



GEOCRONOLOGÍA DE UNA IGNIMBRITA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO MARIFIL EN AGUADA CECILIO (RÍO NEGRO), MACIZO NORDPATAGÓNICO ORIENTAL

Santiago N. González^(1,2), Gerson A. Greco^(1,2), Antonella T. Galetto⁽³⁾, Sofia Bordese⁽⁴⁾, Raul E. Giacosa^(1,6) y Miguel A.S Basei⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Universidad Nacional de Río Negro. Instituto de Investigaciones en Paleobiología y Geología. Río Negro, Argentina. Av. General Roca 1242 (R8332EXZ) – General Roca, Río Negro – Argentina

⁽²⁾ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

⁽³⁾ CONICET - Laboratorio de Modelado Geológico (LaMoGe), Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, C1428EHA, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

⁽⁴⁾ La.Te. Andes SA (GEOMAP-CONICET), Las Moreras 510, 4401, Vaqueros, Salta, Argentina.

⁽⁵⁾ Centro de Pesquisas em Geocronologia e Geoquímica Isotópica (CPGeo) - Universidad de San Pablo – San Pablo, Brasil

⁽⁶⁾ Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), delegación General Roca.

A fin de establecer la edad de erupción y enfriamiento de una ignimbrita del Complejo Volcánico Marifil (Busteros *et al.* 1998), se han determinado edades U-Pb en circones y edades termocronológicas de trazas de fisión en apatitas (AFT - *Apatite Fission Track*) y circones (ZFT - *Zircon Fission Track*).

Para la obtención de la edad U-Pb se procedió a la concentración de cristales de circón a partir de las pómez (*fiammes*) de un manto de ignimbrita riolítica aflorante al este de la localidad de Valcheta (40°47'10"S; 66°2'18"O). La concentración de pómez se realizó en el afloramiento y posteriormente, en los laboratorios del Instituto de Investigaciones en Paleobiología y Geología (UNRN - CONICET), se procesó la muestra hasta obtener una fracción entre 250µm y 125µm de la cual concentrar minerales. La separación de los circones se realizó bajo lupa binocular. Los circones obtenidos fueron montados en resina epoxi, pulidos y cubiertos de oro para obtener imágenes de catodoluminiscencia en el microscopio electrónico de barrido (modelo VPSEM FEI Quanta 250) del Centro de Pesquisas em Geocronologia e Geoquímica Isotópica de la Universidad de San Pablo (CPGeo). Los cristales de circón obtenidos presentaron una morfología típicamente ígnea con índice A elevado y un índice T bajo a medio (clases I, R1-4; Pupin 1980) con zonación oscilatoria, aunque algunos cristales también presentan zonación sectorial. En los laboratorios del CPGeo también se llevaron adelante los análisis isotópicos U-Pb puntuales en los cristales de circón utilizando un espectrómetro de masas de ionización por plasma con multicolector acoplado a un láser Excimer 193 nm (Teledyne) (LA-MC-ICPMS Thermo Scientific Neptune). De los 36 análisis realizados 16 fueron edades concordantes con bajos errores, utilizados para el cálculo de edad. La edad concordia obtenida con los cristales concordantes es de $184,4 \pm 1,1$ Ma.

Además, se realizaron análisis de AFT y ZFT en roca total, con el fin de reconstruir la historia de enfriamiento del depósito piroclástico. Ambos métodos se basan en el análisis y conteo de zonas de daño en la estructura mineral, que resultan de la fisión espontánea del ^{238}U . Las trazas de fisión son metaestables en relación con el tiempo y temperatura, y cada especie mineral considerada posee una temperatura de reinicio total o “*total annealing*”, por encima de la cual todas las trazas presentes en el mineral desaparecen. Existe además una zona de recocido parcial donde se produce el acortamiento de las trazas (*Partial Annealing Zone* o PAZ) con temperaturas de ~120-60°C (AFT) y ~180-350°C (ZFT)(Green *et al.* 1989; Tagami 2005). La muestra fue analizada en el laboratorio de termocronología La.Te. Andes S.A. Los cristales de apatita y circón fueron obtenidos mediante técnicas de molienda, tamizado y concentrado por métodos gravimétricos y magnéticos, y posteriormente montados en resina Epoxy (apatitas) y teflón (circones). El conteo de trazas de fisión fue acompañado por un análisis morfológico de sus cristales, y realizado con un microscopio binocular Zeiss AXIO Imager Z2m, controlado mediante Software TrackWorks® Autoscan®. Para la generación de trazas de fisión inducidas ambos preparados fueron irradiados con neutrones térmicos en el reactor de investigación RA3 perteneciente al Centro Atómico de Ezeiza, Buenos Aires. El cálculo de las edades de enfriamiento se realizó por medio del método de detector externo (EDM; Gleadow 1981), mediante la comparación de las densidades de trazas espontáneas e inducidas en cada caso. Para la obtención de la edad de enfriamiento AFT y ZFT de la muestra y de cada cristal, se utilizó el programa “*TrackKey*” (Dunkl 2002). Para ello se ingresó la cantidad de granos medidos con sus valores de trazas inducidas, trazas espontáneas y área medida por grano, junto con el tipo de vidrio dosimétrico utilizado (IRMM 540 para apatitas con 15 mg/kg de U y IRMM 541 para circones con



