,5 mm, B=50 μ m.

grosamientos espiralados, dispuestos de a pares (tipo callitroide) y en barras horizontales. Los campos de cruzamientos con 1 a 2 punteaduras ovales cupresoides y algunas circulares, dacridioides. En CLTg, el sistema radial es homogéneo constituido por radios leñosos homocelulares, uniseriados (98%) y parcialmente biseriados (2%); cuya altura promedio es de 5 células (1-24). Se observa abundante parénquima axial.

Diagnosis. *Heterogeneous pith with parenchymatic cells and sclerenchymatic cells of two sizes. Primary xylem cuneiform, mesarch, tracheids with annular thickenings. Secondary xylem with distinct growth rings, with gradual transition from early to late-wood. In longitudinal radial section wall tracheids with circular pits of the mixed type, with abietinoid predominance. Pits are mostly uniseriate, spaced, some contiguous; uniseriate partially biseriata, opposite to subopposite, rarely alternate and spaced; pores oval to circular. On radial walls different types of thickenings are observed (spiral, paired (callithroid) and in horizontal bars). Cross fields with 1-2 oval, cupressoid pits and some circular dacrydioid ones. In longitudinal tangential section, the radial system is homogeneous, rays are homo-*

cellular, uniseriate (98%) with an average height of 5 cells (between 1 to 24 cells). Axial parenchyma abundant.

Holotipo. CTES-PB 10669 (CTES-PMP 2319).

Localidad. Bardas Blancas, Gran Bajo de San Julián, provincia de Santa Cruz, Argentina.

Horizonte y edad. Formación La Matilde, Jurásico Medio.

Derivatio nominis. El nombre de la especie hace referencia a la región de donde proviene el material estudiado.

Material adicional. Localidad. Mina de Pareja: CTES-PB 12029 (CTES-PMP 2449-2450).

Descripción. La siguiente descripción se basa en un fragmento de madera con médula conservada, decortinado, con buena preservación del xilema secundario y consta de 36 anillos de crecimiento (CTES-PB 10669). La médula es heterogénea, conformada por células parenquimáticas, oblongas, de tamaños variables (22-60 μ m) y por células esclerenquimáticas de dos tamaños (30 y 50 μ m). Además se reconocen algunas células con contenido y espacios intercelulares (figuras 6.H-J; 7). El xilema primario es cuneiforme mesarco. Las traqueidas del protoxilema miden 7,5 μ m y las del metaxilema miden 15-22 μ m. Las paredes de las traqueidas presentan engrosamientos anulares (figuras 6.H, J-K; 7). El xilema secundario muestra anillos de crecimiento bien demarcados, con un pasaje gradual del leño temprano al leño tardío (figuras 8.A-B). En CT, las traqueidas del leño temprano son rectangulares a cuadrangulares, con un espesor de la pared de 4-6 μ m. El lumen de las traqueidas es circular-oval. El diámetro radial de las traqueidas es de 18 μ m (11-30 μ m) y el tangencial 18 μ m (11-23 μ m). Las traqueidas del leño tardío son generalmente rectangulares, algunas cuadrangulares cuyo diámetro radial es de 10 μ m (15-30 μ m) y el tangencial 12 μ m (7,5- 15 μ m). El número promedio de traqueidas que separan los radios es 4-5 (1-10 traqueidas). En CLRd, las paredes de las traqueidas presentan punteaduras areoladas, circulares, de tipo mixto con tendencia al tipo abietinoide. La mayoría son uniseriadas espaciadas, algunas contiguas; uniseriadas parcialmente biseriadas opuestas, subopuestas, raramente alternas espaciadas (figuras 5.B y

