

## Cambios de la vegetación y del clima durante los últimos 5000 años en el área del lago Argentino, Santa Cruz

María Virginia MANCINI<sup>1</sup>

**Abstract.** VEGETATIONAL AND CLIMATIC CHANGES DURING THE LAST 5000 YEARS IN THE LAGO ARGENTINO AREA, SANTA CRUZ. Fossil pollen evidence from the archaeological sequence Chorrillo Malo 2 is used to infer vegetational and climatic changes which occurred during the past 5000 yr in the steppe environments of the Parque Nacional Los Glaciares (50° 30' S; 72° 40' O). The vegetational and paleoclimatic history is based on the comparison with modern pollen analogs documents across the region. Detrended correspondence analysis (DECORANA) from Chorrillo Malo 2 and two additional palynological records in the region is also used to establish past changes in the steppe environments a grass steppe dominated the sequence between 5000 and 4500 yr BP. In El Sosiego 4 (north of the lago Argentino), Chorrillo Malo 2 and Charles Fuhr 2 (east of the lago) sequences, a shrub steppe of Asteraceae tubuliflorae prevailed between ca. 4500 and 1900 yr BP. An expansion of the grass steppe is registered from 1900 and 200 yr BP. During the last 200 years a shrub steppe is developed in areas located east and north of the lago Argentino. Dominance of grass versus shrub steppe are related with changes in hydric availability.

**Key words.** Patagonia. Holocene. Pollen. Vegetation history. Archaeological sequences.

**Palabras clave.** Patagonia. Holoceno. Polen. Historia de la vegetación. Secuencias arqueológicas.

### Introducción

Los cambios climáticos y la actividad glacial del Pleistoceno tardío, los avances Neoglaciales durante el Holoceno y la acción antrópica de los últimos siglos han afectado a las comunidades vegetales del área del lago Argentino. Para analizar los cambios de la vegetación y del clima durante los últimos 5000 años AP se realizó el análisis polínico del sitio arqueológico Chorrillo Malo 2 (50° 30'S; 72° 40'O), al sur del Lago Argentino y su comparación con otras secuencias polínicas de la región (Charles Fuhr 2 y El Sosiego 4) y con los datos polínicos actuales. Los resultados obtenidos permiten un análisis de la vegetación regional y contribuyen a la comprensión de la historia paleoclimática general y a su relación con el proceso de cambio cultural durante el Holoceno tardío en el área del Lago Argentino. Se puede asumir que la utilización de recursos por las poblaciones que ocuparon el área durante los últimos 4600 años (Belardi *et al.*, 1992) influyó en la vegetación, principalmente en la cobertura del bosque. Sin embargo,

en el presente trabajo se discute el rol del clima como el principal factor en los cambios de la vegetación.

### Clima y vegetación

La región se encuentra entre el sur de la célula de alta presión subtropical, cuya influencia se extiende hasta los 40° S y la célula de baja presión subtropical centrada en el círculo antártico. Estos sistemas de presión muestran poco cambio estacional y espacial, por lo cual los vientos del oeste prevalecen todo el año. La temperatura media anual es de 7,5° C y existe un marcado gradiente O-E de la precipitación. Entre los 800 y 400 mm se desarrolla el Distrito del bosque deceduo de la Provincia Subantártica (Cabrera, 1976) formado principalmente, por dos especies de *Nothofagus* (*N. antarctica* y *N. pumilio*). Hacia el Este, debido a la disminución de la precipitación, la vegetación cambia en pocos km a una amplia zona ecotonal. Entre 300 y 400 mm o en áreas de la meseta por encima de los 700 m se encuentra la estepa gramínea (Distrito Subandino), dominada por *Festuca pallens*. Entre los arbustos pueden hallarse *Anarthrophyllum rigidum*, *Berberis heterophylla* y *Senecio filaginoides*. El efecto de disturbio por sobrepastoreo está reflejado por *Rumex acetosella*. Hacia el este, con 200 mm de precipitación, se encuentra el Distrito Cen-

