

# PALEOCLIMAS Y PALEOESCENARIOS EN LA PATAGONIA AUSTRAL Y EN TIERRA DEL FUEGO DURANTE EL CUATERNARIO

*Coronato, A., Borromei, A. M.; Rabassa, J.<sup>1</sup>*

## Resumen

Se presentan evidencias geomorfológicas y palinológicas indicadoras de paleoescenarios existentes en los últimos dos millones de años en el extremo sur de Patagonia y Tierra del Fuego. Estos procesos indican la ocurrencia de cambios climáticos no forzados por intervención humana en la atmósfera. Los períodos fríos habrían sido progresivamente menos intensos desde la Gran Glaciación Patagónica, ocurrida hace 1 millón de años. Durante el Holoceno y los tiempos históricos, las glaciaciones se restringieron a las zonas superiores a los 900 m s.n.m. y el deterioro climático no habría afectado significativamente al ecosistema bosque ubicado a menos de 400 m s.n.m. Un importante período cálido ocurrido en tiempos históricos fue registrado en las zonas de altura en Patagonia Norte y en las cercanías al nivel del mar en Tierra del Fuego.

## Introducción

A partir de estudios geomorfológicos y palinológicos se interpretan los cambios climáticos ocurridos en el extremo sur de Patagonia y en Tierra del Fuego durante el pasado geológico reciente, tiempos en los que no hubo intervención humana en la dinámica atmosférica. Los cambios climáticos ocurrieron en reiteradas oportunidades y con ellos cambiaron también los escenarios naturales del extremo sur de Sudamérica. Debido a causas extra-planetarias se produjeron reiteradas disminuciones de los valores de radiación solar recibidos en el planeta causando descensos térmicos en la atmósfera. Sumado a ello, la producción de vientos húmedos desde Anticiclón del Pacífico Sur y el continuo ascenso tectónico de la Cordillera de los Andes generaron la acumulación de hielo glaciario en las cumbres de los Andes Patagónicos, con la consecuente interrupción al ciclo hidrológico y dando origen a mantos de hielo de montaña con glaciares de descarga hacia ambas vertientes.

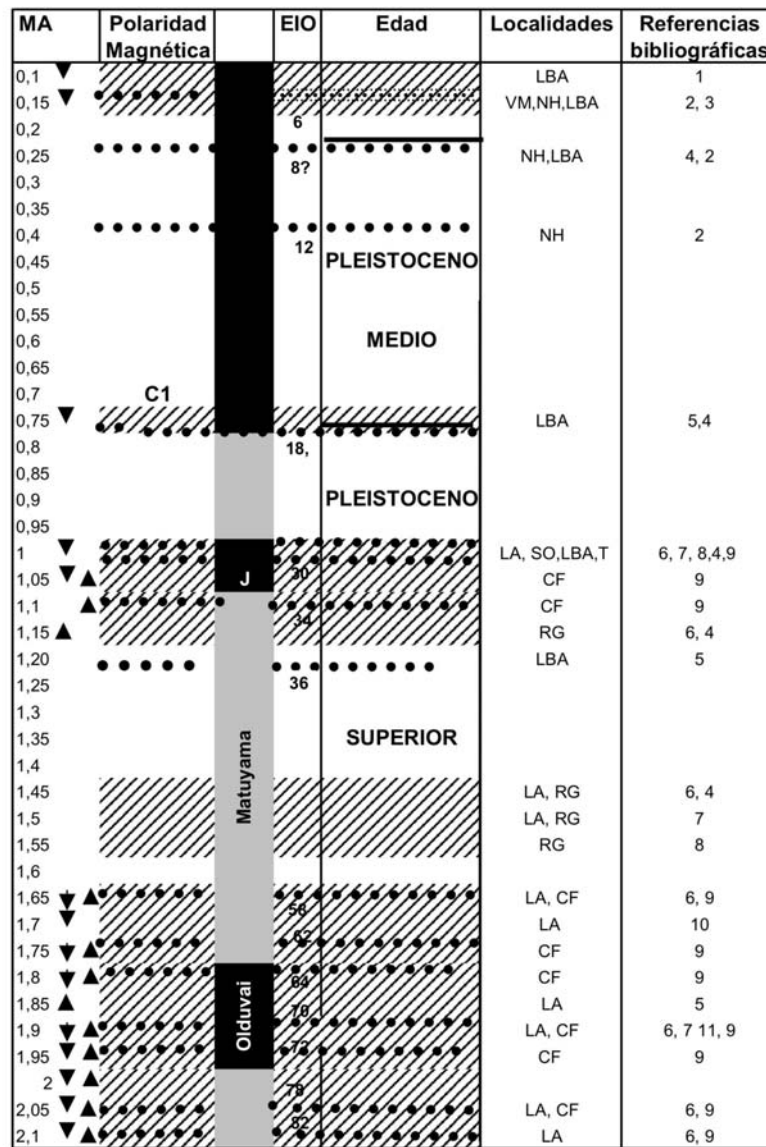
## Los Paleoclimas y sus Paleoescenarios

Dieciséis avances glaciarios o períodos de fuerte enfriamiento han sido detectados en el extremo sur de Patagonia en los últimos dos millones de años (Rabassa et al., 2005) y al menos seis en Tierra del Fuego desde el último millón (Coronato et al., 2004 a). El registro de las glaciaciones más antiguas del Hemisferio Sur se encuentra en los depósitos de till intercalados en las coladas basálticas que forman las mesetas del sudoeste de Patagonia. Las figuras 1 y 2 muestran reiteradamente la existencia de depósitos de till, derivados de enfriamientos climáticos, antes de que ocurriera el evento glacial más importante, dada la distancia en la que se depositaron los sedimentos glaciarios. Esto ocurrió 1 M años A.P,

