



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

---

S4\_020

## **Cronología $^{10}\text{Be}$ y $^{14}\text{C}$ del último avance glacial en Chile semiárido (29-30° S) y factores que controlan los cambios climáticos del Pleistoceno tardío-Holoceno.**

Riquelme, R.<sup>1</sup>, Aguilar, G.<sup>1</sup>, Rojas, C.<sup>1</sup>, Lohse, P.<sup>1</sup>

(1) Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ingeniería y Ciencia Geológicas, Avenida Angamos 0610, Antofagasta, Chile.

[rriquelme@ucn.cl](mailto:rriquelme@ucn.cl)

### Introducción

La cronología de las glaciaciones Cuaternarias es fundamental al momento de reconstruir las condiciones paleoclimáticas. Este trabajo sintetiza los resultados de un estudio sobre la evolución glacial y glacio-fluvial del Pleistoceno tardío-Holoceno en el Chile semiárido. El estudio considera las formas glaciales en dos cuencas de la alta cordillera: El Encierro y El Turbio, tributarios de los ríos Huasco (29°S) y Elqui (30°S), respectivamente. Edades de exposición  $^{10}\text{Be}$  de clastos en superficie de las formas glaciares, complementan aquellas ya existentes para la región [1, 2], y junto a dataciones  $^{14}\text{C}$  AMS en niveles orgánicos intercalados en depósitos glaciogénicos, permiten establecer una cronología de los eventos glaciales. Los datos así aportados nos permiten discutir sobre los cambios climáticos del Pleistoceno tardío-Holoceno, y el impacto relativo que en ellos tienen la actividad de los sistemas de circulación atmosférica de los vientos oeste y tropical, respectivamente.

### El Encierro

Esta cuenca expone formas glaciares por al menos 20 km aguas abajo de un gran circo glaciar. Las formas consisten en *vallums* morrénicos cuyos tamaños descienden aguas arriba, y exhiben un patrón telescópico a lo largo del valle. Las edades  $^{10}\text{Be}$ , tanto publicadas por [1], [2] como las aportadas en el presente trabajo, varían entre 27,2 y 9,3 kyr. Tres de las cuatro mayores edades (>20 kyr) se obtuvieron de la morrena terminal más distal valle abajo. Suponiendo que la edad de exposición más antigua puede ser considerada como la mejor estimación de la edad de depósito de la morrena (“*oldest age model*”; [3]), edades de 20-25 kyr pueden ser postuladas para el avance glacial que originó este vallum. En dirección aguas arriba no se verifica un progresivo descenso en la



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

edad  $^{10}\text{Be}$  de las morrenas, como sería el caso si todas ellas fueran resultado de un evento continuo de retroceso glacial. Sólo la morrena terminal ubicada más cercana al circo glacial expone dos edades  $^{10}\text{Be}$  de ~15 kyr que –según el “*oldest age model*”– sugieren esta edad para el último avance glacial. El hecho de que glaciaciones más jóvenes nunca se extendieron más allá de esta última morrena se ve reforzado por una edad  $^{10}\text{Be}$  de 15,1 kyr en una roca estriada de un “*verrou*” ubicado inmediatamente aguas abajo de ella. La edad de esta superficie estriada marca el momento en que ella queda descubierta, i.e, el momento en que los espesores importantes de hielo se desarrollaban sólo aguas arriba.

Si se considera la totalidad de las edades de exposición  $^{10}\text{Be}$  disponibles (17), existe una brecha de edades entre los ~20 y ~15 kyr y una concentración de edades entre los 12-10 kyr. Las edades de exposición más jóvenes deberían ser cercanas a la edad de estabilización de las morrenas [3] que en el caso del Encierro ocurrió a los ~10 kyr.

### El Turbio

Evidencias de actividad glacial pueden ser reconocidas por más de 35 km a lo largo de este valle, presentando varios circos glaciares en sus interfluvios. Dos *vallum* morrénicos se reconocen a lo largo del valle: (1) uno en la localidad de La Laguna, 35 km aguas abajo del glaciar del Tapado, (2) el otro 8 kilómetros aguas debajo de este glaciar.

(1) Consiste de dos arcos de morrena lateral escalonados, que alcanzan 250 y 80 m por sobre el actual curso del río, y que arrojaron edades  $^{10}\text{Be}$  de 781 y 1092 años, respectivamente. Estas edades significan una inversión en la morfo-estratigrafía, y la existencia de masas de hielo de al menos 250 m de espesor, decenas de kilómetros aguas abajo de los circos glaciares, hace solo ~1000 años. Obviamente ellas son producto de la erosión reciente que afecta la superficie de las morrenas, y no de la actividad glacial. Sin embargo, encajado en la morrena más baja, existe un depósito de till aborregado cuyas facies sedimentarias sugieren su directa depositación a partir de hielo. Aguas abajo, este depósito da origen a un *outwash* que es paulatinamente substituido por depósitos glaciogénicos fluvialmente re-trabajados, los cuales sobreyacen en disconformidad a una secuencia de limos, arcillas y turbas depositados entre ~11,2 a 7,6 cal kyr BP [4]. El *outwash*, los depósitos fluviales, y aquellos de limos arcillas y turbas, son interpretados como la respuesta paraglacial al retroceso glacial Pleistoceno tardío-Holoceno [4].

