

# Nuevos datos geocronológicos Rb - Sr del plutón de Campanario - La Haba (batolito de Los Pedroches, Extremadura)

*New Sr - Rb geochronological data of the Campanario - La Haba pluton (Los Pedroches batholith, Extremadura)*

A. Alonso Olazabal<sup>(1)</sup>, L.A. Ortega<sup>(1)</sup>, M. Menéndez, M. Carracedo<sup>(1)</sup>, A. Aranguren<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Dpto. Mineralogía y Petrología. Fac. Ciencias. Universidad del País Vasco. 48080 Bilbao

<sup>(2)</sup> Dpto. Geodinámica. Fac. Ciencias. Universidad del País Vasco. 48080 Bilbao

## ABSTRACT

A Rb-Sr whole-rock array corresponding to a circa age of  $304 \pm 6$  Ma has been obtained for the peraluminous granite of Campanario - La Haba pluton. The Sr initial ratio of  $0.70619 \pm 0.00034$  of this pluton is less radiogenic than those typical S granites of metasedimentary crustal origin, indicating that this granite may not have been exclusively derived from crustal sources. The emplacement occurred during late-Hercynian deformation events

**Key words:** peraluminous granite, granitic unit of the Los Pedroches batholith, geochronology, isotope geochemistry, Extremadura

Geogaceta, 34 (2003), 167-170  
ISSN:0213683X

## Introducción

El plutón de Campanario - La Haba está situado en la terminación noroccidental del batolito de Los Pedroches (García Casco *et al.*, 1987; Carracedo *et al.*, 1989), en la provincia de Badajoz, al sur de la Zona Centroibérica (Julivert *et al.*, 1972; Robardet, 1976). Intruye en materiales metasedimentarios anqui-epizonales, de edades comprendidas entre el Proterozoico terminal y el Devónico (García Hidalgo *et al.*, en prensa), con posterioridad a la fase principal de deformación hercínica, de edad Namuriense (Quesada *et al.*, 1987). Sobre los materiales de caja, la intrusión desarrolla una aureola de metamorfismo de contacto de anchura variable entre 500 - 1.000 m en la que se alcanzan condiciones de corneanas hornbléndicas.

El macizo muestra una morfología elipsoidal, con su eje mayor orientado en dirección N100°E, subparalela a las directrices estructurales hercínicas. Está formado esencialmente por tres facies graníticas peraluminosas dispuestas de forma concéntrica, elongadas en la dirección del eje mayor. Rodeando prácticamente al plutón por su zona de borde, afloran pequeñas masas discontinuas, alargadas y estrechas, de leucogranitos peraluminosos de tendencia aplítica, presentes también, aunque en menor medi-