---

<sup>1</sup> Coronato y Rabassa: CADIC-CONICET (B. Houssay 200); Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Sede Ushuaia (Darwin y Canga) 9410, Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.  
Borromei: INGEOSUR – CONICET, San Juan 670, B8000ICN Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

cuando los glaciares que descargaban el manto de hielo de montaña de Patagonia Sur alcanzaron la costa atlántica en la región del Estrecho de Magallanes. A este evento glacial se lo denomina la Gran Glaciación Patagónica (GGP), identificada por Caldenius (1932); Mercer (1969, 1976, 1983) y ajustada crono-estratigráficamente por Meglioli (1992); Ton-That et al. (1999), Singer et al. (2004).



Referencias

●●● Till  
 Basaltos  
 ▼▲ Infra o Suprayacente  
 LBA: lago Buenos Aires

VM: valle del río Malleo  
 NH: Nahuel Huapi  
 LA: lago Argentino  
 SO: seno Otway

RG: valle del río Gallegos  
 CF: cerro del Fraile  
 T: Tronador

1: Guillou & Singer, 1997  
 2: Rabassa & Evenson, 1996  
 3: Mercer, 1982

4: Ton-That et al., 1999  
 5: Sylwan, 1989  
 6: Mercer, 1976

7: Mercer, 1983  
 8: Meglioli, 1992  
 9: Rabassa, 1997

10: Mercer, 1969  
 11: Schellman, 1998

**Figura 1:** Relaciones estratigráficas entre depósitos de till y coladas basálticas de edad absoluta conocida. Se demuestra la existencia de repetidos eventos glaciares en los últimos 2 millones de años, en respuesta a las variaciones climáticas ocurridas en el extremo sur de América del Sur (Modificado de Rabassa et al., 2005).

Ka	Polaridad Magnética	EIO	Edad	Localidades	Referencias bibliográficas
5	Brunhes	1	HOLOCENO	LBA,LV,LA	1, 2
10					
15		2	3	LBA	3
20					
25		3	PLEISTOCENO SUPERIOR	LBA	3
30					
35					
40					
45					
50					
55	4	5	ULTIMO INTERGLACIAL	VM	4
60					
65	5	ULTIMO INTERGLACIAL	VM	4	
70					
75					
80					
85					
90	5	ULTIMO INTERGLACIAL	VM	4	
95					
100					

Referencias

==== Ritmitas glacialcustras

..... Till

//// Basaltos

LBA: lago Buenos Aires

LV: lago Viedma

VM: valle del río Malleo

1: Ton-That et al., 1999

2: Wenzens, 2000

3: Kaplan et al, 2004

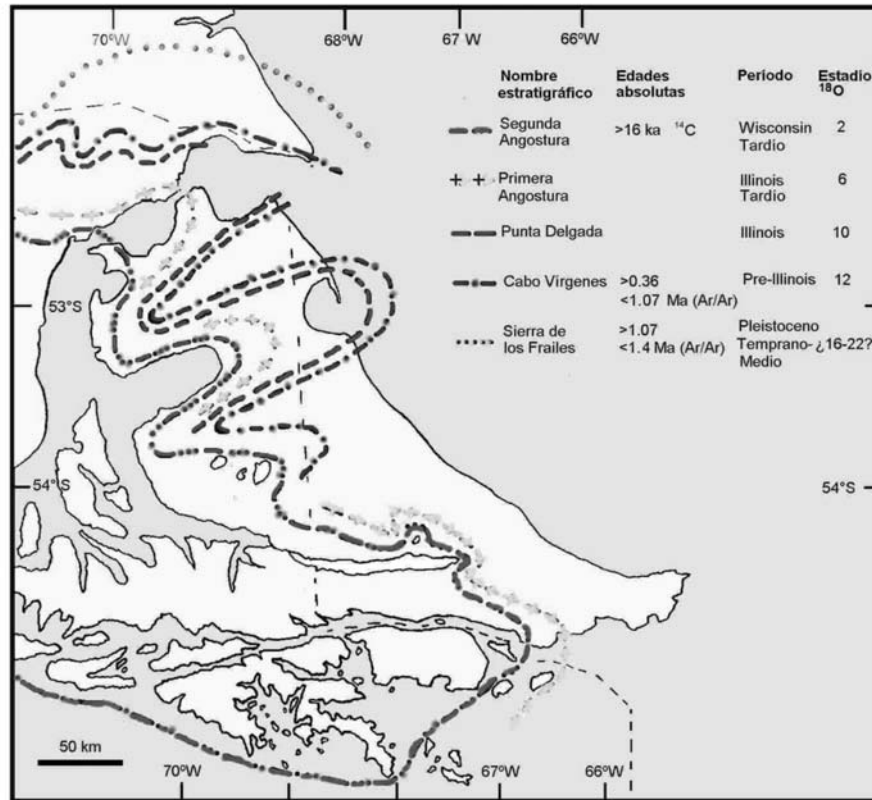
4: Rabassa & Evenson, 1996

**Figura 2:** Relaciones estratigráficas entre depósitos glaciogénicos y coladas basálticas de edad absoluta conocida para los últimos 100.000 años, en el SW de Patagonia (Modificado de Rabassa et al., 2005).

