

## Resumen

Esta Tesis Doctoral se ha desarrollado en dos partes: primera, geomorfológica, que comprende la caracterización de las principales geoformas erosivas glaciales presentes en Isla de los Estados mediante el análisis morfométrico de las mismas, confección de inventarios, mapas y modelos paleogeográficos y de englazamiento. Segunda, palinológica, que comprende la reconstrucción de los cambios de vegetación y clima durante el Pleistoceno tardío-Holoceno a partir de estudios palinológicos y geológico-geomorfológicos en el área de Caleta Lacroix, Bahía Franklin, O de Isla de los Estados. Para la reconstrucción paleoambiental y paleoclimática se utilizaron análogos modernos y se correlacionaron con registros fósiles del sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego.

La Isla de los Estados ( $54^{\circ} 55' S$ ;  $64^{\circ} 42' O$  y  $54^{\circ} 43' S$ ;  $63^{\circ} 48' O$ ) es una de las áreas emergidas más próximas a la Corriente Circumpolar Antártica, la cual tiene enorme influencia en el desarrollo del clima de Patagonia y América del Sur meridional. Por ello, su ubicación geográfica hace que la información paleoclimática proveniente de ella sea de suma importancia para esta región.

En base al análisis geomorfológico se confeccionó un modelo de englazamiento atemporal para Isla de los Estados. Este modelo de englazamiento habría consistido básicamente en glaciares de valle, alimentados por circos y pequeños mantos de hielo locales. Varios de estos glaciares de valle excavaron sus artesas siguiendo la posición de lineamientos tectónicos, como fallas, pliegues y contactos intraformacionales. En el sector S de la isla los glaciares entraban rápidamente en contacto con el mar, terminando en un proceso de ablación de tipo “calving”, es decir, por medio de la remoción física de bloques de hielo desde el frente glacial ubicado en contacto con el mar. Los glaciares de la costa N fluían encajonados en profundos valles hasta

alcanzar una extensa planicie ubicada al N de las nacientes. Allí terminaban en forma de glaciares de piedemonte, en un proceso de ablación por simple derretimiento de sus porciones terminales.

La elaboración de modelos digitales de ascenso y descenso del nivel del mar permitió estimar el momento en el cual se produjo la apertura del Estrecho de Le Maire y la consecuente separación entre Isla de los Estados e Isla Grande de Tierra del Fuego. Este evento se habría producido aproximadamente a los 15 ka (miles de años) cal A.P. (antes del presente) (12.5 ka C<sup>14</sup> A.P.), durante el transcurso del período Tardiglacial.

Los estudios palinológicos se llevaron a cabo sobre dos testigos (IDE1 e IDE2) provenientes de turberas ubicadas en Caleta Lacroix, Bahía Franklin. Estas turberas se encuentran dentro de un reducido campo de dunas longitudinales fósiles. La base de la turbera IDE2 fue datada radiocarbónicamente en  $10.679 \pm 62$  años C<sup>14</sup> A.P. Según este fechado basal el grupo de dunas se habrían originado previamente o probablemente durante el Tardiglacial (ca. 16-10 ka C<sup>14</sup> A.P.), o bien durante la Última Glaciación (Glaciación Wisconsin, Estadío Isotópico de Oxígeno 2 ó 4) cuando el nivel del mar se encontraba más bajo que en la actualidad, como resultado de la exposición de grandes superficies de arena y una fuerte intensidad de vientos predominantes del SO y O.

El registro polínico señala a partir de los 10.679 años C<sup>14</sup> A.P. (12.730 años cal A.P.) el desarrollo de una vegetación sin árboles, de hierbas y taxa palustres propias de ambientes localmente más húmedos, con escasos arbustos y matorrales. A partir de los 7.645 años C<sup>14</sup> A.P. (8.461 años cal A.P.) se inicia la colonización del bosque de *Nothofagus* en el área y el paisaje muestra una fisonomía de bosque abierto con comunidades de arbustos y matorrales bajos. Hacia los ca. 6.000 años C<sup>14</sup> A.P., el registro de *Drimys winteri* señala una progresión hacia

condiciones más húmedas y frías, indicando el desarrollo de una vegetación transicional entre el Bosque Subantártico Siempreverde y la Tundra Magallánica. Un cambio vegetacional importante ocurrió a partir de los 4.811 años C<sup>14</sup> A.P. (5.554 años cal A.P.) con el desarrollo de comunidades del Bosque Subantártico Siempreverde dominado por *N. betuloides* y *D. winteri* como resultado de una modificación del clima hacia condiciones muy rigurosas, frías e hiperhúmedas. Con posterioridad a los 746 años C<sup>14</sup> A.P. (696 años cal A.P.), el bosque cerrado y lluvioso de *Nothofagus betuloides* es reemplazado por un bosque abierto. El paisaje adquiere una fisonomía de ecosistemas abiertos con vegetación arbustiva y herbácea interactuando con las comunidades del bosque, probablemente como consecuencia de temperaturas más bajas y mayor intensidad de los vientos. Entre los 746 y 86 años C<sup>14</sup> A.P. (1255-1876 D.C. -después de Cristo-) los valores de concentración de *Nothofagus* registran un mínimo. Este periodo podría correlacionarse con “La Pequeña Edad de Hielo” o “Little Ice Age (LIA)” evento registrado en el Hemisferio Norte (1450-1890 D.C.).

Los resultados obtenidos de los estudios palinológicos realizados en Caleta Lacroix, Bahía Franklin, indican que un gradiente de precipitación O-E ya se habría establecido desde el Holoceno temprano hacia la actualidad entre el sur de Tierra del Fuego y el extremo oeste de Isla de los Estados. Los cambios observados en la vegetación relacionados con cambios en la temperatura y precipitación podrían estar vinculados con fluctuaciones en la posición e intensidad del cinturón de los vientos “Westerlies” y la extensión de la capa de hielo de la Antártida.