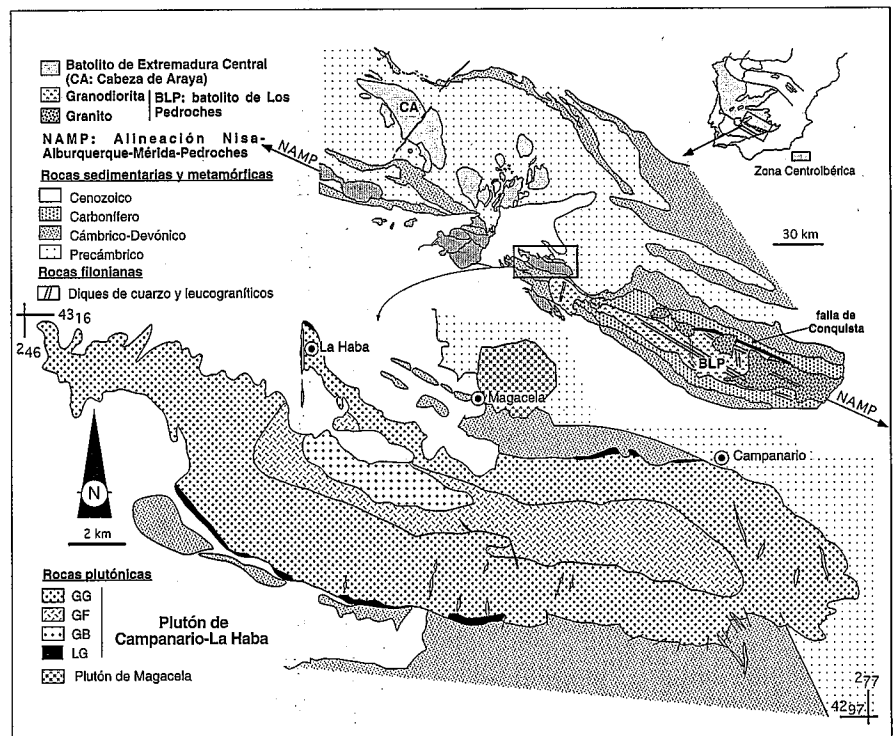


Fig.1.- Situación geológica y distribución de las principales facies del plutón de Campanario - La Haba

Fig. 1- Geological setting and distribution of the main lithotypes of the Campanario - La Haba pluton

da, en zonas internas (Fig. 1) (Alonso Olazabal *et al.*, 1999).

Penha y Arribas (1974) datan por primera vez el plutón por métodos isotópicos en  $305 \pm 10$  Ma, analizando el

sistema K - Ar en concentrados de biotitas. Posteriormente, Alonso Olazabal *et al.* (1999) obtienen una edad de  $308 \pm 6$  Ma, con un MSWD=1,3, y una relación de Sr,  $0,70739 \pm 0,00038$ , en

