

VALORES δO^{18} DE LOS BASALTOS ALCALINOS DE LA REGION VOLCANICA DE OLOT, LA GARROTXA, CATALUÑA

R. Benito García*; J. López Ruiz** y B. Turi***

RESUMEN

Las lavas basálticas de la región volcánica de Olot presentan unos valores δO^{18} comprendidos entre +5,6 y +6,5 ‰. Estos valores indican que los magmas han derivado de un manto que tiene una composición isotópica de oxígeno semejante a la de otras áreas continentales, en las que se ha generado un volcanismo de esta naturaleza. Asimismo, confirman que los fenómenos de fusión parcial y cristalización fraccionada son los únicos que han intervenido en la generación de estas rocas, ya que se puede descartar cualquier tipo de interacción cortical.

Palabras clave: valores δO^{18} , basaltos alcalinos, región volcánica de Olot.

ABSTRACT

The basaltic lavas from the Olot volcanic region exhibit δO^{18} values which range between +5.6 and +6.5 ‰. These values indicate that the magmas derived from a mantle source with a oxygen isotopic signature similar to other continental settings where this type of volcanism is present. Furthermore, since these data allow to discard any kind of crustal contamination, they confirm that partial melting and fractional crystallization are the only processes which led to the generation of these rocks.

Key words: δO^{18} values, alkali basalts, Olot volcanic region.

Introducción

En el área de Olot, se ha desarrollado entre los 350.000 y los 11.000 años (Guerin *et al.*, 1986) un volcanismo basáltico alcalino, representado por basanitas leucíticas, basanitas nefelínicas y basaltos olivínicos, semejante al de edad miocena de las áreas del Ampurdán y la Selva (Fig. 1).

Aunque los trabajos realizados recientemente sobre la geoquímica de estas rocas (López Ruiz *et al.*, 1986; Guerin *et al.*, 1986 y Hertogen y López Ruiz, 1989), no discuten la posibilidad de que los magmas hayan sufrido interacción cortical, esta hipótesis no se debe descartar *a priori*, puesto que el espesor de corteza continental en este área es del orden de los 30 km (Gallart *et al.*, 1984).

Para testar dicha hipótesis se han obtenido los valores δO^{18} de tres basanitas leucíticas y dos basanitas nefelínicas, ya que como es bien sabido los isótopos de oxígeno constituyen unos excelentes indicadores de los procesos de contaminación cortical, como consecuencia de los contrastados valores δO^{18} que exhiben las rocas que se han formado en equilibrio con la hidrosfera o con la atmósfera (o han sufrido intercambio isotópico con ellas) y los magmas que proceden del manto.

En los apartados que siguen se resumen los caracteres petrológicos y geoquímicos de las lavas de esta región volcánica y se discuten los valores δO^{18} obtenidos.

* Instituto Tecnológico GeoMinero de España. 28003 Madrid.

** Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. 28006 Madrid.

*** Dipart. Scienze della Terra, Univ. La Sapienza. 00100 Roma.

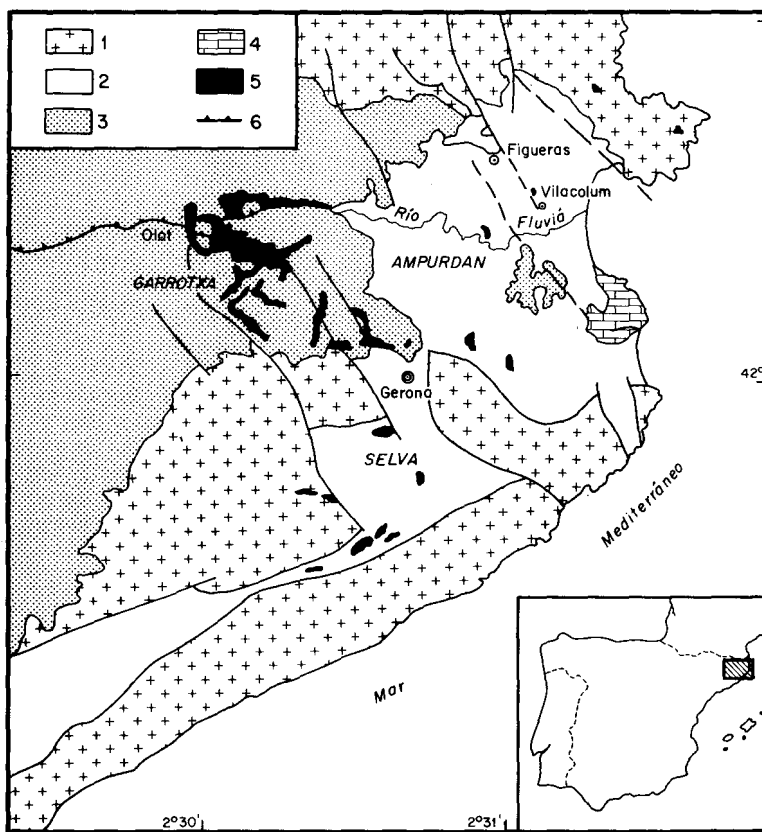


Fig. 1.—Esquema geológico de la región volcánica de Olot. 1: basamento paleozoico; 2: cuencas oligo-miocenas; 3: Sistema Transversal Catalán (Eoceno); 4: rocas mesozoicas; 5: volcanismo mioceno-cuaternalio.

Petrología y geoquímica de las lavas

En base a criterios mineralógicos y geoquímicos, las rocas volcánicas de esta región se pueden agrupar en tres tipos: basanitas leucíticas, basanitas nefelínicas y basaltos olivínicos. La petrología de estos tres tipos es relativamente sencilla y casi idéntica, ya que todos ellos están constituidos por augita titanífera, olivino (Fo_{92} - Fo_{74}), plagioclasa (An_{71} - An_{58}) y titanomagnetita, a los que hay que añadir leucita, nefelina y, menos frecuentemente, analcima. Estos tres últimos minerales son más abundantes en las basanitas nefelínicas y basanitas leucíticas que en los basaltos olivínicos, y, a su vez, la leucita es mayoritaria en las basanitas leucíticas y esporádica en los otros dos tipos. Clinopiroxeno y olivino aparecen en fenocristales y en la matriz, mientras que el resto de los minerales están relegados a esta última, en donde se disponen intersticialmente entre los cristales de plagioclasa.

En estas lavas son frecuentes los agregados de cris-

tales de augita, olivino y, excepcionalmente, de plagioclasa, de composición similar a los fenocristales correspondientes. Asimismo son abundantes los enclaves de rocas ultrabásicas y ultramáficas.

En cuanto a su composición química, los tres tipos considerados tienen nefelina normativa y presentan altos contenidos de álcalis, TiO_2 , P_2O_5 y elementos compatibles e incompatibles. No obstante, las basanitas leucíticas se distinguen claramente de las basanitas nefelínicas y de los basaltos olivínicos por su más elevado contenido en K_2O y en elementos incompatibles (Fig. 2).

Valores isotópicos δO^{18} . Discusión de los resultados

Las relaciones isotópicas O^{18}/O^{16} (expresadas como δO^{18}) de las cinco lavas seleccionadas, se encuentran recogidas en la tabla 1, junto con los contenidos en SiO_2 y H_2O de las mismas. Dichos valores representan la media de tres determinaciones, ex-

Tabla 1.—Relaciones isotópicas del oxígeno y porcentajes de SiO_2 y H_2O de las rocas basálticas de la Garrotxa

Muestra	Tipo	SiO_2	H_2O	δO^{18} (‰)
GA-15	Basanita leucítica	43,65	1,52	+6,12
GA-13	Basanita leucítica	44,05	1,27	+6,53
GA-6	Basanita leucítica	45,93	1,31	+6,31
GA-11	Basanita nefelínica	41,60	1,80	+6,27
GA-9	Basanita nefelínica	43,13	1,50	+5,62

cepto en el caso de la muestra GA-13 en que sólo se efectuó una determinación. Los valores δO^{18} se obtuvieron por espectrometría de masas sobre el CO_2 procedente del oxígeno extraído de las muestras, mediante ataque con flúor. La marcha analítica para la extracción del oxígeno y la determinación de las distintas moléculas se llevó a cabo siguiendo el procedimiento descrito en Turi *et al.* (1976).

