

NOTA BREVE

EDAD, CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA Y GEOQUÍMICA DEL GRANITOIDE DEL CERRO FALKNER, NEUQUÉN

Sabrina CROSTA¹), María E. VATTUONE^{1,2}) y Carlos O. LATORRE^{1,2})

¹ Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

² Ingeis. CONICET Ciudad Universitaria Pabellón 2, CP1428.

E-mails: sabrina.crosta@gmail.com; elena@gl.fcen.uba.ar; latorre@gl.fcen.uba.ar

RESUMEN

El Cerro Falkner se halla constituido por rocas graníticas infrayacentes a las volcanitas de la Formación Ventana de edad paleógena. Dichos intrusivos son de composición granodiorítica, metaluminosos a peraluminosos, subalcalinos, con características de granitos de arco volcánico concordantes con otros granitoides del segmento norte de la Cordillera Patagónica Septentrional. La edad obtenida por el método K-Ar sobre anfíboles de composición tschermakítica (125 ± 20 Ma) indica una edad mínima perteneciente al Cretácico inferior para la granodiorita del cerro Falkner, por lo que sería incorrecto utilizar la denominación Formación Los Machis (Cretácico superior) para estas rocas. Esta edad, permite vincular las rocas graníticas del área de estudio con el volcanismo representado por el Grupo Divisadero de edad predominantemente cretácica inferior.

Palabras clave: *Granodioritas, Cretácico inferior, Cerro Falkner, Neuquén.*

ABSTRACT: *, petrography and geochemistry of Cerro Falkner's granitoid.*

Cerro Falkner is composed of granitic rocks underlying volcanic rocks of the Ventana Formation of Paleogene age. Those intrusives are granodioritic in composition, metaluminous to peraluminous, subalkaline, with characteristics of volcanic arc granites that are concordant with other granitoids of the Cordillera Patagónica Septentrional's northern segment. The age obtained by the K-Ar method on tschermakitic amphiboles (125 ± 20 Ma) points out a minimum age from the lower Cretaceous for the Cerro Falkner's granodiorite. Therefore the use of the term Los Machis Formation (Upper Cretaceous) would be incorrect for these rocks. This age, allows us to relate the granitic rocks on the study area to the lower Cretaceous, coeval with the volcanism of the Divisadero Group.

Keywords: *Lower Cretaceous Granodiorites, Cerro Falkner, Neuquén.*

INTRODUCCIÓN

El área estudiada en el presente trabajo se localiza a unos 45 Km al sur de la ciudad de San Martín de los Andes; se encuentra limitada al norte por el lago Falkner y es atravesada por la ruta nacional 234. Queda incluida en la provincia geológica de los Andes Patagónicos Septentrionales según Dessanti (1972), en la Cordillera Neuquina definida por González Díaz y Nullo (1980) y en el segmento norte de la Cordillera Patagónica Septentrional de Ramos (1999).

El cerro Falkner se halla constituido por rocas graníticas donde se alojan numerosos diques andesíticos que, según Crosta (2006), son homologables debido a sus características petrográficas y mineralógicas a la Formación Ventana de edad paleógena, defini-

da por González Bonorino (1973). Las mencionadas plutonitas fueron asignadas tentativamente por González Díaz (1982) a la Formación Los Machis de edad Cretácico superior.

Rapela *et al.* (1987) obtuvieron una edad K/Ar sobre biotita de $111 \text{ Ma} \pm 4 \text{ Ma}$ para el granitoide al NE del lago Villarino, que se ubica al norte de la zona de estudio (Fig. 1). Hasta el momento dicha edad no ha sido corroborada en ningún otro cuerpo granítico de la región.

Unos 20 km al norte del lago Falkner, Vattuone y Latorre (2003) informan una edad de $162 \text{ Ma} \pm 4 \text{ Ma}$ para cuerpos granodioríticos que Crosta (2006) asigna al batolito patagónico subcordillerano.

El objeto de este trabajo fue caracterizar en base a su mineralogía, petrografía y geoquí-

mica a los granitoides del cerro Falkner, como así también obtener una edad absoluta de los mismos por método K-Ar sobre anfíbol, ya que hasta el momento no existían dataciones de los mismos.

Petrografía y mineralogía

El afloramiento del cual se extrajeron las muestras para analizar se encuentra a los $40^\circ 26' 57''$ de latitud sur y $71^\circ 34' 05''$ de longitud oeste.