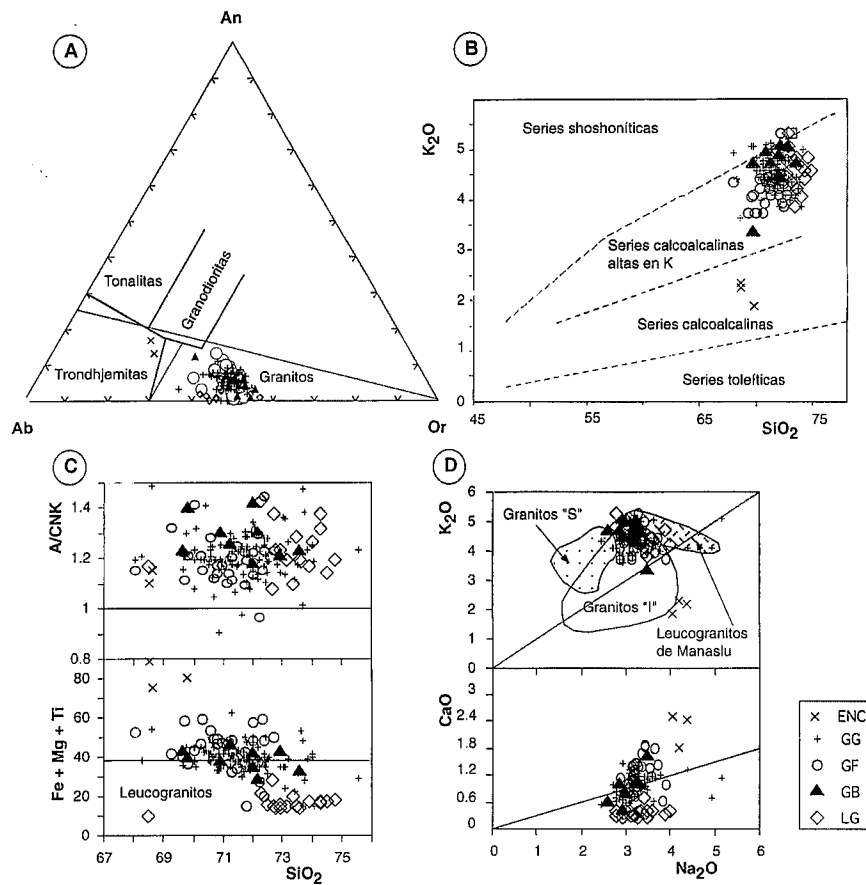


Fig. 2.- Diagramas enfocados a la caracterización química del plutón de Campanario-La Haba: (A) Diagrama triangular Ab-An-Or (normativo) para la clasificación de rocas graníticas (las líneas gruesas definen los campos de Baker, 1979 y las finas, los campos originales de O'Connor, 1965). (B) Diagrama SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O para la subdivisión de rocas subalcalinas (Peccerillo y Taylor, 1976). (C) Diagramas Harker con la representación del índice A/CNK (Shand, 1947) y el contenido en ferromagnesianos expresado mediante el parámetro B= Fe+Mg+Ti de Debon y Le Fort (1983) donde la línea B=38.8 limita el campo de los leucogranitos. (D) Diagramas Na<sub>2</sub>O frente a K<sub>2</sub>O y CaO con la representación del K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O=1 y CaO/Na<sub>2</sub>O=0.3; en el diagrama Na<sub>2</sub>O vs K<sub>2</sub>O están representados los campos de los principales tipos de granitos (tipo I y S, Chapell y White, 1983; leucogranitos del Manaslu, Vidal et al., 1982).

Fig. 2.- Different diagrams used for the chemical characterization of the Campanario - La Haba pluton: (A) Ab-An-Or diagram for the characterization of granitic rocks (thick lines separate the fields of Baker, 1979 and the thin ones, the fields of O'Connor, 1965). (B) SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O diagrams for the subdivision of subalkaline rocks (Peccerillo y Taylor, 1976). (C) Harker diagram with A/CNK index (Shand, 1947) and the ferromagnesian mineral content using the B parameter of Debon y Le Fort (1983) where the line B=38.8 separates the leucogranites field. (D) Na<sub>2</sub>O vs K<sub>2</sub>O and CaO diagrams with K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O=1 and CaO/Na<sub>2</sub>O=0.3; Na<sub>2</sub>O vs K<sub>2</sub>O diagram shows the fields of the main type of granites (type I and S, Chapell & White, 1983; Manaslu leucogranite, Vidal et al., 1982).

base al análisis isotópico del sistema Rb - Sr en roca total de cinco muestras pertenecientes a las tres facies graníticas principales. La calidad de la isocrona Rb - Sr es buena y la edad geológicamente aceptable, prácticamente similar a la obtenida por Penha y Arribas (1974). Sin embargo, aunque la edad obtenida es aceptable, el número de muestras analizado en cada una de las facies graníticas esenciales, 2, 2; 1, es un poco escaso.

En este trabajo se presentan nuevos datos isotópicos del sistema Rb - Sr obte-

nidos para el plutón de Campanario - La Haba, con el objetivo de precisar su edad y discutir algunos aspectos relacionados con su origen.

**Petrografía y geoquímica**

La facies más externa del plutón está constituida por un granito inequigranular porfídico (GG), con mega - fenocristales de feldespato potásico, cordierita, plagioclasa y cuarzo, incluidos en una matriz granítica, de grano grueso, con

cordierita, andalucita, biotita y moscovita. La banda intermedia está integrada por un granito inequigranular porfídico, cuya mineralogía es similar a la de la facies anteriormente descrita pero que, a diferencia de ésta, tiene una matriz de grano fino - medio (GF). Los contactos entre ambos litotipos son tanto intrusivos como transicionales. En la zona central del plutón aflora, en tránsito gradual con el granito porfídico de grano fino - medio, un granito biotítico equigranular (GB), de grano fino - medio, en el que ocasionalmente aparecen fenocristales de feldespato potásico, cuarzo y cordierita.

La zonación que se refleja en la cartografía (Fig. 1) no es composicional sino textural. Las facies principales son composicionalmente homogéneas: son rocas ácidas (SiO<sub>2</sub> > 68%, ΔSiO<sub>2</sub> < 7%); peraluminosas, con valores de la relación molar A/CNK (Shand, 1947) superiores a 1,1; ricas en álcalis, con K<sub>2</sub>O > Na<sub>2</sub>O; y pobres en elementos ferromagnesianos (Fe+Mg+Ti < 50) y calcio (CaO < 1,9%). Su elevado contenido en potasio (K<sub>2</sub>O > 3,5%) sitúa los granitos en el campo calcoalcalino alto en K<sub>2</sub>O definido por Peccerillo y Taylor (1976) (Fig. 2).

