

Geo-Temas



Volumen 13

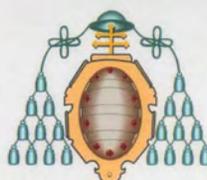
VIII Congreso Geológico de España

Oviedo, 17-19 julio, 2012

VIII Congreso
Geológico de España



2012-Oviedo



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Caracterización de las fuentes mantélicas de los magmas plio-cuaternarios de Gran Canaria (Islas Canarias)

Mantle source characterization of the plio-quadernary magmas of Gran Canaria (Canary Islands)

M. Aulinas¹, D. Gimeno¹, J.L. Fernandez-Turiel², L. Font³, F.J. Perez-Torrado⁴, A. Rodriguez-Gonzalez⁴ y G.M. Nowell³

1. Dpt. Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Universitat de Barcelona 08028 Barcelona. meritxellaulinas@ub.edu
domingo.gimeno@ub.edu
2. Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera, ICTJA-CSIC, 08028 Barcelona. jlfernandez@ictja.csic.es
3. Dpt. of Earth Sciences, Durham University DH1 3LE Durham, Reino Unido. lfont@fawl.vu.nl, g.m.nowell@durham.ac.uk
4. GEOVOL, Dpt. de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria 35017 Las Palmas de Gran Canaria. fperez@dfis.ulpgc.es
arodriguez@proyinv.es

Resumen: Los datos de geoquímica elemental e isotópica (Sr-Nd-Pb) de las lavas máficas plio-cuaternarias de Gran Canaria (Islas Canarias, España) se han utilizado para investigar la composición de las fuentes mantélicas de estos magmas. Las diferencias isotópicas entre los magmas parentales plio-cuaternarios (Grupo Post-Roque Nublo) y pliocenos (Grupo Roque Nublo) reflejan pequeñas heterogeneidades mantélicas y la presencia de dos componentes mantélicos. El primer componente se caracteriza por ser empobrecido en isótopos de Pb y presentar similitudes con un manto empobrecido tipo DMM. En cambio, el segundo componente presenta relaciones isotópicas de Pb más elevadas y comparables con un tipo de componente HIMU. Por otro lado, las variaciones geoquímicas observadas muestran que la fuente mantélica de los magmas plio-cuaternarios no sólo es composicionalmente heterogénea, sino que también lo es desde un punto de vista litológico, con presencia de una piroxenita pobre en sílice como uno de los dos componentes mantélicos. Así pues, el escenario que se propone para la generación de los magmas plio-cuaternarios implica la presencia de un penacho mantélico heterogéneo formado por venas de piroxenita en una matriz peridotítica.

Palabras clave: Manto heterogéneo, componente piroxenítica, volcanismo Plio-Cuaternario, Gran Canaria (Islas Canarias).

Abstract: *Chemical and Sr-Nd-Pb isotopic data of the plio-quadernary mafic lavas of Gran Canaria (Canary Islands, Spain) are used to investigate the composition of their mantle source. The isotopic differences between the plio-quadernary (Post-Roque Nublo Group) and the older pliocene (Roque Nublo Group) mafic parental magmas reflect small-scale mantle heterogeneities. Two distinct mantle components were involved in partial melting to form the plio-quadernary magmas of Gran Canaria, the first being isotopically more depleted and similar to the DMM type and the second being more radiogenic in Pb-isotope ratios comparable to an HIMU type. Geochemical variations show that the plio-quadernary mantle source is not only compositionally but also lithologically heterogeneous and supports the presence of a silica-deficient pyroxenite mantle component. The proposed scenario for the generation of the plio-quadernary magmas involves a lithologically heterogenous mantle plume consisting of pyroxenite veins in a peridotite matrix.*

Key words: *Mantle compositional heterogeneities, pyroxenitic component, plio-quadernary volcanism, Gran Canaria (Canary Islands).*