## **Abstract**

This doctoral thesis comprises two parts: - geomorphological, which includes the characterization of principal erosive glacial landforms from Isla de los Estados by means of morphometric analysis, inventories, maps, palaeogeographic and glacial models. And, – palynological, to evaluate the palaeoenvironmental and paleoclimatic conditions that prevailed during the Late Pleistocene – Holocene times based on pollen analysis from two <sup>14</sup>C-dated peat bogs (IDE2 and IDE1) located at Caleta Lacroix (Bahía Franklin) in the westernmost sector of the island. The vegetational and paleoclimatic history is compared with modern analogs and with other palynological records from southern Isla Grande de Tierra del Fuego.

Isla de los Estados (54°45'S, 64°15'W) due to its geographical location at the southeasternmost tip of Isla Grande de Tierra del Fuego, is excluded from the subantarctic region and is isolated from the southern end of South America. It represents a specially sensitive area for the paleoclimatic records and therefore, is specially interesting for paleoenvironmental studies of Late Cenozoic of South America.

A glacial model from Isla de los Estados based on the geomorphological analysis was made. This glacial model would have consisted of valley glaciers supplied by cirque glaciers and little local ice sheets. Several of these valley glaciers have been eroded along tectonic alignments, such as faults, folds and intraformational contacts. In the southern sector of the island, glaciers would have been in contact with the sea, ending in a process of ablation of "calving" type, that is, through the physical removal of ice blocks from the glacial front in contact with the sea. The glaciers of the northern coast would have flowed into steep valleys to reach a vast plain located northward of the island. They ended like piedmont glaciers, in a simple ablation process.

The development of rise/fall sea level digital models allowed to estimate when the Le Maire strait was opened. This event would have happened at about 15 ka (thousands of years) cal B.P. (before present) (12.5 ka C<sup>14</sup> B.P.) during the Late Glacial times.

At Caleta Lacroix (Bahía Franklin) the presence of a fossil dune field suggests exposition of great land surface and stronger wind intensity predominantly from SW and W probably during the Late Glacial times, when sea level was still lower than today. Deglaciation and onset of peat formation in the western coastal area began before ca. 10,679 <sup>14</sup>C yr B.P. under regional warmer climatic trend. After 10,679 <sup>14</sup>C yr B.P. (12,729 cal yr B.P.), pollen record indicates a non-arboreal herbaceous and paludal vegetation with scarce *Empetrum*/Ericaceae type heaths and scrubs as a result of plan invasion and short-term succession vegetal communities spreading over the shoreline areas under locally more humid conditions followed by a vegetational pattern of dwarf shrub heaths, scrubs, cushion plants and grasses with scattered trees between 9174 and 7645 <sup>14</sup>C yr B.P. (10,337-8461 cal yr B.P.) as conditions became warmer and less humid than today restrictive to arboreal expansion. Probably *Nothofagus antarctica* was the pioneer species that colonized the landscape first. Later, after 7645 <sup>14</sup>C yr B.P. (8461 cal yr B.P.), a more humid conditions allowed the expansion of an open forest of *N.betuloides* and *N.antarctica* along with dwarf shrub heath communities. It was followed by a gradual evergreen beech forest development in association with *Drimys winteri* and shrub and herb vegetation indicative of Subantarctic Evergreen Forest- Magellanic Moorland vegetational transition under colder and wetter conditions. After 4811 ka <sup>14</sup>C yr B.P. (5554 ka cal yr B.P.) the rate of evergreen beech forest greatly increased with the development of an almost pure Subantarctic Evergreen Forest communities. This vegetational changes accompanied a modification of climate toward colder, extremely damp and stormier conditions. The closed forest was replaced during the last 1000 <sup>14</sup>C

years by an open *Nothofagus* forest along with herbaceous communities of wetland areas and scarce shrubs indicative of a cooling conditions. The minimum of *Nothofagus* pollen registered between 746 and 86 <sup>14</sup>C yr B.P. (A.D. - after Christ - 1255-1876) probably corresponds to an earlier phase of the “Little Ice Age” (LIA) signal registered in the Northern Hemisphere (A.D. 1450-1890).

The results mainly indicate that a west-east precipitation gradient was already established at the early Holocene times and onwards between southern Tierra del Fuego and westernmost part of Isla de los Estados. The vegetational development is associated with changing episodes of temperature and precipitation. This fluctuations may have been related to the positioning and intensity of the Southern Westerlies wind belt and the sea-ice Antarctic extent.

**Bibliografía**

- Ahlmann, H. W., 1919. Geomorphological Studies in Norway, *Geografiska Annaler*, 1: 1-148, 193-252.
- Andrews, J. 1975. *Glacial systems. An approach to glaciers and their environments*. Duxbury Press, North Situate.
- Aniya, M. 1996. Holocene variations of Ameghino Glacier, southern Patagonia. *Holocene* 6, 247– 252.
- Arnett, J.S. 1958. Principal tracks of southern hemisphere extratropical cyclones. *Monthly Weather Review* 86: 41-44.
- Auer, V. 1958. The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part II. The history of the flora and vegetation. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae III. Geologica-Geographica* 50: 1-239.
- Auer, V. 1965. Pleistocene of Fuego Patagonia, IV: Bog Profiles. *Annales. Academiae Scientiarum Fennicae A III* 80: 1-160.
- Auer, V. 1970. The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part V: Quaternary problems of Southern South America. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, A III Geologica-Geographica* 100: 1-194.
- Birks H. J. B., Birks H. H. 1980. *Quaternary Palaeoecology*. Botany School, University of Cambridge. Edward Arnold. 289 pp.
- Birks, H. J. B., Gordon, A. D., 1985. *Numerical methods in Quaternary pollen analysis*. Academic Press Inc (London) Ltd. 313 pp.
- Boelhowers, J., Holdess, S., Summer, P., 2003. The maritime Subantarctic: a distinct periglacial environment. *Geomorphology* 52, 39-55.
- Bonarelli, G. 1917. *Tierra del Fuego y sus turberas*. Dirección Nacional de Minas y Geología. XII (3).
- Borromei, A. M., 1995. Análisis polínico de una turbera holocénica en el Valle de Andorra, Tierra del Fuego, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 68, 311-319. Santiago.
- Borromei, A. M., Quattrocchio, M. 2001. Palynological study of Holocene marine sediments from Bahía Lapataia, Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 33, 61-70.
- Borromei, A. M., Quattrocchio, M., 2007. Palynology of Holocene marine deposits at Beagle Channel, southern Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana* 41 (1), 161-171. Buenos Aires.