**Metodología**

Los análisis isotópicos han sido efectuados en el Servicio de Geocronología y Geoquímica en la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), en un espectrómetro de masas Finnigan MAT-262 con 8 cajas de Faraday y un fotomultiplicador de electrones secundarios y sistema RPQ controlado mediante un ordenador Gateway 2000 con software proporcionado por Finnigan. Los elementos se han analizado mediante la técnica de doble filamento. Las concentraciones de Rb y Sr han sido determinadas en un espectrómetro Philips PW 1480, con tubo de Sc/Mo, en la Universidad de Oviedo.

Se han analizado 9 muestras de roca total, de las cuales tres son granitos porfídicos de grano grueso, cinco corresponden al granito porfídico de grano fino y uno al granito biotítico.

**Geocronología**

Las muestras analizadas del plutón de Campanario - La Haba presentan un amplio intervalo de variación en Rb (207 - 322 ppm) y Sr (78 - 204 ppm), y una relación <sup>87</sup>Rb/<sup>86</sup>Sr también bastante variable (3,2 - 11,2) (Tabla 1).

Las nueve muestras, representativas del conjunto del plutón, definen una recta

de regresión en el diagrama  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  frente a  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  que proporciona una edad de  $314 \pm 15$  Ma con un MSWD = 4,1 y una relación isotópica inicial de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ( $\text{Sr}_i$ ) de  $0,7057 \pm 0,0015$  (Fig. 3).

Si consideramos solamente los datos correspondientes al granito porfídico de grano fino, único del que se dispone cinco análisis, la calidad de la recta de regresión mejora, obteniéndose una edad de  $304 \pm 5,8$  Ma, con un MSWD = 1,7, y un valor de  $\text{Sr}_i$  de  $0,70619 \pm 0,00034$  (Fig. 4).

### Discusión

El ajuste de los puntos a la recta de regresión obtenida para el conjunto de las facies integrantes del plutón de Campanario - La Haba (Fig. 3) no es muy bueno, con un MSWD = 4,1, algo mayor que el atribuible al error analítico, situado en 2,5 (Brooks, 1972). Por lo tanto, los puntos definen una errorcroma y su dispersión sugiere que una o más de las condiciones previas que permitirían obtener una isocrona no se cumplen. Dado que, las relaciones de campo sugieren el emplazamiento prácticamente coetáneo de las distintas facies y que las características químicas de todas ellas son similares, el ajuste defectuoso de algún punto a la recta de regresión, posiblemente se debe a la alteración. Pese a lo poco preciso de la datación, la edad  $314 \pm 15$  Ma se ajusta en sus valores mínimos (299 Ma) a las publicadas por otros autores para los granitos del batolito de Los Pedroches, situadas en torno a los 300 Ma (por ejemplo, Fernández *et al.* 1990; Lalieux, 1983, Larrea *et al.*, 1999).

Sin embargo, las cinco muestras analizadas de la facies porfídica de grano fino dibujan una recta de regresión aceptable, con una dispersión baja, MSWD = 1,7, que puede considerarse incluida den-