En Tierra del Fuego no se ha podido determinar aún la edad absoluta de los depósitos glaciarios más antiguos, los cuales se localizan en las márgenes del estrecho de Magallanes y de la bahía San Sebastián. A ambos lados de ésta, los acantilados marinos están formados por depósitos de till de edad paleomagnética Brunhes, o inferior a 7.8 ka A.P. (Walter et al., en prensa). Dada la cercanía al manto de hielo de montaña instalado en la cordillera Darwin, se infiere que la GGP se ha desarrollado en toda la Isla Grande de Tierra del Fuego, pero que sus evidencias debieron haber sido borradas por las glaciaciones siguientes. Sólo en una reducida zona del oeste de la cuenca del Río Grande no se han encontrado aún evidencias glaciarias, lo cual mantiene el debate sobre la ocurrencia o no del englazamiento total de la Isla Grande de Tierra del Fuego.

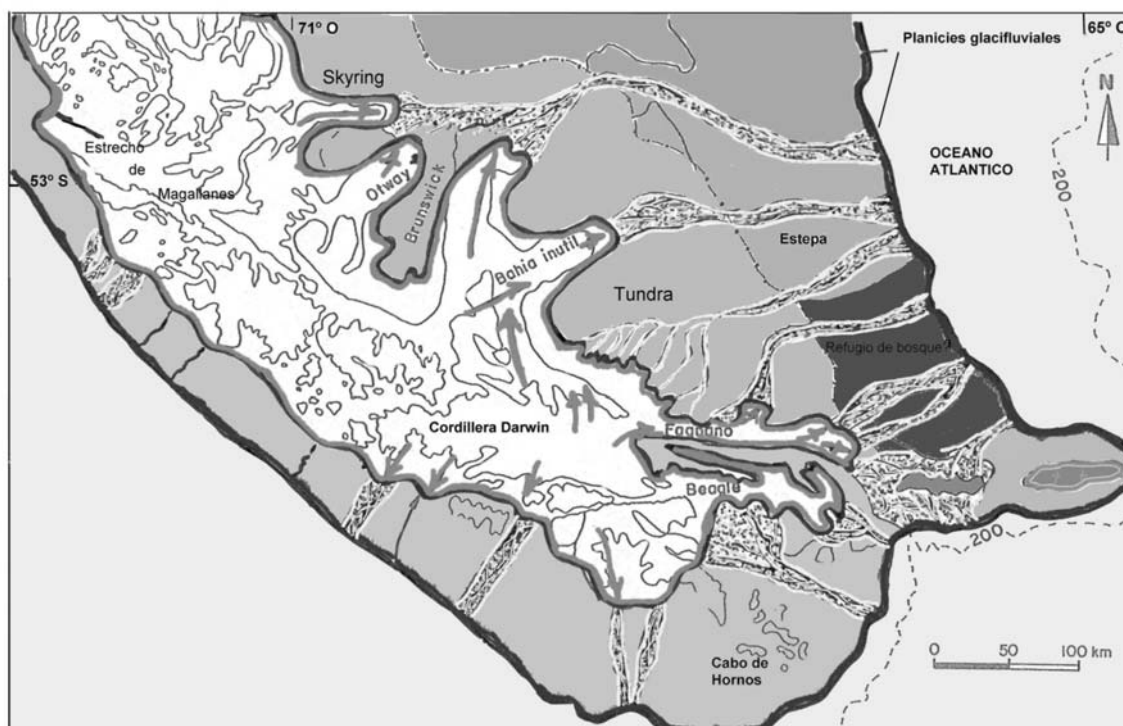
A partir de la Gran Glaciación Patagónica, el clima empeoró en reiteradas oportunidades pero aparentemente, en forma menos drástica, a juzgar por la estructura de anidamiento de los arcos morénicos más jóvenes con respecto a los más antiguos, a lo largo de todos los ejes de englazamiento (figura 3). Durante los eventos fríos del Pleistoceno Medio, los paleoglaciares patagónicos y fueguinos se extendieron por más de 300 km desde el frente de montaña, tomando como ejes de englazamiento a los valles en los que hoy se

localizan los grandes lagos del sur de Patagonia, el Estrecho de Magallanes, la depresión de las bahías Inútil-San Sebastián, el lago Fagnano y el Canal Beagle. La región montañosa de Tierra del Fuego sólo preserva secuencias glaciarias de las dos últimas glaciaciones, EIOs 6 y 2 por lo cual se infiere que éstas han tenido una potencia mayor que en los lóbulos de bahía San Sebastián y estrecho de Magallanes y/o que las condiciones climáticas fueron más rigurosas en la vertiente sur de la cordillera Darwin, manteniendo cuerpos de hielo mas extensos.



**Figura 3:** Límites de los frentes glaciarios durante el Cuaternario en Tierra del Fuego. En el sector norte, las morenas frontales de los distintos avances glaciarios se encuentran excelentemente preservadas pero en el área montañosa del sur sólo han podido ser reconocidos los límites de las dos últimas glaciaciones. El sector oriental presenta depósitos de till, aún no identificados estratigráficamente. La glaciación más antigua estaría representada por bloques erráticos de composición granítica esparcidos en los actuales valles fluviales y en zonas bajas sin presentan relación con geformas de origen glacial (modificado de Coronato et al., 2004 a y Rabassa y Coronato, 2007)

El último evento frío que generó el descenso de los glaciares hasta el nivel del mar actual fue el ocurrido hace ca. 25 ka A.P. (Último Máximo Glacial). La porción emergida de tierras durante este evento frío habría casi duplicado la actual superficie de Tierra del Fuego, formando parte de un desierto helado con permafrost. Relictos de los suelos poligonales formados en tales ambientes, hoy se observan en la estepa fueguina, a 180 km al norte de las morenas frontales de la Última Glaciación (Coronato et al., 2004b). En los sectores más templados, cercanos a la paleocosta, se habría refugiado del bosque de *Nothofagus* que actualmente domina en la región (figura 4).