- Borromei, A. M., Quattrocchio, M. 2008. Late and Postglacial Paleoenvironments of Tierra del Fuego: terrestrial and marine palynological evidence. In: J. Rabassa (ed.) *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego. Developments in Quaternary Sciences*, Vol. 11, Chapter 18: 369-381. Elsevier Science Ltd.
- Borromei, A. M., Coronato A., Quattrocchio, M. Rabassa, J, Grill, S., Roig, C. 2007. Late Pleistocene-Holocene environments in Valle Carabajal, Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 23: 321-355.
- Borromei, A. M., Coronato, A., Franzén, L. G., López Sáez, J. A., Maidana, N., Rabassa, J., Candel, M. S., Ponce, J. F. 2008. Holocene paleoenvironments in subantarctic high Andean valleys (Las Cotorras mire, Tierra del Fuego, Argentina). *Enviado Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.
- Bullard, J., E., Thomas, D., S., G., Livingstone, I., Wiggs, G. F. S. 1995. Analysis of linear sand dune morphology variability, southwestern Kalahari Desert. *Geomorphology* 11, 3: 189-203.
- Burgos, J. J. 1985. Clima del extremo sur de Sudamérica. En: Boelcke, O., Moore, D. M. & Roig, F. A. (eds.). *Transecta botánica de la Patagonia Austral*. CONICET (Argentina), Instituto de la Patagonia (Chile) & Royal Society (UK).10-40.
- Butzer, K. W. 1976. *Geomorphology from the Earth*. Harper & Row, Publishers. 463 pp.
- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. In: ACME (ed.), *Enciclopedia Argentina de Agronomía y Jardinería: Tomo II, Fascículo 1: 1-85*.
- Caldenius, C. 1932. *Las Glaciaciones Cuaternarias en Patagonia y Tierra del Fuego*. Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección General de Minas y Geología. 95-148. Buenos Aires.
- Caminos, R. 1976. Tobas y pórfidos dinamometamorfizados de la Isla de los Estados, Tierra del Fuego. *Actas VI Congreso Geológico Argentino*. II
- Caminos, R., Nullo, F. 1979. Descripción Geológica de la Hoja 67 e, Isla de los Estados. Territorio Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Servicio Geológico Nacional. *Boletín* 175: 52 pp.
- Caminos, R., Haller, M., Lapido, O., Lizuain, A., Page, R., Ramos, V. 1981. Reconocimiento geológico de los Andes Fueguinos, Territorio Nacional de Tierra del Fuego. *Actas 8 Congreso Geológico Argentino (San Luis) 3: 759-786*. Buenos Aires.
- Chapman, A. 1987. *La Isla de los Estados en la prehistoria*. EUDEBA., Buenos Aires.
- Charlesworth, J. K. 1957. *The Quaternary Era*. London, Edward Arnold 1700 pp.

- Clapperton, C. 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. Elsevier, Amsterdam.
- Clemmensen, L., Andreasen, F., Nielsen, S. T., Sten, E. 1996/98. The late Holocene coastal dunefield at Vejers, Denmark: characteristics, sand budget and depositional dynamics. *Geomorphology* 17, Issue 1-3: 79-98.
- Correa, M. N. 1998. "Flora Patagónica, parte 1". Colección Científica del I.N.T.A. Tomo VIII: 110-111. Buenos Aires.
- Coronato, A. M. J. 1994. Geomorfología glacial de valles de los Andes Fueguinos y condicionantes físicos para la ocupación humana. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras. 318pp.
- Coronato, A. M. J. 1995. The last Pleistocene glaciation in tributary valleys of the Beagle Channel. *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula* 9, 153-172. Balkema Publishers, Rotterdam.
- Coronato, A. M. J., Salemme, M., Rabassa, J. 1999. Paleoenvironmental conditions during the early peopling of Southernmost South America (Late Glacial-Early Holocene, 14-8 ka BP). *Quaternary International* 53/54, 77-92.
- Coronato, A. M. J., Martínez, O., Rabassa, J. 2004a. Glaciations in Argentine Patagonia, Southern South America. En: Ehlers, J., Gibbard, P. (Eds.), "Quaternary Glaciations: Extent and chronology. Part III: South America, Asia, Africa, Australia and Antarctica. Quaternary Book Series, Elsevier, Amsterdam 49-67 pp.
- Coronato, A. M. J., Meglioli, A., Rabassa, J. 2004b. Glaciations in the Magellan Strait and Tierra del Fuego, Southernmost South America. En: Ehlers, J., Gibbard, P., Coronato, A. M. J., Meglioli, A., Rabassa, J. (Eds.), Quaternary Glaciations: Extent and chronology. Part III: South America, Asia, Africa, Australia and Antarctica. Quaternary Book Series, Elsevier, Amsterdam 45-48 pp.
- Coronato, A., Borrromei, A. M., Rabassa, J. 2007. Paleoclimas y Paleoescenarios en la Patagonia Austral y en Tierra del Fuego durante el Cuaternario. *Boletín Geográfico de la Universidad Nacional del Comahue. Número especial Jornadas sobre Calentamiento Global*: 18-28. Neuquén
- Corte, A. 1977. Geocriología. El frío en la Tierra. Ediciones Culturales de Mendoza. Mendoza.
- Dalziel, I. W. D., Elliot D. H. 1973. Scotia arc and Antarctic Margin, en A. E. M. Nair y F. G. Stehil (Ed). *Ocean Basins and Margins* 1: 171-245. New York.