INTRODUCCIÓN

La presencia de heterogeneidades mantélicas en las fuentes de los magmas de islas oceánicas (OIB) está ampliamente aceptada. De hecho, muchos de los trabajos sobre las heterogeneidades del manto en los OIB ponen de manifiesto la presencia de dos o más de los componentes extremos (HIMU, EM1, EM2, DMM) definidos por Zindler y Hart (1986). Ahora bien, el origen de las variaciones composicionales e isotópicas

en estos contextos sigue siendo motivo de debate. El modelo clásico para la interpretación de estas variaciones se atribuye a diferentes grados de fusión parcial de una fuente peridotítica. Pero existen estudios experimentales y de modelización geoquímica/petroológica que sugieren la presencia de piroxenita como posible fuente de magmas basálticos OIB (Hirschmann et al., 2003).

El estudio de la composición del manto en el Archipiélago Canario ha sido el foco de numerosas investigaciones, si bien la fusión de piroxenita como fuente de los magmas ha sido únicamente sugerida para los magmas de la fase de escudo de algunas de las islas centrales y occidentales y para los magmas de la fase de rejuvenecimiento de Lanzarote y Gran Canaria (Aulinas et al., 2010). En este trabajo se presenta una caracterización geoquímica de los magmas básicos parentales del Grupo Post-Roque Nublo de Gran Canaria y se discute el origen de las variaciones composicionales e isotópicas que se observa en el conjunto de magmas plio-cuaternarios.

MARCO GEOLÓGICO

La isla de Gran Canaria, localizada en el centro del Archipiélago Canario, presenta un desarrollo subaéreo caracterizado por dos fases principales de construcción volcánica entre las que se intercala un periodo de inactividad de casi 3 Ma de duración. La primera fase, conocida como juvenil (ca. 14,5 – 8,0 Ma), incluye la construcción de un volcán en escudo, un colapso caldérico vertical y un posterior resurgimiento post-caldérico. La siguiente fase constructiva, denominada como de rejuvenecimiento o post-erosiva (5,5 Ma – actualidad), comprende dos grupos estratigráficos diferenciados que se solapan parcialmente en el tiempo: el Grupo Roque Nublo (5,5 – 2,9 Ma) y el Grupo Post-Roque Nublo (3,6 Ma– actualidad) (Fig. 1). Además, en base a dataciones radiométricas y a características geomorfológicas y estratigráficas, los últimos 4 Ma de actividad volcánica en Gran Canaria se dividen en cinco unidades cronoestratigráficas: Final del Roque Nublo (End RN), Depósitos Volcánicos de Rift (RiVD), Depósitos Volcánicos de Plataforma (PVD), Depósitos Volcánicos Recientes (RVD) y Depósitos Volcánicos Holocenos (HVD).

GEOQUÍMICA

Las lavas máficas del grupo Post-Roque Nublo son subsaturadas en SiO₂ y presentan nefelina normativa. Se clasifican principalmente como basanitas, aunque también destaca la presencia de tefritas, basaltos alcalinos y foiditas. Una de las características principales de estas lavas es su alto contenido en TiO₂ (de 3% a 5%), que se evidencia también en las lavas máficas del Grupo Roque Nublo. Estos valores son comparables a los obtenidos en otras islas del Archipiélago Canario y en otras islas oceánicas del Atlántico como Azores o Cabo Verde (Prytulak y Elliot, 2007). Las lavas del Grupo Post-Roque Nublo muestran un empobrecimiento significativo en tierras raras pesadas (HREE) respecto a las ligeras (LREE). Además, los spiderdiagramas normalizados frente al manto primitivo de estas rocas presentan una forma de campana típica de los magmas OIB-HIMU. En ambos casos, las tendencias observadas son muy similares a

los del Grupo Roque Nublo presentados por Hoernle et al. (1991) (Fig. 2).