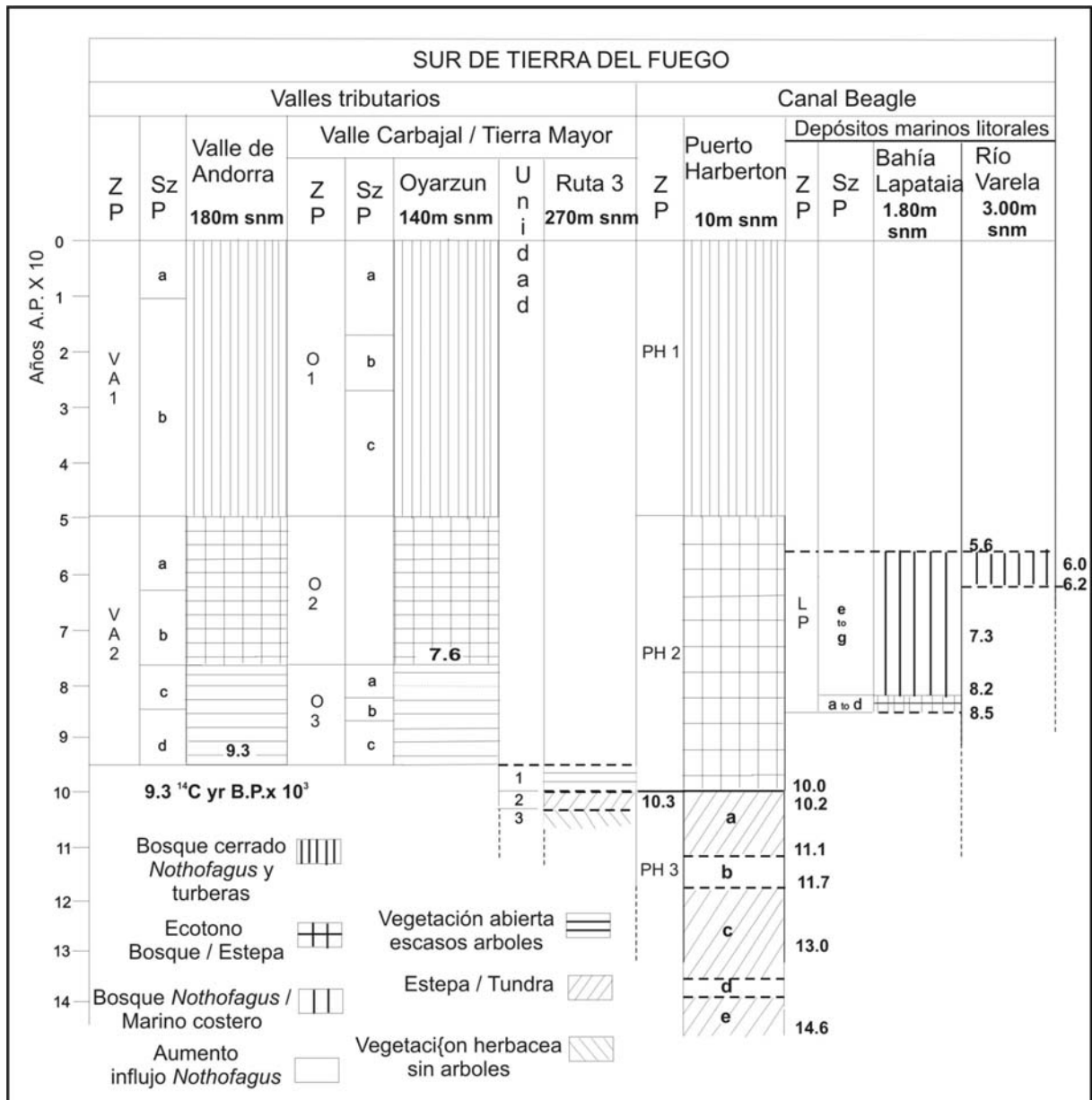


**Figura 4:** Paleogeografía de la Isla Grande de Tierra del Fuego durante la Última Glaciación (ca. 25.000 años A.P.) La masa de hielo se extendía cubriendo la porción sur de la isla, mientras que la estepa fría con suelos congelados se extendía en el resto de las tierras emergidas. Nótese la posición de la isobata de  $-200$  m, en la que se estima la línea de la paleocosta, cerca de la cual se habría refugiado parte del bosque subantártico (Modificado de Rabassa et al., 2000).

Los registros polínicos señalan una vegetación de estepa-tundra que permiten inferir condiciones más frías y secas que las actuales durante el Tardiglacial (15 - 10 ka A.P.) aunque muy variable. Entre los 10 ka A.P. y los 9000 a A.P., se observa una progresiva ocupación del bosque de *Nothofagus* sobre el paisaje bajo condiciones climáticas más moderadas. Dos deterioros climáticos habrían interrumpido la instalación del bosque de *Nothofagus*, hacia 12.7 ka A.P, el Antarctic Cold Reversal y entre 10-11 ka, el equivalente al Younger Dryas del Hemisferio Norte (Heusser, 2003). Hacia fines del Tardiglacial e inicios del Holoceno (ca. 12-8 ka A.P.), la abundancia de agua de fusión proveniente de los glaciares en retroceso, generó ambientes lacustres someros en los fondos de valle, hoy turberas. Durante el Holoceno temprano, la vegetación se caracterizó por el ecotono bosque-estepa en las tierras bajas sobre el Canal Beagle, mientras en los valles interiores se extendía una vegetación abierta de pastizales y arbustos y el hielo ocupaba las áreas a mayor altura sobre los valles colgantes, indicando condiciones relativamente menos frías y más secas (Borromei et al., 2007).