- Dalziel, I. W. D., Caminos, R., Palmer, K. F., Nullo, F. E. Casanova, R. 1974a. South Extremity of Andes: Geology of Isla de los Estados, Argentina, Tierra del Fuego. The American Association of Petroleum Geologist Bulletin 58 (12): 2502-2512.
- Dalziel, I. W. D. de Wit, M. J., Palmer K. F. 1974b. Fossil Marginal Basin in Southern Andes. Nature 250: 291-294.
- Dalziel, I. W. D., Dott, R. H, Winn, R. D., Bruhn, R. L. 1975. Tectonic relations of South Georgia Island to the southernmost Andes. Geol. Soc. America Bull. 86: 1034-1040.
- Darwin, C., 1842. On the distribution of erratic boulders and the contemporaneous unstratified deposits of South America. Transactions Geological Society London 6: 415-431.
- Deacon, G. E. R. 1937. The hydrology of the Southern Ocean. Discovery Reports, 15, 1-24.
- Deacon, G. E. R. 1960. The southern cold temperate zone. In: Proceedings of the Royal Society. Series B 152, 441-447.
- Deacon, G. E. R. 1963. The Southern Ocean. In: Hill, M. N. (ed.), The Sea. Vol. 2. London, England, UK, Interscience Publisher 281-296.
- Derrotero Argentino. 1962. Archipiélago Fueguino Islas Malvinas 3<sup>o</sup> Ed. I. Servicio de Hidrografía Naval 35pp.
- De Fina, A. L. 1972. El clima de la región de los bosques Andino-patagónicos Argentinos. In: Dimitri, M. (ed.). La región de los bosques Andino-Patagónicos. Sinopsis general. Colección científica del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) 10: 35-58.
- Donoso, C., 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria, S.A., Santiago de Chile.
- Dudley, T. R., Crow, G, E. 1983. A contribution to the Flora and Vegetation of Isla de los Estados (Staaten Island), Tierra del Fuego, Argentina. American Geophysical Union, Antarctic Research Series 37: 1-26, Washington, D. C.
- Embleton, C, King, C. A. 1968. Glacial and periglacial geomorphology. Edward Arnold Ltd., London, 608 pp.
- Endlicher, W., Santana, A. 1988. El clima del sur de la Patagonia y sus aspectos ecológicos. Un siglo de mediciones climatológicas en Punta Arenas. Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales 18:57-86.
- Fairbridge, R. 1968. The Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences Series, 3. Reinhold Books Corp. Nueva York.

- Feruglio, E. 1944. Estudios geológicos y glaciológicos en la región del Lago Argentino (Patagonia). Bol. Academia Nacional de Ciencias Córdoba 37, 1-208.
- Feruglio, E. 1950. Descripción Geológica de la Patagonia. Tomo 3. YPF, Buenos Aires.
- Fesq-Martin, M., Friedmann, A., Peters, M., Behrmann, J., Kilian, R., 2004. Late-glacial and Holocene vegetation history of the Magellanic rain forest in southwestern Patagonia, Chile. *Vegetation History Archaeobotic* 13, 249-255.
- Fleming, K., Johnston, P., Zwartz, D., Yokoyama, Y., Lambeck, K., Chappell, J. 1998. Refining the eustatic sea-level curve since the Last Glacial Maximum using far- and intermediate-field sites. *Earth and Planetary Science Letters* 163: 327–342
- Flint, R., 1957. *Glacial and Pleistocene geology*. New York, Wiley and Sons, 553 pp.
- Flint, R., Fidalgo, F. 1964. Glacial Geology of the East Flank of the Argentine Andes between Latitude 39°10' S and Latitude 41°20' S. *Geological Society of America Bulletin* 75: 335-352.
- Flint, R., Fidalgo, F. 1969. Glacial Drift in the Eastern Argentine Andes between latitude 41°10'S and latitude 43°21'S. *Geological Society of America Bulletin* 80, 1043-1052.
- García M. C. 1986-87, Estudio de algunos rasgos geomorfológicos de la Isla de los Estados. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires y Centro Austral de Investigaciones Científicas, CONICET: 53pp.
- Garleff, K. 1977. Höhenstufen der argentinischen Anden in Cuyo, Patagonien und Feuerland. *Göttinger Geographische Abhandlungen* 68: 1-150.
- Glasser, N. F., Harrison, S., Winchester, V., Aniya, M. 2004. Late Pleistocene and Holocene palaeoclimate and glacier fluctuations in Patagonia. *Global and Planetary Change* 43, 79–101.
- Goldthwait, R. P. 1976. Frost sorted material: a review. *Quaternary Research* 6, 27-35.
- Goodall, R. N. P. 1975. El primer blanco fueguino. p. 80 en: Juan E. Belza, *En la Isla del Fuego, 2ª Colonización*. Instituto de Investigaciones Históricas Tierra del Fuego, Buenos Aires. 366 pp.
- Gordillo, S., Coronato, A., Rabassa, J. 1993. Late Quaternary evolution of a subantarctic paleofjord, Tierra del Fuego. *Quaternary Science Reviews* 12: 889-897.
- Gordon, A. L. 1967. Structure of Antarctic waters between 20°W and 170°W. *Antarctic Map Folio Series*. New York. USA, American Geographical Society of New York.
- Gordon, A. L., Goldberg, R. D. 1970. Circumpolar characteristic of Antarctic waters *Antarctic Map Folio Series*. 18. New York. USA, American Geographical Society of New York.