Figura 6. A-G, *Protelicoxylon feriziense* (Fahkr y Marguerier) Philippe. A-D, CLRd, punteaduras en las paredes radiales de las traqueidas / pits on tracheid radial walls; E, CLTg, radios / rays F, CLTg, parénquima traumático / traumatic parenchyma; G, CLTg, parénquima axial/ axial parenchyma; H-K, *Herbstiloxylon patagonicum* gen. et sp. nov. H, CT, Médula, xilema primario y xilema secundario/ pith, primary xylem and secondary xylem; I, CT, detalle de la médula con células parenquimáticas (Cp), esclerenquimáticas (Ce), células con contenido (Cc) y espacios intercelulares (Ei) / detail of the pith with parenchyma (Cp), sclerenchyma (Ce), cells with contents (Cc) and intercellular spaces (Ei); J, CLRd, médula y engrosamientos anulares del xilema primario (flecha) / pith and annular thickenings of the primary xylem; K, CT, detalle del xilema primario mesarco (flecha) / detail of the mesarch primary xylem (arrow). (A-B, D-G, CTES-PMP 2395; C, CTES-PB 10685; H-K, CTES-PMP 2319; A-B, D-K=MO; C=MEB). Escala/ scale bar: A-B, D-K= 45 μ m, C= 20 μ m.

Cuadro 2. Comparación entre *Protelicoxylon feriziense* (Fahkr y Marguerier) Philippe y *Herbstiloxylon patagonicum* gen. et sp. nov./ comparison between **Protelicoxylon feriziense** (Fahkr and Marguerier) Philippe and **Herbstiloxylon patagonicum** Gnaedinger gen. et sp. nov.

Caracteres Taxones	Punteaduras radiales	Engrosamientos		Campos de cruzamiento	Parénquima axial	Radios Leñosos		Médula
		espiralados	Tipo callitroides			Series	Altura	
<i>Protelicoxylon feriziense</i> (Fahkr y Marguerier) Philippe	Uniseriadas contiguas, algunas espaciadas. Uniseriadas parcialmente biseriadas, opuestas, biseriadas alternas/ opuestas	Frecuente	Esporádico	1 (2-3) cupresoides	Escaso	1 (2)	1-10	no preservada
<i>Herbstiloxylon patagonicum</i> gen. et nov. sp.	Uniseriadas espaciadas, algunas contiguas; uniseriadas parcialmente biseriadas opuestas a subopuestas, rara vez alternas y espaciadas	Esporádico	Frecuente	1-2 cupresoides y dacridioides	Abundante	1 (2)	1-24	Heterogénea

8.C-G, J). El tamaño de las punteaduras es de 11-15 x 11-17 μm y presentan un poro elíptico, en algunos casos circulares de 4-5 x 4-7 μm , siendo su coeficiente de achatamiento de 0,5-0,7. Sobre las paredes radiales de algunas traqueidas se observan diversos tipos de engrosamientos: espiralados, dispuestos de a pares (tipo callitroide) y en barras horizontales, miden 2-4 μm (figuras 5.B; 8.E, J). En algunas traqueidas se observan las paredes agrietadas (figura 8.F) Los campos de cruzamientos con 1 a 2 punteaduras ovales cupresoides y algunas circulares, dacridioides, miden 5 x 7 μm y 6-7 μm (figura 8.H-I). En CLTg, las paredes de las traqueidas presentan punteaduras circulares espaciadas y contiguas. El sistema radial es homogéneo constituido por radios leñosos homocelulares, uniseriados (98%) y parcialmente biseriados (2%); la altura promedio es de 5 células, varía entre 1-24 células. Las células de ambos extremos son elípticas y las centrales son subcircular-ovoidales, miden 15-22 μm de ancho por 18-22 μm de alto (figura 8.K-L). Se observa parénquima axial abundante, cuyas células miden 22 μm de ancho por 105-142 μm de largo. En las paredes de las células parenquimáticas se reconocen punteaduras simples de 7,5 μm de diámetro (figuras 5.B y 8.G).