La mejoría climática del Holoceno temprano habría favorecido la ocurrencia de la transgresión marina en el Canal Beagle alrededor de los 8000 a A.P. El ingreso del agua de mar inundó el área del Lago Roca-Bahía Lapataia generando un profundo y angosto fiordo con archipiélagos intrincados (Gordillo et al., 1993; figura 6). Este evento transgresivo-regresivo generó varios niveles de playas marinas. Las asociaciones palinológicas revelan ambientes cercanos a la costa con predominio de palinomorfos terrestres sobre los marinos indicando un gran influjo fluvial. La asociación de palinomorfos marinos refleja ambientes estuarinos internos con temperatura del agua de mar templado-frío, salinidades bajas y

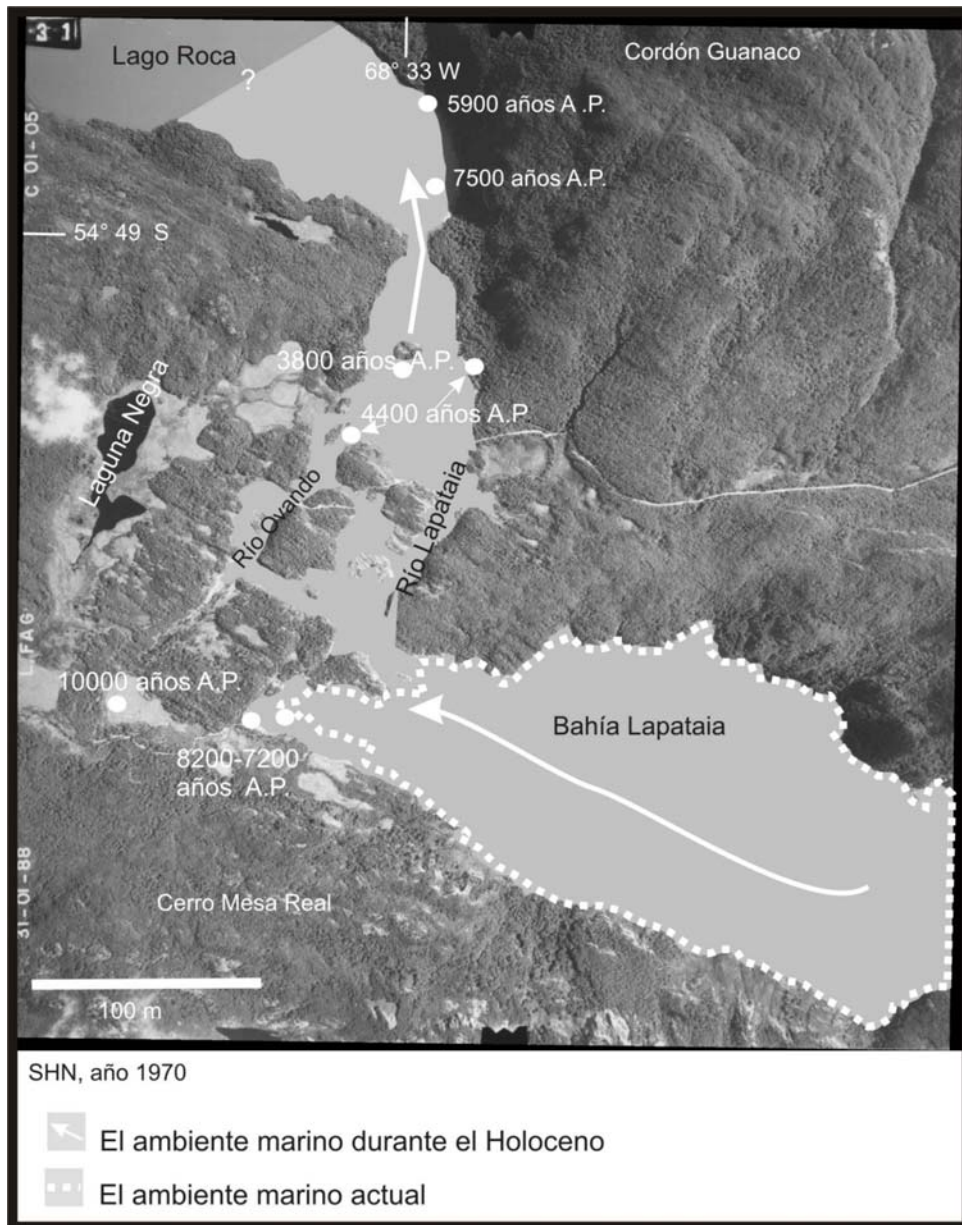
variables, turbulencia, abundancia de nutrientes disueltos debido al aporte de agua dulce por escurrimiento superficial (Borromei y Quattrocchio, 2007).



**Figura 5:** Cuadro de correlación palinoestratigráfica durante el Tardiglacial - Holoceno para el sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego. ZP: Zonas Polínicas y SzP: Subzonas Polínicas.

