

Hallazgos de maderas fósiles de Angiospermas y Gimnospermas del Cretácico Superior en punta Williams, isla Livingston, islas Shetland del Sur, Antártica.

TERESA TORRES¹ E YVES LEMOIGNE²

RESUMEN

Se describen y figuran maderas fósiles provenientes de los estratos fosilíferos que afloran en punta Williams, situada al Nor-Este de la isla Livingston, en las islas Shetland del Sur.

Los estudios xilotómicos, sistemáticos y comparativos indican que las maderas fósiles corresponden a Angiospermas y Gimnospermas. Las especies determinadas en este estudio son Sahnioxylon antarcticum Lemoigne y Torres, Podocarpoxyylon sp., y Araucarioxyylon floresii n. sp. Además se describen cuatro tipos diferentes de estructuras leñosas de Angiospermas.

Se discute la significancia estratigráfica de la paleoflora encontrada y se infiere una edad Cretácica Superior, para las secuencias fosilíferas.

Palabras claves: Maderas fósiles, Gimnospermas (Coníferas, Bennettitales), Angiospermas, Cretácico Superior, Antártica.

Decouverte de bois fossiles d'Angiospermes et de Gymnospermes du Crétacé Supérieur a pointe Williams, île Livingston, Shetland du Sud, Antarctique

TERESA TORRES¹ ET YVES LEMOIGNE²

RESUME

Des bois fossiles provenant d'un niveau sédimentaire de la pointe Williams, située dans le Nord-Est de l'île Livingston, Shetland du Sud, sont décrits et figurés dans la présente étude.

Les études xylotomiques, systématiques et comparatives ont rapporté les bois aux genres et espèces suivants: Sahnioxylon antarcticum Lemoigne et Torres, Podocarpoxyylon sp. et Araucarioxyylon floresii n. sp. En plus quatre types de structures ligneuses d'Angiospermes dicotylédones sont décrits. L'âge de ce niveau fossilifère est discuté et le Crétacé Supérieur est envisagé.

Mots clés: Bois fossiles, Gymnospermes (Coniferales, Bennettitales) Angiospermes, Crétacé Supérieur, Antarctique.

¹ Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Laboratorio de Anatomía Vegetal. Casilla 1004. Santiago-Chile.

² Université Claude Bernard-Lyon 1, Laboratoire de Paléobotanique, Centre de Paléontologie Stratigraphique et Paléoécologie, associé au CNRS (UA 11). 43, Bd. du 11 Novembre 1918, Villeurbanne, France.

Fossil wood findings of Angiosperms and Gymnosperms of the Upper Cretaceous at Williams Point, Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica.

TERESA TORRES ¹ AND YVES LEMOIGNE ²

ABSTRACT

Fossil woods found in the sedimentary sequences at Williams Point, northern part of Livingston Island, South Shetlands, are described and figured in this paper.

Xylotomic, systematic and comparative studies allow us to postulate that these fossil species are: Sahnioxylon antarcticum Lemoigne et Torres, Podocarpoxyton sp., and Araucarioxyton floresii sp. nov. Four different dicotyledonous fossil woods are also described. Stratigraphical significance of the fossil assemblage is discussed and Late Cretaceous age is proposed.

Key words: Fossil woods, Gymnosperms (Coniferae, Bennettitales), Angiosperms, Late Cretaceous, Antarctica.

INTRODUCCION

Desde el año 1983 se ha estado desarrollando el programa "Estudio de maderas fósiles" en las islas Rey Jorge, Livingston y Snow, del archipiélago de las Shetland del Sur. Como resultado de la participación en cinco campañas de terreno se han recolectado impresiones foliares, maderas fósiles y sedimentos para estudios palinológicos. El material encontrado ha originado diversas publicaciones (Torres, 1984, 1985; Torres *et al.*, 1984; Troncoso, 1986; Banerji *et al.*, 1987; Torres y Lemoigne, 1988 y Lemoigne y Torres, 1988) y actualmente es objeto de una tesis doctoral.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer los estudios xilotómicos, sistemáticos y comparativos que permitieron determinar maderas silicificadas colectadas en punta Williams, al Noreste de la isla Livingston, durante la XXIII Expedición Científica del Instituto Antártico Chileno, en el verano de 1987.

Antecedentes geológicos

La geología del área, descrita por Hobbs (1968) y Smellie *et al.*, (1984), indica que las capas de punta Williams corresponden a una secuencia volcano-sedimentaria constituida por conglomerados, areniscas y limos que se encuentran por debajo de un techo basáltico de 20 a 30 m de altura.

La secuencia portadora de plantas consiste en una delgada y quebradiza capa de arenisca volcánica de color verde grisáceo, muy estratificada con limos grises, a veces coloreadas, de color blanco crema, por una toba vítrea. Esta secuencia aflora en varios lugares de la punta Williams (Figura 1) y en ella se han recolectado *in situ* impresiones de plantas atribuidas al Triásico. Los conglomerados y las areniscas estratificadas de grano grueso, que cortan la parte Suroeste de la punta, están separadas de las areniscas de grano fino y de los limos por dos depósitos piroclásticos de edad Cretácica Superior.

Los conglomerados que afloran en la superficie, en los cuales se encuentran fragmentos tobáceos sueltos y areniscas con plantas, fueron mapeados por Hobbs (op. cit.) como parte de un grupo volcánico joven de edad miocena. El estudio de las plantas dado por Orlando (1967, 1968), Lacey y Lucas (1981) y Banerji *et al.* (1987) indican una edad triásica para las capas portadoras de plantas, haciendo insostenible la edad miocena sugerida por Hobbs.

Maderas fósiles en isla Livingston

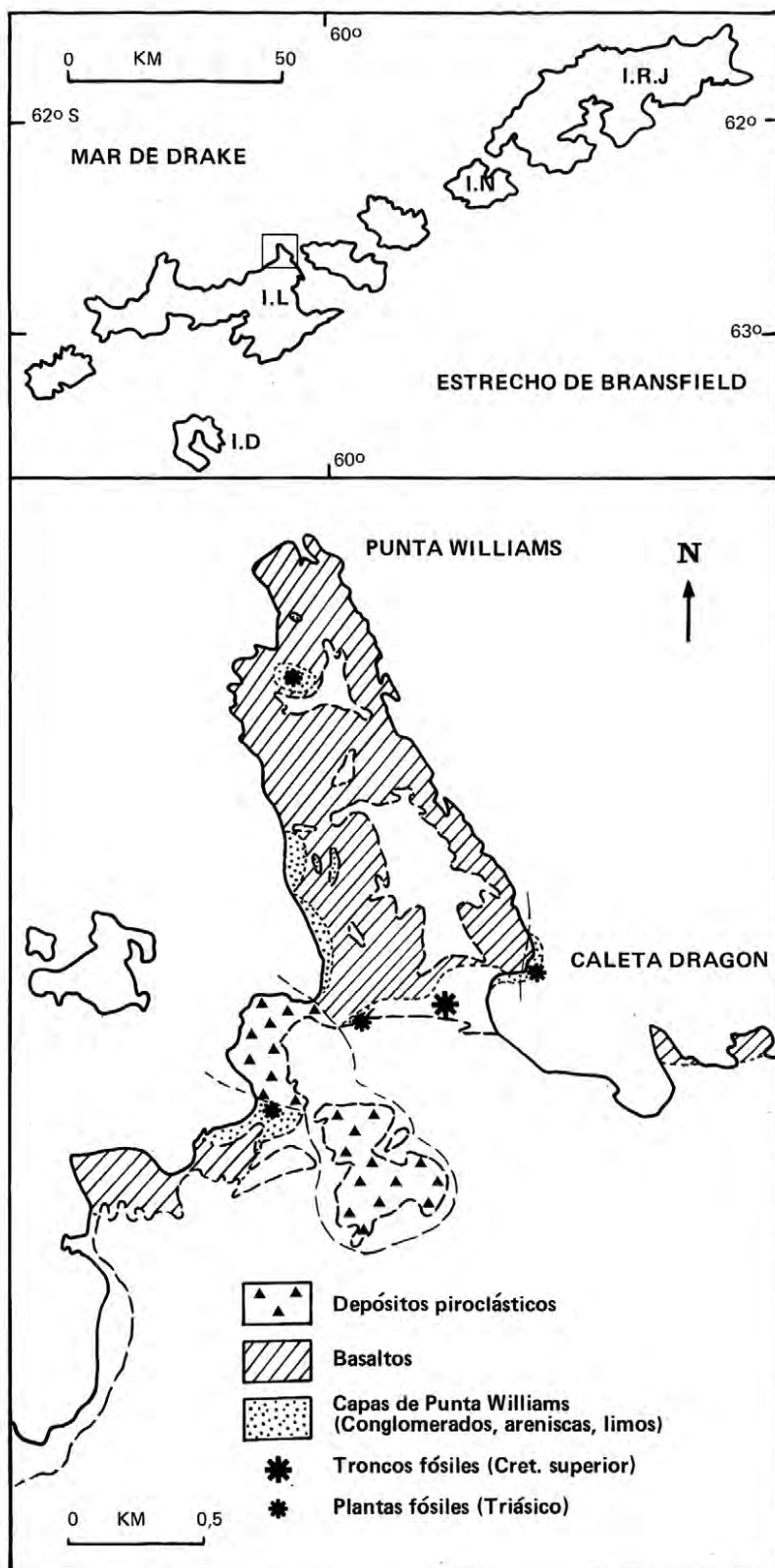


Fig 1. Mapa geológico y de ubicación de punta Williams, en la isla Livingston (adap. de Smellie *et al.*, 1984). IRJ = Isla Rey Jorge; IN = Isla Nelson; IL = Isla Livingston; Id = Isla Decepción.

