

Caracterización mineral del granito peraluminico de Logrosán (Cáceres, España)

Mineral characterization of the peraluminous granite of Logrosán (Cáceres, España)

Eva Chicharro ⁽¹⁾, Carlos Villaseca ⁽²⁾ José Ángel López-García ⁽¹⁾ y Roberto Oyarzun ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid.
echicharro@geo.ucm.es, jangel@geo.ucm.es, oyarzun@geo.ucm.es

⁽²⁾ Departamento de Petrología y Geoquímica. Facultad de Ciencias Geológicas, Centro Mixto UCM-CSIC. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid.
granito@geo.ucm.es

ABSTRACT

The Logrosán granite (Cáceres, SW Spain), shows a complex intra-granitic stockwork of Sn-W veins and peripheral phosphate veins hosted by Precambrian slates. The Logrosán pluton emplacement probably took place during the third phase of the Variscan Orogeny. The granite intrusion created an extensive metamorphic aureole which affects the Precambrian slates. The Logrosán stock is classified as a peraluminous, P-rich and F-rich leucogranite, with aplite dikes and tourmaline bearing pegmatites. A greisen alteration was induced during tin-veining in the host granitic rock. The main rock-forming minerals include quartz, K-feldspar, plagioclase, muscovite, biotite and apatite. Samples of granite and greisen veins were analysed and examined by electron microprobe to characterize the chemical nature of the main mineralogy.

Key-words: Peraluminous granite, mineral chemistry, fractionated granite.

RESUMEN

El granito de Logrosán (Cáceres, España) comprende un complejo stock-work intragranítico de venas de Sn-W y venas de fosfato periféricas encajadas en el Complejo Esquisto Grauváquico (CEG). El emplazamiento del granito de Logrosán tuvo lugar probablemente durante la tercera fase de la Orogenia Varisca. La intrusión del mismo provocó una extensa aureola de metamorfismo que afecta al CEG. El stock de Logrosán se clasifica como un leucogranito peraluminico, rico en fósforo y en flúor con diques de aplita y pegmatitas turmaliníferas. El proceso de fracturación y circulación de los fluidos mineralizados indujo una alteración tipo greisen en el encajante granítico. Los minerales principales son el cuarzo, el feldespato potásico, la plagioclasa, la moscovita, la biotita y el apatito. Se han analizado muestras del granito y del greisen mediante microsonda electrónica con el fin de caracterizar la naturaleza química de la mineralogía principal.

Palabras clave: Granito peraluminico, química mineral, granito fraccionado.

Geogaceta, 50-1 (2011), 71-74.
ISSN:2173-6545

Fecha de recepción: 14 de Febrero de 2011
Fecha de revisión: 28 de Abril de 2011
Fecha de aceptación: 27 de Mayo de 2011

Introducción

El stock granítico de Logrosán es un afloramiento magmático de dimensiones reducidas. Se trata de un leucogranito muy evolucionado, peraluminico y perfosfórico. La importancia del mismo reside en las mineralizaciones filonianas de Sn-W y metales raros asociados a la cúpula granítica y en los yacimientos peri-graníticos de fosfatos localizados en su aureola de metamorfismo de contacto (Sos Baynat, 1965; Boixereu, 2004; Locutura *et al.*, 2006). Los filones estériles y mineralizados conforman un stockwork que ha provocado un intenso fenómeno de greisenización en el granito (Gutiérrez Maroto *et al.*, 1986).

En el presente trabajo se estudia la composición química mineral del granito.

Así mismo, se esquematiza un modelo de emplazamiento del plutón.

Situación geológica

La apófisis granítica de Logrosán se localiza al sureste de la provincia de Cáceres (España). Geológicamente se incluye en la Zona Centro Ibérica (Julivert *et al.*, 1974), que constituye el sector suroccidental de la Cadena Varisca europea. El asomo granítico forma parte del cinturón magmático denominado Batolito de Extremadura Central (BEC) (Castro, 1984). El granito presenta una morfología sigmoidal, con el eje mayor alargado en la dirección NE-SW y sus dimensiones aproximadas son de 1,5 x 2,5 km (Fig. 1). El emplazamiento del plutón de Logrosán tuvo lugar en etapas tardivariscas.