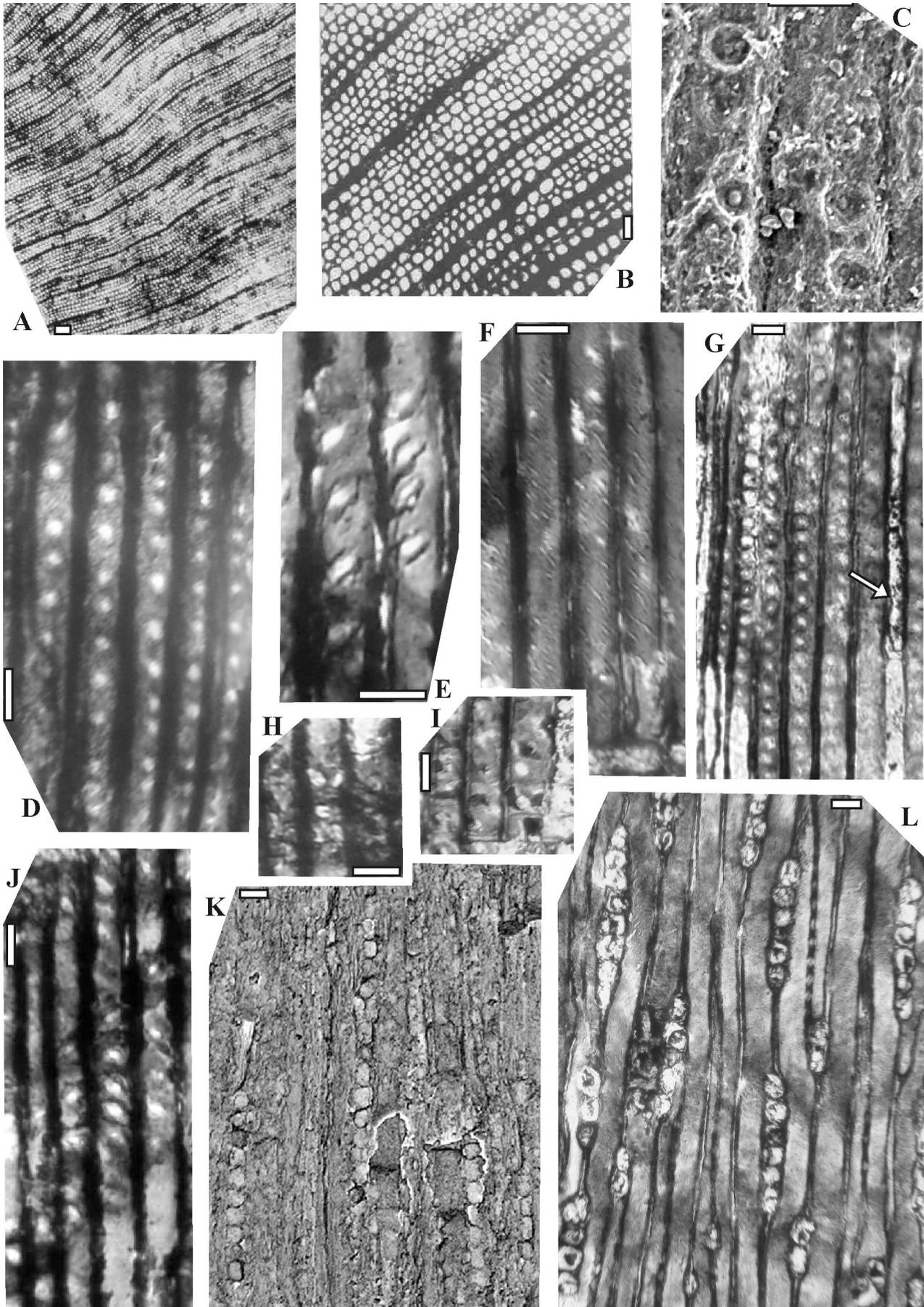
Este ejemplar presenta un crecimiento denominado "leño de reacción", es decir, posee anillos de crecimiento excéntricos y como se conocen para coníferas constituye un leño de compresión (Schweingruber *et al.*, 1990).