En esta contribución se proporcionan nuevos antecedentes sobre la tafoflora de punta Williams y se discute la edad de los estratos con maderas fósiles. El hallazgo de hojas de angiospermas impresas en los limos de color negro azulado, que se encuentran a 300 metros del Sayer Nunatak, la presencia de numerosos fragmentos de troncos, entre los cuales se encuentran también angiospermas, indican una edad incompatible con la edad triásica.

Consecuentes con el valor estratigráfico que representa el hallazgo de Angiospermas, en los estratos de punta Williams, se adjunta un perfil geológico preliminar, realizado en terreno por el geólogo Sr. Raúl Guerra, indicando la ubicación y litología de las capas en donde fueron encontrados los fósiles (Figura 2). Los antecedentes geológicos consultados, más las comunicaciones epistolares con el Dr. J. L. Smellie, del British Antarctic Survey, nos permiten agregar que los problemas estratigráficos de este sector de la isla Livingston no han sido completamente resueltos; de allí nuestro creciente interés por el estudio de la flora fósil de esa, como así también de otras localidades de las islas Shetland del Sur y de la península Antártica.

MATERIALES Y METODOS

El material estudiado proviene de los estratos que afloran en la punta Williams. El acceso al lugar es dificultoso por los acantilados de más de 20 metros de altura que rodean la playa del costado oeste. Para llegar hasta el lugar, se desembarcó en un bote Zodiac, desde el B/I "Capitán Alcázar", ingresando por la playa de la caleta Dragón. Este acceso también es dificultoso por la poca profundidad del mar, el fondo rocoso y las corrientes de régimen discontinuo que se forman antes de ingresar a dicha caleta.

En el punto indicado en la Figura 1, se encuentran troncos fósiles de diferentes formas y tamaños. Algunos presentan gran diámetro (60 cm) y otros están muy fragmentados. Se les localiza principalmente en el curso de agua, producto de los deshielos, que desemboca en la playa de la caleta Dragón.

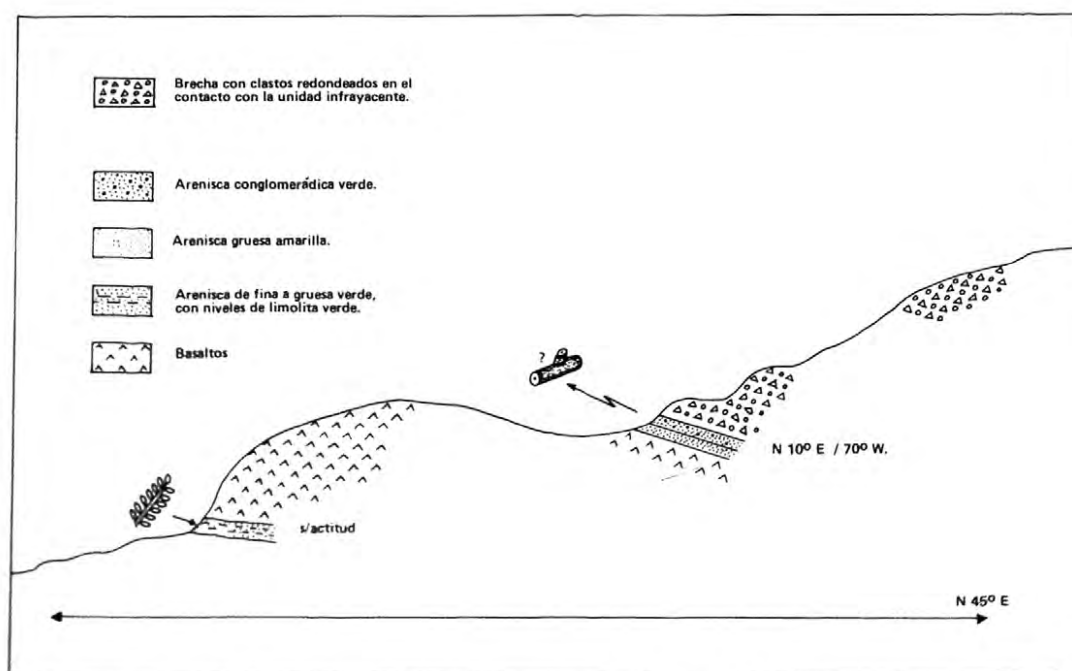


Fig 2. Perfil preliminar de terreno, señalando la ubicación de las secuencias con fósiles.

Las muestras colectadas corresponden a 50 fragmentos de troncos fósiles, de tamaños variables, desde 4 a 50 cm de alto. En terreno fueron seleccionados mediante un microscopio Tasco de bolsillo, eligiendo los fragmentos que presentaban estructuras celulares, visibles con 30X de aumento. Esta metodología permitió que el 80% de las muestras recolectadas pudieran ser analizadas.

Para el estudio microscópico de las maderas fósiles se elaboraron, para cada muestra, tres secciones transparentes de 40 μm de espesor, en los planos transversal, radial y tangencial. Se utilizó el sistema tradicional de corte con sierra diamantada y desgaste progresivo con abrasivos. Las preparaciones fueron nominadas con las siglas PW-A, seguidas de un número que significa punta Williams, Antártica; el número corresponde al otorgado en terreno.

Los holotipos y paratipos serán depositados en la colección Paleoxilológica T. Torres, del Instituto Antártico Chileno.

DESCRIPCIONES Y SISTEMÁTICA

Gimnospermas

Orden : Coniferales

Familia : Araucariaceae

Organo-género: *Araucarioxylon* Kraus

Araucarioxylon floresii n. sp.

Lámina I., figs. 1 a 8.

Diagnósis

Xilema secundario de Gimnosperma del orden Coniferales. Estructura homoxílica sin canales resiníferos y anillos anuales poco diferenciados. Traqueidas irregulares de 18 a 60 μm , con 400 a 500 traqueidas por milímetro cuadrado. Puntuaciones radiales areoladas araucarioides, uniseriadas y biseriadas alternas. Radios leñosos uniseriados con 2 a 15 células de altura, siendo común los radios con 4 a 7 células de alto. La densidad es de 4 a 6 radios por milímetro. En las células se observan contenidos resinosos. Los campos de cruce tienen 1 a 4 puntuaciones cupresoides de 10 a 15 μm de diámetro tangencial. Las paredes horizontales y verticales de los campos son lisas. Las traqueidas resinosas son abundantes. Se observan células parenquimáticas y traqueidas septadas.

Epíteto específico: La especie está dedicada al señor Luis Flores, funcionario del Instituto Antártico Chileno, sensiblemente fallecido en la Antártica en el verano de 1988.

Descripción microscópica

Xilema secundario de Gimnosperma del orden Coniferales. Estructura homoxílica, sin canales resiníferos. Anillos de crecimiento poco visibles, denotados por un aplastamiento de 3 a 4 corridas de células, en la dirección radial. Macroscópicamente se observan falsos anillos debidos a una compresión de la madera.

Traqueidas: la sección transversal es poligonal, con un diámetro tangencial que va desde 18 a 60 μm . La densidad es de 400 a 500 traqueidas por milímetro cuadrado dispuestas en 2 a 12 filas entre los radios leñosos. Numerosas traqueidas (7 a 10 por milímetro cuadrado) presentan contenidos resinosos en el lumen. Las puntuaciones de la pared radial son araucarioides uniseriadas (33%) y biseriadas (17%) en disposición alterna. Un alto porcentaje de traqueidas no presenta puntuaciones radiales. El diámetro tangencial de las puntuaciones varía de 12 a 21 μm y no cubren completamente la pared de la traqueida. Ocasionalmente se observan algunas puntuaciones aisladas en los extremos de las traqueidas. La abertura interior es circular o