Los valores δO^{18} obtenidos se pueden considerar primarios, ya que no existen evidencias petrográficas de que las rocas han sido afectadas por procesos secundarios de alteración. Además, no se observa correlación entre dichos valores y el porcentaje de H_2O , a pesar del carácter microcristalino de la matriz de las rocas analizadas y del contenido en agua algo elevado de las mismas. Por otra parte, las relaciones O^{18}/O^{16} obtenidas son del mismo orden que las que presentan los basaltos alcalinos de islas oceánicas (Kyser *et al.*, 1982; Sheppard, 1986 y Turi, 1988).

Las pequeñas diferencias δO^{18} observadas en las rocas basálticas de Olot no son debidas a una leve asimilación de material cortical de los magmas mantélicos primarios (<5 %, si suponemos que el manto y las rocas corticales tienen un $\delta O^{18} = 5,7$ y 20 ‰, respectivamente), ya que la prácticamente nula correlación entre cualquier parámetro indicador de la cristalización fraccionada y los valores δO^{18} , excluye esta posibilidad. Por el contrario, dichas diferencias se pueden explicar recurriendo a distintas tasas de fusión parcial y de cristalización de los magmas correspondientes. Si consideramos que los magmas proceden de un manto tipo dorsal, con un $\delta O^{18} = 5,7$ ‰ (p. ej. Kyser *et al.*, 1982) y aceptamos que la lava GA-15 (que tiene un número de Mg de 68 y un contenido en Ni de 319 ppm)¹ representa un magma primario originado mediante una tasa de fusión del 7 % (López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1985 y López Ruiz *et al.*, 1986), el factor de fraccionación sólido/líquido de este proceso de fusión habrá sido 0,9996. En consecuencia, los magmas generados mediante porcentajes de fusión del 10 %, como la basanita leucítica

¹ Los análisis químicos de las muestras que se citan se encuentran en López Ruiz y Rodríguez Badiola (1985).

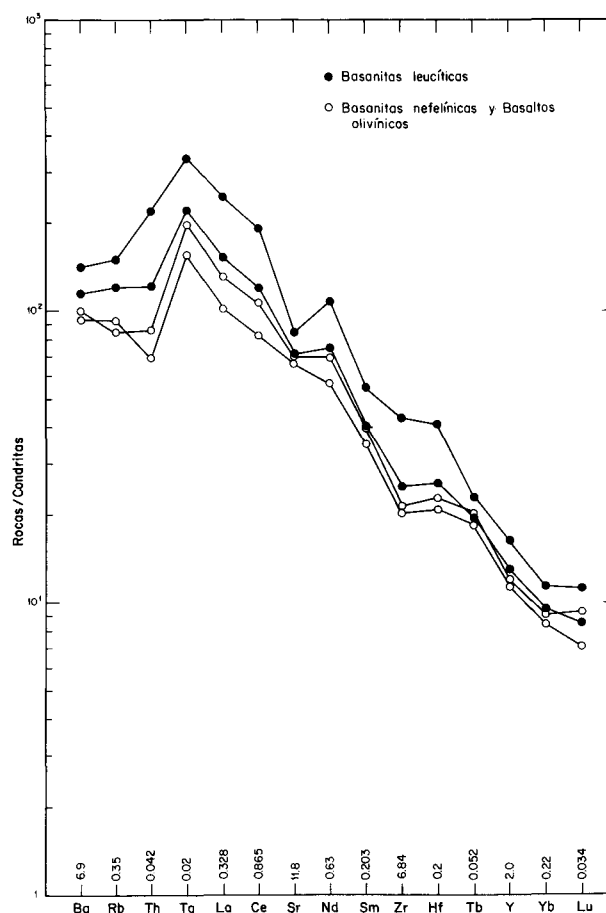


Fig. 2.—Abundancia en elementos traza incompatibles de las basanitas leucíticas y de las basanitas nefelínicas y basaltos olivínicos de Olot. Los factores de normalización utilizados son los que se indican en la parte inferior del diagrama.

GA-6, y del 13 %, como las basanitas nefelínicas GA-9 y GA-11 (López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1985 y López Ruiz *et al.*, 1986), tendrían originalmente un δO^{18} de 6,06 ‰ y 6,05 ‰, respectivamente.