50 mg/Kg de U) y el flujo neutrónico aplicado estimado para cada caso ($RhoD$; ZFT = 4,931; AFT = 7,6429), y el valor z de calibración obtenido de estándares de apatitas Durango y circones Fish Canyon Tuff (Zeta Value- ζ ; $\zeta ZFT = 112,19 \pm 4,03$; $\zeta AFT = 330,41 \pm 20,16$). Para un total de 35 cristales de apatitas y 30 cristales de circones analizados, se obtuvo una edad central AFT de $179,1 \pm 13,5$ Ma y una edad central de ZFT de $172,5 \pm 8,1$ Ma. En ambos casos se obtuvo una baja dispersión de edades de granos, evidenciado por su distribución radial y la prueba estadística de uniformidad de resultados $P(\chi^2)$ resultante en un 88,22% para AFT y 100% para ZFT, ambos $P(\chi^2) \gg 5\%$ e indicativos de la presencia de una única población estadística de edades. A partir del análisis morfológico de los cristales tanto de apatitas como de circones, no fue posible identificar poblaciones de granos con características distintivas indicativas de diferentes proveniencias, dando evidencia de la presencia de una única población de granos, conforme lo reflejado por los resultados estadísticos.

El complejo Volcánico Marifil, como parte de la Provincia Magmática Chon Aike, corresponde a un proceso magmático de corta duración durante el Jurásico temprano durante el cual los magmas involucrados habrían tenido un periodo de residencia en la parte superior de la corteza (Pankhurst et al., 2000). Considerando solamente las edades U-Pb en circones disponibles para el Complejo Marifil la actividad volcánica estaría restringida entre 193,4 Ma y 184,4 Ma (Chernicoff et al. 2017; Strazzere et al. 2017, 2019; Pavón Pivetta et al. 2019; este resumen). De acuerdo a las edades de trazas de fisión obtenidas para uno de los mantos piroclásticos del Complejo Marifil, se puede inferir que la profundidad de soterramiento alcanzadas por el manto piroclásticos analizado no serían mayores a $\sim 3,33 \pm 0,3$ km; o bien, no habrían permanecido a más ~ 2 km por más de 10 Ma, el límite inferior de la PAZ ($\sim 60^\circ\text{C}$), y de acuerdo a un gradiente normal de $30^\circ\text{C}/\text{km}$, dado que no existe reseteo de las trazas de fisión. Este último podría ser mayor considerando un ambiente de antepaís/trasarco extensional con volcanismo asociado durante el Jurásico temprano. Por estas razones consideramos que la edad U-Pb de 184,2 Ma obtenida en circones de pómez del manto ignimbrítico corresponde a una edad cercana a la de erupción y depositación del flujo piroclástico, en tanto que las edades de trazas de fisión estarían reflejando el proceso de enfriamiento (por ejemplo, cristalización en fase vapor y diagénesis temprana) y posterior diagénesis del depósito. Consideramos que los métodos geocronológicos utilizados en este caso de estudio se han complementado adecuadamente y han permitido sustentar nuevas interpretaciones sobre la evolución del magmatismo jurásico de la Patagonia norte y realizar nuevas inferencias acerca de su registro sedimentario.

- Busteros, A., Giacosa, R., Lema, H., 1998. Hoja Geológica 4166-IV, Sierra Grande, Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires.
- Chernicoff, C.J., Gozalvez, M.R., Santos, J.O., Mc Naughton, N.J., 2017. Edad U-Pb SHRIMP en circones y caracterización de la Riolita Punta del Agua, sector centro-oriental de la provincia de Río Negro, Argentina: nueva evidencia de la compresión jurásica inferior en la Patagonia oriental. En: Ibañez, L.M., et al. (Eds.), XX Congreso Geológico Argentino. San Miguel de Tucumán, Actas Simposio 15, 14-15.
- Dunkl, I., 2002. TRACKKEY: a Windows program for calculation and graphical presentation of fission track data. Computers & Geosciences, 28 (1), 3-12.
- Gleadow, A. J., 1981. Fission-track dating methods: what are the real alternatives? Nuclear Tracks 5 (1-2), 3-14.
- Green, P. F., Duddy, I. R., Laslett, G. M., Hegarty, K. A., Gleadow, A. J. W., Lovering, J. F., 1989. Thermal annealing of fission tracks in apatite 4. Quantitative modeling techniques and extension to geological timescales. Chemical Geology 79, 155-182.
- Pankhurst, R.J., Riley, T.R., Fanning, C.M., Kelley, S.P., 2000. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of Magmatism Associated with the Break-up of Gondwana. Journal of Petrology, 41, 605-625.
- Pavón Pivetta, C., Gregori, D., Benedini, L., Garrido, M., Strazzere, L., Galdes, M., Santos, A.C.d., Marcos, P., 2019. Contrasting tectonic settings in Northern Chon Aike Igneous Province of Patagonia: subduction and mantle plume-related volcanism in the Marifil formation. International Geology Review, 1-27.
- Pupin, J.P., 1980. Zircon and granite petrology. Contributions to mineralogy and petrology, 73: 207-220.
- Strazzere, L., Gregori, D.A., Benedini, L., Marcos, P., Barros, M.V., 2017. Edad y petrografía del Complejo Volcánico Marifil en la Sierra de Pailemán, Comarca Norpatagónica, Río Negro, Argentina. In: Ibañez, L.M., et al. (Eds.), XX Congreso Geológico Argentino. San Miguel de Tucumán, 145-150.
- Strazzere, L., Gregori, D.A., Benedini, L., Marcos, P., Barros, M.V., Galdes, M.C., Pavon Pivetta, C., 2019. The Puesto Piris Formation: Evidence of basin-development in the North Patagonian Massif during crustal extension associated with Gondwana breakup. Geoscience Frontiers, 10, 299-314.
- Tagami, T., 2005. Zircon fission-track dating. En Reiners, P.W., Ehlers, T., (eds): Low-Temperature Thermochronometry. Revista Mineral Geochem Series 58:95-122.