(2) Consiste de una única morrena terminal que puede ser prolongada como una morrena lateral. Solapando la morrena terminal se reconocen, aguas arriba, depósitos lacustres en los cuales se han obtenido tres edades de ~16 cal kyr BP, que indican una edad mínima para esta forma glacial. Aproximadamente 4 km aguas arriba de esta morrena terminal se reconoce una terraza de *kame* con una edad  $^{10}\text{Be}$  de 13 kyr BP - amalgama de tres clastos de la superficie- que indica ya un importante retroceso glacial para este momento.



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Adicionalmente un depósito de diamictitas cuyo origen glacial es incierto, se ubica entre los dos frentes glaciares anteriormente descritos, y arroja edades  $^{10}\text{Be}$  de 15,5, 16,5 y 24,8 kyr, respectivamente.

### Conclusiones preliminares

Las mayores edades  $^{10}\text{Be}$  obtenidas en el valle El Encierro sugieren un importante avance glacial a 20-25 kyr. Esta glaciación ha sido reportada más al sur (31°S, [2]), y se refleja probablemente en las morrenas de mayor tamaño de La Laguna. Esta glaciación predata levemente al Último Máximo Glacial y coincide con un período de menor intensidad en el sistema de circulación tropical [5]. La concentración de edades entre 12-10 kyr en El Encierro indica una estabilización definitiva de las morrenas, y no reflejarían un nuevo avance glacial como ha sido propuesto por [1]. El hecho que estas edades se ubiquen aguas abajo del frente glacial de ~15 kyr, sugiere que ellas más bien reflejan un retrabajo del material por eventos pluviales. La edad de la terraza de *kame* refuerza la aseveración de que los glaciares se encontraban en franco retroceso a ~13 kyr. El evento pluvial de 12-10 kyr permitiría la exportación de sedimentos finos valle abajo del río Turbio. La reducción de la capacidad de transporte de sedimentos, y la consecuente depositación de sedimentos finos entre ~11.2 to 7.6 cal kyr en este valle, pueden ser asociadas a la disecación climática, ampliamente registrada en el centro y norte de Chile para este periodo [4 y referencias ahí citadas]. El avance glacial de ~15 kyr y un periodo de mayor pluviosidad a los 12-10 kyr, coinciden con la fases pluviales Tauca y Coipasa descritas en el Altiplano Boliviano [e.g. 5], sugiriendo que la humedad para este periodo del Chile semiárido, igualmente, fue aportada por el sistema de circulación tropical.

### Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Proyecto Corfo INNOVA que se encuentra en curso, y ejecutado en conjunto por la Universidad Católica del Norte y SERNAGEOMIN, llamado, “Evaluación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con Énfasis en la Cuantificación y Dinámica de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos”. Las edades de  $^{14}\text{C}$  AMS fueron financiadas por el proyecto Fundación Andes (N° C-13960/46) dirigido por R.R.

### Referencias

[1] Zech, R.; Kull, C.; Veit, H. (2006) Late Quaternary glacial history in the Encierro Valley, northern Chile (29°S), deduced from  $^{10}\text{Be}$  surface exposure dating. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 243 , 277-286.



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



---

[2] Zech, R.; Kull, R., Kubik. P.W.; Veit, H., 2006. Exposure dating of the Late Glacial and pre-LGM moraines in the Cordon de Doña Rosa, Northern/Central Chile (~31°S). *Climate of the Past Discussions*, vol. 2, 847-878.

[3] Putkonen, J., Swanson, T. (2003) Accuracy of cosmogenic ages for moraines, *Quat. res.*, 59, 255-261.

[4] Riquelme R., Rojas C., Aguilar G., Flores P. Fluvial response to late Pleistocene to Holocene glacial retreat in the semiarid Chilean Andes, Turbio valley (30° S Lat): implications for Holocene climatic conditions and factors controlling mountain denudation. Submitted to *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.

[5] Placzek, C., Quade, J., Patchett, P.J. (2006) Geochronology and stratigraphy of late Pleistocene lake cycles on the southern Bolivian Altiplano: implication for causes of tropical climate change. *Geological Society of American Bulletin*, 118 (5), 515-532.