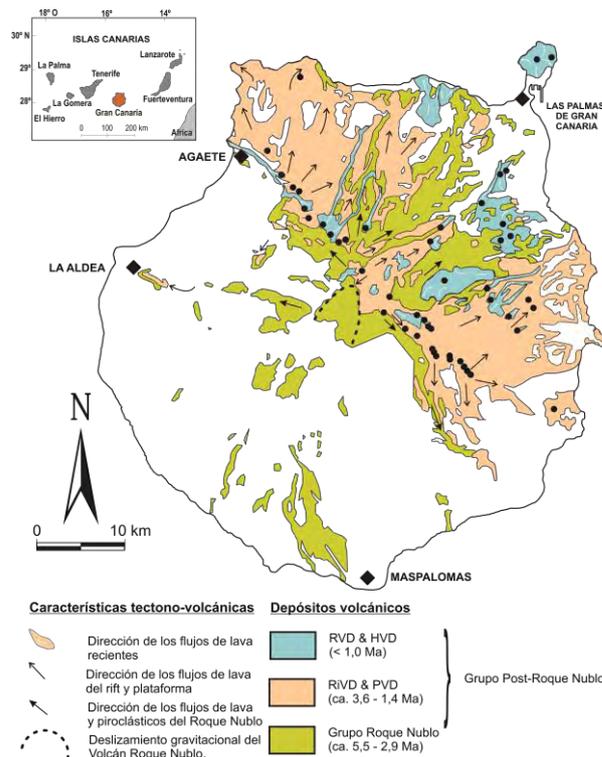


FIGURA 1. Mapa simplificado de Gran Canaria con la representación de los depósitos volcánicos plio-cuaternarios (Grupo Roque Nublo y Post-Roque Nublo) así como los focos principales (puntos en negro) de la actividad volcánica Post-Roque Nublo (Modificado de Aulinas et al., 2010).

Los isótopos de Sr, Nd y Pb de las distintas unidades cronoestratigráficas del Grupo Post-Roque Nublo y de las lavas del Grupo Roque Nublo se representan en la figura 3. Se observa como en general las lavas de ambos grupos se representan paralelamente a la línea NHRL (Northern Hemisphere Reference Line).

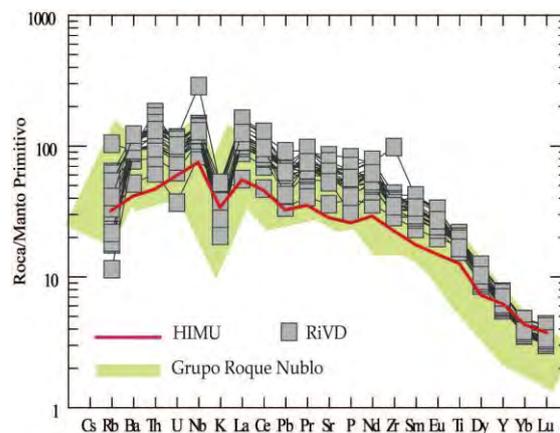


FIGURA 2. Spiderdiagrama para las lavas máficas del Grupo Roque Nublo y para una representación de las lavas máficas del Grupo Post-Roque Nublo (en este caso son lavas que pertenecen a la unidad RiVD). Figura modificada de Aulinas et al. (2010). Los datos del Grupo Roque Nublo son de Hoernle et al. (1991).

Además, se observa como las lavas pertenecientes al Grupo Roque Nublo presentan relaciones isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ inferiores a los de las lavas del Grupo Post-Roque Nublo.