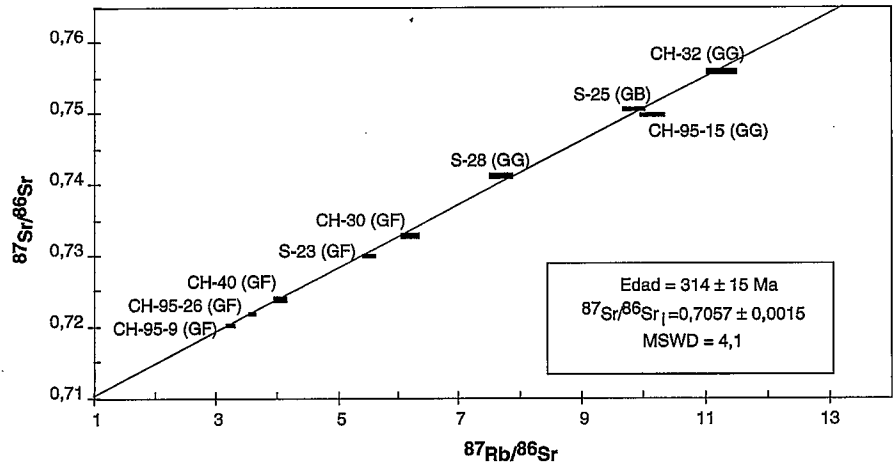


Fig. 3.- Diagrama  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  vs  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de las muestras correspondientes a las diferentes facies del plutón de Campanario - La Haba.

Fig. 3.-  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  vs  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  diagrams with samples of the different lithotypes of the Campanario - La Haba pluton.

tro de los límites del error analítico, y por tanto la recta es una isocrona (Fig. 4). La edad obtenida para esta facies,  $304 \pm 5,8$  Ma, se puede hacer extensiva al resto de las facies graníticas, ya que el emplazamiento de todas ellas es más o menos coetáneo. Considerando que los materiales encajantes más jóvenes son de edad Silúrico ( $> 410$  Ma) y que el emplazamiento del plutón es posterior a la fase principal de deformación hercínica en la región, de edad Namuriense ( $325 - 310$  Ma) (Quesada *et al.*, 1987), la edad de  $304 \pm 6$  Ma, es geológicamente posible y por tanto, probablemente el emplazamiento del macizo se produce durante el Westfaliense, en torno a los 304 Ma.

Esta edad se asemeja a la obtenida por Alonso Olazabal *et al.* (1999) (sistema Rb-Sr:  $308 \pm 6$  Ma) y por Penha y Arribas (1974) (sistema K - Ar:  $305 \pm 10$  Ma). También es parecida a las logradas para los otros macizos graníticos

peraluminosos que integran la unidad granítica del batolito de Los Pedroches: plutón de El Guijo datado en  $300 \pm 6$  Ma (Fernández *et al.*, 1990); y plutón de Cardeña - Virgen de La Cabeza datado en  $310 \pm 12$  Ma (Larrea *et al.*, 1999).

La relación isotópica inicial de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  obtenida a partir de la isocrona es de  $0,70619 \pm 0,00034$  (Fig. 4). Las relaciones de  $\text{Sr}_i$  calculadas a 310 Ma para los granitos porfídicos de grano fino varían entre  $0,705588$  y  $0,706021$  (Tabla 1). Estos valores, similares o algo inferiores a los obtenidos para otros macizos del batolito de Los Pedroches (Lalieux, 1983; Fernández *et al.*, 1990; Defalque *et al.*, 1992; Donaire, 1995; Larrea *et al.*, 1999), son intermedios entre aquellos de los granitoides de origen mantélico y los derivados de rocas corticales (Defalque *et al.*, 1992; Vidal, 1994). Son, del mismo modo, valores muy bajos para granitos peraluminosos con cordierita y andalucita, de tipología S y presumible origen cortical, como las rocas analizadas, cuyos valores de  $\text{Sr}_i$  se sitúan habitualmente por encima de  $0,708$  (Barbarin, 1999). Por lo tanto, los datos excluyen un origen puramente cortical para estos granitos y sugieren la implicación de componentes corticales y mantélicos en su génesis.

Estas bajas relaciones de  $\text{Sr}_i$  son una característica de los granitos que integran el batolito de Los Pedroches, ya que la mayor parte de los plutones peraluminosos de edades equiparables que afloran en el sector meridional de la Zona Centro Ibérica, formando parte de otras alineaciones magnéticas, tienen relaciones de  $\text{Sr}_i$  más elevadas:  $0,710 - 0,712$  (Nisa - Albuquerque; González Menéndez, 2002);  $> 0,7088$  (batolito de Extremadura Central; Castro *et al.*, 1999).