La masa granítica está atravesada por cuatro sistemas de fracturas tardivariscas: NW-SE, N-S, N40° y E-W. Estas fracturas actuaron como vías de flujo de fluidos que dan lugar a filones estériles y filones mineralizados.

El stock granítico intruye a las rocas metamórficas de la Formación de Estomiza, de edad Rifense-Vendiese, perteneciente a la Unidad Inferior del Complejo Esquisto-Grauváquico (CEG). Los materiales precámbricos están afectados por una aureola de metamorfismo de contacto que se extiende varios centenares de metros. La aureola de metamorfismo presenta una morfología sigmoidal alargada en la dirección NE-SW, similar a la del granito. La aureola se extiende preferentemente hacia el NE, hasta los indicios mineros de El Serranillo (Boixereu, 2004) (Fig. 1).

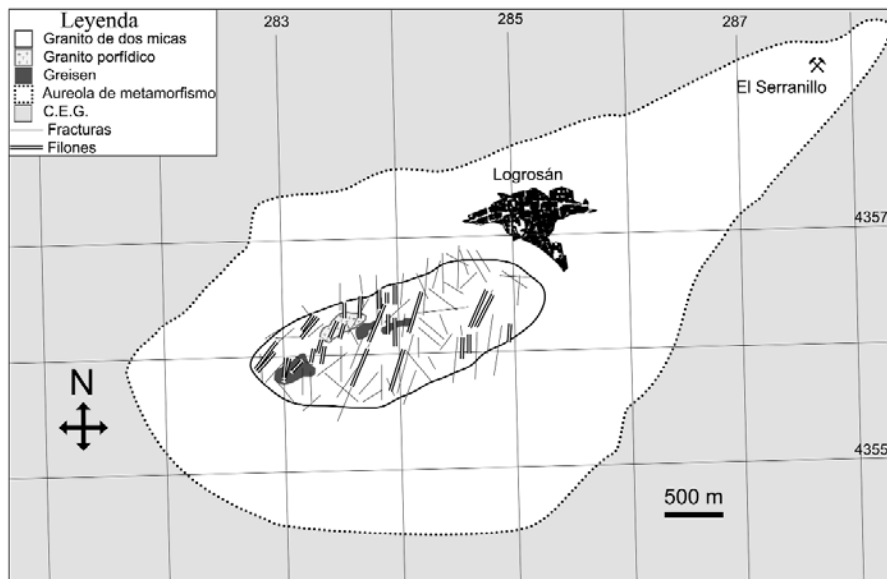


Fig. 1.- Esquema simplificado del plutón de Logrosán y su aureola de metamorfismo de contacto. Cartografía basada en Sos Baynat (1965) y Locutura *et al.* (2006).

Fig. 1.- Simplified scheme of the sigmoidal morphology of the Logrosán granite and its contact metamorphic aureole. Geological sketch based on Sos Baynat (1965) and Locutura *et al.* (2006).

Caracterización petrográfica y clasificación del granito

Se pueden diferenciar dos tipos de granitos en Logrosán: un granito de dos micas de tamaño medio-grueso y un granito porfídico con fenocristales de feldespato potásico. Además se reconocen varias zonas de alteración o greisen. En general, el granito presenta una textura holocristalina, inequigranular seriada, con tamaño de grano medio. La mineralogía principal está constituida por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y moscovita. Los minerales accesorios son circón, apatito, monacita, turmalina, rutilo y otros minerales opacos (e.g. ilmenita). Como minerales de alteración se encuentran clorita, moscovita, cuarzo-2 y plagioclasa albitica. No se ha observado ninguna fábrica de deformación en los granitoides.