<sup>1</sup>Paleoecología y Palinología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250. 7600 Mar del Plata. Argentina.  
E-Mail: mvmancin@mdp.edu.ar



Figura 1. Mapa del área del lago Argentino con la ubicación de las muestras de superficie y de las secuencias fósiles estudiadas. /Lago Argentino area with recent pollen samples and fossil pollen sequences.

tral, Subdistrito Santacrucense con características de un semidesierto frío-templado (Soriano, 1956; Movia *et al.*, 1987). Está dominado por coirones (*Stipa*) con algunos arbustos bajos (*Nassauvia*, *Ephedra*, *Azorella*) y matorrales aislados de *Verbena* y *Nardophyllum*. En valles y cañadones se encuentra la estepa arbustiva, con matorrales de distribución uniforme, dominados por *Verbena* y *Asteraceae* tubuliflorae (*Nardophyllum*). En las costas norte y sur del lago Argentino son más abundantes *Berberis*, *Senecio* y *Mulinum*.

## Materiales y métodos

Se utilizaron 28 muestras de suelo superficial representantes de los distintos tipos de vegetación del área (Mancini, 1998b) como análogos actuales. Para la comparación de datos fósiles se utilizaron las secuencias polínicas de los sitios arqueológicos Charles Fuhr 2, ubicado al este del lago Argentino (50°16'S; 71° 52'O) que representa ca. 1700 años AP y El Sosiego 4 ubicado en la costa norte del lago (50°9'S; 72°33'O) que se extiende hasta ca. 3500 años AP (figura 1).

Las muestras fueron procesadas con KOH, HCl, HF y acetolizadas (Faegri e Iversen, 1989). Para el cálculo de la concentración polínica por gramo de sedimento se agregaron 5 tabletas (60.000 esporas) de *Lycopodium* a cada muestra.

La zonación de la secuencia de Chorrillo Malo 2 (figura 2) se realizó con análisis de agrupamiento (*stratigraphical constrain*) utilizando Distancia Euclidiana. Para comparar los cambios de la vegetación a través del tiempo en los 3 sitios fósiles y su relación con la vegetación actual se utilizó DECORANA (*Detrended Correspondence Analysis*, Programa TILIA, E. Grimm, 1991). Fueron eliminados los taxa con porcentajes inferiores al 2% y *Rumex acetosella* con sobre-representación en los registros actuales.

Sitio de estudio: Chorrillo Malo 2 (50° 30'S; 72° 40'O)

Este sitio se encuentra junto a un bloque errático, al E del lago Roca. Las muestras de la secuencia polínica pertenecen a los perfiles sur (de 0 a 116 cm) y norte (121 a 156 cm). Los fechados radiocarbónicos fueron realizados sobre carbón (1950 ± 60 años AP, LP 502) y sobre hueso (4520 ± 70 años AP, Beta 82292). Los dos perfiles presentan bloques de origen glaciar en la base y clastos menores con sedimento fino en los 80 cm superiores. Este tramo presenta los mayores valores de concentración polínica de la secuencia y coincide con el desarrollo de un suelo. Entre 100 y 156 cm la concentración polínica cae a valores muy bajos (100 granos por gramo de sedimento) probablemente debido a un rápido crecimiento del depósito.

Las muestras polínicas actuales cercanas al sitio representan a la estepa gramínea y están dominadas por gramíneas (40%) y *Cyperaceae* (hasta 30%) con *Caryophyllaceae* (10%). Los arbustos, con porcentajes menores a 10%, están representados por *Asteraceae* *Tubuliflorae*, *Rosaceae*, *Solanaceae* y *Mulinum*.