- Grill, S., Borrromei, A. M., Quatrocchio, 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.
- Grimm, E. 1991. Tilia Software. Illinois State Museum. Research & Collection Center. Springfield, Illinois.
- Hamon, B. V., Godfrey, J. S. 1978. Role of the oceans. En: Pittock, A B, Frakes, L A, Janssen, D, Peterson, J A and Zillman, J W (Eds.). *Change and Variability: A Southern Perspective*. London, UK: Cambridge University Press, 31-52 pp.
- Harrington, H. J. 1943. Observaciones geológicas en la Isla de los Estados. *Anales Museo Argentino de Ciencias Naturales. Geología* 29: 29-52.
- Haynes, V. 1995. Alpine valley heads on the Antarctic Peninsula. *Boreas* 24: 81-94.
- Heusser C. J. 1971 *Pollen and Spore of Chile*. The University of Arizona Press, Tucson Arizona. 167 pp.
- Heusser, L.E., Stock, C.E. 1984. Preparation techniques for concentrating pollen from marine sediments and other sediments with low pollen density. *Palynology* 8 225-227.
- Heusser, C. J. 1987. Late Quaternary pollen records from Subantarctic Chile-Argentina. Reunión Final Proyecto 201 (IGCP-UNESCO): Cuaternario de América del Sur. Resúmenes: 16-18
- Heusser, C. J. 1989a. Late Quaternary vegetation and climate of Tierra del Fuego. *Quaternary Research* 31, 396-406.
- Heusser, C. J. 1989b. Polar perspective of late Quaternary climates in the Southern Hemisphere. *Quaternary Research* 32, 60-71.
- Heusser, C. J. 1989c. Climate and chronology of Antarctica and adjacent South America over the past 30,000 yr. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 76, 31-37.
- Heusser, C. J. 1990. Late-glacial and Holocene vegetation and climate of subantarctic South America. *Review of Palaeobotany and Palynology* 65: 9-15
- Heusser, C. J. 1994. Paleoindians and fire during the late Quaternary in southern South America. *Revista Chilena de Historia Natural* 67: 435-443.
- Heusser, C. J. 1995. Palaeoecology of *Donatia-Astelia* cushion bog, Magellanic Moorland-Subantarctic Evergreen Forest transition, southern Tierra del Fuego, Argentina. *Review of palaeobotany and palynology* 89: 429-440.

- Heusser, C. J. 1998. Deglacial paleoclimate of the American sector of the Southern Ocean: Late Glacial-Holocene records from the latitude of Canal Beagle (55°S). Argentine Tierra del Fuego. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 141: 277-301.
- Heusser, C. J. 2003. Ice Age Southern Andes. A chronicle of paleoecological events. *Developments in Quaternary Science* 3. Series Editor: Jim Rose. Elsevier 2003: 5-10.
- Heusser, C. J., Rabassa J. 1987. Cold climatic episode of Younger Dryas Age in Tierra del Fuego. *Nature* 328 (6131), 609-611.
- Heusser, C. J., Rabassa, J. O. 1994. Late Holocene forest-steppe interaction at Cabo San Pablo, Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 9: 179-188.
- Isla, F., Schnack, E. 1995. Submerge moraines offshore northern Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 9 (1991), 205-222. A.A. Balkema Publishers, Rotterdam.
- Isla, F., Bujalesky, G., Coronato, A. 1999. Procesos estuaricos en el Canal Beagle, Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54 (4): 307-318.
- Jhons, W.H. 1981. The vegetation history and paleoclimatology for the Late Quaternary of Isla de los Estados, Argentina. Ph.D. Dissertation, Michigan State University, USA. Unpublished.
- Kaplan, M. R., Singer, B. S., Ackert Jr., R. P., Douglas, D. C. 2002 (Ms). Synchronous terrestrial glacial maxima in mid-latitude South America and the Northern Hemisphere. Inédito.
- Kaplan, M. R., Ackert Jr., R. P., Singer, B. S., Douglass, D. C., Kurz, M. D. 2004. Cosmogenic nuclide chronology of millennial-scale glacial advances during O-isotope Stage 2 in Patagonia. *Geological Society of America Bulletin* 116 (3/4), 321-384 (January/February 2004).
- Katz, H. R. 1963. Revision of Cretaceous stratigraphy in Patagonia Cordillera of Ultima Esperanza, Magallanes Province, Chile. *AAPG Bulletin.*, 47: 506-524.
- Klemsdal, T., 1982. Coastal Classification and the Coast of Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift*, 36: 129-52.
- Knoche, W., Borzacov, J. 1947. Provincias Climáticas de la Argentina. En *Geografía de la República Argentina*. (GAEA) T.VI: 140-174. Buenos Aires.
- Köppen, W. 1936. Das geographische System der Klimate. In W. Köppen & R. Geiger (eds), *Handbuch der Klimatologie* 1C: 1-44. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin.

- Kühnemann, O. 1976. Observaciones ecológicas sobre la vegetación marina y terrestre de la Isla de los Estados (Tierra del Fuego, Argentina). *Ecosur, Argentina* 3 (6): 121-248.
- Lancaster, N. 1995. *Geomorphology of desert dunes*. New York, Routledge, York, 290 pp.
- Lancaster, N., Kocurek, G., Singhvi, A., Pandey, V., Deynoux, M., Ghienne, J., Lô, K. 2002. Late Pleistocene and Holocene dust activity and wind regimes in the western Sahara Desert of Mauritania. *Geology* 30, 11: 991-994.
- Lavallol, C. J., Cellini, J. M. 2006. Informe técnico: "Mapa de vegetación de la Isla de los Estados". Programa de investigación Geográfico Político Patagónico, Instituto de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales. Grupo ambiental Patagónico. Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, UCA. 2 mapas + informe 17 pp. Marzo de 2006.
- Ljung K., Ponce, J. F. 2006. Periglacial features on Isla de los Estados, Tierra del Fuego, Argentina. III Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. Expositor. Acta de Trabajos I: 85-90.
- Lovisato, D. 1983. Una escursione geologica nella Patagonia Terra del Fuoco. *Bul. Societa Geografica Italiana* II, 8 (5 y 6).
- Luckman, B.H., Villalba, R. 2001. Assessing the synchronicity of glacier fluctuations in the western cordillera of the Americas during the last millennium. In: Markgraf, V. (Ed.), *Interhemispheric Climate Linkages*. Academic Press, London, 119–140 pp.
- Madigan, C. T., 1946. The Simpson Desert Expedition, 1939. *Scientific Reports*, No. 6: Geology - The Sand Formations. *Trans. Royal Society of South Australia* 70: 45-67.
- Maher, B. A., Thompson, R., Zhou, L-P. 1994. Spatial and temporal reconstructions of changes in the Asian monsoon: a new mineral magnetic approach. *Earth and Planetary Science Letters* 44: 383-391.
- Maher, B. A., Thompson, R. 1995. Paleorainfall reconstructions from pedogenetic magnetic susceptibility variations in the Chinese loess. *Quaternary Research* 44: 383-391.
- Malagnino, E. 1995. The discovery of the oldest extra-Andean glaciation in the Lago Buenos Aires Basin (Argentina). *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula* 9, 69-84. Balkema Publishers, Rotterdam.
- Marbutt, J. A. 1977. *Desert Landforms. An Introduction to Systematic Geomorphology, Volume Two*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 340 pp.
- Markgraf, V. 1980a. New data on the late and post glacial vegetational history of La Misión, Tierra del Fuego, Argentina. *IV International Palynological Conference* 3: 68-74.