Los registros polínicos indican que durante la incursión marina en el Canal Beagle, el bosque de *Nothofagus* estaba instalado en las áreas costeras litorales mientras el ecotono bosque-estepa se extendía regionalmente, hacia el interior de la isla (Borromei y Quattrocchio, 2007, en prensa). Un patrón similar de vegetación fue observado en la localidad de Río Varela, Canal Beagle, distante 70 km al este de la ciudad de Ushuaia, en niveles marinos radiocarbónicamente datados en 6240 y 6060 a.A.P. (Grill et al., 2002).

Alrededor de los 5000 a.A.P., se inició una fase regresiva hasta alcanzar los niveles actuales del nivel del mar, documentado por la secuencia de playas marinas elevadas distribuidas a lo largo de la costa del Canal Beagle (Bujalesky, 1998; Gordillo, 1993; Rabassa et al., 2000; 2004).



**Figura 6:** Escenario de paleofiordo en el actual sistema de la bahía Lapataia- lago Roca, en el Parque Nacional Tierra del Fuego. 8240 +/- 60 años A.P. (Gordillo et al., 1993) es la edad radiocarbónica más antigua de los depósitos marinos holocenos hallados a lo largo del Canal Beagle. Se desconoce la extensión de la penetración del agua de mar en el interior del lago Roca, cuya mayor se ubica en territorio de la República de Chile.

A partir del Holoceno medio, las condiciones paleoambientales en el sur de Tierra del Fuego se habrían tornado más rigurosas, con disminución de la temperatura e incremento en las precipitaciones y como consecuencia, una expansión del bosque de *Nothofagus* acompañado por el desarrollo de turberas (Heusser, 2003, Borromei et al., 2007). La existencia de cinturones morénicos en los valles de altura y circos glaciares, ubicados hielos arriba de los correspondientes al Último Máximo Glacial y por encima del límite superior del bosque, permiten inferir que sobre los 900 m s.n.m. se habrían producido períodos de enfriamiento. Las Neoglaciaciones han sido reconocidas en algunos sectores de los Andes Patagónicos (Mercer 1968, 1982; Rabassa et al., 1984; Geyh y Röthlisberger, 1986) y Fueguinos (Coronato, 1994; Planas et al., 2001). Aunque su cronología no está aún bien

definida, los estudios dendrocronológicos y geomorfológicos realizados en los Andes Patagónicos permiten estimar la ocurrencia de varios períodos fríos durante el Holoceno. El primero habría ocurrido entre 8.200-8.100 a A.P., el segundo entre 4.700-3.300 a A.P., otro antes de 2.500 a A.P., un siguiente entre 2.500-1.3000 a A.P., y otros avances menores en reiteradas ocasiones durante los últimos 1.200 años. Los avances recientes del glaciar Frías, en Nor-Patagonia, han sido detectados por estudios dendrocronológicos en individuos arbóreos sobre morenas. Condiciones más húmedas y frías habrían ocurrido hacia AD 1650-1770; 1880-1840; 1914-1977 (Villalba et al., 1990). Otros períodos fríos fueron registrados entre A.D. 900-1070 y 1270 a 1660 con un máximo empeoramiento entre 1340-1640, los cuales fueron interrumpidos por un calentamiento ocurrido hacia AD 1080-1250. Estas variaciones climáticas recientes fueron asignadas a la Pequeña Edad del Hielo y al Óptimo Medieval respectivamente (Villalba, 1994).

Durante los últimos 1000 años el clima de Tierra del Fuego también experimentó fluctuaciones. En el oeste de Tierra del Fuego, estudios geomorfológicos y sedimentológicos permitieron establecer tres avances glaciarios desde los últimos 3000 años: antes de 3060 años A.P., antes a 940 años A.P. y entre 940-675 años A.P., sugiriéndose el retroceso de los mismos hasta sus posiciones actuales luego de 675 años A.P. o 1200 AD (Kuylenstierna et al., 1996). El análisis palinológico realizado en la turbera “Las Cotorras” (420 m s.n.m.), ubicada en un valle colgante lateral, registra la retracción de la línea del bosque de *Nothofagus*, entre los 781 y 412 años A.P. (ca. 1485 y 1260 AD), lo cual estaría asociado a la existencia de condiciones climáticas más frías que las actuales (posiblemente a la Pequeña Edad del Hielo, Borromei; comm. pers.). Los análisis de polen y diversos indicadores proxy en turberas del valle interior Andorra (180 m s.n.m), sugieren la existencia de condiciones cálidas/secas entre los 1170-980 años A.P. (AD 1020 y 960) y de dos períodos fríos y/o húmedos con posterioridad a los ca. 975 años A.P. (ca. AD 1100-1030) y a los 350 años A.P. (ca. AD 1800-1930; Mauquoy et al, 2004). Estas evidencias estarían indicando el desarrollo de los períodos Cálido Medieval y Pequeña Edad del Hielo, respectivamente afectando a las tierras bajas y consecuentemente, a las comunidades de pobladores nativos establecidos en las cercanías.