Las rocas estudiadas son granodioritas de color gris claro y textura granosa, inequigranular, de grano medio, de hipidiomorfa a alotriomorfa, compuestas por un 85% de minerales félsicos (cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa) y un 15% de minerales máficos constituidos por biotita (predomi-

nante) y anfíbol. Son abundantes los enclaves equidimensionales, con diámetros de hasta 40 cm y de contactos netos con la roca de caja granítica que, según Crosta (2006), son homologables a la Formación Montes de Oca de edad Jurásica superior.

El cuarzo posee extinción que varía de ondulosa a relámpago, y presenta numerosas inclusiones de apatita y en menor medida, de zircones de hábito prismático alargado; el feldespato alcalino es inhomogéneo y, ocasionalmente, presenta pertitas filiformes, que en sectores se hallan deformadas y suelen desarrollar megacristales poiquilíticos que incluyen plagioclasas de bordes crenulados, cuarzo, biotita, hornblenda y minerales opacos; la plagioclasa varía su composición entre oligoclasa y andesina y se halla alterada a sericita, albita en sus bordes y escaso epidoto.

La biotita que es el principal componente dentro de la fracción máfica, se presenta en láminas hipidiomorfas y pleocroicas de castaño claro a castaño oscuro y se halla intensamente alterada a clorita de colores verdosos y, en menor medida, a prehnita, epidoto y escasa moscovita; el anfíbol (ver cuadro 1) es pleocroico de verde a amarillo pálido casi incoloro y presenta en algunos casos maclas de dos individuos y es reemplazado parcialmente por cuarzo y feldespato potásico.

En cantidades accesorias hay titanita y glomérulos de minerales opacos.

Para clasificar adecuadamente al anfíbol (sobre el cual se realizaron las dataciones) fue analizado químicamente mediante un espectrómetro de energía dispersiva (EDS), adosado a un microscopio electrónico de barrido (SEM) Phillips 9100 en el Centro de Investigaciones Tecnológicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA). Los análisis se realizaron a 20kv, corrección convencional ZAF y TKOFF=25°. El haz de electrones que se usó es de 2 micrones de diámetro y el tiempo de medición fue de 10 segundos.

Los porcentajes en óxidos recalculados son: 42,20 % SiO₂; 2,35% TiO₂; 10,86 % Al₂O₃; 16,47% FeO; 1,24 % MnO; 10,78 % MgO, 13,32 % CaO; 0,78 % K₂O. Las relaciones atómicas calculadas en base anhidra de 23 oxígenos, utilizando el método propuesto por Leake *et al.* (1997) para el cálculo del

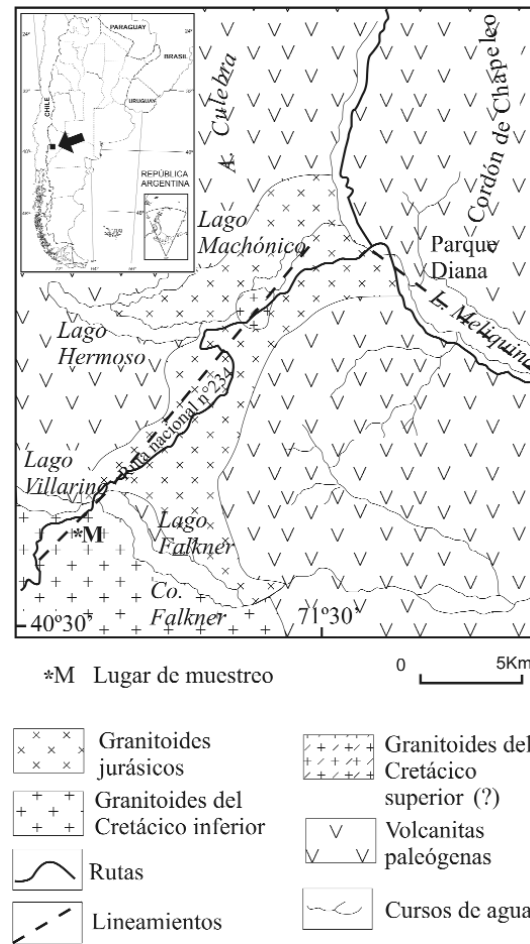


Figura 1: Mapa geológico del área. Modificado de Vattuone y Latorre (2003)

