

Maderas e impresiones foliares de *Nothofagus* Bl. en el Eoceno-Oligoceno temprano de Sierra Baguales, Última Esperanza, Patagonia, Chile

Torres, T.,¹ Contreras, N.,² Llanos, A.,³ Cisternas, M.³

¹ Departamento de Producción Agrícola, Laboratorio de Paleobotánica, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
² Departamento de Ingeniería de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
³ Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

INTRODUCCIÓN

El género *Nothofagus* Blume, señalado como clave en la evolución y biogeografía de la biota de Hemisferio Sur, tiene un amplio registro fósil en Chile y Argentina extendiéndose hasta el continente antártico.

La distribución actual de las 35 especies del género *Nothofagus* Blume en el sur de Australia, Nueva Zelanda, Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Papúa, Tasmania y en Austrosudamérica (Argentina y Chile), no es sorprendente cuando se observa la distribución temporal y espacial de registros del género en el pasado. (Fig. 1). En Chile este género se encuentra representado por 11 especies, algunas consideradas relictos y en peligro de extinción, como es el caso de *N. alessandri* Espinosa, actualmente restringida a la región costera del Maule (7ª Región) y que en el Paleógeno tenía una amplia distribución, encontrándose restos fósiles desde la isla Rey Jorge, Antártica hasta los 33°LS en Chile [12].



Fig. 1. Registros del género *Nothofagus*: Santoniaco-Campaniano: Sur de Australia; Campaniano: Antártica occidental, islas J. Roos y Vega; Maestrichtiano: Antártica, isla Rey Jorge, Australia y Sudamérica; Terciario: Antártica hasta Plioceno en las montañas transantárticas.

En la zona de Patagonia la existencia de macroflora fósil es conocida desde el siglo pasado, y a pesar del buen estado de preservación, los antecedentes y estudios paleobotánicos de la zona son escasos en la zona chilena, no así en la Argentina en que la Paleobotánica esta mas desarrollada. [2][7][8]

El propósito del presente trabajo es dar a conocer nuevos hallazgos de impresiones foliares y leños fósiles relacionados con el género *Nothofagus* y establecer relaciones con macrofloras de otras regiones de interés de Chile, particularmente Patagonia y Antártica. [2].

MATERIALES Y METODOS

El material proviene de la Formación Río Baguales, (50°44'S; 72°26'W), a 120 km de Puerto Natales (Fig. 2), asignada al Eoceno-Oligoceno temprano, en base a fauna, flora fósil y dataciones radiométricas [4], (Fig.2). Para el análisis xilológico se elaboraron cortes petrográficos orientados de 40 fragmentos de maderas y se compararon con especies actuales y fósiles del género *Nothofagus*. Las impresiones foliares estudiadas se seleccionaron entre 459 muestras entre las cuales 93, son afines a *Nothofagus*. Se consideró como criterio el buen estado de preservación, limbo completo, margen, dientes, venas secundarias y terciarias visibles. Para la determinación se utilizaron comparaciones con especies actuales y fósiles. Para la determinación y análisis comparativo se utilizó bibliografía paleobotánica pertinente y material de especies actuales.

El material se encuentra depositado en el Laboratorio de Paleobotánica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, bajo los acrónimos Bg-N°x para las maderas y CBPN°-x (Cerro Baguales Patagonia) para las impresiones foliares.



Fig. 2: 1-2) Mapa e imagen digital de Sierra Baguales 3) leño fósil.

RESULTADOS

MADERAS

El excelente estado de preservación de maderas e impresiones foliares permitió identificar el material y realizar un preciso análisis comparativo con especies actuales que crecen en los bosques del sur de Chile.

GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C
Radios 1 serie (2)	Radios 1-2(3 series)	Radios 1-2(3series)
Parénquima difuso	Parénquima difuso	Parénquima en bandas
Anillos visibles	Anillos visibles	Anillos anuales poco visibles.
POLEN FUSCA	POLEN MENZIESII	POLEN BRASSII
Hojas pequeñas de borde cerrado	Hojas grandes de borde cerrado	Hojas de borde liso
HABITAT: bosques templados sur de Chile y Nueva Zelanda	HABITAT: climas templado y seco con lluvias invernales y sequía estival pronunciada, de Sudamérica	HABITAT: climas húmedos y cálidos de las selvas tropicales montañosas de Nueva Guinea y Nueva Caledonia
<i>N. antarctica</i> cSA	<i>N. alpina</i> sVA	<i>N. aequilateralis</i> sWNC
<i>N. betuloides</i> sVA	<i>N. alessandri</i> cSA	<i>N. codonandra</i> sWNC
<i>N. dombyi</i> sVA	<i>N. glauca</i> cSA	<i>N. balansae</i> sWNC
<i>N. nitida</i> sVA	<i>N. obliqua</i> cSA	<i>N. discoidea</i> sWNC
<i>N. pumilio</i> cSA	<i>N. ob. v. macrocarpa</i> sVA	<i>N. brassii</i> sWNC
<i>N. solandri</i> sWNC	<i>N. leonii</i> sVA	<i>N. perreyi</i> sWNC
<i>N. sol. v. cliff.</i> sWNC	<i>N. moorei</i> sVA	<i>N. starckenborghii</i> sWNC
<i>N. truncata</i> sWNC	<i>N. cunninghamii</i> sVA	<i>N. crenata</i> sWNC
		<i>N. fusca</i> sWNC
		<i>N. carrii</i> sWNC
		<i>N. flaviramea</i> sWNC
		<i>N. psuedoresinosa</i> sWNC
		<i>N. pullei</i> sWNC
		<i>N. resinosa</i> sWNC
		<i>N. rubra</i> sWNC

Tabla 1: Clasificación de *Nothofagus* del mundo actuales en los grupos A, B y C

Se reconocieron cuatro especies del morfo-género *Nothofagoxylon* Gothan, anatómicamente similares con maderas contemporáneas de otras localidades de Patagonia e islas Rey Jorge, Antártica, y con maderas de algunas especies de *Nothofagus* que hoy existen en Chile.

Morfoespecies Identificadas	Afinidad con especies actuales	Registros Patagonia	Registros Antártica
<i>Nothofagoxylon paleoalessandri</i>	<i>N. alessandri</i>	Torres 1990, Torres et al 2008	Torres, 1990
<i>Nothofagoxylon kraueselii</i>	<i>N. nervosa</i>	Bureau y Salard, 1960; Pujana 2009, Terada 2006	Poolo, 2001, 2002
<i>Nothofagoxylon ruelii</i>	<i>N. cliffortioides</i>	Salard 1960, Pujana 2009, Terada 2006	Poolo 2001
<i>Nothofagoxylon</i> , sp.	<i>N. antarctica</i>	Trabajo actual	

Tabla 2. Morfoespecies identificadas (maderas), y sus registros anteriores en Patagonia y Antártica.

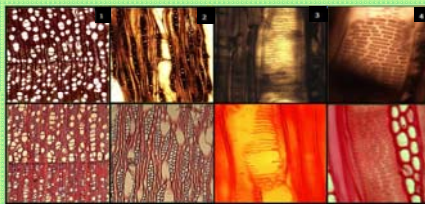


Fig. 3: *Nothofagoxylon paleoalessandri*, afín a *N. alessandri*. 1) sección transversal 2) radios leñosos 3) perforación escalatoriforme 4) puntaduras intervasculares

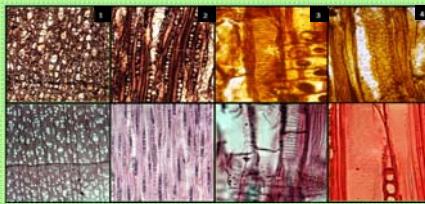


Fig. 4: *Nothofagoxylon ruelii*, afín a *N. antarctica*. 1) corte transversal 2) radios leñosos 3) perforación escalatoriforme 4) puntaduras intervasculares

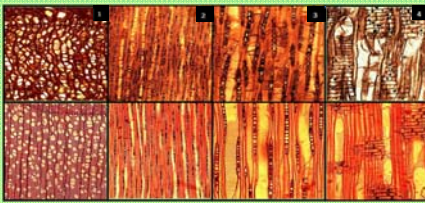


Fig. 5: *Nothofagoxylon* sp., afín a *N. cliffortioides*. 1) corte transversal 2) radios leñosos 3) detalle radios leñosos 4) perforaciones simples

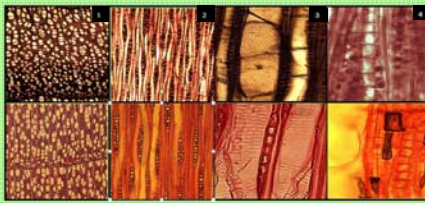


Fig. 6: *N. kraueselii* afín a *N. nervosa*. 1) sección transversal 2) radios leñosos 3) puntaduras intervasculares 4) cristales