## Reconstrucción de la vegetación

Se realizó en base al análisis DECORANA de los datos polínicos fósiles y actuales. La ordenación de muestras representa a dos tipos de vegetación: uno dominado por arbustos y otro dominado por pastos y hierbas (figura 3.a). En este último grupo se separa el semidesierto de la estepa gramínea. Las muestras fósiles no presentan analogía con el bosque actual de *Nothofagus*. En la ordenación de taxa (figura 3.b) el primer eje separa a *Nothofagus* de aquellos taxa característicos de las estepas herbáceas (*Poaceae*, *Cyperaceae*) y arbustivas (*Rosaceae*, *Nassauvia*, *Asteraceae* *Tubuliflorae*, *Solanaceae*, *Mulinum*). Este análisis permite separar las siguientes zonas de vegetación:

1) 5000 - 4500 años AP. Está representada en Chorrillo Malo 2 por vegetación característica de la estepa gramínea con *Poaceae*, *Cyperaceae* y *Fabaceae*.

2) 4500 - 1900 años AP. En Chorrillo Malo 2 la vegetación está caracterizada por arbustos de *Aste*

CHORRILLO MALO 2

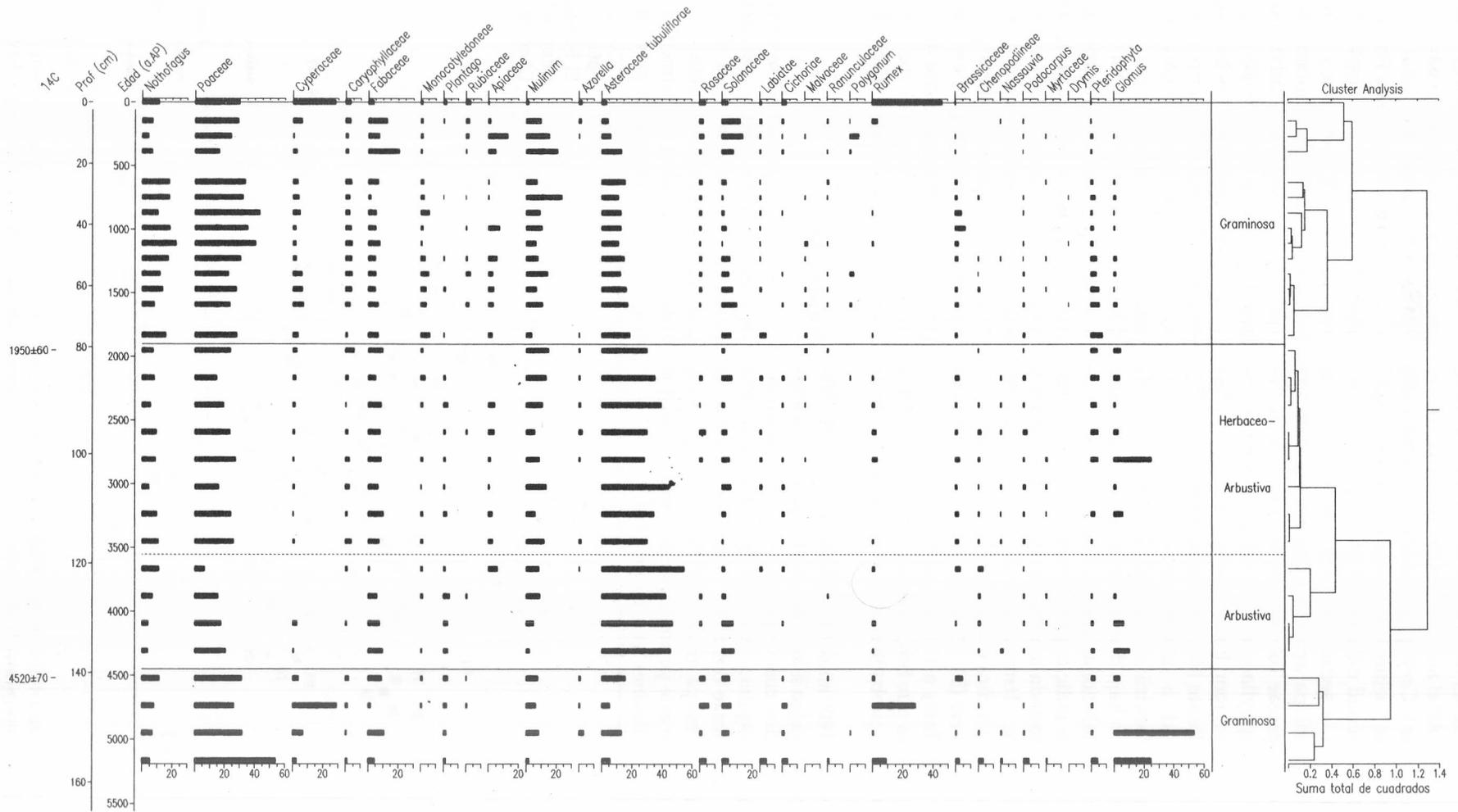


Figura 2. Diagrama polínico (en porcentaje) del sitio Chorrillo Malo 2 con el dendrograma y zonas de vegetación. / Pollen diagram (in percentage) of the Chorrillo Malo 2 with dendrogram and vegetation zones.

raceae Tubuliflorae, *Mulinum* y Solanaceae. A partir de 3500 años AP el aumento de Poaceae y la presencia de Apiaceae y Caryophyllaceae representan a una estepa herbácea - arbustiva que indica mejores condiciones de humedad del suelo. Esta estepa no está representada en la secuencia de El Sosiego donde se desarrolla la estepa arbustiva con altos porcentajes (50%) de Asteraceae Tubuliflorae acompañada de Poaceae y Caryophyllaceae. Una estepa similar se encuentra en el ecotono bosque-estepa a los 47° S (Parque Nacional Perito Moreno) asociada entre ca. 2700 y 2500 años AP a una expansión del bosque de *Nothofagus* (Mancini *et al.