- Markgraf, V. 1980b. Paleoclimatic changes during the last 15.000 years in subantarctic and arid environments in Argentina (South America). V International Conference of Palynology. Cambridge. England. 33 pp.
- Markgraf, V. 1983. Late and postglacial vegetational and paleoclimatic changes in subantarctic, temperate and arid environments in Argentina. *Palynology* 7: 43-70.
- Markgraf, V. 1991a. Late Pleistocene environmental and climatic evolution in southern South America. *Bamberger Geographische Schriften, Band 11*, S. 271-281.
- Markgraf, V. 1991b. Younger Dryas in southern South America. *Boreas* 20: 63-69.
- Markgraf, V. 1993a. Palaeoenvironments and paleoclimates in Tierra del Fuego and southernmost Patagonia, South America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 102: 53-68.
- Markgraf, V. 1993b. Younger Dryas in southernmost South America-an update. *Quaternary Science Reviews* 12: 351-355.
- Markgraf V., D' Antoni H. L. 1978. *Pollen Flora of Argentina*. The University of Arizona Press
- Markgraf, V., Kenny, R. 1997. Character of rapid vegetation and climate change during the late-glacial in southernmost South America. *NATO ASI Series: Past and Future Environmental Changes I*: 81-90.
- Markgraf, V., Dodson, J. R., Kershaw, A. P., McGlone, M. S, Nicholls, N. 1992. Evolution of late Pleistocene and Holocene climates in the circum-South Pacific land areas. *Climate Dynamics* 6: 193-211.
- Martínez, O. 2002. Geomorfología y geología de los depósitos glaciares y periglaciares de la región comprendida entre los 43° y 44° lat. Sur y 70° 30' y 72° long. Oeste, Chubut, República Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de la Patagonia S.J.B. Sede Esquel. 327 pp.
- Martini, P., Brookfield, M. E., Sadura, S. 2001. *Principles of Glacial Geomorphology and Geology*. Prentice Hall. 381 pp.
- Mauquoy, D., Blaauw, M., van Geel, B., Borromei, A., Quattrocchio, M., Chambers, F. M., Possnert, G. 2004. Late Holocene climatic changes in Tierra del Fuego based on multiproxy analyses of peat deposits. *Quaternary Research* 61, 148-158.
- Massoia, E, Chebez, J. G. 1993. Mamíferos silvestres del Archipiélago Fueguino. *Literatura of Latin America*. Buenos Aires. 261pp.
- McCulloch, R. D, Bentley, M. J, Purves, R. S., Hulton, N. R. J., Sugden, D. E., Clapperton, C. M. 2000. Climatic inferences from glacial and palaeoecological evidence at the last

- glacial termination, southern South America. *Journal of Quaternary Science* 15, 409-417.
- McCulloch, R. D, Davies S. J. 2001. Late glacial and Holocene palaeoenvironmental changes in the central Strait of Magellan, southern Patagonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 173: 143-173.
- McCulloch, R. D, Clapperton, C., Rabassa, J., Curren, A, A. 1997. The natural setting. The glacial and post-glacial environmental history of Fuego-Patagonia. En: McEwan, C., Borrero, L., Prieto, A. (Eds.), *Patagonia: Natural History, Prehistory and Ethnography at the Uttermost End of the Earth*, British Museum. 12-31pp.
- Meglioli, A., Evenson, E., Zeilner, P., Rabassa, J. 1990. Cronología absoluta y relativa de los depósitos glaciares de Tierra del Fuego, Argentina y Chile. XI Congreso Argentino, Actas II, 457-460 pp.
- 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. Unpublished.
- Meierding, T. C. 1982. Late Pleistocene glacial equilibrium-line altitudes in the Colorado Front Range – A comparison of methods. *Quaternary Research* 18: 289-310.
- Mercer, J. H. 1968. Variations of some Patagonian glaciers since the Late Glacial: I. *American Journal of Science* 266: 91-109.
- Mercer, J. H. 1976. Glacial history of Southernmost South America. *Quaternary Research* 6 125-166.
- Mercer, J. H. 1982. Holocene glacier variations in southern South America. *Striae* 18, 35-40.
- Moore, M. D. 1983. *Flora of Tierra del Fuego*. Antony Nelson England, Missouri Botanical Garden USA. 369pp.
- Morbelli A. M. 1980. Morfología de las esporas Pteridophita presentes en la región fuegopatagónica, República Argentina. *Opera lilloana* 28: 1-128. Tucumán.
- Niekisch, M., Schiavini, A. 1998. Desarrollo y conservación de la Isla de los Estados. Informe inédito. CADIC, Ushuaia. 70 p.
- Olivero B. O., Barreda V., Marensi, S. A., Santillana, S. N., Martinioni D. 1998. Estratigrafía, sedimentología y palinología de la Formación Sloggett (Paleógeno continental), Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 53 (4): 504-516.