Muestra	Facies	Sr	Rb	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$1\sigma$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\text{Sr}_i(310)$	$\epsilon$
S-28	GG	78,37	207,56	7,6872	10	0,741297	0,707383	4
CH-32	GG	87,53	338,94	11,2557	12	0,755916	0,706259	3
CH-95-15	GG	97,20	339,00	10,1309	9	0,749724	0,705029	1
CH-95-9	GF	204,73	229,21	3,2427	10	0,720141	0,705835	2
CH-40	GF	175,84	247,08	4,0713	8	0,723847	0,705886	2
CH-30	GF	139,77	297,63	6,1755	9	0,732833	0,705588	2
CH-95-26	GF	193,00	240,00	3,6023	11	0,721913	0,706021	2
S-23	GF	141,30	267,50	5,4885	12	0,730012	0,705798	2
S-25	GB	95,20	322,50	9,8411	9	0,750578	0,707162	4

Tabla I.- Datos Rb - Sr sobre roca total correspondientes a los distintos litotipos del granito de Campanario - La Haba.

Table I.- Rb-Sr whole-rock data of the Campanario - La Haba lithotypes

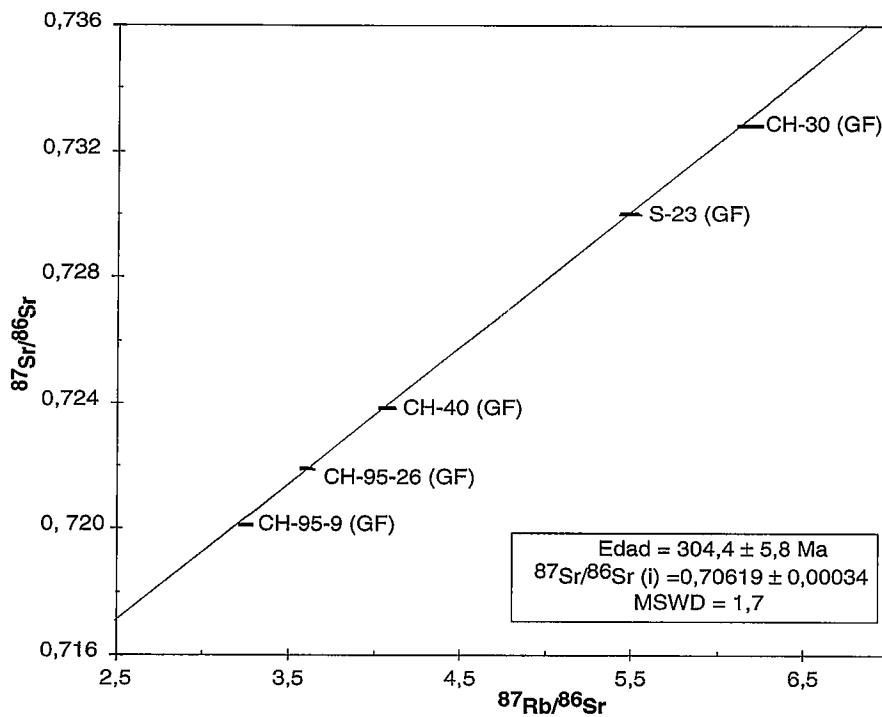


Fig. 4.- Diagrama  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  vs  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  para cinco muestras del granito porfídico de grano fino (GF) del plutón de Campanario-La Haba.

Fig. 4.-  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  vs  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  diagrams with the five samples of fine-grained porphyritic granite of the Campanario - La Haba pluton.

**Conclusiones**

La isocrona Rb - Sr obtenida a partir de las muestras del granito porfídico de grano fino del plutón de Campanario - La Haba proporcionan una edad de  $304 \pm 6$  Ma. Esta edad se considera la edad de emplazamiento del plutón. La relación isotópica inicial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,70619$  es inferior a las de los granitoides crustales típicos, lo que sugiere la participación de componentes mantélicos y corticales en el origen de estos fundidos.

**Agradecimientos**

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación de la UPV: UPV 130.310-EB207/96 y UPV 001.310-EB003/95.