Según los autores citados, la basanita leucítica GA-6 y las basanitas nefelínicas GA-9 y GA-11, han sufrido subsecuentemente una ligera fraccionación (≈ 20 %) por separación en el primer caso de ol + cpx + mg en las proporciones 55:30:15 y en el segundo de ol + cpx + plg en las proporciones 40:55:5. Si los factores de fraccionación O^{18}/O^{16} para las fases que han intervenido en este proceso, son los recopilados por López Ruiz y Cebriá (1990), los valores δO^{18} de estas rocas deben estar comprendidos entre 6,19-6,48 ‰ y 6,11-6,36 ‰, respectivamente.

Los valores δO^{18} obtenidos para las lavas GA-6 y GA-11 (Ver tabla 1), entran en el rango de los calculados, mientras que el obtenido para la GA-9 es

notablemente inferior. El relativamente bajo valor δO^{18} de esta última roca, podría ser debido a la existencia de un manto isotópicamente heterogéneo bajo el área de Olot o, más probablemente, a que la roca en cuestión ha sufrido un suave proceso hidrotermal a moderada-alta temperatura, después de su cristalización.

Conclusiones

La composición isotópica del oxígeno que presentan las rocas basálticas alcalinas de la región volcánica de Olot (entre +5,6 y +6,5 ‰), sugiere que los magmas han derivado de un manto con un δO^{18} en torno a +5,7 ‰. Durante su ascenso hacia la superficie, los procesos de cristalización fraccionada sufridos han sido poco importantes y los de interacción con los materiales de la corteza continental inexistentes.

AGRADECIMIENTOS

Las determinaciones isotópicas de oxígeno se han realizado gracias a una ayuda para estancias cortas en el extranjero del programa de formación del personal investigador del Ministerio de Educación y Ciencia concedida a uno de los autores (R. B. G.). Este trabajo se encuadra dentro del Proyecto de Investigación PB87-0372 («Variación de los elementos traza, de los isótopos de Sr-Nd-Pb-O y control tectónico en los procesos magmáticos y metalogénicos. Aplicación al volcanismo neógeno-cuaternario y yacimientos asociados de la península ibérica»), financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica.

Referencias

- Gallart, J.; Olivera, C., y Correig, A. (1984). Aproximación geofísica a la zona volcánica de Olot (Girona). Estudio local de sismicidad. *Rev. de Geofísica*, 40, 205-226.
- Guerin, G.; Benhamou, G., y Mallarach, J. M. (1986). Un exemple de fusió parcial en medi continental. El vulcanisme quaternari de Catalunya. *Vitrina*, 1, 19-26.
- Hertogen, J. y López Ruiz, J. (1989). The geochemistry of Miocene-quaternary alkaline volcanic rocks from north-east Spain. Fifth Meeting European Union of Geosciences, Strasbourg. *Terra Abstract*, 1, 324.
- Kyser, T. K.; O'Neil, J. R., y Carmichael, I. S. E. (1982). Genetic relations among basic lavas and ultramafic nodules: evidence from oxygen isotope compositions. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 81, 88-102.
- López Ruiz, J. y Rodríguez Badiola, E. (1985). La región volcánica Mio-Pleistocena del NE España. *Estudios Geol.*, 41, 105-126.
- López Ruiz, J.; Rodríguez Badiola, E., y Cebriá Gómez, J. M. (1986). Petrogénesis de los basaltos alcalinos de la Garrotxa, región volcánica del NE de España. *Geogaceta*, 1, 28-31.
- López Ruiz, J. y Cebriá Gómez, J. M. (1990). *Geoquímica de los Procesos Magmáticos*. Ed. Rueda, Madrid, 168 págs.
- Sheppard, S. M. F. (1986). Igneous rocks: III. Isotope case studies of magmatism in Africa, Eurasia and Oceanic islands. En: *Stable isotope in high temperature geological processes* (J. W. Valley; H. P. Taylor y J. R. O'Neil, eds.). Mineralogical Society of America, 319-371.
- Turi, B. (1988). Stable isotopes in petrology: a brief survey. *Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrol.*, 43, 83-94.
- Turi, B.; Manfra, L. y Fruscaldo, A. (1976). Note sulla determinazione della composizione isotopica dell'ossigeno nei silicati e negli ossidi. *Period. Mineral.*, 45, 33-50.

Recibido el 14 de marzo de 1992
Aceptado el 30 de abril de 1992