- Overpeck, J. T., Webb, T. III, Prentice, I. C. 1985. Quantitative interpretation of fossil pollen spectra: dissimilarity coefficients and methods of modern analogs. *Quaternary Research* 23: 87-108.
- Pendall, E., Markgraf, V., With, J.W., Dreier, M. 2001. Multiproxy record of Late Pleistocene-Holocene climate and vegetation changes from a peat bog in Patagonia. *Quaternary Research* 55, 168-178.
- Pianzola, E. L., 2006. *Viaje a Isla de los Estados*. Editorial de los Cuatro Vientos, Buenos Aires, 142 pp.
- Pisano, V.E. 1972. Algunos resultados botánicos de la II Expedición neocelandesa al hielo Nor-Patagónico, 1971/72. *Anales del Instituto de la Patagonia* 3 (1-2), 131-160.
- Pisano, E. 1977. Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56°S. *Anales del Instituto de la Patagonia* 8, 121-250.
- Planas, X., Ponsa, A., Coronato, A., Rabassa, J. 2001. Geomorphological features of LateGlacial-Holocene Glaciations in Martial Cirque, Fuegian Andes, southernmost South America. *Quaternary International* 87, 1, 19-27.
- Ponce, J. F., Martínez, O. 2007. Hallazgo de depósitos sedimentarios postcretácicos en Bahía Crossley, Isla de los Estados, Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (3): 467-470.
- Ponce, J. F., Martínez, O., Rabassa, J. 2005. Holocene costal longitudinal sand dunes in the westernmost end of Isla de los Estados (Staaten Island), Tierra del Fuego, Southernmost South America. Expositor. Reunión "Holocene environmental catastrophes in South America: From the lowlands to the Andes". Acta de Resúmenes: p37. Laguna Mar Chiquita, Córdoba, Argentina.
- Ponce, J. F., Borromei, A. M., Rabassa, J. 2006, Análisis Palinológico de una turbera del Pleistoceno Tardío-Holoceno, Bahía Franklin, Isla de los Estados (Argentina). XIII Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología. Acta de Resúmenes: p101. Bahía Blanca, Argentina.
- Porter, S. C. 1975b. Equilibrium-line altitudes of late quaternary glaciers in the Southern Alps, New Zeland. *Quaternary Resaerch* 5: 27-47.
- Porter, C. 1981. Pleistocene glaciation in southern Lake District of Chile. *Quaternary Research* 16 263-292.
- Porter, C. 1990. Character and age of Pleistocene drifts in a transect across the Strait of Magellan. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 7, 35-50. A.A. Balkema Publishers. Rotterdam.

- Prentice, I. C. 1986. Multivariate methods of data analysis. En: Handbook of Holocene Palaeocology and Palaeohidrology. B. E. Berglund (ed.), Wiley, Chichester: 799-816.
- Prohaska, F. 1976. The Climate of Argentina Paraguay and Uruguay. In Schwerdtfeger, W. (ed.), Climate of central and South America. World Survey of Climatology. Elsevier, Amsterdam. 12:13-112.
- Quattrocchio, M. E., Borromei, A. M. 1998. Paleovegetational and Paleoclimatic changes during the late Quaternary in Southwestern Buenos Aires province and southern Tierra del Fuego (Argentina). *Palynology* 22 (1998): 67-82.
- Rabassa, J. 1987. Lago Roca, Tierra del Fuego: the highest Holocene marine beach in Argentina? IGCP Project 200, Late Quaternary Sea-Level Correlations and Applications and Applications, Abstracts 21, Dalhousie University-NATO Advanced Study Institutes Programme, Halifax.
- Rabassa, J. 1999. Cuaternario de la Cordillera Patagónica y Tierra del Fuego. En: Haller, M. (Ed.), *Geología Argentina, Anales SEGEMAR N° 29*. 710-714 pp.
- Rabassa, J. 2008. Late Cenozoic glaciations of Patagonia and Tierra del Fuego. In: Rabassa, J., ed., "Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego", *Developments in Quaternary Science*, vol. 11. Elsevier.
- Rabassa, J., Clapperton, C. 1990. Quaternary glaciations of the southern Andes. *Quaternary Science Reviews* 9, 153-174.
- Rabassa, J., Coronato, A. M. J. 2002. Glaciaciones del Cenozoico tardío. En: Haller, M.J (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. Velatorio del XV Congreso Geológico Argentino, El Calafate*, vol. I-19, pp. 303-315.
- Rabassa, J., Evenson, E. B. 1996. Reinterpretación de la estratigrafía glacial de la región de San Carlos de Bariloche. XIII Congreso Geológico Argentino. *Actas IV*, 327.
- 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, Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 41 (3-4): 405-409.
- Rabassa, J., Heusser, C., Stuckenrath, R. 1986. New Data on Holocene Sea Transgression in the Beagle Channel: Tierra del Fuego, Argentina. In: Rabassa, J. (Editor) *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 4, 291-309. Balkema Publishers, Róterdam.
- Rabassa, J., Serrat, D., Martí, C, Coronato, A. 1990a. El Tardiglacial en el Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina y Chile. XI Congreso Geológico Argentino, *Actas 1*, 290-293. San Juan, Argentina.

- Rabassa, J., Heusser, C., Rutter, N. 1990b. Late-Glacial and Holocene of Argentine Tierra del Fuego. *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula* 7:327-351.
- Rabassa, J., Bujalesky, G., Meglioli, A., Coronato, A., Gordillo, S., Roig, C., Salemme, M., 1992. The Quaternary of Tierra del Fuego, Argentina: the status of our knowledge. *Sveriges Geologiska Undersökning, Ser. Ca. 81*, 249-256.
- Rabassa, J., Coronato, A., Roig, C. Serrat, D. 1996. Geología Glacial de Bahía Sloggett, Tierra del Fuego, Argentina. XIII Congreso Geológico Argentino, Actas IV, 329. Buenos Aires.
- Rabassa, J., Coronato, A., Bujalesky, G., Roig, C., Salemme, M., Meglioli, A., Heusser, C., Gordillo, S., Roig Juñent, F., Borrromei, A., Quatrocchio, M. 2000. Quaternary of Tierra del Fuego, Southernmost South America: an updated review. *Quaternary International* 68-71, 217-240.
- Rabassa, J., Coronato, A., Roig, C., Martínez, O., Serrat, D. 2003. Un bosque sumergido en Bahía Sloggett, Tierra del Fuego, Argentina: Evidencia de actividad neotectónica en el Holoceno Tardío. *Procesos geomorfológicos y evolución costera. Actas de la II Reunión de Geomorfología Litoral. Santiago de Compostela 2003: 333-345. Universidad de Santiago de Compostela publicaciones.*
- 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 America Earth Sciences* 20: 81-103.
- Roig, F. A. 2000. Comunidades vegetales productoras de turba en Tierra del Fuego. En Coronato, A. y Roig, C. (eds.): *Curso-Taller de Conservación de Ecosistemas a nivel mundial con énfasis en las turberas de Tierra del Fuego: 33-54. Ushuaia, Tierra del Fuego.*
- Roivainen, H. 1954. Studien ubre die Moore Feuerlands *Ann. Bot. Soc. Vanamo. Tomo 28. No. 2. Helsinki. 205 pp.*
- Schellmann, G. 1998. Jungkänozoische landschaftsgeschichte patagoniens (Argentina). *Andine vorlandvergletscherungen, talentwicklung und marine terrassen. Essener Geographische Arbeiten* 29, 1-218 (Essen).
- Schellmann, G. 1999. Landscape evolution and glacial history of Southern Patagonia (Argentina) since the Late Miocene-some general aspects. *Zentralblatt Geologie und Paläontologie I, (7/8)*, 1013-1026 (Stuttgart).
- Schellmann, G. 2003. Südpatagonien: Gletschergeschichte in einem Trockengebiet der Südhemisphärischen mittelbreiten. *Geographische Rundschau* 55 (2), 22-27.