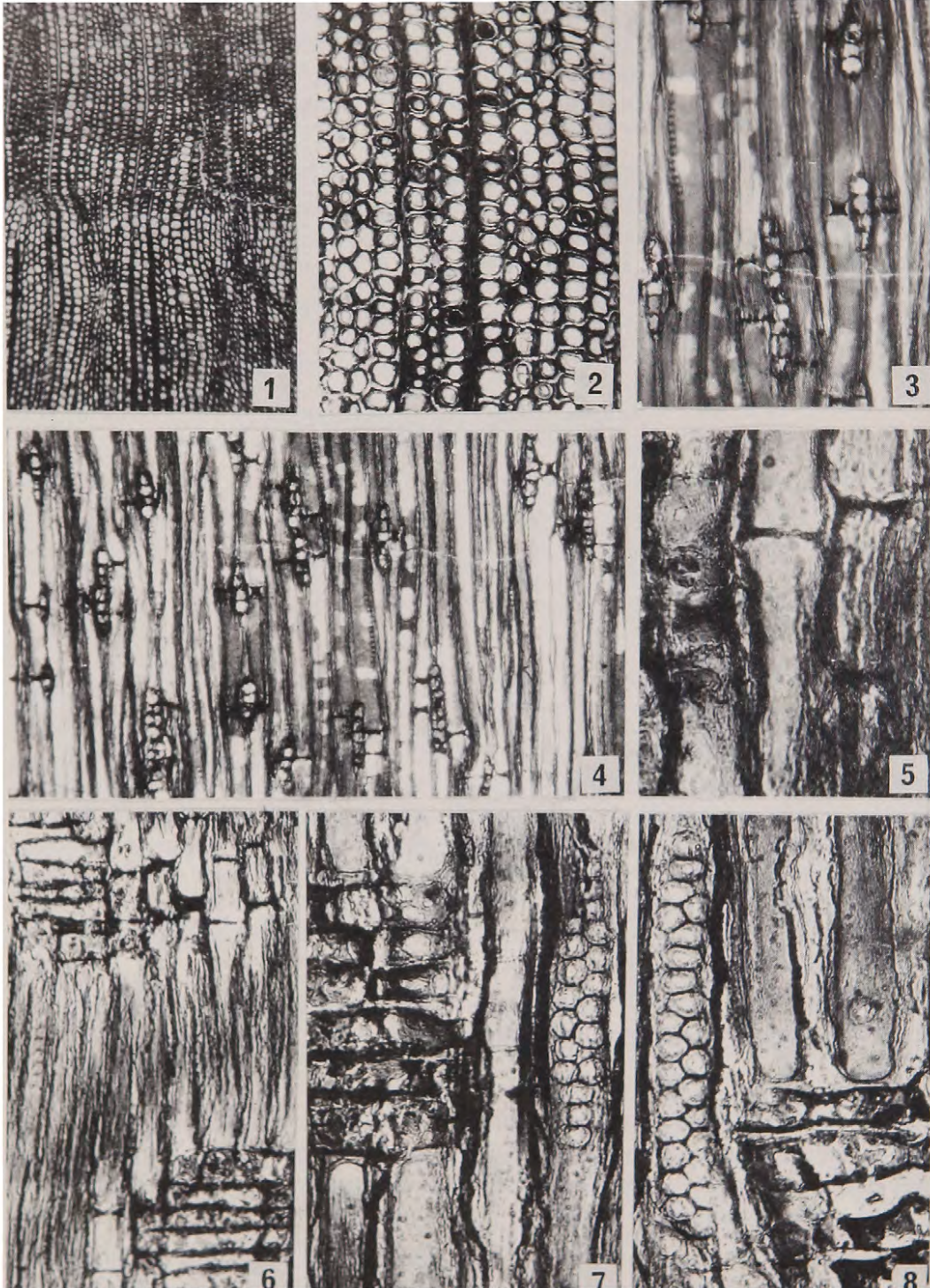


Lámina I. *Araucarioxylon floresii* n. sp. 1-2. Secciones transversales. Anillos anuales poco visibles, traqueidas de contornos irregulares y lumen redondeado, algunas con contenidos resinosos en el lumen. X 25 y X 100, respectivamente. 3-4 Secciones tangenciales. Radios leñosos uniseriados, homogéneos bajos con abundante resina que escurre de las células de los radios y septa las traqueidas. X 220 y X 150, respectivamente. 5-6. Secciones radiales. Parénquima axial, traqueidas septadas y traqueidas resinosas. X 400 y X 220, respectivamente. 7-8. Secciones radiales. Puntuaciones areoladas biseriadas alternas. Campo de cruce con puntuaciones cupresoides, con la pared secundaria destruida. Las células de los radios presentan abundantes contenidos resinosos en el lumen. X 350 y X 350, respectivamente.

elíptica. El coeficiente de deformación de las puntuaciones varia de 0,6 a 0,9. Las paredes tangenciales no presentan puntuaciones.

Radios leñosos: homogéneos uniseriados. Altura variable entre 2 y 12 células, siendo más frecuentes los radios con 4 a 7 células. La densidad es de 15 a 20 radios por milímetro cuadrado con 4 a 6 por milímetro. El diámetro de las células varía entre 21 y 45 μm , con un promedio de 36 μm . En el lumen de las células se observa abundante resina.

Campo de cruce: con 1 a 4 puntuaciones cupresoides de 10 a 15 μm de diámetro (Cuadro 1). El abundante contenido resinoso dificulta la observación, pero se puede indicar que las paredes horizontales y verticales son lisas.

Traqueidas resinosas abundantes. Fibras septadas y parénquima axial notables. La resina suele también septar las traqueidas, principalmente a la altura de los radios leñosos.

Cuadro 1
RESUMEN DE LOS DATOS BIOMETRICOS DE
Araucarioxylon Floresii N. SP.

<i>Traqueidas:</i>	
Nº por mm ²	400 a 500
Diám. tangencial	18 a 60 μm
Espesor de la pared	5 a 8 μm X :6 μm
Diám. puntuación	12 a 21 μm
Coef. de deformación	0,6 a 0,9
<i>Radios leñosos:</i>	
Altura: Nº de células	2 a 15 (4 a 7 común)
Ancho en μm	21 a 45 X :36 X μm
Nº por mm	4 a 6
Nº por mm ²	15 a 20 X :18
<i>Campo de cruce:</i>	
Puntuaciones por campo	1 a 4
Diám. tangencial	10 a 15 μm

Holotipo: PW-A- 6A-6B-6C. Tres preparaciones microscópicas de la colección Paleoxilológica del Instituto Antártico Chileno.

Ubicación geográfica: Punta Williams, isla Livingston, Antártica. Ubicación estratigráfica: Probablemente de las areniscas conglomerádicas que afloran frente a la caleta Dragón.

Edad: Probablemente Cretácico Superior.

Afinidades

La madera fósil denominada *Araucarioxylon floresii* n. sp. pertenece a la familia de las Araucariáceas y tiene relación con las especies actuales que presentan traqueidas con 1 a 2 series de puntuaciones alternas, traqueidas con resina, traqueidas septadas, radios leñosos uniseriados y algunas células de parénquima axial. Estos caracteres se encuentran tanto en el género *Araucaria* como en el género *Agathis*; pero este último es el que presenta comúnmente traqueidas

resinosas y células de parénquima axial; en cambio, en el género *Araucaria* estos caracteres son menos frecuentes. De manera que se puede postular que *Araucarioxylon floresii* es ciertamente una madera relacionada con las Araucariáceas y probablemente podría tener alguna relación con especies del género *Agathis*.

En relación con maderas fósiles del órgano-genero *Araucarioxylon* Kraus, éstas son numerosas, con una distribución cosmopolita y un rango cronoestratigráfico que va desde el Carbonífero al Terciario. En la comparación se consideraron las especies Cretácicas y Terciarias descritas para el Hemisferio Sur, en particular maderas fósiles de Chile y Antártica, que tenemos el material para comparar y tomando en cuenta las posibles relaciones biogeográficas, que se pudieran establecer. Se señala que existen otras maderas fósiles, afines a las Araucariáceas, con traqueidas resinosas y traqueidas septadas, encontradas en el Sahara, *Araucarioxylon septatum* Boureau (1951), de edad desconocida; en la India, *Dadoxylon (Araucarioxylon) agathioides* Krausel y Jain (1963) y *Araucarioxylon amraparense* Sah y Jain, ambas de edad Jurásica.

Las primeras observaciones de la madera fósil denominada *Araucarioxylon floresii*, hacían pensar que la madera correspondía a la especie *Araucarioxylon pseudoparenchymatosum* Gothan (1908) de edad Terciaria, encontrada en la isla Seymour y en otras regiones de Chile. La observación y comparación microscópica de ambos materiales, permitió encontrar diferencias entre las dos formas fósiles, principalmente en la presencia de células parenquimáticas en *Araucarioxylon floresii*, que no se observan en *Araucarioxylon pseudoparenchymatosum*, que posee, por el contrario, numerosas células rellenas con resinas. Las comparaciones con las especies semejantes del Hemisferio Sur, se consignan en los Cuadros 2 y 3, pudiendo apreciar que existen diferencias específicas que justifican la proposición de una nueva forma fósil para el órgano-género *Araucarioxylon*.

Orden : Coniferales
 Familia : Podocarpaceae
 Órgano-género: *Podocarpoxyton* Gothan

Podocarpoxyton sp.

Lámina II, figs. 1-8

Descripción microscópica del material

Xilema secundario de gimnosperma, del orden Coniferales. El tejido celular es homoxílico, sin canales secretores.

Anillos anuales: poco visibles, denotados por una disminución del diámetro de las traqueidas, las que se presentan en corridas de 3 ó 4 células aplastadas en la dirección radial.

Traqueidas: la sección transversal es irregular tanto en forma como en tamaño. El diámetro tangencial varía de 24 a 66 μm , con gruesas paredes de 6 a 10 μm de espesor. La densidad es de 600 a 800 traqueidas por milímetro cuadrado, dispuestas en filas de 2 a 13 traqueidas entre 2 radios leñosos. Las paredes radiales presentan puntuaciones areoladas del tipo mixto. Araucarioides uniseriadas (31%), espaciadas (13%). En algunas traqueidas se observan muy ocasionalmente algunas puntuaciones biseriadas, en disposición opuesta, o en sectores, alternas. El 54% de las traqueidas no presenta puntuaciones. Las puntuaciones no cubren completamente la pared de la traqueida. El diámetro tangencial varía entre 21 y 24 μm , con un coeficiente de deformación variable entre 0.7 y 0.9 μm . La abertura central de la puntuación tiene un diámetro entre 6 y 9 μm , presentándose incluida en forma de X, en algunos sectores. Las paredes tangenciales no presentan puntuaciones.

