

Aportaciones a la geoquímica de rocas básicas cámbricas de la Antiforma de Monesterio (zona de Ossa-Morena)

Contributions to the geochemistry of basic cambrian rocks of the Monesterio Antiform (Ossa-Morena Zone)

M. Etxebarria⁽¹⁾ A. Apraiz⁽¹⁾ M. Carracedo⁽²⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Geodinámica. Fac de Ciencias. Apdo 644, 48080 BILBAO

⁽¹⁾ E-mail: npbetakm@lg.ehu.es

⁽²⁾ Dpto. de Mineralogía y Petrología. Fac de Ciencias. Apdo 644, 48080 BILBAO

ABSTRACT

Basic volcanic and subvolcanic rocks have been geochemically studied to provide new evidence for the location of the axis of the Cambrian rift of the Ossa-Morena Zone. The results of the analysis of various subvolcanic gabbros point to the location proposed by Giese and Bühn (1993), who studied lava-flows of a traverse of the Ossa-Morena Zone. This study has shown that gabbros of the northern limb of the Monesterio Antiform show an alkaline character, whereas those of the southern limb are clearly more subalkaline, showing MORB or volcanic-arc characteristics. Basic volcanics of the northern limb and some of the southern limb plot on within-plate environments, whereas those on the southernmost studied sector show a plate-margin emplacement environment. Finally, lava-flows and gabbros from the northern limb show an alkaline-transitional within-plate basalt character, those of the Jerez de los Caballeros sector indicate an alkaline or tholeiitic within-plate and MORB nature and those of the Lora del Río area show a MORB or volcanic-arc nature.

Key words: basic volcanics, within-plate, OMZ, geochemistry

Geogaceta, 34 (2003), 99-102

ISSN:0213683X

Introducción

En la Zona de Ossa-Morena (ZOM) se inicia el ciclo Hercínico en el Cámbrico Inferior, con la fragmentación del orógeno Cadomienense durante un evento extensional que da lugar al desarrollo de una extensa plataforma marina meridional. Durante los estadios iniciales del proceso de rifting se forman plataformas carbonatadas arrecifales, y sobre ellas se depositan potentes series detríticas, esencialmente pelíticas, hasta el final del Cámbrico. Interstratificadas y/o intruidas en diferentes niveles de las series clásticas afloran potentes formaciones volcánicas e hipoabisales, que testimonian el desarrollo de una importante actividad ígnea bimodal de naturaleza alcalina (Giese y Bühn, 1993). Aunque se han detectado hiatos en algunos sectores, especialmente durante el Cámbrico Superior, y el proceso de extensión no es uniforme en toda la cuenca, globalmente, el registro estratigráfico del Paleozoico inferior es continuo desde el Cámbrico hasta el Silúrico (Eguiluz *et al.*, 2000).

A continuación, se revisan las características petrográficas, mineralógicas y químicas de distintas coladas e intrusiones subvolcánicas básicas de edad Cámbrico que afloran en ambos flancos de la Antiforma de Monesterio (Mata y Muhná, 1986; Sagredo y Peinado, 1992; Giese y Bühn, 1993), aproximadamente

en el mismo nivel estratigráfico (Fig.1). Las muestras correspondientes al flanco septentrional han sido recogidas en la Unidad de Alconera, entre las localidades de Zafra y Nogales (Badajoz): las lavas se encuentran interstratificadas en la Formación Vulcanosedimentaria Capas de Playón, de edad Cámbrico Medio (Liñán y Perejón, 1981), los gabros intruyen en las Serie Carbonatada Intermedia, de edad Cámbrico Inferior (Liñán y Sdzuy, 1978; Liñán, 1984). Las situadas en el flanco meridional han sido muestreadas en dos zonas diferentes: en la zona de Jerez de Los Caballeros (Badajoz) y en las proximidades de Lora del Río (Sevilla). En la zona de Jerez de Los Caballeros, los niveles lávicos estudiados están emplazados en la Formación Detrítica de Jerez, de edad Cámbrico Medio - Superior (Collant A. Fernández, 1977), mientras que los gabros, al igual que los de Lora del Río, intruyen también en la Serie Carbonatada Intemedica. Por otra parte, las anfibolitas afloran en el interior de la estructura extensional de Lora del Río, intercalados con materiales de probable edad Cámbrico Inferior-Medio (Apraiz, 1998).