- Selby, M. J. 1985. *Earth's Changing Surface. An Introduction to Geomorphology*. Clarendon Press, Oxford. 607 pp.
- Servicio Meteorológico Nacional, 1982-1986. Inédito, CADIC, Ushuaia, 87 pags.
- Servicio Meteorológico Nacional, 1994. *El archipiélago de Tierra del Fuego*. Monografía inédita, CADIC, Ushuaia: 21 pp.
- Singer, B., Ackert, R.P., Kurz, M., Guillou, H., Ton That, T. 1998. Chronology of Pleistocene glaciations in patagonia: a  $^3\text{mHe}$ ,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  and K-Ar study of lavas and moraines at Lago Buenos Aires, 46°S, Argentina, Geological Society of America 1998 Annual Meeting, Symposium, vol. 24 1998 (Abstract 30) p. 229.
- Singer, B., Brown, L., Guillou, H., Rabassa, J., Gualteri, L. 1999.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages and paleomagnetic data from Cerro del Fraile, Argentina: further constraints on timing of reversals during the Matuyama Chron, IUGG Meeting, Abstracts, vol. 1999.
- Singer, B. Ackert Jr., R.P., Hervé, F., Guillou, R. 2004b.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  and K-Ar chronology of the Pleistocene glaciations in Patagonia. *Geological Society of America Bulletin* 116 (2) (10 figs. 2 tables).
- Sottini, R. 1989. Cuencas hídricas de la Isla de los Estados. En: Grupo de Hidrología: Hidrología y variables climáticas del Territorio de Tierra del Fuego. Información Básica. Iturraspe, R., Sottini, R., Schroeder, C., Escobar, J. (Eds). Contribución científica. CADIC 7. Ushuaia. 84pp.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spore used in absolute pollen analysis. *Pollen Spore* 13: 615-621.
- Stuiver, M., Reimer, P. 1993. Extended 14C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon* 35: 215-230.
- Stuts, S. 2000. Historia de la vegetación del Litoral Bonaerense durante el último ciclo transgresivo-regresivo del Holoceno. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de la Plata. 128 pp.
- Syvitski, J. P. M., Shaw, J. 1995. Sedimentology and geomorphology of fjords. En Perillo, G.M.E. (ed.): *Geomorphology and sedimentology of estuaries*. Developments in Sedimentology, 53: 113-178. Elsevier Science Publications.
- Syvitski, J. P. M., Burrell, D. C., Skei, J. M., 1987. *Fjords: Processes and Products*. Springer: 379p. New York.
- Taljaard, J. J. 1972. Synoptic meteorology of the Southern Hemisphere. *Meteorological Monographs* 13: 139-213.

- Tanino, K. 2000. Environments of the formation of dunes at Shiriyazaki in the Shimokita Peninsula, Aomori Prefecture. *Quaternary Research*, vol. 39, No. 5: 471-478.
- Ton-That, T., Singer, B., Mörner, N. A., Rabassa, J. 1999. Dataciones por el método  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  de lavas basálticas y geología del Cenozoico superior en la región del Lago Buenos Aires, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54 (4): 333-352 (Buenos Aires).
- Tuhkanen, S. 1992. The climate of Tierra del Fuego from a vegetation geographical point of view and its ecoclimatic counterparts elsewhere. *Acta Botanica Fennica* 125: 4-17.
- Unkel, I., Björck, S., Wohlfarth, B. 2008. Deglacial environmental changes on Isla de los Estados (54.4°S), southeastern Tierra del Fuego. *Quaternary Science Reviews* 27: 1541-1554.
- Uriarte Cantolla, A. 2003. Historia del clima de la tierra. Victoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 306p.
- Valcárcel-Díaz, M., Carrera-Gómez, P., Coronato, A., Castillo-Rodríguez, F., Rabassa, J., Pérez-Alberti, A. 2006. Cryogenic Landforms in the Sierras de Alvear, Fuegian Andes, Subantarctic Argentina. *Permafrost and Periglacial Processes* 17: 371-376.
- Vermeijden, C. 1997. The geomorphological evolution of the area between “Rio Olivia” and “Punta Remolino”, along the Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. CADIC-CONICET, Laboratorio de Geología del Cuaternario, dos mapas, 25 pp., inédito.
- Villalba, R. 1989. Latitude of surface high pressure belt over western South America during the last 500 years inferred from tree-ring analysis. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 7: 273-303.
- Villalba, R. 1994. Tree-ring and glacial evidence for the Medieval Warm Epoch and the Little Ice Age in Southern South America. *Climatic Change* 26: 183-197.
- Waldmann, N., Ariztegui, D., Anselmetti, F.S., Austin Jr., J.A., Moy, C.M., Stern, C., Recasens, C., Dunbar, R.B. 2008. Holocene Climatic Fluctuations and Positioning of the Southern Hemisphere Westerlies in Tierra del Fuego (54°S), Patagonia. *Journal of Quaternary Science*. In press.
- Wasson, H., Hyde, R. 1983. Factors determining desert dune type. *Nature* 304: 337-339.
- Wang, X., Dong, Z., Zhang, J., Chen, G. 2002. Geomorphology of sand dunes in the Northeast Taklimakan Desert. *Geomorphology* 42: 183-195.