## **Comentarios Finales**

Los estudios geomorfológicos y de distintos indicadores ambientales demuestran que la variabilidad climática natural ha ocurrido en el extremo de Sudamérica durante el período geológico más reciente; así como durante las épocas históricas, de las cuales no existen registros escritos. La variabilidad climática se habría manifestado con un máximo enfriamiento hace un millón de años, seguido por enfriamientos sucesivamente menos potentes pero que a pesar de ello, generaron glaciares varias veces mayores a los de la actualidad. Luego de la Última Glaciación, o del último gran período climático frío, el deterioro climático habría afectado principalmente a las zonas altas de montaña. Habrían ocurrido al menos dos eventos cálidos que no habrían implicado cambios ambientales significativos en el ecosistema del bosque subantártico, hoy presente en la región, pero si determinaron cambios específicos en la composición florística de las turberas. Se desconoce aún el impacto de estos eventos cálidos en la tasa de retroceso de los glaciares de altura, así como la posible equivalencia del último evento cálido (equivalente al Óptimo Medieval) con el calentamiento climático actual.



## Agradecimientos

Los resultados aquí presentados son productos de investigaciones realizadas por los autores y colaboradores nacionales y extranjeros, desde el año 1984 en Patagonia Norte y 1986 en Tierra del Fuego, con el apoyo de diversos organismos nacionales e internacionales de promoción de la investigación en las ciencias de la tierra.

## Bibliografía

- BORROMEI A.M. Y QUATTROCCHIO M. (2001). Palynological study of Holocene marine sediments from Bahía Lapataia, Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, **33** (1), 59-68. Madrid
- BORROMEI A.M. Y QUATTROCCHIO M. (2007). Holocene sea-level change and marine palynology of the Beagle Channel, southern Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana* **41** (1), 161-171. Buenos Aires.
- BORROMEI, A.M.; QUATTROCCHIO M. (en prensa). Late and Postglacial Paleoenvironments of Tierra del Fuego: terrestrial and marine palynological evidence. In: J. Rabassa (ed.) *Late Cainozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*. Developments in Quaternary Science, Elsevier Science Ltd.
- BORROMEI, A. M.; CORONATO, A.; QUATTROCCHIO, M.; RABASSA, J.; GRILL, S.; ROIG, C. (2007). Late Pleistocene - Holocene environments in Valle Carbajal, Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* **23** (4), 321-335. USA.
- BUJALESKY, G. (1998). Holocene coastal evolution of Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula*, **11**, 247-282. Balkema Publishers.
- CALDENIUS, C. (1932). *Las Glaciaciones Cuaternarias en Patagonia y Tierra del Fuego*. Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección General de Minas y Geología. **95**: 1-148. Buenos Aires.
- CORONATO, A. (1994). *Geomorfología glacial de valles de los Andes Fueguinos y condicionantes físicos para la instalación humana*. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, 318 pags., 16 mapas. (Inédito).
- CORONATO, A.; MEGLIOLI, A.; RABASSA, J. (2004 a). Glaciations in the Magellan Straits and Tierra del Fuego, Southernmost South America. En: Ehlers, J. and Gibbard, P., (eds) *Quaternary Glaciations – Extent and Chronology*. Quaternary Book Series, Part III pp: 45-48. Elsevier Publishers.
- CORONATO, A.; BUJALESKY, G.; PEREZ ALBERTI, A.; RABASSA, J. (2004 b) Evidencias criogénicas fósiles en depósitos marinos interglaciarios de Tierra del Fuego, Argentina. *X Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes*, 48-49. San Luis, Argentina.
- GEYH, M. Y ROTH LISBERGER, F. (1986). Gletscherschwankungen der letzten 10,000 Jahre. Ein Vergleich zwischen Nord- und Südhemisphäre (Alpen-Himalaya-Alaska-Sudamerika-Neuseeland) Aarau, Switzerland.
- GORDILLO, S.; CORONATO, A.; RABASSA, J. (1993). Late Quaternary Evolution of a subantarctic paleofjord, Tierra del Fuego. *Quaternary Science Reviews*, **12**, 10, 889-897.
- GORDILLO, S. (1993). Las terrazas marinas holocenas de la región del Beagle (Tierra del Fuego) y su fauna asociada. *XII Congreso Geológico Argentino, Actas VI*, 34-39.
- GRILL, S., BORROMEI, A.M., QUATTROCCHIO, M., CORONATO, A., BUJALESKY, G., RABASSA, J. (2002). Palynological and sedimentological analysis of Recent sediments from Río Varela, Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, **34** (2), 145-161. Madrid