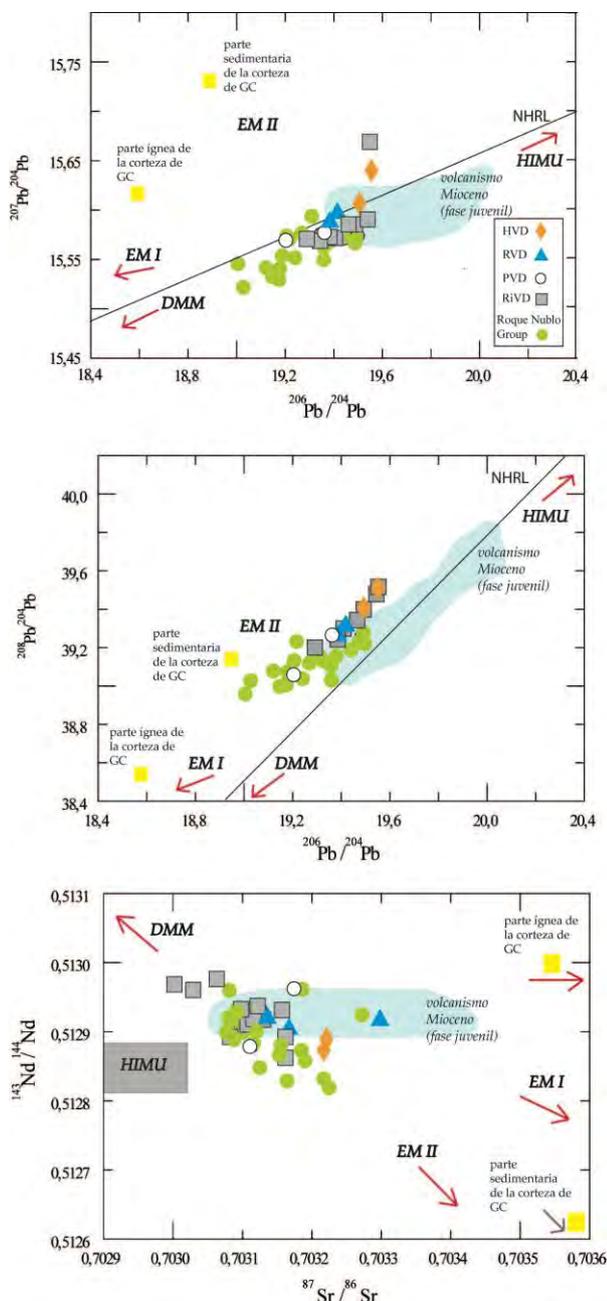


FIGURA 3. Diagramas isotópicos para las lavas máficas plio-cuaternarias (Grupo Roque Nublo y Post-Roque Nublo). Figura modificada de Aulinas et al. (2010). Los datos del Grupo Roque Nublo son de Hoernle et al. (1991).

DISCUSIÓN

Los datos de geoquímica isotópica y de elementos traza muestran ligeras diferencias entre los magmas máficos del Grupo Roque Nublo y los del Grupo Post-Roque Nublo. Estas variaciones pueden ser debidas a: (1) procesos de contaminación crustal, (2) procesos de contaminación litosférica, o (3) heterogeneidad del manto. Aulinas et al. (2010) discuten en detalle la

posibilidad de contaminación (ya sea crustal o litosférica) de los magmas máficos de ambos grupos, llegando a la conclusión que en la mayoría de los casos, los magmas máficos plio-cuaternarios pueden ser considerados magmas parentales y representativos de un manto heterogéneo. Las únicas excepciones se remiten a algunas lavas cuaternarias con características petrográficas y de química mineral que evidencian una historia compleja en el ascenso de los magmas correspondientes, con distintos episodios de mezcla de magmas (*mingling/mixing*) tanto en el manto como en la corteza.

Las variaciones isotópicas observadas entre los magmas de Grupo Roque Nublo y los magmas del Grupo Post-Roque Nublo no pueden explicarse por fusión parcial de un manto homogéneo. Las tendencias observadas sugieren la presencia de dos componentes mantélicos distintos en la fuente de los magmas recientes de Gran Canaria: un componente con una composición isotópica similar a HIMU (rica en isótopos de Pb) y otro componente más empobrecido y con características similares a DMM (pobre en isótopos de Pb) (Fig. 3).