Cuadro 2

MADERAS FOSILES DEL GENERO *Araucarioxylon* Kraus, CONSIDERADAS EN LA COMPARACION.

Especie	Autor	Año	Edad	Localidad
1. <i>A. pseudoparenchymatosum</i>	Gothan	1908	Terciario	I. Seymour-Antártica.
2. <i>A. kerguelense</i>	Edwards	1921	Terciario	I. Kerguelen-Antártica.
3. <i>A. arayaii</i>	Torres. <i>et. al.</i>	1982	Cret. Sup.	I. Livingston-Antártica.
4. <i>A. kellerense</i>	Lucas & Lacey	1981	Terciario	I. Rey Jorge-Antártica.
5. <i>A. sp. 1</i>	Torres & Lemoigne	1988	Terciario	I. Rey Jorge-Antártica.
6. <i>A. sp. 2</i>	Torres & Lemoigne	1988	Terciario	I. Rey Jorge-Antártica.
7. <i>A. novaezeelandiae</i>	Stopes	1914	Cretácico	Nueva Zelanda.
8. <i>A. resinosum</i>	Torres & Biro	1986	Cret. Sup.	I. Quiriquina-Chile
9. <i>A. pluriresinosum</i>	Torres & Biro	1986	Cret. Sup.	I. Quiriquina-Chile
10. <i>A. doeringii</i>	Conwentz	1885	Terciario	Río Negro-Argentina.
11. <i>A. pichasquensis</i>	Torres & Rallo	1982	Cret. Sup.	Pichasca-Norte de Chile.

La especie *Araucarioxylon pseudoparenchymatosum* Gothan ha sido encontrada en varias localidades de Chile, y ha sido sinonimizada con la especie *Araucarioxylon kerguelense*, Florín (1940).

Cuadro 3

COMPARACION DE *Araucarioxylon floresii* N. SP. Y OTRAS ESPECIES AFINES DEL MISMO GENERO

Características	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	<i>A. floresii</i> n. sp.
Anillos anuales	Visibles	Visibles	Poco visible	Visibles	Visibles	Visibles	Visibles	Visibles	Visibles	Visibles	Poco visibles	Poco visibles
traq./mm ²	650 a 700	s/i	450 a 500	s/i	500 a 600	800 a 900	s/i	800 a 1000	400 a 600	s/i	1300	400 a 500
Diam. tang.	15 a 64	s/i	30 a 50	22 a 45	20 a 56	21 a 56	25 a 36	20 a 36	30 a 60	51,8	13 a 30	18 a 60
	μm		μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm		μm
Punt. Radial.	1 a 2	1 a 2	1 a 3	1 a 3	1 a 3	1 a 3	1 a 2	1 a 3	1 a 4	1 a 2	1 a 2	1 a 2
Punt. Tang.	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Presentes	Ausentes	Ausentes	Presentes	Ausentes	Present.	Ausent.
Radio: Altura	1 a 12	1 a 11	2 a 20	1 a 11	1 a 22	1 a 25	1 a 7	1 a 40	1 a 25	1 a 40	2 a 26	2 a 15
	(2-7)			(4-5)	(1-10)	(2-10)	(3-4)	(6-12)	(2-10)	(11-20)		(4-7)
Series	1	1	1	1	1	1	1	1(2)	1(2)	1 a 2	1	1
Radio/mm	5 a 7	s/i	4 a 6	s/i	8	8	s/i	7 a 11	5 a 7	s/i	s/i	4 a 6
Ancho en μm	24 a 36	s/i	20 a 24	s/i	22 a 32	30 a 40	s/i	18 a 28	18 a 36	23,5	8 a 18	21 a 45
Punt. camp.cr.	3 a 7	2 a 9	2 a 5	1 a 4	7 a 9	4 a 8	5 a 6	2 a 3	2 a 8	s/i	5 a 10	1 a 4
Traq. resinos.	Presentes	Presentes	Presentes	Ausentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	s/i	Ausentes	Presente
Parénquima	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Presente

Nota: Los números 1 a 11 corresponden a las especies del Cuadro 2. Los números entre paréntesis corresponden a las cifras observadas con mayor frecuencia. La sigla s/i: sin información. Los datos provienen de Torres y Lemoigne (1988), Torres y Biro (1986); Stopes (1914) Sah y Jain (1963).

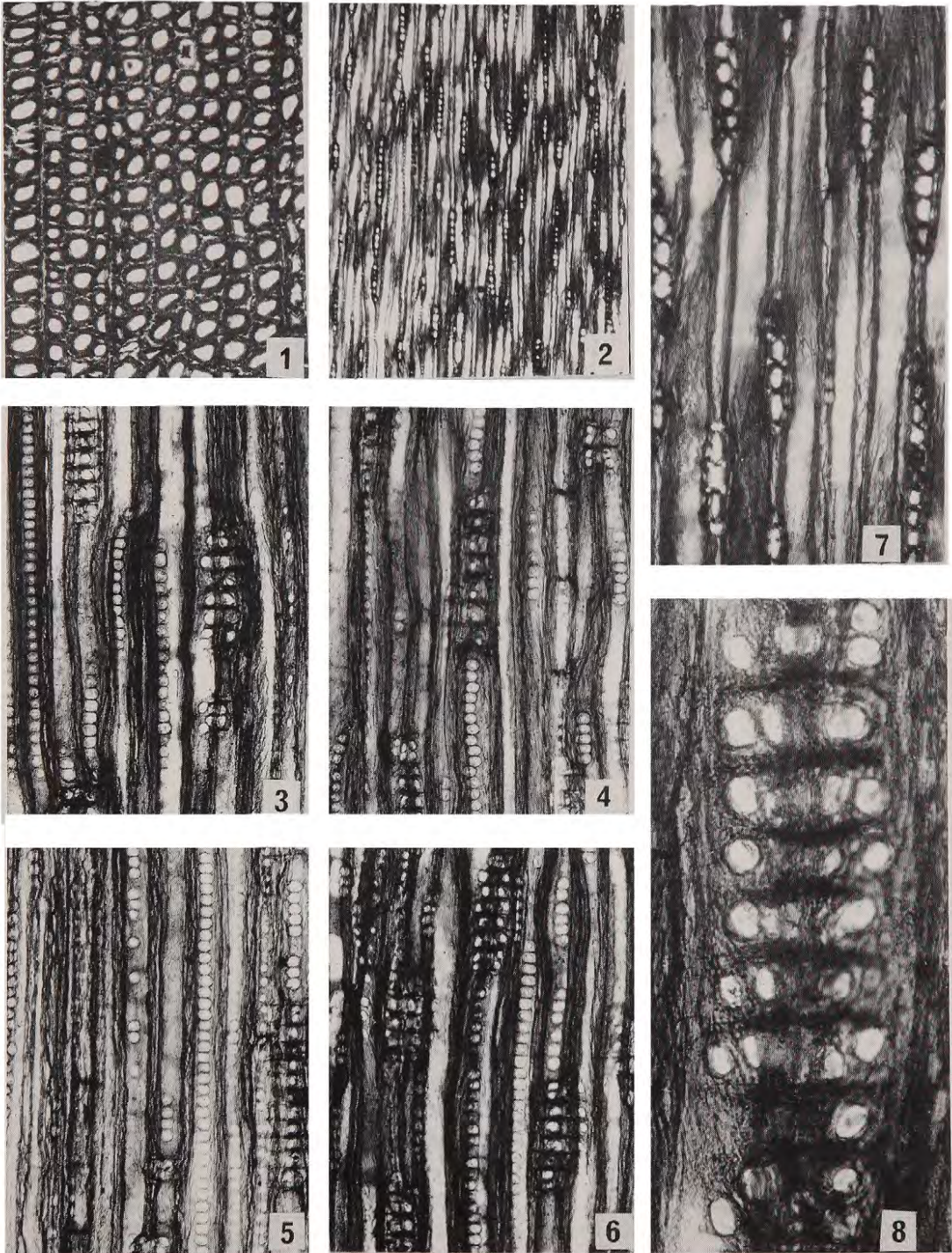


Lámina II *Podocarpoxylon* sp. 1. Sección transversal. Anillos anuales poco visibles, traqueidas irregulares, de forma y tamaño, con contornos irregulares y lumen redondeado. X 100. 2. Sección tangencial. Radios leñosos uniseriados con 1 a 18 células de alto, con una densidad promedio de 25 radios por milímetro cuadrado. X 35. 3-4-5-6. Secciones radiales. Traqueidas con puntuaciones areoladas mixtas, uniseriadas araucarioides y algunas espaciadas. Parénquima axial abundante, contenidos resinosos en las traqueidas. Campos de cruce con puntuaciones taxodioides o una gran oóspora débilmente areolada. Todas X 150. 7. Sección tangencial. Radios leñosos con espacios intercelulares y contenidos resinosos en el lumen de las células. X 220. 8. Campo de cruce con 1 y 2 puntuaciones taxodioides. Paredes horizontales lisas. X 520.

Parénquima axial abundante, en la sección transversal se encuentran de 6 a 8 células rellenas con resina, por milímetro cuadrado, pudiendo ser gran parte de ellas células parenquimáticas.