Con este trabajo, se pretende complementar los estudios realizados anteriormente sobre el magmatismo asociado al rift Cámbrico de la ZOM, bien en regiones diferentes, con objeti-

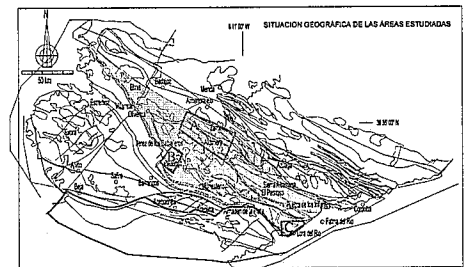


Fig. 1.- Esquema cartográfico simplificado de la Zona de Ossa-Morena, en el que se marca en gris el territorio comprendido en la Antiforma de Monesterio. Los recuadros indican la ubicación de los sectores en los que se han recogido las muestras. A: Zona de Zafra-Nogales situada en el flanco norte de la Antiforma de Monesterio. B: Sector de Jerez de los Caballeros situado en el flanco sur de la Antiforma de Monesterio. C: Sector de Lora del Río situado en el flanco sur de la Antiforma de Monesterio.

Fig. 1.-Simplified cartographic scheme of the Ossa-Morena Zone. The shadowed area indicates the extension of the Monesterio Antiform. The squares indicates the location areas, from which the samples were taken. A: The Zafra-Nogales sector situated in the northern limb of the Monesterio Antiform. B: The Jerez de los Caballeros sector situated in the southern limb of the Monesterio Antiform. C: The Lora del Río sector situated in the southern limb of the Monesterio Antiform.

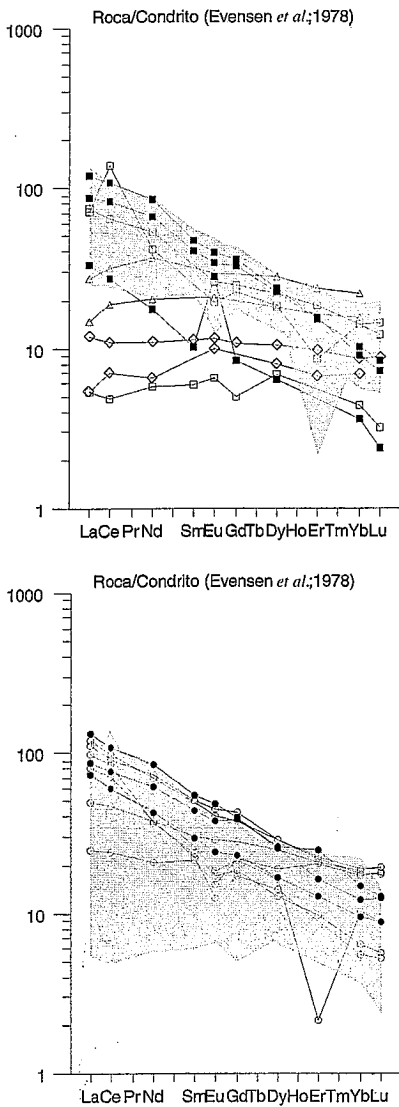


Fig. 4.- Spiderdiagramas normalizados respecto a condritos de Evensen *et al.* (1978). a) Espectros de los gabros y anfíbolitas comparadas con la banda que envuelve los datos de las coladas basálticas. b) Spiderdiagramas de las coladas básicas de lavas. La zona sombreada representa el rango de valores de los gabros y anfíbolitas de los sectores estudiados. Los símbolos coinciden con los de la figura 2.

Fig. 4.- Chondrite-normalized spiderdiagrams of Evensen *et al.* (1978). a) Spidergrams of gabbros and amphibolites of the studied sectors. The shadowed area indicates the range of values of basaltic lava-flows. b) Spiderdiagrams of lava-flows compared with the range of values of the gabbros and amphibolites (shadowed area). Symbols from figure 2.

LREE, con mayor fraccionación en HREE que en LREE, y una incipiente anomalía negativa en Eu; el espectro más pobre de las rocas de este grupo presenta una notable anomalía positiva en Eu, que sugiere la acumulación de plagioclasa. Los gabros y las anfíbolitas subalcalinas de Lora del Río tienen unos espectros planos, sin fraccionación entre LREE y HREE. En los gabros de Jerez de los Caballeros se encuentran espectros planos, similares a

los del resto de las rocas subalcalinas, y otros enriquecidos en LREE, más parecidos a los de las rocas alcalinas.