Una cuestión importante es entender si esta heterogeneidad obedece también a una diferencia litológica del manto, es decir si la fusión de un componente máfico tipo piroxenita puede haber contribuido a la generación de éstos magmas. Estudios experimentales recientes indican que la fusión parcial de una peridotita en presencia de piroxenita pobre en sílice (*silica-deficient pyroxenite*) produce líquidos de composiciones similares a las nefelinitas, basanitas o basaltos alcalinos típicos de los OIB (Hirschmann et al., 2003, Kogiso y Hirschmann, 2006). En Aulinas et al. (2010) se evidencia como los elementos mayoritarios de las lavas alcalinas pertenecientes a los Grupos Roque Nublo y Post-Roque Nublo muestran una gran correspondencia composicional con los valores experimentales de fusión parcial de una componente piroxenítica obtenidos por Hirschmann et al. (2003) y Kogiso et al. (2003), especialmente por lo que se refiere a TiO_2 y FeO (Fig. 3 de este trabajo y Fig. 11 de Aulinas et al., 2010).

Stracke y Bourdon (2009) evidenciaron diferencias en el comportamiento de los elementos traza Ba, La y Sr en la modelización de fundidos de piroxenita y peridotita. Según estos autores, los ratios Sr/Nd, Ba/Th y La/Nb son unos de los pocos que muestran una distribución distinta entre fundidos de piroxenita y peridotita, y por eso se consideran buenos marcadores de fraccionamiento ligado a heterogeneidades. En Aulinas et al. (2010) se discute en detalle el comportamiento de estas relaciones entre elementos traza en las lavas plio-cuaternarias de Gran Canaria. A modo de ejemplo, los ratios Ba/Th de los fundidos de piroxenitas son inferiores a los de los fundidos de peridotitas, ya que el Ba es más incompatible que el Th

en peridotitas y más compatible en piroxenitas. En el caso de los magmas plio-cuaternarios de Gran Canaria, el ratio Ba/Th es significativamente mayor en los del Grupo Roque Nublo (ca. 100-170) que en los del Grupo Post-Roque Nublo (ca. 40-100), evidenciando una mayor contribución del componente piroxenítico en este último grupo (Fig. 5).

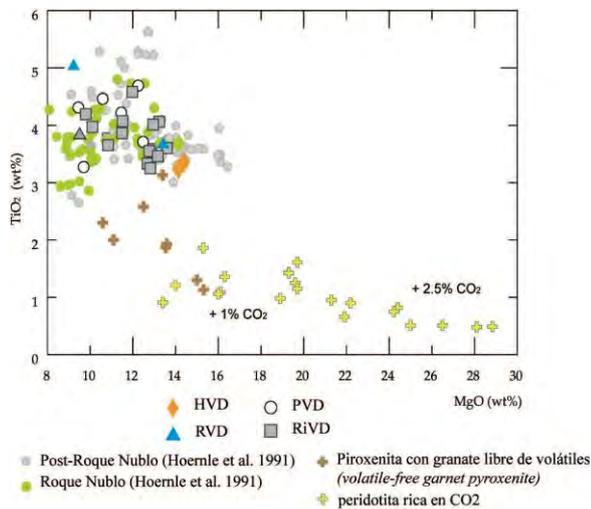


FIGURA 4. Composición de las lavas máficas plio-cuaternarias comparadas con fundidos experimentales de piroxenita y peridotita (cruces). Figura modificada de Aulinas et al. (2010). Los datos del Grupo Roque Nublo (círculos verdes) y algunos de Grupo Post-Roque Nublo (rombos grises) son de Hoernle et al. (1991).

