

## EL REGISTRO COSMOGÉNICO GLACIAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ANDES PERUANOS: RESULTADOS DEL PROYECTO FONDECYT 144-2015

**José Úbeda Palenque<sup>1,2\*</sup>, Javier de Marcos<sup>1</sup>, Estibene Vásquez<sup>3</sup>, Ronald Concha<sup>4</sup>, Pablo Masías<sup>3</sup>, Mariette Bustamante<sup>2</sup>, Rossella Gómez<sup>2</sup>, Joshua Iparraguirre<sup>4</sup>, Irene Schimmelpfennig<sup>5</sup>, Régis Braucher<sup>5</sup>, ASTER Team<sup>5</sup>, Ítalo Barrientos<sup>3</sup>, Gonzalo Luna<sup>3</sup>, Igor Astete<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Geografía. Universidad Complutense de Madrid, España

<sup>2</sup>Guías de Espeleología y Montaña, Madrid, España

<sup>3</sup>Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Lima, Perú

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, Huaraz, Perú

<sup>5</sup>Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement (CEREGE), Francia

\*Email: joseubeda@ucm.es

Este trabajo presenta 71 edades de exposición a la radiación cósmica (berilio-10) de fases de avance y retroceso de glaciares andinos. Proporcionan cronologías glaciares para 3 áreas de estudio alineadas en un transecto norte-sur de la cordillera occidental de los Andes Centrales: al suroeste de los nevados Hualcán (Cordillera Blanca; 6122 m; 9°S; región Ancash) y Pariacaca (5758 m; 12°S; región Lima) y al sur del Cerro Tiello Tiello (5400 m; región Arequipa). Las cronologías fueron obtenidas por investigadores del proyecto FONDECYT 144-2015. En dichas áreas de estudio se recogieron muestras de 1-2 kg de roca, en superficies de bloques morrénicos (datan avances glaciares) y lechos rocosos con pulimento glaciar (datan fases de deglaciación).

La preparación mecánica de las muestras se realizó en Perú. Consistió en moler y pasar las muestras por torres de tamices para separar la fracción fina. Dicha fracción se envió al laboratorio CEREGE (Francia), donde investigadores peruanos, instruidos por científicos del CEREGE, realizaron la preparación física y química de las muestras.

En primer lugar, las muestras se pasaron por un separador magnético Frantz, para seleccionar cuarzos y feldespatos no magnéticos. Las muestras resultantes se atacaron con ácidos para eliminar los feldespatos. De ese modo se obtuvieron 71 micro-muestras de cuarzo puro, que se revisaron con una lupa óptica para controlar la calidad del cuarzo. Nuevos ataques ácidos pulieron la superficie de los cuarzos para descartar la presencia de berilio atmosférico. El berilio cosmogénico, se extrajo pasando las muestras diluidas en ácido por columnas de resinas, para eliminar aniones contaminantes positivos y negativos. Posteriormente, las muestras fueron procesadas para oxidar el berilio.

El recuento de átomos se realizó disparando 71 nano-muestras de óxido de berilio a través del acelerador de partículas ASTER (CEREGE). El recuento de berilio se transformó en edades glaciales cosmogénicas en la herramienta online CRONUS. Los resultados proporcionan información de gran interés científico, sobre la evolución de los glaciares como respuesta al cambio climático desde hace ~100 000 años (~100 ka):

- Hualcán: la correlación de 27 edades glaciales con otros proxies paleoclimáticos sugiere la existencia de una teleconexión del enfriamiento del Hemisferio Norte con la humedad de los Andes Centrales, a través de la Zona de Convergencia Inter-Tropical. Es una relación observada en escalas de miles de años, a lo largo del Last Glacial Cycle (desde hace 120 ka hasta el presente).
- Pariacaca: la acumulación de berilio-10 y el contexto geomorfológico de 18 muestras datan una fase de máxima expansión temprana de los glaciares hace 48-32 ka, como un prólogo previo y mayor que el Last Glacial Maximum (LGM; 26-19 ka).

- Cerro Tiello Tiello: las cronologías de 3 lechos rocosos con pulimento glacial y la erosión generalizada de morrenas que habían sido previamente depositadas por los glaciares (sugerida por 26 muestras), indica la retirada de masas de hielo que cubrían superficies a 4900 m, hace 11-10 ka. Tanto la cronología como la altitud coinciden con edades previamente publicadas por el mismo equipo en el Nevado Coropuna, 20 km hacia el oeste, a la misma altitud y contexto geomorfológico y con orientación parecida. La cronología de la deglaciación es más tardía que en áreas de estudio algo más bajas y mucho más húmedas de los Andes peruanos, abriendo interrogantes muy interesantes para continuar desarrollando la misma línea de investigación.

Tomados en conjunto, los resultados de las 3 áreas sugieren la necesidad de obtener un registro estratigráfico de las influencias glacio-positivas procedentes del Océano Pacífico (ENSO), para completar la disponibilidad, mucho más abundante, de evidencias de influencias glacio-positivas amazónico-atlánticas. Dilucidar esas cuestiones implicaría contribuir significativamente al conocimiento del cambio climático a escala mundial.

El proyecto FONDECYT 144-2015 ha culminado con éxito 3 años de campañas de trabajo de campo y laboratorio, seguidos por dos meses de estancia en uno de los laboratorios cosmogénicos con mayor prestigio científico del mundo (CEREGE). También ha generado sinergias interinstitucionales e internacionales para contribuir al desarrollo de la investigación peruana en glaciares y cambio climático. La interpretación preliminar que se presenta en este trabajo, se inicia con la publicación científica de los resultados, a la espera de 42 muestras de Hualcán y Pariacaca, que están siendo tratadas en el CEREGE, recogidas para completar los resultados indicados por las primeras 71 dataciones.