Diagramas de discriminación tectonomagmática

En el diagrama de Pearce y Gale (1977), utilizado para discriminar entre basaltos de intraplaca y de márgenes de placa, las muestras efusivas e intrusivas del flanco norte, están situadas principalmente dentro del campo de intraplaca (Fig. 5). Los gabros y coladas de la zona del Jerez de los Caballeros, también se proyectan mayoritariamente dentro del campo de intraplaca, pero más cerca del límite con las composiciones características de márgenes activos. Por el contrario, los gabros y anfíbolitas de Lora del Río se proyectan en el campo de los basaltos de margen de placas (Fig. 5).

En los diagramas tectonomagmáticos de Pearce y Norry (1979) (Fig.6), Pearce (1982) (Fig.7) y de Meschede (1986) (Fig.8) se observa la misma tendencia. Las coladas e intrusiones básicas del flanco norte se proyectan en los campos correspondientes a ambientes de intraplaca, así como la mayoría de las coladas de Jerez de los Caballeros. Los gabros de la misma zona presentan un carácter toleítico. Por último, los gabros y anfíbolitas de Lora del Río, se proyectan en campos más bien subalcalinos, de tipo MORB o de arco volcánico.

Los diagramas de Pearce (1982) (Fig.7) y de Meschede (1986) (Fig.8) discriminan entre basaltos toleíticos, transicionales y alcalinos de intraplaca. En ellos, se observa, que las coladas y gabros del flanco norte de la antifirma presentan un carácter transicional. Entre las rocas del flanco sur, un grupo de coladas muestra un carácter alcalino, mientras otro presenta una naturaleza toleítica, igual que los gabros. Los gabros de Lora del Río se proyectan en el campo de N-MORB o de basaltos de arcos de islas. En cuanto a las anfíbolitas de Lora del Río, por último, hay que indicar que se encuadran en el campo de los basaltos de arcos de isla y N-MORB principalmente, aunque muchos de los valores se salgan de los campos establecidos,

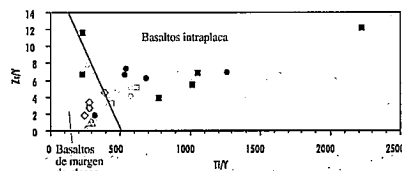


Fig. 5.- Diagrama de Pearce y Gale (1977) para discriminar entre basaltos de margen de placas y de intraplaca. Los símbolos concuerdan con los de figuras anteriores.

Fig. 5.- Discrimination diagram for basalts showing the fields of within-plate basalts and plate margin basalts (after Pearce and Gale, 1977). Symbols are the same as in previous figures.

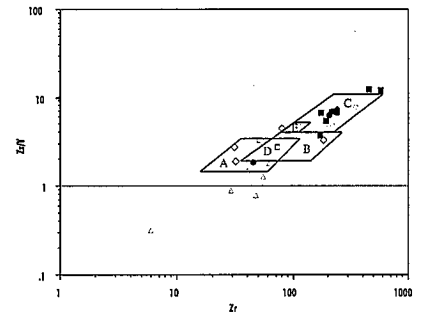


Fig. 6.- Diagrama de Pearce y Norry (1979) de discriminación de ambiente geodinámico. A. Basaltos de isla oceánica; B: Basaltos de tipo N-MORB; C: basaltos intraplaca; D: basaltos de tipo MORB y de isla oceánica; E: basaltos de tipo MORB e intraplaca. Símbolos como en figuras anteriores.

Fig. 6.- Discrimination diagram for basalts after Pearce and Norry (1979). The fields are A, volcanic-arc basalts; B, N-MORB; C, within-plate basalts; D, MORB and volcanic-arc basalts; E, MORB and within-plate basalts. Symbols are the same as in other figures.

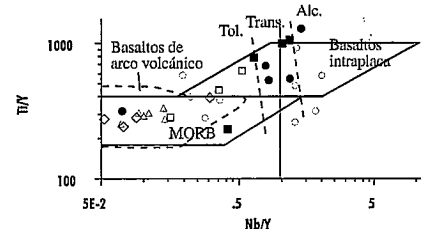


Fig. 7.- Diagrama de Pearce (1982) de discriminación de ambiente tectónico. Los símbolos coinciden con los de figuras anteriores. Los basaltos alcalinos se dividen en: (Tol.) toleíticos, (Trans.) transicionales y (Alc.) alcalinos.

Fig. 7.- Discrimination diagram showing the fields of within-plate basalts, MORB and volcanic-arc basalts (dashed line). The within-plate basalts may be divided into tholeiitic (Tol.), transitional (Trans.) and alkali (Alc.) basalt types (after Pearce, 1982). Symbols are the same as in other figures.

probablemente como consecuencia de procesos asociados al alto grado de metamorfismo que presentan.