Radios leñosos homogéneos uniseriados con 1 a 18 células de alto, siendo común los radios leñosos con 1 a 14 células. El ancho varía de 24 a 30 μm . La densidad es de 5 a 6 radios por milímetro tangencial, con un promedio de 25 radios por milímetro cuadrado. Se observan muchos espacios intercelulares entre las células que constituyan los radios leñosos.

Campo de cruce con 1 a 3 puntuaciones del tipo taxodioides, grandes aberturas que podrían tratarse de puntuaciones simples o puntuaciones con la pared secundaria destruida. Los diámetros tangenciales de las puntuaciones varían entre 12 y 18 μm y el diámetro radial, entre 15 y 18 μm (Cuadro 4). Las paredes horizontales y verticales de los campos son lisas.

Cuadro 4

RESUMEN DE LOS DATOS BIOMETRICOS
DE *Podocarpoxylon* SP.

<i>Traqueidas:</i>	
Nº por mm ²	600 a 800
Diám. tangencial	24 a 66 μm
Espesor de la pared	6 a 10 μm
Diám. de la puntuación	21 a 24 μm
Coef. de deformación	0,7 a 0,9
<i>Radios leñosos:</i>	
Altura, Nº de células	1 a 18
Ancho en μm	24 a 30 μm
Nº por mm	5 a 6
Nº por mm ²	18 a 27 X:25
<i>Campo de cruce:</i>	
Puntuaciones por campo	1 a 3
Diám. tangencial	12 a 18 μm
Diám. radial	15 a 18 μm

Holotipo: PW-A- 2A-2B-2C. Tres preparaciones de la colección Paleoxilológica del Instituto Antártico Chileno.

Ubicación geográfica: Punta Williams, isla Livingston; Antártica.

Ubicación estratigráfica: Probablemente de las areniscas conglomerádicas que afloran frente a la caleta Dragón.

Edad: Probablemente Cretácico Superior.

Orden : Cicadales
Familia : Bennettitales
Organo-Género: *Sahnioxylon* Bose y Sah. (1954)

Sahnioxylon antarcticum Lemoigne y Torres (1988)

Lámina III, figs. 1-8

Descripción microscópica.

Xilema secundario homoxílico, con zonas de crecimiento denotadas por traqueidas de primavera de 40 a 70 μm de diámetro tangencial, por 60 a 110 μm de diámetro radial. Las traqueidas de verano tienen 20 a 60 μm de diámetro tangencial y 20 a 60 μm de diámetro radial. Las paredes radiales de las traqueidas de primavera presentan puntuaciones escalariformes, las que pueden pasar a areoladas circulares, hasta encontrar puntuaciones circulares aisladas en la madera final o de verano. Los radios leñosos son homogéneos, algunos heterogéneos, uniseriados (79%), biseriados y excepcionalmente triseriados (21%). Las puntuaciones de los campos de cruce son areoladas, 1 a 2 en la madera final y numerosas en la madera de primavera. El parénquima vertical es abundante, con glóbulos resinosos en el lumen.

Holotipo: PW-A 3A-3B-3C. Tres preparaciones de la colección Paleoxilológica del Instituto Antártico Chileno.

Paratipos: PW-A.8; PW-A.7.

Ubicación geográfica: Punta Williams, Isla Livingston, Antártica

Ubicación estratigráfica: Probablemente de las areniscas conglomerádicas que afloran frente a la caleta Dragón.

Edad: Cretácico Superior.

Afinidades

La estructura anatómica homoxílica, las traqueidas con puntuaciones radiales escaleriformes, las particulares zonas de crecimiento anual, los radios leñosos preferentemente homogéneos permitieron determinar la madera fósil encontrada en punta Williams como *Sahnioxylon antarcticum* Lemoigne et Torres y proponer que los restos fósiles podrían corresponder a una especie caducifolia perteneciente a la Bennettitales. Este grupo de vegetales es conocido solamente al estado de fósiles y se supone que habrían desaparecido a fines del Cretácico.

La primera forma fósil conocida, con este tipo de estructura anatómica, es *Homoxylon rajmalense* Sahni (1932), especie proveniente del Jurásico de la India. Posteriormente, el género fue cambiado al órgano-género *Sahnioxylon*, con la creación de *Sahnioxylon andrewsii* Bose y Sah (1954), especie del Jurásico de la India. Otras especies descubiertas en el Triásico de Nueva Caledonia son *Sahnioxylon aviasii*, *Sahnioxylon neocaledonicum*, Boureau (1954); y *Sahnioxylon boureaui* y *Sahnioxylon diphtericum* Salard (1968).

Los antecedentes bibliográficos consultados indican que existen otras maderas fósiles, con estructuras anatómicas vecinas a *Sahnioxylon antarcticum*, que han sido descritas bajo los nombres de *Phoroxylon*, *Scalaroxylon*, Boureau et Marguerier (1985), *Tetracentronites japonica* Nishida (1962), del Cretácico del Japón, y *Trochodendron beckii* Scott & Wheeler (1982), del Eoceno de Oregón. Las frecuentes constataciones de maderas fósiles homoxílicas, con puntuaciones escaleriformes en las traqueidas, han perturbado la imaginación en relación con el origen de las Angiospermas dicotiledóneas (Sahni, 1935; Boureau, 1955 y Salard, 1968), sugiriéndose que un grupo de Dicotiledóneas y un grupo de Cicadofitas (Bennettitales) podrían ser derivadas de un ancestro común, que se habría separado y seguido posteriormente una

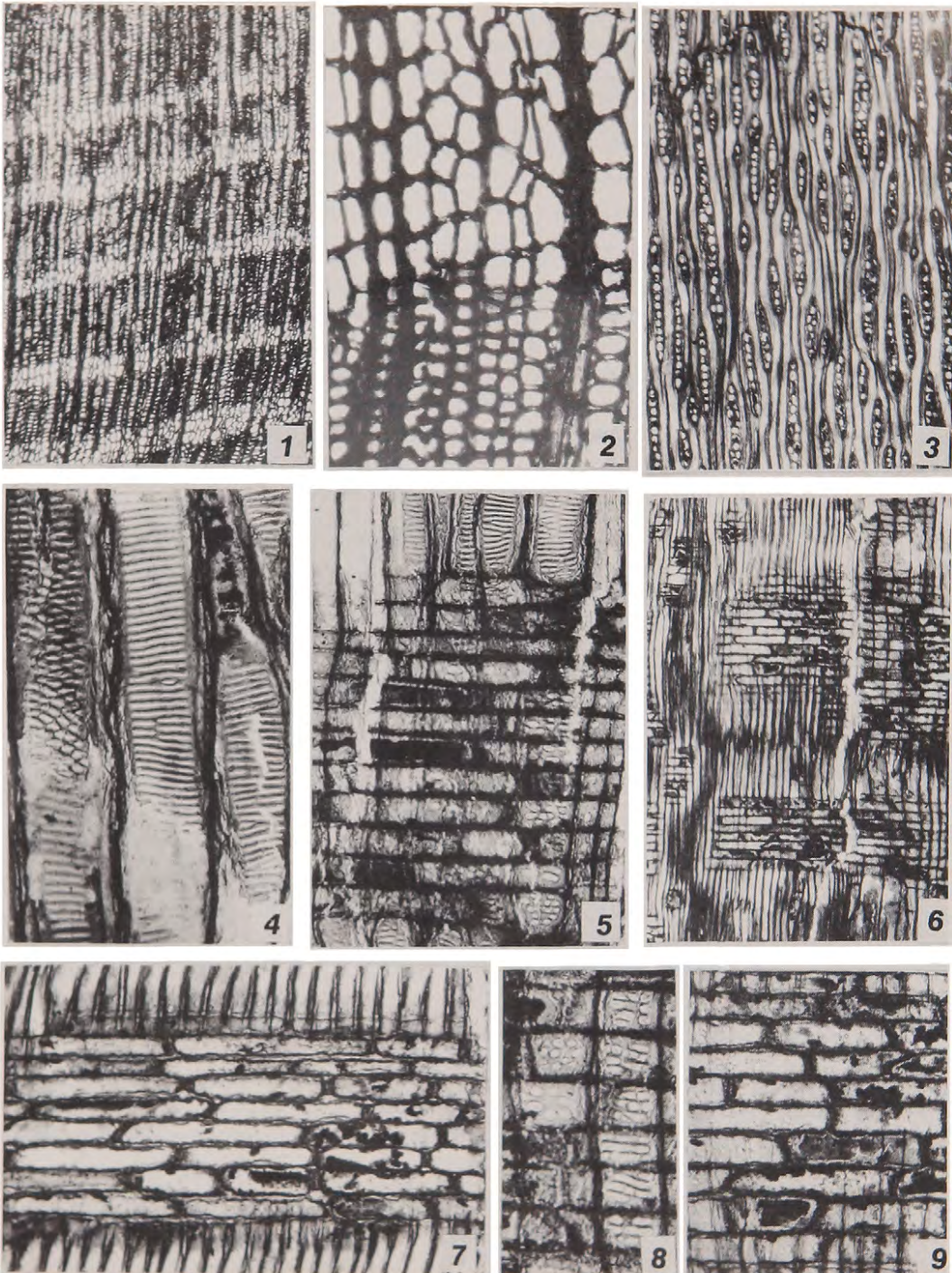


Lámina III *Sahnioxylon antarcticum* Lemoigne y Torres. 1-2. Secciones transversales. Xilema secundario con anillos visibles denotados por una zona clara con grandes traqueidas, de diámetros variables entre 40 y 70 μm y una zona más densa, con traqueidas de diámetros variables entre 20 y 60 μm . X 20 y X 100, respectivamente. 3. Sección tangencial. Rayos leñosos homogéneos con 1 y 2 células de ancho y 1 a 36 células de alto, algunas con contenidos resinosos en el lumen. X 35. 4. Puntuaciones areoladas y escaleriformes en las traqueidas, principalmente en las traqueidas de la madera inicial. Este carácter define la especie. X 200. 5-6. Secciones radiales. Rayos leñosos homogéneos, campos de cruce con puntuaciones redondeadas y alargadas simples y areoladas. X 150 y X 35, respectivamente. 7-9. Rayos leñosos con células rectangulares 3 a 7 veces más largas que anchas. Paredes laterales oblicuas, ligeramente ornamentadas, con restos de resina en el lumen. X 150. 8. Campo de cruce con numerosas puntuaciones areoladas o simples, redondas o alargadas, las que disminuyen en la madera final a 1 ó 2 por campo. X 200.