El granito de Logrosán se clasifica en el diagrama QAP como un monzogranito leucocrático ($IC < 5\%$) con un marcado carácter peralumínico, asimilable a los tipos-S de la nomenclatura de Chappel y White (1974).

Química mineral

La química mineral ha sido analizada mediante una microsonda de electrones modelo JEOL JXA-8900 M con cuatro analizadores WDS, en el Centro de Microscopía Electrónica Luis Bru de la Universidad Complutense de Madrid.

Feldespatos.- Los dos feldespatos del granito de Logrosán son términos muy puros. El feldespato potásico corresponde a ortosa (88,38 – 98,63 %Or). La plagioclasa se proyecta en el campo de la albita (90,20 – 99,53 %Ab) y presenta una composición fundamentalmente sódica (An_{00-09}). El zonado composicional de la plagioclasa es inverso, los bordes son más anortíticos que los núcleos. Es de destacar el carácter perfosfórico de ambos feldespatos, en especial de la plagioclasa que presenta valores de P_2O_5 hasta 0,68% en peso. No obstante, estos valores son menores a los mostrados por otros granitos perfosfóricos de la Zona Centroibérica (e.g. granito de Belvís de Monroy, Cáceres) (Figs. 2a y 2b). Se observan inclusiones de apatito en los granos de feldespato potásico con menor contenido en P_2O_5 . En un mismo cristal de feldespato, el valor de P_2O_5 disminuye en las inmediaciones de las inclusiones de apatito.

Moscovita.- Petrográficamente se distinguen dos tipos de moscovita: moscovita primaria y secundaria. Los cristales de moscovita primaria son limpios, de buena exfoliación y presentan tamaños superiores a los 300 μm . En general, la moscovita primaria presenta muy altos contenidos en hierro (FeO: 0,985 - 5,33%) y moderados contenidos en magnesio (MgO: 0,363 - 2,924%). Los valores de FeO y MgO son concordantes con los obtenidos en típicos granitoides de tipo-S (Abdel-Rahaman, 1994, 1996) Des-

tacon también los elevados valores en flúor (hasta 1,6 % en peso) de la moscovita. La moscovita primaria y la moscovita secundaria son composicionalmente muy parecidas, aunque la moscovita primaria presenta contenidos ligeramente inferiores en Li y F (Fig. 3).

Biotita.- Es de color intenso y presenta pleocroísmo muy marcado de marrón claro a marrón oscuro, típico de las biotitas con alto contenido en titanio. La composición química de la biotita del granito de Logrosán se caracteriza por presentar valores elevados de TiO_2 (3,6 - 3,7%) y de Al_2O_3 (20,2 - 21,4%). A partir de la química de la biotita se deduce que el magma a partir del cual precipitó este mineral pertenece a una suite peralumínica (Abdel-Rahman, 1994) de manera similar a otras biotitas de granitos de la Zona Centroibérica (Fig. 4).

Apatito.- La química mineral del apatito de Logrosán se caracteriza por tener proporciones de F muy elevadas (3,1 – 5,0 % en peso). Se puede clasificar como flúorapatito. La proporción de F en apatito frente al índice de saturación de aluminio de la roca total en diferentes suites graníticas ha sido comparado por Chu *et al.* (2009). Según estos autores la aluminosidad del magma (ASI) es un control del comportamiento geoquímico del apatito en los granitos transhimalayos.

El contenido en flúor del apatito del granito de Logrosán es muy elevado, en comparación con los datos composicionales del apatito de otras suites graníticas descritos por Chu *et al.* (2009) (Fig. 5). El contenido en F del apatito varía con la muestra granítica, siendo mayor en facies próximas a filones de cuarzo y turmalina.