**Referencias**

Alonso Olazabal, A.; Carracedo, M. y Aranguren, A. (1999) *Geol. Soc.*,

*London*, Spec. Publ., 168: 177-190.  
 Baker, F. (1979) Trondhjemites, dacites, and related rocks. *Developm. Petrology* 6, Elsevier Sci. Publ. Amsterdam, 659,1-12.  
 Barbarin, B. (1999) *Lithos*, 46: 605-626.  
 Brooks, C.; Hart, S.R. y Wendt, T. (1972) *Rev. Geophys. Space Phys.*, 10, 551-577.  
 Carracedo, M.; Ortega, L. A.; Gil Ibarra, J. I. y Sánchez Carretero, R. (1989) *Stud. Geol. Salman.*, 4, 93-104.  
 Castro, A.; Patiño Douce, A. E.; Corretgé, G.; Dela Rosa, J.; El-Biad, M. y El-Hmidi, H. (1999) *Contrib. Mineral. Petrol.*, 135, 255-276.  
 Chappel, B. W. y White, A. J. R. (1983) *Mem. Geol. Soc. Australia*, 159, 21-34.  
 Debon, F. y Le Fort, P. (1983) *Trans. Roy. Soc. Edin.* : *Earth Sci.*, 73: 135-149.  
 Defalque, G.; Demaiffe, D.; Dumont, P. y Lalieux, P. (1992) *Ann. Soc. Geol.*

*Belgique*, 115, 77-89.  
 Donaire, T. (1995) Petrología y geoquímica de rocas granitoides y enclaves asociados del batolito de Los Pedroches (Macizo Ibérico). Tesis doctoral. Univ. Huelva. 232 +anexos.  
 Fernández Ruiz, F. J.; Cueto, L. A.; Larrea, F. J. y Quesada, C. (1990) *Cad. Lab. Xeol. Laxe*, 15, 89-103.  
 García Hidalgo, J.; Pieren Pidal, A.; Olive Davo, A. y Carvajal Menéndez, A. (en prensa) Hoja nº 779 Mapa Geol. España E. 1: 50000 (ITGE)  
 García Casco, A.; Pascual, E. y Castro, A. (1987) *Geogaceta*, 2, 59-61.  
 Julivert, M.; Fontbote, J. M.; Ribeiro, A. y Nabais Conde, L. E. (1972). Mem. mapa tectón. Penins Ibér. y Balear. E: 1:1.000.000, I.G.M.E. 1-113.  
 González Menéndez, L. (2002) *Rev. Soc. Geol. España*, 15, 233-246.  
 Lalieux, P. (1983) Tesis de licenciatura. Fac. Sci. Univ. Libre Bruselas (inédito).  
 Larrea, F. J.; Carracedo, M.; Alonso, A.; Ortega, L. A. y Menéndez, M. (1999) Intern. Meet. Cadomian Orogen. Extended Abstract: 159-169.  
 O' Connor, J. T. (1965) US Geol. Surv. Prof. Pap. 525B: 79-84  
 Peccerillo, R. y Taylor S. R. (1976) *Contrib. Miner. Petrol.*, 58, 63-81.  
 Penha, M. y Arribas, A. (1974). *Bol. Geol. Min.*, 85, 271-273.  
 Quesada, C.; Florido, P.; Gumiel, P.; Osborne, J.; Larrea, F. J.; Baeza, L.; Ortega, M. C.; Tornos, F.; Sigüenza, J. M.; Quereda, J. M.; Bañón, L. y De La Cruz, E. (1987). Mapa geol-min. Extremadura. Junta de Extremadura, 131.  
 Robardet, M. (1976) L'originalité du segment hercynien sud-ibérique au Paléozoïque inférieur: Ordovicien, Silurien et Devonien dans le nord de la province de Séville (Espagne). *C. R. Acad. Sc. Paris*, (ser. D) 283, 999-1002.  
 Shand, S. J. (1947) *Eruptive rocks. Their genesis, composition, classification, and their relation to ore-deposits*. 3 edición, Wiley, J. & Sons, New York, 488.  
 Vidal, P.; Cocherie, A. y Lefort, P. (1982) *Geochim. Cosmochim. Acta* 46, 2279-2292.  
 Vidal, G. (1994) *Geol. Mag.*, 131 (6), 729-765.