



MODELIZACIÓN GEOQUÍMICA DEL MAGMATISMO DE LA FORMACIÓN LO PRADO EN LA CORDILLERA DE LA COSTA DE CHILE CENTRAL (33°20´-34°00´S)

Hasler K.¹; Morata D.¹; Aguirre L.¹; Belmar M.¹; Morales S.²; Carrillo-Rosúa F.²

¹ *Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile. khasler@ing.uchile.cl*

² *Departamento de Mineralogía-Petrología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Avenida Fuentenueva s/n. 18002 Granada, España*

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

La convergencia de placas oceánica-continental ha caracterizado el margen sudamericano desde el Jurásico hasta la actualidad. Diversos estudios realizados en el margen continental del norte y centro de Chile (26°-36°) para el Mesozoico han evidenciado un ambiente tectónico diferente del actual régimen de subducción “tipo Chileno” (e.g. Vergara *et al.*, 1995; Morata y Aguirre, 2003), caracterizándose el Jurásico-Cretácico Inferior por un régimen de bajo *stress* y subducción tipo Mariana, en donde el ascenso del manto astenosférico conlleva a extensión, atenuación cortical, subsidencia y volcanismo bimodal, generándose cuencas de intra-arco con alta tasa de subsidencia (Aguirre *et al.*, 1989). El volcanismo de la Formación Lo Prado representa el inicio del magmatismo Cretácico Inferior en Chile Central y está conformado por ignimbritas y lavas ácidas y una menor proporción de lavas e intrusivos hipabisales básicos hacia su parte superior. Este trabajo presenta un modelo basado en elementos trazas y datos isotópicos de las fuentes y contaminantes que participaron en la génesis de este magmatismo bimodal.

CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS DEL VOLCANISMO BIMODAL

En la Cordillera de la Costa, al sur del río Maipo (33°30´-34°S), aflora una secuencia bimodal, constituida por abundante flujos de ignimbritas, tobas y lavas félsicas conformadas por fenocristales de plagioclasa (An₂₋₅Ab₉₅₋₉₇Or₀₋₁), piroxeno (Wo₄₀₋₄₁En₃₉₋₄₁Fs₁₈₋₂₀), óxidos de Fe-Ti con un contenido de ulvöespinela de 25-32% y apatito y circón como accesorios, interestratificados con rocas sedimentarias volcanoclásticas rojizas. Hacia el techo aparecen flujos de lavas basálticas a andesitas-

basálticas, porfíricas y variablemente amigdaloidal (localmente conocidas como ocoítas), formadas por fenocristales de plagioclasa ($An_{54-62}Ab_{34-42}Or_{2-3}$), augita ($Wo_{36-42}En_{42-45}Fs_{14-26}$), pigeonita ($Wo_{8-9}En_{57-59}Fs_{33-35}$), óxidos de Fe-Ti (ulvöespinela 35-43%) y pseudomorfos de olivino inmersos en una masa fundamental intersertal a intergranular de símil mineralogía, interestratificados con sedimentos marinos. Esta secuencia se encuentra afectada por un metamorfismo regional, de muy bajo grado tipo enterramiento, facies prehnita-pumpellyita, asociado a la extensión y subsidencia de cuenca (Levi 1969; Aguirre et al., 1989).

MÉTODOS ANALÍTICOS

Se analizaron 15 muestras, 3 rocas básicas (ocoítas) y 12 félsicas, seleccionadas en base a su menor grado de alteración (LOI <2%, con excepción de un análisis de 3.12%). Todos los análisis se realizaron en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada, España (FRX para elementos mayores, ICP-MS para elementos trazas y TIMS para isótopos de Sr y Nd). La movilidad química relacionada con los procesos de metamorfismo de muy bajo grado hace que al modelar, geoquímicamente los procesos petrogenéticos, sea más conveniente trabajar con aquellos elementos incompatibles con un comportamiento inmóvil durante estos procesos. Estos elementos son, fundamentalmente los de alto potencial iónico y las tierras raras.