Comparaciones y discusión. En la literatura existen

dos series sistemáticas de morfógenos para clasificar las maderas petrificadas: una para leños con médula, xilema primario y xilema secundario preservados y otra basada en la descripción de leños con estructura secundaria solamente, precisamente porque un tipo de leño secundario puede encontrarse combinado a diferentes tipos de médula y xilema primario y viceversa (Lepekhina y Yatsenko-Khmelevsky, 1966). De acuerdo con este criterio, se establece un nuevo género denominado *Herbstiloxylon*, descrito sobre la base de caracteres de médula, xilema primario y xilema secundario "tipo *Protelicoxylon*". Así, este nuevo género se define por la presencia de médula heterogénea, xilema primario cuneiforme mesarco y engrosamientos en las traqueidas del xilema secundario. Por estos caracteres podría relacionarse directamente con *Taxopitys* Kräusel, pero este género presenta el xilema secundario tipo araucarioide y engrosamientos espiralados, mientras que *Herbstiloxylon* gen. nov. muestra xilema secundario tipo mixto-abietinoide y distintos tipos de engrosamientos: espiralados y callitroide.

Herbstiloxylon gen. nov. es comparable con *Protocallitrixylon* Vozenin-Serra y Salard-Cheboldaef (1992) del Triásico Superior? (Carniano-Noriano?) de Nueva Caledonia (Australia) por la presencia de punteaduras radiales con tendencia al tipo abietinoide, engrosamientos perpendiculares a las paredes, frecuentemente dispuestos de a pares (tipo callitroide), campos de cruzamiento tipo cupresoides y parénquima axial presente. Este morfógeno es relaciona-

Figura 8. *Herbstiloxylon patagonicum* gen. et sp. nov. **A-B**, CT, detalle de las traqueidas y un anillo de crecimiento/ detail of tracheids and growth ring; **C-J**, CLRd, punteaduras en las paredes radiales de las traqueidas / pits in tracheid radial walls; **G**, CLTg, parénquima axial (flecha) / axial parenchyma (arrow); **E,J**, CLRd, diferentes engrosamientos / thickenings types; **H-I**, CLRd, punteaduras en los campos de cruzamiento / pits in cross fields; **F**, CLRd, paredes de las traqueidas agrietadas / checking of tracheid wall; **K-L**, CLTg, radios / rays. **C**, **K**=MEB; **A-B**, **D-J**, **L**=MO. **A-B**, **D-J**, **L**=CTES-PMP, 2319; **C-K**=CTES-PB, 10669. **A-B**, **D-J**, **L**=MO; **C**, **K**=MEB. Escala/ scale bar: 45 μm .



do directamente con el género actual *Callitris* Sovjetsk, ya que presenta engrosamientos tipo callitroide (Vozenin-Serra y Salard-Cheboldaeff, 1992). Se diferencia del nuevo género porque éste solo presenta engrosamientos callitroides, mientras que *Herbstiloxylon* gen. nov. posee una variedad de engrosamientos.

La estructura secundaria podría compararse con la especie *Protelicoxylon lepennecii* Philippe descrito para el Jurásico Inferior de Francia, pero se diferencia por el número de punteaduras en los campos de cruzamiento (cuadro 1). Las distinciones entre *Protelicoxylon feriziense* y *Herbstiloxylon patagonicum* gen. et sp. nov. están dadas en el cuadro 2, del que se desprende que la primera especie está caracterizada por una estructura secundaria tipo mixto y la segunda por un plan mixto-abietinoide con dominancia del segundo, entre otros caracteres.

La afinidad botánica de *Protelicoxylon* y *Herbstiloxylon* gen. nov. no está establecida aún, pero la presencia de engrosamientos tipo callitroide y campos de cruzamiento cupresoides podría emparentarlas con las Cupressaceae, más precisamente, con el género actual *Callitris* Sovjetsk. Las ramas jóvenes de *Callitris robusta* (Parl.) Bailey presentan engrosamientos callitroides y espiralados. La diferencia con los integrantes de Taxales es que la disposición de los engrosamientos espiralados en *Callitris* Sovjetsk no es uniforme sobre las traqueidas o en partes del leño secundario (Boureau 1956). Budkevitch (1936) (visto en Boureau, 1956) considera a los engrosamientos callitroides como vestigios de engrosamientos espiralados y que la evolución tiende a eliminarlos.