evolución paralela (Boureau et Marguerier, 1985). En efecto, existen actualmente algunas familias de Angiospermas primitivas que poseen una estructura homoxílica con fibras traqueoidas con puntuaciones radiales escaleriformes. Las familias más similares son las Trochodendraceas y Tetracentraceas (ambas Magnoliales), originarias del Sureste Asiático. Un trabajo de anatomía comparada con estas y otras familias afines (Amborellaceas, Chlorantaceas y Winteraceas) está en curso y se estima que el hallazgo de *Sanhioxylon antarcticum*, en la isla Livingston, viene a confirmar, una vez más, el rol importante que juega la Antártica, como lugar de origen y extinción de taxa.

Angiospermas-Dicotiledóneas.

Dicotyloxylo sp. 1.

Lámina IV, figs 1 y 6.

Descripción microscópica

Xilema secundario de dicotiledónea. Anillos de crecimiento no visibles. Porosidad difusa, con poros solitarios y agrupados de 2 a 8 poros. Los vasos son angostos con placas de perforación escaleriformes, con 8 a 10 barras. Las puntuaciones intervasculares son areoladas alternas, las puntuaciones radiovasculares alargadas. Los radios leñosos son heterogéneos, con 1 a 15 células de ancho y con hasta 6 milímetros de largo; a veces se presentan en radios en agregados. El parénquima es difuso, sin cristales en el lumen. La tilosis es notoria.

Holotipo: PW-A. 5A-5B-5C. Tres preparaciones microscópicas depositadas en la colección Paleoxilológica del Instituto Antártico Chileno.

Ubicación geográfica: Punta Williams, isla Livingston, Antártica.

Ubicación estratigráfica: Probablemente de las areniscas conglomerádicas que afloran frente a la caleta Dragón.

Edad: Cretácico Superior.

Dicotyloxylo sp. 2.

Lámina IV, figs. 2 y 7.

Descripción microscópica.

Xilema secundario de dicotiledónea. Anillos de crecimiento anual no visibles. Porosidad difusa. Poros solitarios y en cadenas radiales de 2 a 9 poros, en menor proporción agrupados en dirección horizontal. Los vasos tienen tilosis en el lumen, los apéndices son agudos. Las placas de perforación son de tres tipos: simples, efedrales y escaleriformes, con pocas barras. Las puntuaciones intervasculares son areoladas, en disposición alterna, intermedia y escaleriforme. Las puntuaciones radiovasculares son redondeadas y alargadas. Los radios leñosos son heterogéneos con 1 a 3 células de ancho. El parénquima es difuso.

Holotipo: PW-A. 9A-9B-9C. Tres preparaciones microscópicas depositadas en la colección Paleoxilológica del Instituto Antártico Chileno.

Paratipos: PW-A. 31; PW-A 41; PW-13.

Ubicación geográfica: Punta Williams, isla Livingston, Antártica.

Ubicación estratigráfica: Probablemente de las areniscas conglomerádicas que afloran frente a la caleta Dragón.

Edad: Cretácico Superior.

Dicotyloxylo sp. 3

Lámina IV, figs. 3,5,8 y 9.

Descripción microscópica.

Xilema secundario de dicotiledónea. Anillos de crecimiento anual no visibles. Porosidad difusa, poros solitarios, algunos en cadenas de 2 a 3 poros. Los poros tienen apéndices agudos,

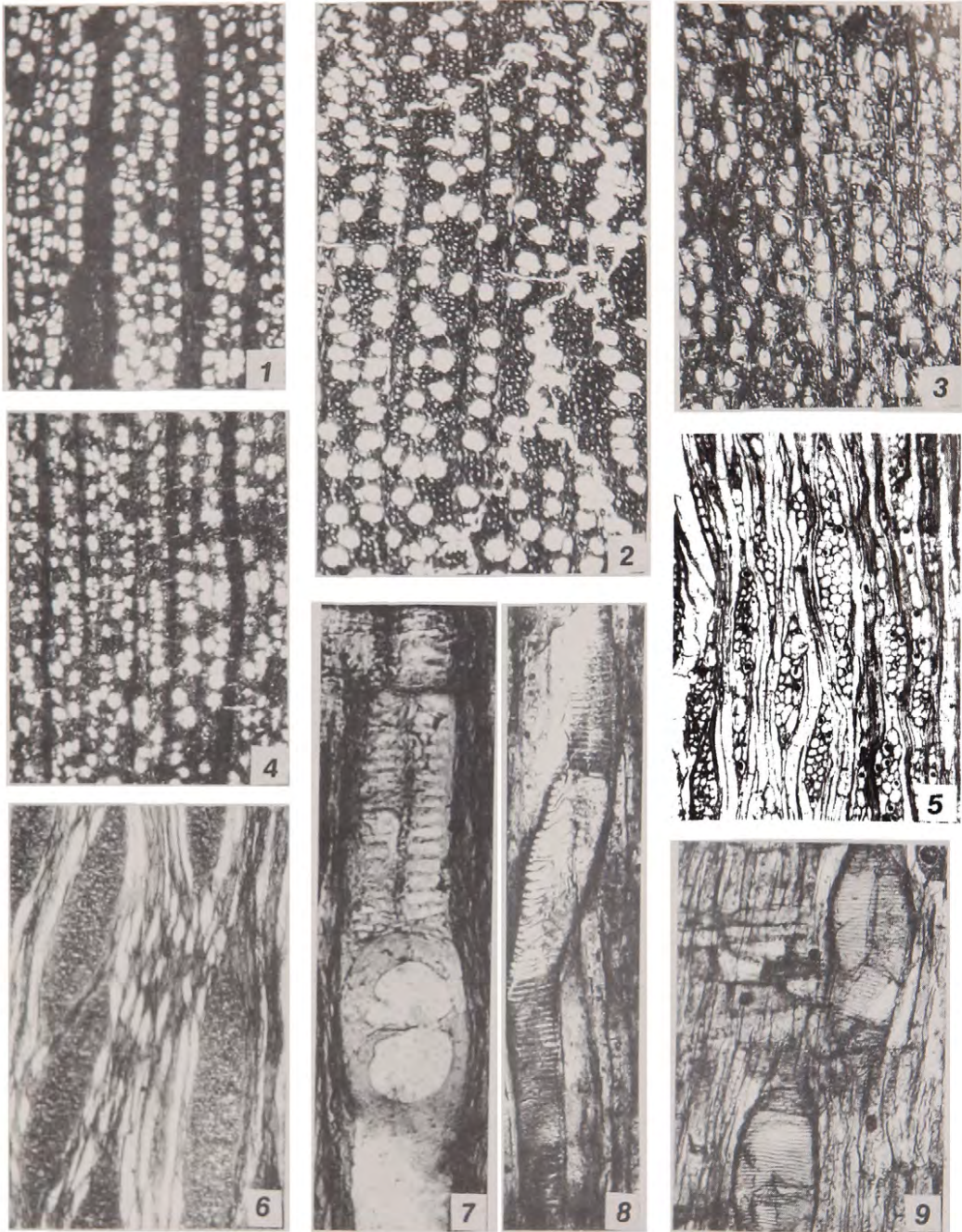


Lámina IV. *Dicotyloxyton* sp. 1. 1 Sección transversal. Anillos de crecimiento anual no visibles. Porosidad difusa. Poros solitarios y en cadenas. Radios leñosos multiseriados, notablemente anchos. X 20. 6 Sección tangencial. Radios leñosos heterogéneos y homogéneos, multiseriados con hasta 15 células de ancho y hasta 6 milímetros de largo. X 35. *Dicotyloxyton* sp. 2. 2 Sección transversal. Anillos de crecimiento anual no visibles. Porosidad difusa. Poros solitarios y en cadenas. Radios leñosos heterogéneos con 1 a 3 células de ancho. X 30. 7 Vaso con placa de perforación efedroide y puntuaciones radiovasculares alargadas. X 150. *Dicotyloxyton* sp. 3. 3 Sección transversal con anillos de crecimiento anual no visibles. Porosidad difusa con poros preferentemente solitarios. Radios leñosos de 1 a 4 células de ancho. X 30. 5 Sección tangencial. Radios leñosos heterogéneos con 1 a 4 células de ancho con células anormales y contenidos resinosos en el lumen. X 50. 8 Elemento conductor con perforación lateral escaleriforme y puntuaciones intervascuales escaleriformes. X 150. 9 Sección radial. Placas de perforación escaleriforme, con numerosas barras. X 100. *Dicotyloxyton* sp. 4. 4 Sección transversal. Anillos de crecimiento anual no visibles. Porosidad difusa. Poros solitarios y en cadenas radiales. Radios leñosos multiseriados con 1 a 7 células de ancho. X 20.

abundante tilosis. Las placas de perforación son escaleriformes, con numerosas barras. Las puntuaciones intervasculares son escaleriformes, a veces areoladas e intermedias. Las puntuaciones radiovasculares son alargadas. Los radios leñosos son heterogéneos, con 1 a 4 células de ancho; con abundantes contenidos resinosos en el lumen. El parénquima es difuso, sin cristales en el lumen. Se observan numerosas fibrotraqueidas y fibras septadas.