Discusión

El granito de Logrosán cristalizó a partir de un magma muy félsico y de carácter muy evolucionado. La composición del plutón es leucogranítica y presenta altos contenidos en flúor, fósforo y boro (Gutiérrez Maroto *et al.*, 1986). La química mineral de la biotita y del flúorapatito coincide con suites peralumínicas de tipo-S. El apatito de los granitos tipo-S generalmente contiene elevados contenidos en flúor y menores contenidos en cloro que el apatito de los granitos tipo-I (Chu *et al.*, 2009). Este hecho es interpretado como el reflejo de la abun-

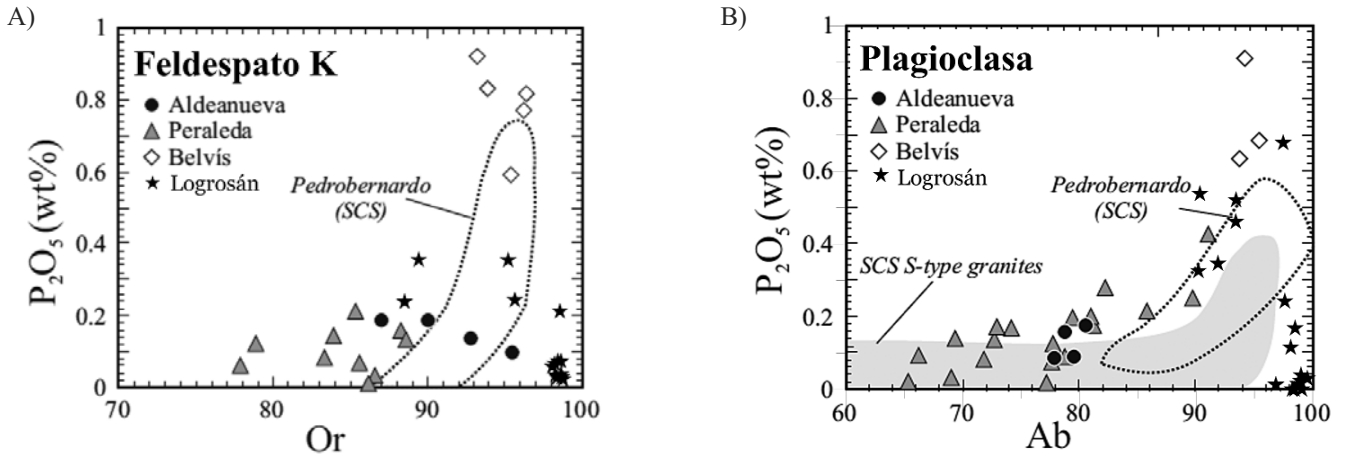


Fig. 2.- Composición del feldespato del granito de Logrosán y comparación con otros granitos perfosfóricos de la Zona Centroibérica (Villaseca *et al.*, 2009) y del plutón de Pedrobernardo (Bea *et al.*, 1994). A) Composición del feldespato potásico: P₂O₅ vs Or. B) Composición de la albíta: P₂O₅ vs Ab. SCS: Sistema Central Español.

Fig. 2.- Composition of feldspar from Logrosán granite and comparison to other perphosphorous granites from the Central Iberian Zone (Villaseca *et al.*, 2009) and the Pedrobernardo Pluton (Bea *et al.*, 1994). A) K-feldspar composition: P₂O₅ vs Or. B) Plagioclase composition: P₂O₅ vs Ab. SCS: Spanish Central System.