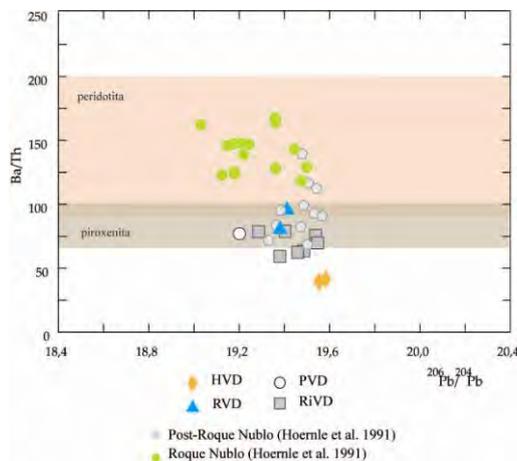


FIGURA 5. Comparación de la relación Ba/Th de los magmas Plio-Cuaternarios de Gran Canaria (Grupo Roque Nublo y Post-Roque Nublo) con la de los fundidos de piroxenita y peridotita calculados por Stracke y Bourdon (2009). Figura modificada de Aulinas et al. (2010). Los datos del Grupo Roque Nublo (círculos verdes) y algunos de Grupo Post-Roque Nublo (rombos grises) son de Hoernle et al. (1991).

CONCLUSIONES

Los datos geoquímicos de elementos mayoritarios, trazas e isótopos de los magmas plio-cuaternarios de Gran Canaria muestran que el manto bajo la isla es composicionalmente y litológicamente heterogéneo. Se han definido dos componentes mantélicos implicados en la formación de estos magmas: uno enriquecido en

isótopos de Pb y similar a un componente HIMU y el otro empobrecido en isótopos de Pb y con características similares a un manto empobrecido DMM. La comparación de los datos obtenidos con estudios petrológicos/geoquímicos experimentales sugiere la presencia de un componente piroxenítico en el manto. Finalmente, un escenario posible para la formación de los magmas plio-cuaternarios incluye un penacho mantélico heterogéneo formado por venas de piroxenita en una matriz peridotítica.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha realizado en el marco del Grupo de Investigación Consolidado SGR2009-972 PEGEFA (UB) y el Grupo de Investigación GEOVOL (ULPGC) y ha sido financiado por los proyectos CGL2004-04039/BTE y PB96-0243 del Ministerio de Ciencia e Innovación y PI2002/148 del Gobierno de Canarias.

REFERENCIAS

- Aulinas, M., Gimeno, D., Fernandez-Turiel, J.L., Font, L., Pérez-Torrado F.J., Rodriguez-Gonzalez, A. y Nowell, G.M. (2010): Small-scale mantle heterogeneity on the source of the Gran Canaria (Canary Islands) Pliocene-Quaternary magmas.. *Lithos*, 119: 377-392
- Hirschmann, M.M., Kogiso, T., Baker, M.B. y Stolper, E.M. (2003): Alkalic magmas generated by partial melting of garnet pyroxenite. *Geology*, 31: 481-484.
- Hoernle, K.A, Tilton, G., Schmincke, H.U. (1991): Sr-Nd-Pb isotopic evolution of Gran Canaria: evidence for shallow enriched mantle beneath the Canary Islands. *Earth and Planetary Science Letters*, 106: 44-63. Nota: en el texto no se hace ninguna referencia a este trabajo, aunque debería hacerse. Sólo aparecen dentro de las figuras 4 y 5.
- Kogiso, T. y Hirschmann, M.M. (2006): Partial melting experiments of bimineraleclogite and the role of recycled oceanic crust genesis of ocean island basalts. *Earth and Planetary Science Letters*, 249: 188-199.
- Kogiso, T., Hirschmann, M.M. y Frost, D.J. (2003): High-pressure partial melting of garnet pyroxenite: possible mafic lithologies in the source of ocean island basalts. *Earth and Planetary Science Letters* 216: 603-617
- Prytulak, J. y Elliot, T. (2007): TiO₂ enrichment in ocean island basalts. *Earth and Planetary Science Letters*, 263: 388-403.
- Stracke, A. y Bourdon, B. (2009): The importance of melt extraction for tracing mantle heterogeneity. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 73: 218-238.
- Zindler A., y Hart, S.R. (1986). Chemical geodynamics. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 14: 493-571.