Las maderas fósiles identificadas tienen afinidad con cuatro especies actuales señaladas en la Tabla 2. Para ello se realizó un completo análisis de las maderas actuales, que existen actualmente en la Tierra, clasificándolas en 3 grupos, que engloba polen, hojas, características anatómicas del xilema y habitad. Como los órganos fósiles se determinan por comparación con las especies actuales, se puede llegar a encasillar también en estos grupos a las maderas fósiles bien conservadas y establecer tiempo de aparición de las diferentes especies. A la fecha se han descrito unas veinte especies provenientes de Argentina, Chile y Antártica con registros preferentemente en el Paleógeno y en particular en el Eoceno que resulta ser el período mas importante en que se desarrolló el género.

En la Figuras 3, 4, 5 y 6 se resumen con datos e ilustraciones comparativas la maderas fósiles identificadas a la fecha en estableciendo afinidades con las maderas actuales mas afines contribuyendo con ello a la biogeografía e historia de uno de los géneros mas importantes de la biota del hemisferio sur.

IMPRESIONES FOLIARES

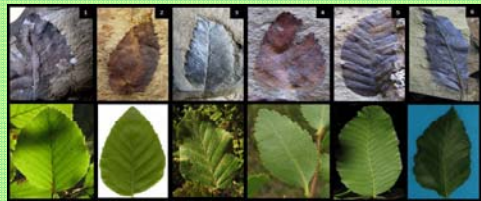


Fig. 7: 1) *N. paleoalessandri*, (CBP-130) afín a *N. alessandri*; 2) *N. subferruginea*, (CBP-111) afín a *N. alessandri*; 3) *N. simplicidens*, (CBP-184) afín a *N. glauca* y *N. leoni*; 4) *N. serrulata* (CBP-13), afín a *N. nitida*; 5) *N. densinervosa*, (CBP-22) afín a *N. alpina*; 6) *N. variabilis*, (CBP-181) afín a *N. obliqua*.

Morfoespecies Identificadas	Afinidad con especies actuales	Registros Patagonia	Registros Antártica
<i>N. paleoalessandri</i>	<i>Nothofagus alessandri</i>	Torres et al 2008	Torres et al 2008
<i>N. subferruginea</i>	<i>Nothofagus alessandri</i>	Dusen 1907; Romero y Dibbern, 1985; Tanaí 1986	Torres, 1990; Troncoso, 1986
<i>N. simplicidens</i>	<i>N. glauca</i> y <i>N. leoni</i>	Romero y Dibbern, 1985
<i>N. serrulata</i>	<i>Nothofagus nitida</i>	Dusen, 1907; Tanaí, 1986; Romero y Dibbern, 1985
<i>N. densinervosa</i>	<i>Nothofagus nervosa</i>	Dusen 1907	Torres, 1990; Troncoso, 1986
<i>N. variabilis</i>	<i>Nothofagus obliqua</i>	Dusen, 1907; Romero y Dibbern, 1985

Tabla 3. Morfoespecies identificadas (impresiones foliares), y sus registros anteriores en Patagonia y Antártica.

La identificación del material permitió determinar que el 70% de las muestras corresponde al género *Nothofagus*. La observación específica de la morfología, en particular de los márgenes dentados, permitió reconocer seis morfoespecies de *Nothofagus* que se pueden observar y comparar en la Fig. 7 y Tabla 3.

CONCLUSIÓN

Se infiere que durante el Eoceno Tardío-Oligoceno la zona de Sierra Baguales estaba cubierta por bosques con un estrato arbóreo bien definido con diferentes especies de *Nothofagus*. Las formas identificadas a nivel de impresiones foliares, y maderas tienen afinidad morfológica con especies actuales termófilas del grupo caducifolio (*N. alessandri*, *N. glauca*, *N. macrocarpa*, *N. leoni*) resistente a las sequías de verano y a las grandes amplitudes térmicas diarias. Otras especies (*N. alpina*, *N. nitida*, *N. obliqua*) resisten bien el frío, datos que sugieren condiciones mas cálidas que las actuales en la región de Sierra Baguales.

Los nuevos registros contribuyen a la biogeografía del género y evidencian una gran área de distribución, que se extiende desde la zona central de Chile a Patagonia, llegando hasta las islas adyacentes a la península antártica

AGRADECIMIENTOS

Proyecto Anillo de Ciencia Antártica ACT-105 financiado por CONICYT e INACH. Al Sr. Juan Mac-Lean por facilitarnos sus dependencias y permitir exploraciones en sus tierras. A José Luis Oyarzún, Rodrigo Otero y Humberto Galleguillos por su impagable ayuda logística en terreno.