CUADRO 1: Análisis químicos de elementos mayoritarios, trazas y composición normativa

| Oxidos | SM 5 | Minerales Normativos | SM 5 | Elementos | SM 5 |
|--------------------------------|---------|----------------------|--------|-----------|------|
| SiO ₂ | 68,26 | Cuarzo | 25,14 | Ba | 589 |
| TiO ₂ | 0,376 | Plagioclasa | 50,96 | Hf | 4 |
| Al ₂ O ₃ | 15,862 | Ortoclasa | 15,31 | Nb | 5 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,329 | Diopsido | 0,00 | Zr | 115 |
| MnO | 0,099 | Hipersteno | 6,09 | Y | 16 |
| MgO | 1,39 | Ilmenita | 0,72 | Sr | 388 |
| CaO | 3,858 | Magnetita | 1,45 | Rb | 92 |
| Na ₂ O | 3,815 | Apatita | 0,28 | Ni | 3 |
| K ₂ O | 2,58 | Corindón | 0,06 | Co | 53 |
| P ₂ O ₅ | 0,118 | Total | 100,01 | Cr | 50 |
| LOI | 0,880 | | Th | 11 | |
| Total | 100,567 | | U | 3 | |

promedio entre el máximo y mínimo de Fe +3 posible, son: Si= 6,23; Ti= 0,12; AlIV= 1,77; ALVI= 0,12; Fe₃₊= 0,85; Fe₂₊= 1,18; Mn= 0,08; Mg= 2,37; Ca= 2,20 y K=0,15.

Según la clasificación de Anthony et al. (1995) el anfíbol analizado clasifica como tschermakita

Caracterización geoquímica del cuerpo granítico

Se realizó un análisis químico preliminar de la misma muestra que se ha datado en este trabajo. El mismo se llevó a cabo mediante fluorescencia de rayos X realizado en el Instituto de Geología y Minería de la Univer-

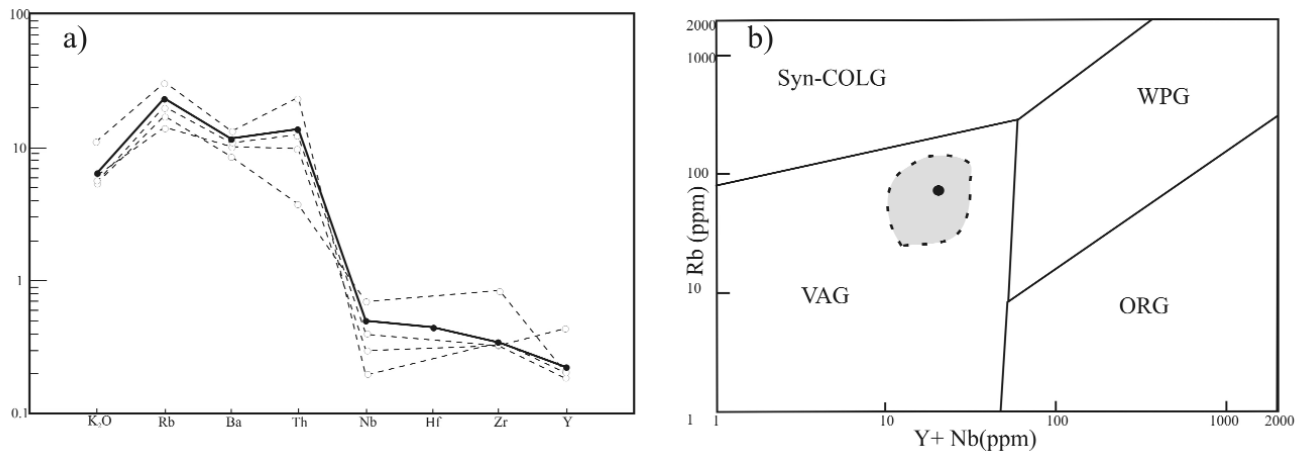


Figura 2: a) Diagramas multielementales de la granodiorita del Cerro Falkner (línea negra continua) y granitoides del lago Ñorquinco (líneas punteadas) normalizados al ORG (Pearce et al. 1984). b) Diagrama Rb vs (Y+Nb) propuesto por Pearce et al. (1984); el punto negro representa la granodiorita del Cerro Falkner y la región gris indica el campo de los granitoides de lago Ñorquinco (Latorre y Vattuone, 1991).

sidad Nacional de Jujuy.

Como puede observarse en el cuadro 1, la roca es cuarzo-corindón y ortopiroxeno normativa por lo tanto es saturada en sílice, tiene una muy leve tendencia peraluminosa y es subcalina.