- GUILLOU, H. Y SINGER, B. (1997). Combined unspiked K-Ar and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of Late Quaternary lavas. *EOS Transactions of the American Geophysical Union*, Abstracts, 1997 Fall Meeting **78**, 46, 771.
- HEUSSER, C.J. (2003). Ice age southern Andes - A chronicle of paleoecological events. *Developments in Quaternary Science*, 3 Elsevier, Amsterdam. 240 pp.
- KAPLAN, M., ACKERT, R., SINGER, B., DOUGLASS, D., KURZ, M. (2004). Cosmogenic nuclide chronology of millennial-scale glacial advances during the O-isotope stage 2 in Patagonia. *Geological Society of America Bulletin*, **116**, 3, 308-321.
- KUYLENSTIERN, J.; ROSQVIST, G.; HOLMLUND, P. (1996). Late-Holocene glacier variations in the Cordillera Darwin, Tierra del Fuego, Chile. *The Holocene* **6**, 3, 353-358.
- MAUQUOY, D.; BLAAUW, M.; VAN GEEL, B.; BORROMEI, A.; QUATTROCCHIO, M.; CHAMBERS, F.; POSSNERT, G. (2004). Late Holocene climatic changes in Tierra del Fuego based on multiproxy analyses of peat deposits. *Quaternary Research*, **61**, 148-158.
- MEGLIOLI, A. (1992). Glacial Geology of Southernmost Patagonia, the Strait of Magellan and Northern Tierra del Fuego. Ph. D. Dissertation, Lehigh University, Bethlehem, U.S.A. Inédito.
- MERCER, J. (1968). Variations of some Patagonian glaciers since the Late Glacial: I. *American Journal of Science*, **266**, 91-109.
- MERCER, J. (1969). Glaciation in Southern Argentina more than two million years ago. *Science*, **164**, 3881, 823-825.
- MERCER, J. (1976). Glacial history of Southernmost South America. *Quaternary Research*, **6**, 125-166.
- MERCER, J. (1982). Holocene glacier variations in Southern Patagonia. *Striae*, 18, 35-40.
- MERCER, J. (1983). Cenozoic glaciation in the Southern Hemisphere. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, **11**, 99-132.
- PLANAS, X.; PONS, A.; CORONATO, A.; RABASSA, J. (2001). Geomorphological features of Late Glacial-Holocene Glaciations in Martial Cirque, Fuegian Andes, southernmost South America. *Quaternary International*, **87**, 1, 19-27.
- RABASSA, J., 1997. Pliocene and Early Quaternary Glaciations in Patagonia and Tierra del Fuego, Southernmost South America: the status of our knowledge. *SASQUA XIII*, Abstracts, 11, Rhodes University, Grahamstown, South Africa.
- RABASSA, J. Y EVENSON, E. (1996) Reinterpretación de la estratigrafía glacial de la región de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, Argentina. *XIII Congreso Geológico Argentino*, Actas **IV**, 327. Buenos Aires, 13 al 18 de Octubre 1996.
- RABASSA, J. Y CORONATO, A. (2007) Glaciaciones del Cenozoico tardío en los Andes Patagónicos-Fueguinos. En: C. Godoy Martínez (Director de la obra) *Patagonia Total, Antártida e Islas Malvinas-Enciclopedia Educativa*, pp 644-653. Barcel Baires Ediciones, 1088 pp.
- RABASSA, J., BRANDANI, A., BONINSEGNA, J., COBOS, D. (1984) Cronología de la "Pequeña Edad de Hielo" en los glaciares Río Manso y Castaño Overo, Cerro Tronador, Provincia de Río Negro. *IX Congreso Geológico Argentino*, Actas, 3, 624-639. Buenos Aires - San Carlos de Bariloche.
- RABASSA, J.; CORONATO, A.; BUJALESKY, G.; ROIG, C.; SALEMME, M.; MEGLIOLI, A.; HEUSER, C.; GORDILLO, S.; BORROMEI, A.; QUATTROCCHIO, M. (2000) Quaternary of Tierra del Fuego, Southernmost South America: un updated review. *Quaternary International*, **68-71**, 217-240.
- RABASSA, J.; CORONATO, A.; ROIG, C.; MARTÍNEZ, O.; SERRAT, D. 2004. Un bosque sumergido en Bahía Sloggett, Tierra del Fuego, Argentina: evidencias de comportamiento tectónico diferencial en el Holoceno tardío. Procesos geomorfológicos y evolución costera.

- Actas de la II Reunión de Geomorfología Litoral*. Blanco Chao, R., Lopez Bedoya, J y Perez Alberti, A. (Eds.), 333-346. Universidad de Santiago de Compostela, España.
- RABASSA, J.; CORONATO, A.; SALEMME, M. (2005) Chronology of the Late Cenozoic Patagonian Glaciations and their correlation with biostratigraphic units of the Pampean Region (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, **20**, 1-2, 81-103.
- SCHELLMANN, G. (1998) Jungkänozoische Landschaftsgeschichte Patagoniens (Argentinien). Andine Vorlandvergletscherungen, Talentwicklung und marine Terrassen. *Essener Geographische Arbeiten*, **29**, 1-218. Essen.
- SINGER, B.; BROWN, L.; RABASSA, J.; GUILLOU, H. (2004)  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Chronology of Late Pleistocene and Early Pleistocene geomagnetic and glacial events in Southern Argentina. *Geophysical Monograph Series* **145**, American Geophysical Union, 175-190.
- SYLWAN, C. (1989) Paleomagnetism, paleoclimate and chronology of Late Cenozoic deposits in Southern Argentina. *Meddelanden Stockholms Universitets Geologiska Intitute*, **277**, 1-110.
- TON-THAT, T.; SINGER, B.; MÖRNER, N.; RABASSA, J. (1999). Datación de lavas basálticas por  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  y geología glacial de la región del Lago Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, **54**, 4, 333-352.
- VILLABA, R. (1994). Tree-rings and glacial evidence for the Medieval Warm Epoch and the Little Ice Age in Southern South America. *Climatic Change*, **30**, 1-15.
- VILLABA, R.; LEIVA, J.; RUBULIS, S.; SUAREZ, J.; LENZANO, L. (1990). Climate, tree-ring, and glacial fluctuations in the Río Frías Valley, Rio Negro, Argentina. *Arctic and Alpine Research*, **22**, 3, 215-232.
- WALTER, A. M.; RABASSA, J.; CORONATO, A.; TASSONE, A.; LIPPAI, H.; VILAS, J. En prensa. Paleomagnetic study of glacial sediments from northern Tierra del Fuego. *GEOSUR Congress*. Noviembre 2007, 19-21 Santiago de Chile.
- WENZENS, G. (2000) Pliocene piedmont glaciation in the Río Shehuen valley, Southwest Patagonia, Argentina. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, **32**, 81, 46-54.