REFERENCIAS

- [1] Bureau, E. y Salard, M. 1960. Contribution à l'étude paléoxilologique de la patagonie. Senckenbergiana. Leitroa 41:297-315.
- [2] Dusen, P. 1899. Über die tertiäre Flora der Magellansländer I. In: Nordenskiöld, O. (ed): Wiss. Erg. Schwed. Exped. Magellansländer. 1895-98 IV: 84-108. - Stockholm.
- [3] Hünicken, M. 1967. Flora terciaria de los estratos de Río Turbio, Santa Cruz. Niveles plantíferos del arroyo Santa Flavia. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad de Córdoba, Serie Ciencias Naturales*, Vol. 27, No. 3-4, p. 139-227.
- [4] Le Roux, J., Purtilich, J., Mourgues, A., Oyarzún, J.L., Otero, R., Torres, T., Herve, F. 2009. Partially mixed estuary deposits in the Río Baguales Formation (Chattian-Aquitanean), Magallanes Province, Chile. *Andes Geology*.
- [5] Poolo, I. 2002. Systematics of Cretaceous and Tertiary *Nothofagoxylon*: Implications for Southern Hemisphere biogeography and evolution of the *Nothofagaceae*. *Australian Systematic Botany* 15:247-276.
- [6] Poolo, I., Hunt, R., and Cantilli, D. 2001. A fossil wood flora from King George Island: Ecological implications for an antarctic eocene vegetation. *Annals of Botany* 88: 33-54.
- [7] Pujana, R. 2009. Fossil woods from the Oligocene of southwestern Patagonia (Rio Leona Formation). *Rosaceae and Nothofagaceae, Ameghiniana* 46(4):621-636.
- [8] Romero, E. y Dibbern, M. 1985. A review of the species described as *Fagus* and *Nothofagus* by Dusen. *Palaeontographica B*, 187: 123-137.
- [9] Tanaí, T. 1986. Phytogeography and phylogenetic history of the genus *Nothofagus* Bl., *Fagaceae*, in the Southern Hemisphere. *Journal of the Faculty of Sciences, Hokkaido University*, 4, 21 (4): 505-582.
- [10] Terada, K., Nishida, H., Asakawa, T.O. and Rancusi, M. 2006. Fossil wood assemblage from Cerro Santa Flavia, *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad de Córdoba, Serie Ciencias Naturales*, Vol. 27, No. 3-4, p. 139-227.
- [11] Torres, T. 1984. *Nothofagoxylon antarcticus* n. sp., madera fósil del terciario de la isla Rey Jorge, Antártica. *Sar. Científica INACH*, 31:39-52.
- [12] Torres, T. 1990. Etude paléobotanique du Tertiaire des îles Roi Georges et Seymour, Antarctique. *Thèse Université Claude-Bernard Lyon I*, 210 p. (inédit).
- [13] Torres, T. 1995. Tertiary macro- and microfossils of *Nothofagus* Bl. in South America and Antarctica: paleoclimatic implications. *International Conference of diversification and evolution of terrestrial plants in geological time, Nanjing, Abstracts*: 92-94.
- [14] Torres, T., Lemoigne, Y. 1988. Maderas fósiles terciarias de la Formación Caleta Arctowski, Isla Rey Jorge, Antártica. *Serie Científica INACH*, 37:69-105.
- [15] Torres, T., Llanos, A., Cisternas, M. 2008. Maderas fósiles, impresiones foliares y polen similar a *Nothofagus alessandri* Espinosa, en el Paleógeno de Chile y Antártica. *IV latinoamericano de investigaciones antárticas*: 487-491.
- [16] Torres, T., Cisternas, M., Llanos, A., Galleguillos, H., Le Roux, J. 2009. Nuevos Registros de *Nothofagus* Bl. En Sierra Baguales, Última Esperanza, Patagonia, Chile. In Reich, M. y J. Le Roux (Ed.) *XII Congreso Geológico Chileno* 512-519.
- [17] Troncoso, A. 1986. Nuevos órgano-especies en la tafelora terciaria inferior de península Fildes, isla Rey Jorge, Antártica. *INACH* 34: 23-46.
- [18] Salard, M. 1961. Contribution à l'étude paléoxilologique de la patagonie (II) *Revue generale de Botanique* 68:234-270.