El diagrama multielemental normalizado al ORG (Pearce *et al.* 1984) muestra un enriquecimiento en elementos LIL (large ion lithophile) y en Th, y un empobrecimiento en elementos HFS (*high field strength*). Características similares presentan los diagramas obtenidos por Latorre y Vattuone (1991) para granitoides metaluminosos del ciclo ándico, aflorantes en la Cordillera Neuquina en las inmediaciones del lago Ñorquinco (Fig. 2a).

Según el diagrama propuesto por Pearce *et al.* (1984) son granitoides de arco volcánico y se encuentran dentro del campo limitado por los granitoides de lago Ñorquinco, Neuquén (Fig. 2b).

Geocronología

Para la determinación de la edad de estas rocas se seleccionaron muestras representativas y en estado fresco, de las cuales se separaron los anfíboles y se aplicó el método K/Ar sobre los mismos. La datación fue realizada en INGEIS. Los contenidos de K fueron obtenidos por espectrometría de absorción atómica y la relación de los isótopos del argón fue determinada con un espectó-

metro de masas Reynolds, previa fusión de la muestra molida en un horno de inducción según la técnica descrita por Linares et al. (1973).

En el cuadro 2 se presentan los datos analíticos y la edad obtenida para las granodioritas del Cerro Falkner.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La edad mínima obtenida para las granodioritas del cerro Falkner (125 ± 20 Ma) indica la pertenencia de estos cuerpos al denominado Batolito Patagónico Cordillerano (Gordon y Ort 1993).

Estas rocas quedarían incluidas en el grupo de granitoides G2 de Rapela y Kay (1988), el mismo representa uno de los principales pulsos del plutonismo andino entre el $39^\circ 42'$ y 42° de latitud sur ubicado temporalmente entre los 140-120 Ma.

Edades similares a la obtenida en este trabajo reportan Ramos (1981) para granitoides de la zona de lago La Plata-lago Fontana (126 ± 10 Ma), Rapela *et al.* (1987) para el sector sur del Brazo Huemul del lago Nahuel Huapi (123 ± 3 Ma) y para el lago Moreno este (122 ± 3 Ma), y Haller *et al.* (1997)

en la región del lago Futalaufquen (125 ± 3 Ma).

Dado que la Formación Los Machis se caracteriza por pulsos magmáticos ubicados a los 101 ± 4 Ma y a los 80 ± 4 Ma (González Díaz y Valvano 1978), las rocas del cerro Falkner corresponderían a un ciclo anterior. Teniendo en cuenta la edad obtenida por Rapela *et al.* (1987) para granitoides del lago Villarino (111 ± 4 Ma) y la obtenida para la granodiorita del cerro Falkner en este trabajo (125 ± 20 Ma), podríamos asociar este plutonismo al volcanismo representado por el Grupo Divisadero que según Haller y Lapidó (1980) presenta un pulso en las dataciones en el intervalo 109-111 Ma.

En el área, dicho volcanismo del Cretácico inferior estaría manifestado como diques andesíticos que se alojan en los granitoides jurásicos al norte del lago Falkner y cuya petrografía, según Crosta (2006), sería similar a las volcanitas del Cretácico inferior de la región de Aluminé (Latorre *et al.* 1997). Según nuestra interpretación petrológica, estos granitoides representarían las raíces del arco magmático continental a fines del mesozoico, como confirman los análisis químicos de elementos trazas, y se habrían

CUADRO 2: Edad K/Ar y datos analíticos para una muestra representativa de la granodiorita del Cerro Falkner.

| Muestra % | Mineral | % K | ^{40}K ($\times 10^{-8}$ mol/g) | $^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$ ($\times 10^{-10}$ mol/g) | % $^{40}\text{Ar}_{\text{atm}}$ en Ma | Edad | Error |
|-----------|---------|------|---|--|---------------------------------------|------|-------|
| SM5 | Anfibol | 2,48 | 7,403 | 5,549 | 15,30 | 125 | 16,10 |

emplazado en un ambiente de epizona como evidencia la presencia en ellos, de numerosos enclaves de bordes netos.

Según Lizuáin (1999) el emplazamiento del Batolito Patagónico sería consecuencia de un aumento en la velocidad de convergencia entre la placa de Farallón y la Sudamericana (fase Patagónica), lo cual generaría una disminución en la inclinación de la zona de Benioff y, por lo tanto, un cese de la actividad volcánica y el emplazamiento de dicho batolito.