*, ms). El predominio de compuestas y la baja diversidad encontrada en estas secuencias se relacionan con las comunidades arbustivas actuales e indican períodos de baja disponibilidad hídrica asociada a aumento de la temperatura y probablemente, disminución de la precipitación. Schäbitz (1991) indica que entre 3700 y 1300 años AP en Meseta Latorre (51° 31'S; 72° 03'W) la temperatura alcanza los valores actuales y en algunos momentos parece más alta que hoy, disminuyendo entre 2700 y 2100 años AP probablemente, con reducción de la precipitación.

3) Período 1900 años AP - Actual. En Chorrillo Malo 2 y en El Sosiego 4 los altos porcentajes de Poaceae (>40%) asociados con Cyperaceae, Caryophyllaceae, Fabaceae (*Astragalus*, *Vicia*), Monocotiledoneae, Rubiaceae y Apiaceae con bajos valores de arbustos caracterizan a la estepa gramínea. *Polygonum*, presente en muestras de este período, es una hierba anual que crece bajo condiciones frías y húmedas.

En Charles Fuhr, entre ca. 1500 y 1100 años AP, predomina una estepa con altos porcentajes de Asteraceae tubuliflorae asociadas con Solanaceae (*Lycium*), *Ephedra* y *Nassauvia* y Poaceae. A partir de 1120 años AP aumentan Poaceae (hasta 70%), Caryophyllaceae y Cyperaceae y disminuye Asteraceae tubuliflorae (20%). Esta asociación de taxa permite inferir mayor disponibilidad de humedad asociada a una disminución de la temperatura.

Un avance Neoglacial es indicado para el área entre 1300-1000 años AP (Clapperton y Sugden, 1988) y entre 1600-1400 años AP (Aniya y Sato, 1995). Un análisis de las fluctuaciones climáticas de Patagonia durante el último milenio (Villalba, 1990) mostró que al Este de los Andes las temperaturas se correlacionan con el patrón de temperaturas del Atlántico demostrando la influencia del frente Polar del Atlántico Sur en la Patagonia argentina. Por otro lado, estudios dendrocronológicos realizados sobre troncos de *Nothofagus* en turberas de Tierra del Fuego demostraron la relación entre el ancho de los anillos y anomalías en las temperaturas de verano con depresión durante la Pequeña Edad de Hielo (Roig *et al.*, 1996).