Discusión

Las lavas e intrusiones subvolcánicas básicas presentan una notable variación composicional, puesta de manifiesto esencialmente en el descenso del grado de subsaturación en sílice hacia el flanco sur. En el sector de Zafra, flanco norte, tanto las coladas como los gabros son alcalinos-transicionales. En el sector de Jerez de los Caballeros, flanco sur, las coladas son mayoritariamente alcalinas-transicionales, mientras que los gabros son subalcalinos. En el sector de Lora del Río, también en el flanco sur, tanto los gabros como las anfíbolitas son subalcalinas. En general, los datos aportados en este trabajo ponen de manifiesto

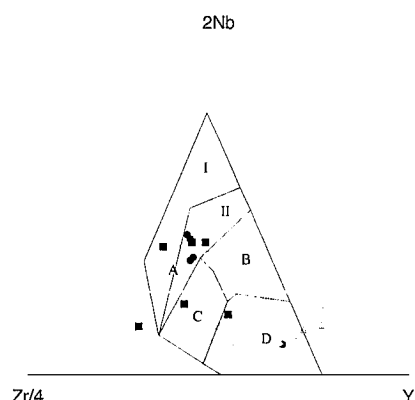


Fig. 8. Diagrama de discriminación de ambiente geodinámico de Meschede (1986). AI: basaltos alcalinos de intraplaca; AII: basaltos alcalinos y toleíticos de intraplaca; B: basaltos de tipo E-MORB; C: toleitas de intraplaca y basaltos de arco de islas; D: MORB de tipo N y basaltos de arco volcánico. Símbolos como en figuras anteriores.

Fig. 8.-Discrimination diagram for basalts (after Meschede, 1986). The fields are defined as follows: AI, within-plate alkali basalts; AII, within-plate alkali basalts and within-plate tholeiites; B, E-type MORB; C, within-plate tholeiites and volcanic-arc basalts; D, N-type MORB and volcanic-arc basalts. Symbols are the same as in other figures.

que las rocas ígneas de edad Cámbrico que afloran en la Antiforma de Monesterio son esencialmente alcalinas y se pueden encuadrar en ambientes de intraplaca continental.

El origen geodinámico de estas manifestaciones ígneas correspondería al rift del Cámbrico que marca el inicio del ciclo Hercínico en la ZOM.

Estudios realizados en ambientes de rift actuales ponen de manifiesto que las lavas emitidas en los flancos del graben son más alcalinas que las emitidas en la zona axial (Wilson, 1989). Kampunzu y Mohr (1991) relacionan el incremento de alcalinidad hacia los bordes del graben con el ascenso menos vigoroso de la astenosfera, y el consiguiente descenso del grado de fusión parcial en los bordes del diapiro mantélico. La distribución espacial de los diferentes tipos de lavas e intrusiones subvolcánicas ya mencionadas apoyan la ubicación del eje del rift al sur de la Antiforma de Monesterio (Giese y Bühn, 1993). Por tanto, el magmatismo al que se hace referencia en este trabajo, sería el emitido en la mitad septentrional del graben axial, en uno de los márgenes de la futura cuenca oceánica que se va a desarrollar con posterioridad, y está actualmente representada por la ofiolita de Beja-Acébuches.

Por otro lado, tomando en consideración las composiciones de lavas y gabros de uno y otro flanco, se plantea una duda sobre su relación. Las lavas básicas como las intrusiones gabbroideas emitidas en el flanco norte son al-

calinas - transicionales y presentan unas características químicas bastante parecidas, por lo que potencialmente podrían ser fundidos cogenéticos y/o comagmáticos. Por el contrario, las lavas emitidas en el sector de Jerez de los Caballeros son alcalinas mientras que los gabros intruidos en el mismo sector son subalcalinos, lo que sugiere que, al menos, no son comagmáticos y plantea dudas acerca de su cogenetismo.

Conclusiones

Las características químicas del magmatismo básico de edad Cámbrico que aflora en la Antiforma de Monesterio se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

- La mayor parte de las lavas y de los gabros son alcalinos, siendo escasos los de composición subalcalina.

- Los spiderdiagramas muestran que los productos volcánicos son más ricos en tierras raras hacia el norte de la Antiforma, y que los productos del sector de Lora del Río muestran unos espectros más planos y empobrecidos en tierras raras ligeras, lo que podría indicar una fuente diferente del magma respecto a los otros dos sectores.