RESULTADOS

El magmatismo de la Formación Lo Prado conforma una *suite* bimodal, con altos contenidos de K_2O , característicos de las lavas Cretácicas de la Cordillera de la Costa de Chile central, definiendo una tendencia calcoalcalina de alto K. Las ocoítas se caracterizan por presentar bajos valores de MgO (1.7-5.8% wt) indicando fundidos no primarios y fraccionamiento previo de olivino. Estos resultados coinciden con los ya expuestos por Vergara et al., (1995) y Morata et al., (2004).

Los valores isotópicos iniciales de ($^{143}Nd/^{144}Nd$) y ($^{87}Sr/^{86}Sr$) en las rocas ácidas (calculados a 130 Ma) varían entre 0.51254 a 0.51264 (ϵNd : +1.1 a +3.4) y 0.70205-0.70624, respectivamente. Para las lavas básicas, los valores isotópicos iniciales (calculados a 120 Ma) de ($^{143}Nd/^{144}Nd$) y ($^{87}Sr/^{86}Sr$) varían entre 0.51259-0.51266 (ϵNd : +3.1 a +3.4) y 0.70395 a 0.70429 (Figura 1).

Es destacable la importante dispersión en los valores de ($^{87}Sr/^{86}Sr$)₀ respecto a los de ($^{143}Nd/^{144}Nd$)₀, presentando incluso valores anómalos excesivamente bajos o altos. Esta amplia dispersión es atribuida al metamorfismo de muy bajo grado de carácter regional que moviliza al Sr, por lo que es recomendable trabajar con elementos de menor movilidad, tal como el Th y Nd (Figura 2)

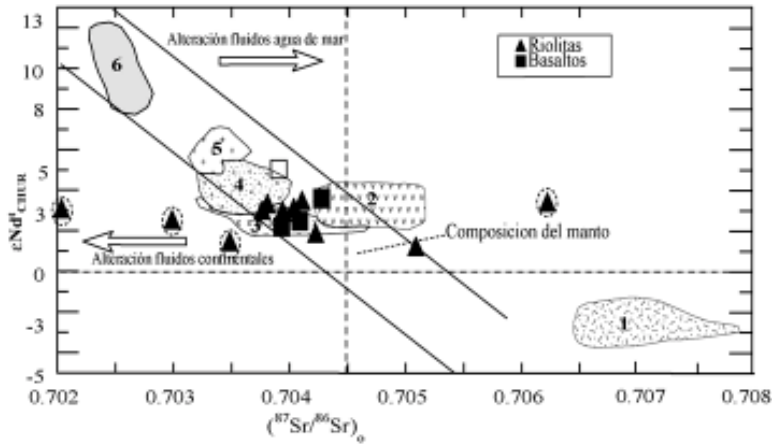


Figura 1. Diagrama $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ vs $\epsilon\text{Nd}^t_{\text{CHUR}}$ para lavas ácidas (triángulos negros) y básicas (cuadrados negros) de la Formación Lo Prado en Chile central. Muestras encerradas en círculo indican movilidad por alteración. 1. Granitoides carboníferos. 2. Granitoides jurásicos. 3. Volcanismo Jurásico. 4. Formación Veta Negra. 5. Plutón Caleu. 6. NMORB. Referencias 1 y 2 Parada et al., 1999; 3, 4, 5 y 6 en Morata et al., 2001.

CONCLUSIONES

Las rocas estudiadas conforman una serie bimodal que comienza con abundante magmatismo ácido y culmina con volcanismo básico. Sus características geoquímicas indican líquidos no primarios que, junto a sus razones isotópicas iniciales, evidencian mecanismos de fraccionamiento previo a partir de fundidos mantélicos con algún grado de contaminación y homogenización con fundidos generados en la base de la corteza como consecuencia de un aumento térmico asociado a un ascenso adiabático del manto.

Con el propósito de dilucidar la o las posibles fuentes de asimilación se presentan en la Figura 2 tres modelos de mezcla. Se observa que las rocas ácidas pueden modelarse mediante un 40% de asimilación de granitoides carboníferos del basamento de la Cordillera de la Costa, mientras que en las rocas básicas el componente mantélico es mucho mayor y la asimilación menor.