## Conclusión

El sitio Chorrillo Malo 2 se encuentra en una zona de ecotono que ha mostrado la alternancia de estepas herbáceas y arbustivas para los últimos 5000 años. Las estepas arbustivas se relacionan con períodos de baja disponibilidad de humedad. El cambio hacia una estepa con mayor proporción de pastos sugiere

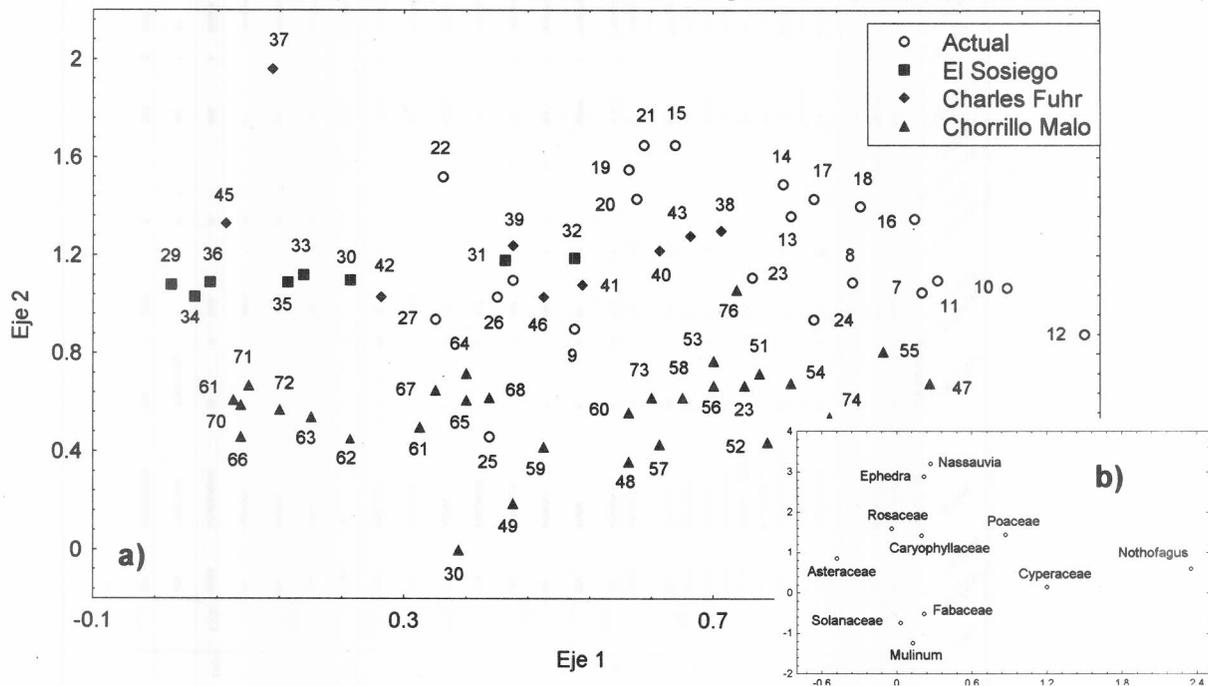


Figura 3. Resultado del análisis DECORANA. a) ordenamiento de las muestras actuales y fósiles. Muestras actuales 7- 15: estepa gramínea; 16-20: semidesierto; 21-28: estepa arbustiva. b) ordenamiento de las variables consideradas. /Detrended correspondence analysis results. a) recent and fossil pollen samples ordinations; recent samples 7-15: grass steppe; 16-20: semi-desert; 21-28: shrub steppes. b) taxa ordina-