Holotipos: PW-A. 40A-40B-40C. Tres preparaciones microscópicas, depositadas en la colección Paleoxilológica del Instituto Antártico Chileno.

Paratipos: PW-A 49; PW-A 12; PW-A 10.

Ubicación geográfica: Punta Williams; isla Livingston; Antártica.

Ubicación estratigráfica: probablemente de las areniscas conglomerádicas que afloran frente a la caleta Dragón.

Edad: Cretácico Superior.

Dicotyloxylo sp. 4

Lámina IV, fig. 4.

Descripción microscópica.

Xilema secundario de dicotiledónea. Anillos de crecimiento anual no visibles. Porosidad difusa con poros solitarios y agrupados en cadenas radiales de 2 a 5 poros. Los vasos tienen poca tilosis. Las placas de perforación son escaleriformes, las puntuaciones intervasculares son areoladas, las radiovasculares alargadas. Los radios leñosos son heterogéneos con 1 a 7 células de ancho, con hasta 4 milímetros de largo. El parénquima es difuso sin cristales en el lumen.

Holotipo: PW-A 15A-15B-15C. Tres preparaciones depositadas en la colección Paleoxilológica del Instituto Antártico Chileno.

Ubicación geográfica: Punta Williams, isla Livingston; Antártica.

Ubicación estratigráfica: probablemente de las areniscas conglomerádicas que afloran frente a la caleta Dragón.

Edad: Cretácico Superior.

Afinidades

La determinación de maderas de Angiospermas es un trabajo lento y laborioso que requiere de comparaciones con especies actuales y fósiles, obviamente más numerosas que las especies de Gimnospermas. Se ha considerado de interés entregar descripciones preliminares e ilustraciones de estos fragmentos fósiles, tomando en cuenta la importancia del conjunto florístico encontrado y considerando el valor estratigráfico que representa el hallazgo de Angiospermas en los estratos sedimentarios de punta Williams.

Los fragmentos fósiles fueron clasificados provisoriamente bajo la nominación *Dicotyloxylo* sp. 1, *Dicotyloxylo* sp. 2, *Dicotyloxylo* sp. 3 y *Dicotyloxylo* sp. 4, que corresponden a 4 tipos de maderas diferentes de Dicotiledóneas; las investigaciones en curso permitirán identificar completamente este material, aportando con ello al conocimiento de las Angiospermas en la Antártica.

La especie *Dicotyloxylo* sp. 1 presenta radios leñosos multiseriados, con 1 a 15 células de ancho, a veces en agregados y perforaciones escaleriformes de pocas barras. Estos caracteres se encuentran en el género *Fagus*, de la familia de las Fagáceas, pero existen otras especies fósiles y actuales como las Icacináceas (género *Villaresia*), que también presentan caracteres vecinos.

La especie *Dicotyloxylo* sp. 2 presenta radios leñosos heterogéneos con 1 a 3 células de ancho, perforaciones en los vasos de 3 tipos simples, efedroides y escaleriformes de pocas barras. Como hipótesis de trabajo, suponemos que esta madera estaría relacionada con el género *Myrica*, en el cual se encuentran especies que presentan estos tres tipos de placas de perforación.

La especie *Dicotyloxyton* sp. 3 tiene como característica relevante placas de perforación escaleriforme con numerosas barras. Este carácter primitivo se encuentra en varias familias de las Magnoliales, pero es con la Aextoxicáceas, Cunoniáceas y Monimiáceas con las cuales encontramos más caracteres similares.

La especie *Dicotyloxyton* sp. 4 tiene caracteres similares a la especie sp. 1 pero difiere en los radios leñosos, los cuales tienen hasta 7 células de ancho, carácter que es más concordante con las Icacináceas.

Nuestros esfuerzos están orientados a la clasificación y determinación de este notable conjunto de maderas de Angiospermas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los estudios xilotómicos preliminares del material colectado en punta Williams, permiten señalar que el 80% de las muestras analizadas pueden ser identificadas. Las determinaciones presentadas en este trabajo y las que están en curso, indican que las maderas fósiles corresponden a restos de una comunidad arbórea, constituida por Angiospermas y Gimnospermas. El hallazgo de dicotiledóneas anula la posible relación entre esta paleoflora y las impresiones foliares de edad Triásica, que han sido encontradas en las capas volcano-sedimentarias que afloran en algunos lugares de la punta Williams.

Como resultado de este estudio, se indica que de 50 fragmentos estudiados, el 40% corresponde a maderas de Gimnospermas, determinándose un fragmento de *Araucarioxylon floresii* (Araucariáceas); siete fragmentos de *Podocarpoxyton* sp. (Podocarpáceas); tres fragmentos de *Sahnioxylon antarcticum* (Bennettitales) y nueve fragmentos de otras coníferas que están en estudio. El 60% de las maderas corresponde a Angiospermas dicotiledóneas, entre las cuales se encuentran 15 fragmentos pertenecientes a dos tipos diferentes de estructuras con caracteres anatómicos primitivos: radios leñosos heterogéneos, puntuaciones intervasculares escaleriformes y perforaciones escaleriformes con numerosas barras. Estos caracteres se encuentran en algunas familias consideradas como primitivas.

En relación con la edad del conjunto de maderas encontrado en punta Williams y tomando en consideración exclusivamente los antecedentes inferidos del estudio xilotómico, se propone una edad Cretácica Superior, probablemente Campaniana o Santoniana (o aún más antigua) para las maderas fósiles descritas en este estudio. Las razones en las cuales se basa la inferencia anterior, son las siguientes:

1. Ausencia, a la fecha de este estudio, de maderas fósiles afines al género *Nothofagus*, conocido en la Antártica desde el Maestrichtiano y profusamente señalado en el Terciario, bajo las formas de polen, impresiones foliares y maderas fósiles (Torres y Lemoigne, 1988).
2. Presencia de madera de una presunta Bennettitales, vegetales conocidos solamente como fósiles y desaparecidos a fines del Cretácico.
3. Presencia de coníferas de caracteres diferentes a las encontradas en el Terciario, las cuales son muy similares a las especies actuales.

En relación con las condiciones ambientales, que se pueden inferir de los estudios xilotómicos, se indica que todas las maderas de Angiospermas no presentan anillos anuales de crecimiento, y en las coníferas éstos son apenas visibles. Este antecedente testimonia un ambiente cálido de temperatura uniforme, con estacionalidades no diferenciadas. Estas condiciones paleoecológicas son más concordantes con las condiciones que se supone existieron en el Cretácico, cuando la Antártica y en particular las islas Shetland del Sur, se encontraban en latitudes más ecuatoriales.

Una posibilidad que no ha escapado a nuestra consideración, es suponer que las maderas

fósiles pudieran haber sido retransportadas y provengan de niveles diferentes, pudiendo ser Cretácicas o Jurásicas, las Gimnospermas, y Terciarias las Angiospermas. Esta posibilidad fue tomada en cuenta, pudiendo agregar a este análisis los antecedentes siguientes: todas las maderas estudiadas tienen la misma presentación macroscópica y el mismo tipo de mineralogía. Como se dijo anteriormente, en los afloramientos cercanos se encontraron numerosas impresiones de hojas de Angiospermas de gran tamaño, todas de bordes lisos, supuestamente dicotiledóneas de climas cálidos, probablemente relacionadas y contemporáneas con las maderas fósiles descritas en este estudio.

De los antecedentes expuestos y de la revisión bibliográfica de los datos geológicos entregados por Hobbs (1968) y Smellie *et al.* (1984), se deduce que en punta Williams existirían algunos problemas estratigráficos referidos principalmente a los estratos en los cuales se encuentran restos vegetales. Los resultados de este estudio vienen a agregar nuevos registros de maderas fósiles en la Antártica y sugieren revisar nuevamente los niveles que Hobbs había mapeado como Miocénicos y que posteriormente otros autores, por el estudio de la flora, han señalado como Triásicos; probablemente el primer autor observó restos de Angiospermas, que lo hicieron pensar en una edad más moderna para las capas de punta Williams. Es evidente que existen dos episodios con flora fósil, uno probablemente de edad Triásica, como ha sido señalado en trabajos paleobotánicos anteriores, y una secuencia con troncos de edad, probablemente, del Cretácico Superior.

CONCLUSIONES

En la síntesis final de este estudio cabe destacar los aspectos siguientes.