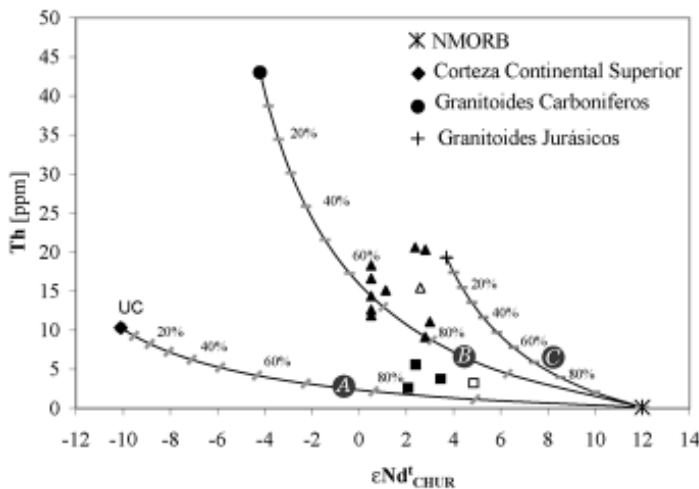


Figura 2. Diagrama $\epsilon\text{Nd}^t_{\text{CHUR}}$ vs Th. A, B y C corresponden a un modelo de mezcla simple entre un componente astenosférico tipo NMORB y la corteza continental superior, (valores tomados de Faure 1986, excepto el Th que fue tomado de Wedepohl 1995), granitoides carboníferos del basamento de la Cordillera de la Costa (Parada et al., 1999) y granitoides jurásicos de la Cordillera de la Costa (Parada et al., 1999) respectivamente. Los números a lo largo de las curvas indican porcentaje de participación del componente mantélico. Símbolos como en figura 1

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con financiamiento del proyecto Fondecyt 1031000 y del proyecto BTE-2003-06265 (Ministerio de Ciencias y Tecnología/ Ministerio de Educación y Ciencias y FEDER, España) y Grupo de Investigación RNM131 de la Junta de Andalucía.

REFERENCIAS

- Aguirre, L.; Levi, B.; Nyström, J.O. 1989. The link between metamorphism, volcanism and geotectonic setting during the evolution of the Andes. *In* Evolution of metamorphic belts (Daly, J.S.; Cliff, R.A.; Yardley, B.W.D.; editores). *Geological Society of London, Special Publication*, No 43, p. 223–232.
- Faure, G. 1986. Principles of isotope geology. 2nd edición. Wiley, 589 p. New York.
- Levi, B. 1969. Burial metamorphism of a Cretaceous volcanic sequence west from Santiago, Chile. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, Vol. 24, p. 30–49.
- Morata, D.; Aguirre, L. 2003. Extensional Lower Cretaceous volcanism in the Coastal Range of central Chile: geochemistry and petrogenesis. *Journal of South American Earth Sciences*, Vol 16, p. 459–476.
- Morata, D.; Aguirre, L.; Féraud, G.; Fuentes, F.; Parada, M.A.; Vergara, M. 2001. The Lower Cretaceous volcanism in the Coastal Range of central Chile: geochronology and isotopic geochemistry. *In* III South American Symposium on Isotope Geology, extended Abstracts Volume (CD), Sociedad Geológica de Chile, Santiago, Chile, p. 321–324.
- Morata, D.; Aguirre, L.; Belmar, M.; Parada, M.A.; Hasler, K.; Morales, S. 2004. Genesis of the bimodal arc-related Lower Cretaceous volcanism in the Coastal Range of central Chile. *In* International Association of Volcanism and Chemistry of the Earth Interior (IAVCEI). General Assembly, Pucón, Chile.
- Parada, M.A.; Nyström, J.O.; Levi, B. 1999. Multiple sources for the Coastal Batholith of central Chile (31–34°S): geochemical and Sr–Nd isotopic evidence and tectonic implications. *Lithos*, Vol. 46, p. 505–521.
- Vergara, M.; Levi, B.; Nyström, J.; Cancino, A. 1995. Jurassic and early Cretaceous island arc volcanism, extension, and subsidence in the Coast Range of central Chile. *Geological Society of America etin*, Vol. 107, p. 1427–1440.
- Wedepohl, H. 1995. The composition of the continental crust. *Geochimica et Cosmochimica, Acta*, Vol. 59, No. 7, p. 1217–1232.