Consideraciones generales

Los estudios de la xilotaflora de la Formación La Matilde realizados hasta el momento revelan que los llamados "Bosque de Araucarias" como se han designado a los "bosques petrificados de Jaramillo" (Cerro Cuadrado, Cerro Madre e Hija, Ea. Bella Vista, entre otras áreas), en realidad estaban conformados por diversos taxones, tanto del Orden Coniferales como Taxales. Del Orden Coniferales, cabe recordar que ya se ha citado el morfogénero *Araucarioxylon* (= *Agathoxylon*) (Gnaedinger, 2001; Zamuner y Falaschi, 2005) como integrante de la Familia Araucariaceae y del orden Taxales tres especies de *Prototaxoxylon* Kräusel y Dolianiti (Gnaedinger y Herbst, 2006). En este trabajo se agregan especímenes relacionados a las Familias Protopinaceae y Cupressaceae (Orden Coniferales). Asimismo, se describen por primera vez para el Jurásico de Gondwana los morfogéneros *Planoxylon* y *Protelicoxylon*.

En maderas identificadas como *Planoxylon australe* AMEGHINIANA 44 (2), 2007

se describen estructuras anatómicas tales como el tejido calloso, las cuales son una reacción del árbol cuando éste sufre un daño a nivel del cambium vascular. Schweingruber *et al.* (1990) señalan que estas estructuras son respuesta a daños producidos por ataques de insectos. Pero, cuando estas áreas anómalas están desarrolladas en el sector inicial del leño temprano, son debidas probablemente a heladas tardías.

Agradecimientos

A R. Herbst por su constante apoyo, como así también por la lectura crítica del manuscrito. A A. Crisafulli por las sugerencias que han enriquecido este trabajo. A E.B. Acevedo por la preparación de los cortes petrográficos y "peels". Especialmente a P. Medina por el cuidadoso trabajo en el pulido fino de las maderas. Además, a los árbitros M. Brea y anónimo, por sus valiosos comentarios que mejoraron el manuscrito original.

Bibliografía

- Bailey, I.W. 1933. The cambium and its derivative tissues. 7. Problems in identifying the wood of Mesozoic conifers. *Annals of Botany* 47: 145-157
- Bamford, M. y Philippe, M. 2001. Jurassic-Early Cretaceous Gondwanan homoxylous woods: a nomenclatural revision of the genera with taxonomic notes. *Review of Palaeobotany and Palynology* 113: 287-297.
- Boureau, E. 1956. *Anatomie Végétale*, 2. Presses Universitaires de France, París, 524 pp.
- Budkevitch, E.V. 1936. Quelques particularités dans l'ornementation des parois des trachéides du genre *Callitris* Sovjetsk. *Botanist*: 130-135
- Chattaway, M. 1932. Proposed standart for numerical values used in describing woods. *Tropical woods* 59: 20-28.
- Crisafulli, A. 2004. Nuevos registros de la xilotaflora de la Formación Yaguari, Pérmico Superior de Uruguay. *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales, nueva serie* 5: 169-180.
- Fakhr, M. y Marguerier, J. 1977. *Prototaxoxylon feriziense* nov. sp. bois fossile du Jurassique moyen de Lírán. En: M. Fakhr (ed.), *Contribution a l'étude de la flore Rhêto-Liasique de la Formation Shemshak de L'Elbourz (Iran)*. Sciences naturelles, University of Paris, 248 pp.
- Gifford, E.M. y Foster, A.S. 1989. *Morphology and Evolution of Vascular Plants*. En: W.H. Freeman (ed.), 626 pp.
- Gnaedinger, S. 2001. Especies de *Araucarioxylon* Kraus de la Formación La Matilde, Gran Bajo de San Julián, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 38: 34R.
- Gnaedinger, S. y Herbst, R. 2006. El género *Prototaxoxylon* Kräusel y Dolianiti (Taxales) de la Formación La Matilde (Jurásico Medio) del Gran Bajo de San Julián, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana*. 43: 123-138.
- Gothan, W. 1910. Die fossilen Holzreste von Spitzbergen. *Kungl Svenska Vetenska Akademiens Akademija Handlingar* 45: 1-56
- Holden, R. 1913. Some fossil plants from Eastern Canada. *Annals of Botany* 27: 243-255.
- I.A.W.A. 2004. List of microscopic features for softwood identification. En: H.G. Richter, D. Grosser, I. Heinz y P.E. Gasson (eds.), *International Association Wood Anatomist Journal* 25: 1-70.
- Kräusel, R. 1949. Die fossilen Konifern Hölzer (unter Ausschluss von *Araucarioxylon* Kraus) II. Desgleichen II. Kritische Untersuchungen zur Diagnostik lebender und fossiler Koniferen - Hölzer. *Palaeontographica* 89 B: 83-203.