1. Hallazgos de maderas fósiles de una comunidad arbórea, compuesta por Gimnospermas (Coniferales, Bennettitales), asociadas con cuatro tipos de Angiospermas, dicotiledóneas, de estructuras leñosas poco evolucionadas, evocando la madera de algunas especies actuales de caracteres primitivos.

2. Descripción y proposición de *Araucarioxylon floresii*, n. sp., perteneciente a la familia de las Araucariáceas.

3. Presencia de *Sahnioxylon antarcticum* Lemoigne y Torres, presunta madera de Bennettital, señalada también como una posible Angiosperma primitiva, y encontrada por primera vez en la Antártica.

4. En lo que atañe a la posición cronoestratigráfica del conjunto arbóreo estudiado, la significativa presencia de dicotiledóneas de caracteres anatómicos primitivos, asociadas a las Gimnospermas *Araucarioxylon floresii* n. sp., *Podocarpoxyylon* sp. y *Sahnioxylon antarcticum*, permite inferir una edad Cretácica Superior, probablemente Santoniana-Campaniana, para las maderas fósiles de punta Williams.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento al Instituto Antártico Chileno, por el apoyo brindado a la ejecución de este proyecto, en particular al señor Patricio Eberhard, jefe de la XXIII Expedición Científica a la Antártica, quien dirigió entusiastamente nuestras actividades de terreno. Al Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile, señor Antonio Lizana, por las facilidades brindadas. Al señor Julio Tapia, del Taller de Corte del Depto. de Geología de la Universidad de Chile, por su excelente trabajo en la elaboración de las preparaciones transparentes. A la Dra. Elizabeth Samuel, del Laboratorio de Paleobotánica de la Universidad Claude-Bernard de Lyon, por su colaboración en la confección de las figuras. Al

geólogo Sr. Raúl Guerra, de la Universidad de Chile, por su ayuda en terreno. A la señorita Verónica González, eficiente colaboradora e incomparable compañera de trabajo en la Antártica.

Finalmente los autores agradecen póstumamente al Sr. Luis Flores, funcionario del Instituto Antártico Chileno, sensiblemente fallecido en la Antártica en el verano de 1988: gracias a su experiencia y responsabilidad pudimos coleccionar el material estudiado en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BANERJI, J., Y. LEMOIGNE y T. TORRES., 1987. Significant Additions to the Upper Triassic Flora of Williams Point, Livingston Island, South Shetland Island (Antarctica). Ser. Cient. INACH 36: 33-58.
- BOUREAU, Ed., 1951. Etude Paléoxylologique du Sahara Soudanais: *Dadoxylon* (Araucarioxylon) *septatum* n. sp. Bull. du Mus. Hist. Nat. Paris. Ser 2 (23): 231-237.
- BOUREAU, Ed., 1954. Decouverte du genre *Homoxylon* Sahni, dans les terrains secondaires de la Nouvelle Calédonie. Mem. Mus. Hist. Nat. Paris. Ser. C 3 (2): 129-143.
- BOUREAU, Ed., 1955. Etude Paléoxylologique de la Nouvelle Calédonie. I. Sur un *Homoxylon australe* n. sp., bois fossile du Marais de Mara. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris Ser. 2. 72 (4): 341-346.
- BOUREAU, Ed. y J. MARGUERIER. 1985. L'origine et l'évolution du xyleme chez les tracheophytes. Gior. Bot. Ital. 119 (3-4): 89-149.
- BOSE, M. N. y S. C. D. Sahni, 1954. On *Sahnioxylon rajmahalense*, a new name for *Homoxylon rajmahalense* Sahni, and *Sahnioxylon andrewsii*, a new species of *Sahnioxylon* from Amrapara in the Rajmahal Hills, Bihar, 3: 1-8.
- CONWENTZ, H., 1985. Sobre algunos árboles fósiles del Río Negro. Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba. 7: 475-502.
- EDWARDS, W. N., 1921. Fossil coniferous wood from Kerguelen Island. Ann. Bot. Lond. 35: 609-617.
- FLORIN, R., 1940 The Tertiary fossil conifers of South Chile and their phytogeographical significance. K. Swen. Vetensk. Handl. 3.19 (2): 1-107.
- GOHMAN, W., 1908. Die fossilen Hölzer von der Seymour und Snow Hill. Insel Wiss. Ergebn. Schwed. Sud Polar Exped. 1901-1903; 3 (8): 1-33, 2 tab.
- GREGUS, P., 1955. Identification of living Gymnosperms on the basis of xilotomy. Akademiai Kiado Budapest. p. 1-264. Pl. 1-350.
- HOBBS, G. J., 1968. The geology of the South Shetland; IV The geology of Livingston Island. Br. Antarct. Surv. Sci. Rep. 47: 1-34.
- KRAUSEL, R. y K. P. JAIN. 1963. New fossil coniferous woods from the Rajmahal Hill. Bihar. India. The Palaeobotanist. 12 (1): 59-67.
- LACEY, W. S. R. LUCAS., 1981. The Triassic flora of Livingston Island. South Shetland Island. Br. Antarct. Surv. Bull., London 53: 157-173.
- LEMOIGNE, Y. y T. TORRES, 1988. Paléoxylologie de l'Antarctide: *Sahnioxylon antarcticum* n. sp. et interpretation de la double zonation des cernes des bois secondaires du genre de structure (Parataxon) *Sahnioxylon*. C. R. Acad. Sci. Paris. T. 306. Ser. II: 939-945.
- LUCAS, R. C. y W. S. Lacey. 1981. A permineralized wood flora of probable early Tertiary age from King George Island, South Shetland. Br. Antarct. Surv. Bull. 53: 147-151.
- NISHIDA, M., 1962. On some petrified plants from the Cretaceous of Choshi, Chiba Prefecture, Jap. Jour., Bot. 18 (1): 87-104.
- ORLANDO, H. A., 1967. Primera florula Triásica de la Antártica Occidental. Contribuciones del Inst. Antar. Argen. 118: 1-16.
- ORLANDO, H. A., 1968. A new Triassic flora of Livingston Island, South Shetland Island. Br. Antarct. Surv. Bull., London, 16. 1-13.

- SAH, S. C. D. y K. P. JAIN, 1963. Some fossil woods from the Jurassic of Rajmahal Hills, Bihar, India. The Palaeobotanist. 12 (2): 169-180.
- SAHNI, B., 1932. *Homoxylon rajmahalense*, gen. et sp. nov., a fossil angiospermous wood, devoid of vessel, from the Rajmahal Hills. Behar. Mem. Geol. Sur Ind. N. S., 20 (2): 1-19.
- SAHNI, B., 1935. *Homoxylon* and related woods and the origin of Angiosperms. Proc. 6th. Int. Bot. Cong. Amsterdam, 2: 248-249. 1935.
- SALARD, M. 1968. Contribution a la connaissance de la flora fossile de la Nouvelle Calédonie. Avec una introduction stratigraphique de JACQUES AVIAS. Palaeontographica 124: 1-81 Stuttgart. 1968.
- SCOTT, R. A. y E. A. WHEELER, 1982. Fossil woods from the Eocene Clarno formation of Oregon. Jawa Bull., n.s., 3 (3-4): 135-154.
- SMELLIE, J. L., R. J. PANKHURST, M. R. THOMPSON y R. E. S. DAVIES, 1984. The geology of the South Shetland Islands. VI. Stratigraphy, geochemistry and evolution. Br. Antarct. Surv. 87: 15-17.
- STOPES, M. C. 1914. A new *Araucarioxylon* from New Zealand. Ann. Bot. London. 28: 341-350.
- TORRES, T. y M. RALLO, 1981. Anatomía de troncos fósiles del Cretácico Superior de Pichasca. Norte de Chile. Ann. II Cong. Latin. Paleont. Brasil. 1: 385-398.
- TORRES, T., E. VALENZUELA e I. GONZÁLEZ, 1982. Paleoxilología de Península Byers isla Livingston, Antártica. Actas III Cong. Geól. Chileno. T. 2: A321-A342.
- TORRES, T., 1984. *Nothofagoxylon antarcticus*. n. sp., madera fósil del Terciario de la isla Rey Jorge, islas Shetland del Sur. Antártica. Ser. Cient. INACH. 31: 19-52.
- TORRES, T., A. ROMÁN., C. RIVERA y A. DEZA, 1984. Anatomía, mineralogía y termoluminiscencia de madera fósil del Terciario de la Isla Rey Jorge, islas Shetland del Sur. Mem. II Cong. Latinoam. de Paleont. Brasil. 2: 566-574.
- TORRES, T., 1985. Plantas fósiles de la Antártica. Bol. Antárt. Chileno. 5:17-32.
- TORRES, T y L. BIRO, 1986. Xilatomía de coníferas fósiles de la Isla Quiriquina. Chile. Comunicaciones 37: 65-80.
- TORRES, T e Y. LEMOIGNE, 1988. Maderas fósiles terciarias de la Formación Caleta Arctowsky, isla Rey Jorge, Antártica. Ser. Cient. INACH 37: 69-107.
- TRONCOSO, A., 1986. Nuevas órgano-especies en la tafloflora terciaria inferior de Península Fildes, isla Rey Jorge, Antártica. Ser. Cient. INACH. 34: 23-46.

Recibido: 06.09.88. Aprobado: 03.01.89