AGRADECIMIENTOS

Los autores, agradecen al CONICET quien financió las investigaciones por intermedio de los Proyectos PIP N° 2244 y 5064 y a la UBA por intermedio del Proyecto UBACYT N° X840.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, R.A. y Nichols, M.C. 1995. Handbook of Mineralogy, II: Silica, Silicates, Part I. Mineral Data Publishing, Tucson, Arizona.
- Crosta, S. 2006. Geología de las rocas ígneas del sector comprendido entre el lago Meliquina y el Cerro Falkner, provincia de Neuquén. Implicancias en la estratigrafía del área. Tesis de Licenciatura de la FCEyN, Universidad de Buenos Aires, (inédito).
- Dessanti, R.N. 1972. Andes patagónicos septentrionales. En Academia Nacional de Ciencias, Geología Regional Argentina, 655-687, Córdoba.
- González Bonorino, F. 1973. Geología entre San Carlos de Bariloche y Llao-Llao, provincia de Río Negro y Neuquén. Fundación Bariloche, departamento de Recursos Naturales y Energía, publicación HGS-07.
- González Díaz, E.F. 1982. Zonación cronológica del plutonismo en los Andes Patagónicos Septentrionales entre los 40° y 42° sur: Migración de los ciclos intrusivos. Acta Geológica Lilloana 16(1): 5-22.
- González Díaz, E.F. y Nullo, F. 1980. Cordillera Neuquina. En: Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, 1099-1147, Córdoba.
- González Díaz, E.F. y Valvano J. 1978. Plutonitas graníticas cretácicas y neoterciarias entre el sector norte del lago Nahuel Huapi y el lago Traful (provincia de Neuquén). 7° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 227-242, Neuquén.
- Gordon, A. y Ort, M. 1993. Edad y correlación del plutonismo subcordillerano en las provincias de Río Negro y Chubut. 12° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 120-127, Buenos Aires.
- Haller, M.J. y Lapido, O.R. 1980. El Mesozoico de la Cordillera Patagónica Central. Revista de la Asociación Geológica Argentina 35(2):230-247.
- Haller, M.J., Barbieri, M., Ghiara, M.R., Stanzione, D., Castorina, F., Trudu, C. y Meister, C.M. 1997. Génesis y evolución del granito de Futalaufquen, andes Patagónicos, (42°40'-42°50'S). 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 507-514, Buenos Aires.
- Latorre, C.O. y Vattuone, M.E. 1991. Geoquímica de elementos traza aplicada al emplazamiento tectónico de granitoides de los Andes Patagónicos (39°S), Argentina. 6° Congreso Geológico Chileno, Resúmenes expandidos 776-780.
- Latorre, C.O., Vattuone, M.E.; Lagorio, S. y Montenegro, T. 1997. Vulcanitas Cretácicas en la Formación Aluminé. 8° Congreso Geológico Chileno, Actas 1: 124-128, Antofagasta.
- Leake, B.E.; Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J.A., Maresch, W.V., Nickel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W. y Youzhi, G. 1997. Nomenclatura of amphiboles: Report of the Subcomité on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. American Mineralogist 82: 1019-1037.
- Linares, E., Kawashita, K., y Kleiner, L. 1973. Constante de calibración y factores de corrección para la aplicación del método K-Ar en el laboratorio de INGEIS. Revista de la Asociación geológica Argentina 28(2): 133-146.
- Lizuáin, A. 1999. Estratigrafía y evolución geológica del Jurásico y Cretácico de la Cordillera Patagónica Septentrional. En Caminos, R. (ed.) Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29(17): 433-443, Buenos Aires.
- Pearce, J.A.; Harris, N.B.W. y Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of the granitic rocks. Journal of Petrology 25(4): 956-983.
- Ramos, V.A. 1981. Descripción geológica de la Hoja 47 a-b, Lago Fontana, Provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional, Boletín 183: 1-130, Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En Caminos, R. (ed.) Geología Argentina, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29: 41-96, Buenos Aires.
- Rapela, C.W. y Kay, S.M. 1988. Late Paleozoic to recent magmatic evolution of northern Patagonia. Episodes 11(3): 175-182.
- Rapela, C.W., Munizaga, F., Dalla Salda, L., Hervé, F., Parada, M.A. y Cingolani, C. 1987. Nuevas edades K-Ar de los granitoides del sector nororiental de los Andes Patagónicos. 10° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 18-20, Tucumán.
- Vattuone, M.E. y Latorre, C. 2003. Edad Jurásica para los granitoides aflorantes al norte del Lago Falkner, Neuquén, Andes Patagónicos Septentrionales, República Argentina. 10° Congreso Geológico Chileno, Actas digitales 4 p.

Recibido: 28 de mayo de 2007.

Aprobado: 22 de noviembre de 2007.