- Lepekhina, V.G. y Yatsenko-Khmelevsky, A.A. 1966. Classification and nomenclature of woods of palaeozoic pycnoxylic plants. *Taxon* 15: 66-70.
- Maheshwari, H. 1972. Permian wood from Antarctica and revision of some Lower Gondwana wood taxa. *Palaeontographica B* 203: 1-82.
- Medlyn, D.A. y Tidwell, W.D. 1986. New species of *Protocedroxylon* from the Upper Jurassic of British Columbia, Canada. *Great Basin Naturalis* 46: 452-458.
- Nishida, M. y Nishida, H. 1984. Structure and affinities of the petrified plants from the Cretaceous of northern Japan and Saghalien. I. Petrified plants from the Upper Cretaceous of Hokkaido. *Journal of Japanese Botany* 57: 97-104.
- Philippe, M. 1995. Bois fossiles du Jurassique de Franche-Comté (NE-France) Jurassic fossil woods from Franche-comté (NE-France) *Palaeontographica B* 236: 45-103.
- Ramanujan, C.G.K. 1972. Fossil coniferous woods from the Oldham Formation (Upper Cretaceous of Alberta). *Canadian Journal of Botany* 50: 595-602.
- Salard, M. 1968. Contribution à la connaissance de la flore fossile de la Nouvelle Calédonie. *Palaeontographica* 124B: 1-44
- Schweingruber, F.H., Eckstein, D., Serre-Bachet, F. y Bräker, O.U. 1990. Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. *Dendrochronologia* 8: 9-38.
- Seward, A.C. 1919. Fossil plants. *University Biological Press*. Cambridge, 4: 543 pp.
- Shilkina, I.A. y Khudayberdiyev, R. 1971. New localities and a review of the genera *Protocedroxylon* and *Xenoxylon* (in Russian). *Botanichesky Institut Akademija Uzbeck* 2: 117-133
- Stopes, M.C. 1916. An early type of the Abietineae (?) from the Cretaceous of New Zealand. *Annals of Botany*. 30: 111-125
- Vagyani, B. A. y Mahabale, T. S. 1974. A new species of fossil Gymnospermous wood *Planoxylon Stopes* from Adhari (m.s.). *The Palaeobotanist* 21: 211-215.
- Vogellehner, D. 1965. Untersuchungen zur Anatomie und Systematik der verkieeselten Hölzer aus dem fränkischen und süd-thüringischen Keuper. *Erlanger Geologische Abhandlung* 59: 1-76
- Vozenin-Serra, C. y Salard-Cheboldaëff, M. 1992. Les bois Mineralisés Permo-Triasiques de Nouvelle Calédonie. Implications Phylogenetique et Paleogeographique. *Palaeontographica B* 225: 1- 25.
- Zamuner, A.B. y Falaschi, P. 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: 22 de diciembre de 2004.

Aceptado: 11 de agosto de 2006.