dancia de estos halógenos en el protolito sedimentario. Las rocas sedimentarias precursoras habrían experimentado un enriquecimiento en flúor y una pérdida en cloro debido a la alta solubilidad del Cl durante los procesos de meteorización (Brehler y Fuge, 1974). Sin embargo, otros autores (Sha y Chappell, 1997) interpretan el incremento en F y la disminución de Cl como el resultado de la cristalización fraccionada. Los elevados contenidos en F del apatito granítico de Logrosán comparados con otros apatitos de granitos tipo-S (Fig. 3) reflejan que el fluido residual posee una elevada relación F/Cl y, es por tanto, un granito muy fraccionado. Los feldspatos de Logrosán se caracterizan por tener un rango composicional bastante restringido. El feldespato potásico se acerca más al término ortosa cuanto más pertitzado se encuentra. La composición albítica de la plagioclasa se relaciona con la naturaleza del granito, que se formó a partir de un magma muy fraccionado y pobre en calcio. La plagioclasa de Logrosán es perfosfórica, mientras que el feldespato potásico presenta menores contenidos en fósforo pero abundantes inclusiones de apatito. Además la alteración del granito parece tener relación con el contenido de P₂O₅ en el feldespato, de modo que las muestras de feldespato del granito sano son más ricas en fósforo. Tanto la biotita como la moscovita son fases bastante puras. Por otro lado, no se observan sustituciones fengíticas en la moscovita, lo que es esperable dado que la fengita es una fase de alta presión. Según Kerryck (1972) la cristalización de las moscovitas a partir

de un magma granítico se produciría como mínimo a 3,5 kbar de presión. Sin embargo, para el granito de Logrosán se estiman presiones inferiores a 3,5 kbar puesto que el granito es de emplazamiento apical. La cristalización de la moscovita a profundidades someras puede explicarse por la introducción de F, Li₂O y B₂O₃ en el sistema magmático, que desplazaría la curva sólidos del mismo hacia temperaturas menores (Pichavant *et al.*, 1988). Además la moscovita magmática con contenidos significativos de F cristaliza a mayores temperaturas (Pichavant *et al.*, 1988). Ambos factores permitirían la cristalización de moscovita ígnea en granitos muy diferenciados a presiones ≤ 1,5 kbar. Por otro lado, se estiman temperaturas de cristalización elevadas para la biotita rica en Ti, ya que la solubilidad del Ti aumenta con la temperatura. La biotita

debe ser una fase cuasi líquida en el granito, mientras que la moscovita cristalizaría en condiciones más próximas a las del sólido del sistema granítico.

La masa granítica puede haber sido emplazada entre dos bandas de cizalla de carácter sinistral y dirección ENE-WSW, desarrolladas durante la tercera fase de deformación varisca (Locutura *et al.*, 2006). La orientación NE-SW y la morfología sigmoidal de la aureola de metamorfismo de contacto en el stock de Logrosán encajarían con el emplazamiento del plutón durante la tercera etapa de deformación varisca. La greisenización del granito y el desarrollo del stockwork son más intensos en la parte occidental de la cúpula granítica y el desarrollo de la aureola de contacto es más extenso hacia el NE que hacia el SW (Fig.

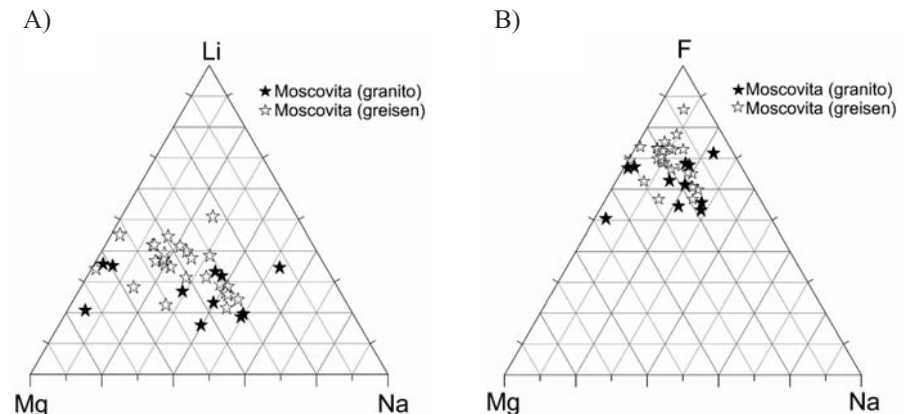


Fig. 3.- Comparación del contenido en Li y F entre la moscovita del granito y la moscovita de greisen. A) Diagrama Mg-Na-Li para la moscovita. B) Diagrama Mg-Na-F para la moscovita.