- La mayor parte de las lavas y de los gabros tienen composiciones que se pueden encuadrar en ambientes de intraplaca continental, estando representados términos alcalinos, transicionales y toleíticos.

- El magmatismo de intraplaca está relacionado con el desarrollo del rift Cámbrico de la ZOM.

- Las variaciones composicionales puestas de manifiesto sugieren que el magmatismo de la Antiforma de Monesterio corresponde a la mitad septentrional del graben axial generado en relación con el proceso de rift.

- Las coladas básicas y los gabros del sector de Zafrá podrían ser cogenéticos - comagmáticos. Por el contrario, las lavas y las intrusiones básicas en el sector de Jerez de los Caballeros representan fundidos diferentes.

Agradecimientos

Agradezco sinceramente a Manuel Carracedo y a Arturo Apraiz su colaboración con sus sugerencias y la revisión del texto.

Referencias

Apraiz, A. (1998). *Geología de los Macizos de Lora del Río y Valuengo (Zona de Ossa Morena). Evolución tectonometamórfica y significado geodinámico*. Tesis. Euskal Herriko Unibertsitatea, 575 orr.
Apraiz, A., Eguiluz, L. y Ábalos, B. (1993). Evolución metamórfica y anatexia en el núcleo de Lora del Río (Zona de Ossa Morena). *Rev. Soc. Geol. España*, 6, 85-103

Bard, JP (1969): *Ph D Thesis* Univ Montpellier, USTL: 397 orr.
Collaut, J.L. y Fernández, J. (1997). Estudio Geológico-minero del área 3 (Jerez de los Caballeros). Investigación Minera en la zona Norte de la Reserva Estatal Suroeste. *IGME*.
Eguiluz, L., Gil Ibarguchi, J.I., Ábalos, B. & Apraiz, A. (2000): *Bull. Geol. Soc. Am.*, 112, 1398-1413.
Evensen, N. M.; Hamilton, P. J. y O'Nions R. K. (1978): *Geochim. Cosmochim. Acta*, (42), 1199-1212.
Floyd, P. A. y Winchester, J. A. (1978): *Chem. Geol.* (21), 291-306.
Giese, U; Bühn, B, 1993. *Geol. Rundsch.* (83), 143-160.
Irvine, T.N. y Baragar, W.R.A. (1997). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can J Earth Sci*, 8, 523-548.
Kampunzu, A.B. y Mohr, P. (1991): In A.B. Kampunzu y R.T. Lubala (eds.). Springer-Verlag, Berlin, 85 - 136.
Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R. y Zanettin, B. (1989). A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell, Oxford.
Liñán, E. (1984): *Cuad. Lab. Geol. Laxe* (8): 283-314.
Liñán, E. y Perejón, A. (1981): *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* (79), 125-148.
Liñán, E. y Sdzuy, K. (1978): *Senckenberg Leth.* (59)4-5: 387-399.
Mata, J. y Muhna, J. (1985): *Comun. Serv. Geol. Portugal* (71), 175- 185.
Mata, J. y Muhna, J. (1986): *Maleo* (2), 13-28.
Meschede, M. (1986): *Chem. Geol.* (56), 207-218.
Pearce, J. A., 1982. In: Thorpe R.S. (ed.), *Andesites*. Wiley, Chichester, 525-548.
Pearce, J. A. y Gale, G. H. (1977): *Geol. Soc. Spec. Publ.* (7), 14-24.
Pearce, J. A. y Norry, M. J. (1979): *Contrib. Mineral. Petrol.* (69), 33-47.
Ribeiro, M. L., Mata, J. y Piçarra, J. M. (1992 a): J. G. Gutiérrez Marco, J. Saavedra y I. Rábano, eds., Universidade de Extremadura, 630pp.
Ribeiro, M. L., Mata, J. y Piçarra, J. M. (1992 b): *Comun. Serv. Geol. Portugal*, (78), f.2., 75-85.
Ribeiro, M. L.; Muhna, J.; Mata, J. y Palacios, T. (1997): In Araujo y Pereira eds. Universidade de Évora, 291pp.
Sagredo, J. y Peinado M. (1992): In Gutierrez Marco, J.G.; Saavedra, J. & Rábano, I. (ed.) Universidad de Extremadura, 630pp.
Sánchez García, T. (2001). *Bol. Geol. Min.*, (112), 3, 89-102 orr.
Vázquez Guzmán, F. y Fernández Pompa, 1976. *Mem. del IGME*, T-89, 130.
Wilson, M. 1989. Unwin Hyman. 466 pp.