mejores condiciones hídricas asociadas a períodos de avances neoglaciales y disminución de la temperatura. Los valores de *Nothofagus* son característicos de la estepa gramínea (Mancini 1998a) y no permiten inferir cambios en la línea de bosque. Si bien existen registros de ocupación humana en el área desde 4600 años AP, el mayor impacto sobre la vegetación corresponde a los últimos 200 años. La disminución del bosque en el siglo presente coincide con el mayor poblamiento en la región, sin embargo, no se excluye la influencia de variables ambientales. La elevación de la temperatura que comenzó algunas décadas atrás (Roig *et al.*, 1996) puede explicar la expansión de las estepas arbustivas en El Sosiego y Charles Fuhr (Mancini, 1998b) y la disminución del bosque evidenciado en el perfil del Brazo Sur del Lago Argentino (del Valle *et al.*, 1995).

### Agradecimientos

A L. Borrero y a N. Franco por toda la información brindada. A R. Villalba y M.M. Bianchi por la corrección del manuscrito. Esta investigación fue financiada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (subsidiados otorgados a L. Borrero) y por la Universidad Nacional de Mar del Plata (Exa 11/93 y 15E039/97).

### Bibliografía

- Aniya M. y Sato H. 1995. Holocene glacial chronology of Upsala Glacier at Peninsula Herminita, Southern Patagonia Icefield. *Bulletin of Glacier Research* 13: 83-96.
- Belardi J.B., Borrero L.A., Campán P., Carballo Marina F., Franco N.V., García M.F., Horwitz V.D., Lanata J.L., Martín F.M., Muñoz F.E., Muñoz A.S. y Savanti F. 1992. Intensive Archaeological survey in the Upper Santa Cruz basin, Southern Patagonia. *Current Anthropology* (33): 451-454.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 2ª Edic. Tomo II. Acme. Buenos Aires. 85 p.
- Clapperton C. y Sugden D. 1988. Holocene glacier fluctuations in South America and Antarctica. *Quaternary Science Reviews* 7: 185-198.
- Del Valle R. A., Skvarca P., Mancini M.V. y Lusky J. 1995. Preliminary study of sediment cores from Lago Argentino, Southern Patagonia. *Bulletin of Glacier Research* 13: 121-126.
- Faegri K. e Iversen J. 1989. *Textbook of pollen analysis*. IV Edic., K. Faegri, P. E. Kaland y K. Krzyzinski. John Wiley & Sons, Copenhagen, 328 p.
- Mancini M.V. 1998a. Vegetational changes during the Holocene in the Extra-Andean Patagonia, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology* 138: 207-219.
- Mancini, M. V. 1998b. Análisis polínicos de secuencias arqueológicas en el área de Lago Argentino. En: L. Borrero (compilador), *Arqueología de la Patagonia Meridional (Proyecto Magallania)*, Búsqueda de Ayllú Ediciones, Concepción del Uruguay, pp. 111-132.
- Movia, C.P., Soriano A. y León R.J.C. 1987. La vegetación del Río Santa Cruz (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Darwiniana* 28: 9-78.
- Prohaska, F. 1976. The climate of Argentina, Paraguay, and Uruguay. En Schwertfeger, W. (Ed.): *Climates of Central and South America*. *World Survey of climatology*. 12: 13-73.
- Roig Jr. F., Roig C., Rabassa J. y Boninsegna. J. 1996. Fuegian floating tree-ring chronology from subfossil *Nothofagus* wood. *The Holocene* 6: 469-476.
- Schäbitz, F. 1991. Holocene vegetation and climate in Southern Santa Cruz, Argentina. *Bamberger Geographische Schriften* 11: 235-244.
- Soriano, A. 1956. Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. *Revista Investigación. Agricultura* 10: 323-347.
- Villalba, R. 1990. Climatic Fluctuations in northern Patagonia in the last 1000 years as inferred from tree-ring records. *Quaternary Research* 34: 346-360.

**Recibido:** 1 de agosto de 1998

**Aceptado:** 26 de febrero de 1999