Fig. 3.- Li and F content comparison between the granite muscovite and the greisen muscovite. A) Mg-Na-Li diagram for muscovite. B) Mg-Na-F diagram for muscovite.

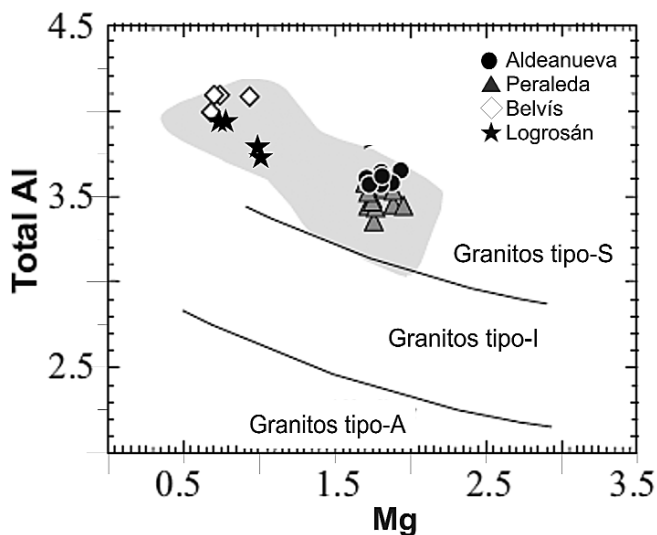


Fig. 4.- Diagrama Al_t vs. Mg para la biotita de diferentes granitos de la Zona Centroibérica (modificado de Villaseca et al., 2008)

Fig. 4.- Al_t vs. Mg diagram for biotite from different Central-Iberian Zone granites. (Modified from Villaseca et al., 2008)

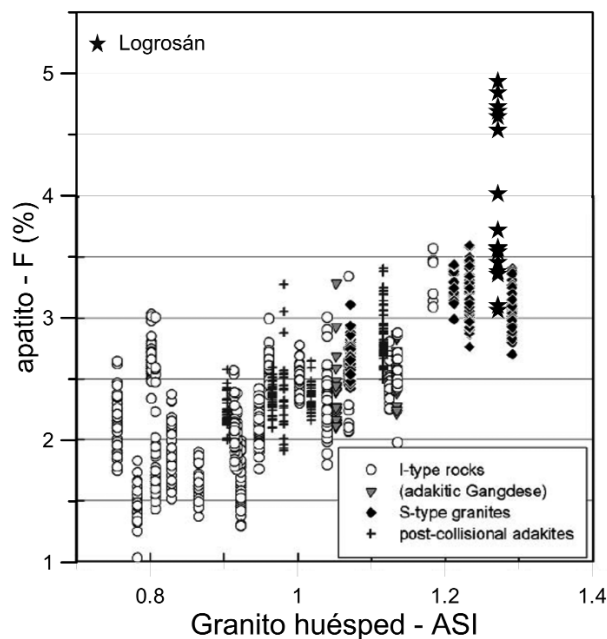


Fig. 5.- Contenido en F del apatito de diferentes tipos de roca: F (%) vs. ASI del granito huésped (Chu et al., 2009)

Fig. 5.- F contents of apatites from different rock types: apatite F vs host-rock ASI (Chu et al., 2009)

1). Por ello se propone un emplazamiento del granito desde el ENE hacia el WSW.

Conclusiones

El macizo de Logrosán está formado por granitos de dos micas y granitos porfídicos. Su mineralogía está constituida por cuarzo + feldespato potásico + plagioclasa + biotita + moscovita + apatito + cirkón + monacita + turmalina + ilmenita. La alteración principal del granito es la greisenización. El greisen se caracteriza por la total destrucción de los feldespatos y la neoformación de agregados cuarzo-sericiticos. Los greisen se desarrollan principalmente en zonas muy fracturadas, asociados a los filones intra-graníticos. Las características petrográficas y mineralógicas del granito de Logrosán permiten su clasificación como leucogranito de carácter peraluminico y perfosfórico, asimilable a los granitos tipo-S de la nomenclatura internacional. La cristalización del granito se realizó a partir de un magma muy evolucionado, pobre en calcio y con altos contenidos en volátiles (flúor y boro).

La cúpula granítica de Logrosán se emplazó a profundidades someras en los materiales del CEG, provocando una extensa aureola de metamorfismo de contacto. El emplazamiento pudo haberse realizado a

favor de cizallas pertenecientes a la tercera fase de la Orogenia Varisca.

Agradecimientos

A Alfredo Larios por su colaboración en la obtención de los datos de microsonda, realizados en el CAI de Microscopía electrónica de la UCM. A Ester Boixereu (IGME) por su constante asesoramiento sobre las mineralizaciones de Sn-W-P de Logrosán. Los objetivos de este trabajo se encuadran dentro del Proyecto del MEC CGL2008-05952 y del grupo Complutense 910492 (GR35/10-A).

Referencias

Abdel-Rahman, A.M. (1994). *Journal of Petrology*, 35, 525-541.
 Abdel-Raham, A.M. (1996). *Journal of Petrology*, 37, 1031-1035.
 Álvarez-Nava, H., García Casquero, F.L., Gil Toja, A., Hernández Urroz, J., Lorenzo Álvarez, S., López Díaz, F., Mira López, M. Monteserrin, V., Nozal, F., Pardo, M.V., Picart, J., Robles, R., Santamaría, J. y Sole, F.J. (1988). En: *II Congreso Geológico de España*, 1, 19-20.
 Bea, F., Pereira, M. D., Corretgé, L. G. y Fershtater, G. B. (1994). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58, 2609-2627.
 Brehler B. y Fuge R. (1974). Chlorine. En: *Handbook of Geochemistry* (K. H. Wedepohl, Ed.), vol. II-2, Springer-Verlag. 17A-170.
 Boixereu, E. (2004). *Tierra y Tecnología*, 26, 25-34.

Castro, A. (1984). *Los granitoides y la estructura hercínica en Extremadura Central*. Tesis Doctoral, Univ. de Salamanca, 202 p.
 Chappell, B.W. y White, A.J.R. (1974). *Pacific Geology*, 8, 173-174.
 Chu, M. F., Wang, K. L., Griffin, W. L., Chung, S. L., O'Riley, S.Y., Pearson N. J. y Iizuka, Y. (2009). *Journal of Petrology*, 50, 1829-1855.
 Gutiérrez Maroto, A., Guijarro Galiano, J. y Moreno Gutiérrez, A. (1986). *Boletín Geológico y Minero*, 97, 67-81.
 Julivert, M., Fontboté, J.M., Ribeiro, A. y Conde, I. (1974). *Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. IGME.
 Kerryck, D. M. (1972). *American Journal of Science*, 272, 946-958.
 Maniar, P. D. y Piccoli, P. M. (1989). *Bulletin of the Geological Society of America*, 101, 635-643.
 Locutura, J., Boixereu, E., Florido, P., González Sanz, J. y Gumiel, P. (2006). *Mapa metalogenético de la provincia de Cáceres Escala 1:200.000*. IGME, 253 p.
 Pichavant, M., Kontak, D.J., Valencia Herrera, J. y Clark, A.H. (1988). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 100, 300-324.
 Sha, L.K. y Chappell, B.G. (1997) *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63, 3861-3881.
 Sos Baynat, V. (1965). *Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Matemáticas de Madrid*, 22, 138 p.
 Villaseca, C., Pérez-Soba, C., Merino, E., Orejana, D., López-García, J.A y Billstrom, K. (2008). *Journal of Geosciences*, 53, 263-280.