

Nuevas edades en granitoides de la región de Sanabria: relaciones tectónica - magmatismo

New ages in granitoids from Sanabria region: relationships between tectonics and magmatism

Néstor Vegas⁽¹⁾, Javier Rodríguez⁽²⁾, José María Tubía⁽¹⁾, Julia Cuevas⁽¹⁾, José Julián Esteban⁽¹⁾ y Miguel Basei⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geodinámica, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Apartado 644, 48080 BILBAO
nestor.vegas@ehu.es; jm.tubia@ehu.es; julia.cuevas@ehu.es; jj.esteban@ehu.es

⁽²⁾ Departamento de Mineralogía y Petrología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Apartado 644, 48080 BILBAO javier.rodriguez@ehu.es

⁽³⁾ Instituto de Geociencias, Universidade de Sao Paulo, Brasil. baseimas@usp.br

ABSTRACT

New ages are presented for two Variscan granitoids in the Sanabria region (Central Iberian Zone, Iberian Massif), which set time limits for the different magmatic pulses in the study area. A U-Pb Concordia age of 318 ± 1 Ma obtained for combined zircon and sphene (titanite) in tonalite/quartz-diorite from the Ribadelago pluton dates the first Variscan magmatism in the region. This magmatic pulse was coeval with dextral transpressive shear zones and with regional migmatization. A $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ plateau age of 287 ± 1 Ma obtained for white mica from the Pradorramisquedo leucogranite dates the post-tectonic, last magmatic pulse in the region. This age coincides with previous geochronological data for the adjacent Veiga granodiorite, which is affected by the coeval Chandoiro normal fault.

Key-words: Iberian massif, Variscan magmatism, granite ages, syn-tectonic (quartz-)diorites, post-tectonic leucogranite.

RESUMEN

Se presentan dos nuevas dataciones de granitoides Variscos de la región de Sanabria (Zona Centro-Ibérica, Macizo Ibérico), con las que se establecen los límites de los pulsos magmáticos registrados en este sector. Por una parte, una edad concordia U-Pb de 318 ± 1 Ma que data el magmatismo Varisco precoz, mediante zircones y esfenas (titanitas) de tonalitas/cuarzodioritas del plutón de Ribadelago. Este pulso magmático fue coetáneo con la acción de zonas de cizalla dexas transpresivas y con un proceso de migmatización regional. Por otra parte, una edad plateau $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ de 287 ± 1 Ma obtenida en moscovitas del leucogranito de Pradorramisquedo, que data el último pulso magmático, postectónico, en la región. Esta última edad coincide con una datación previa de la cercana granodiorita de Veiga, cuya intrusión fue coetánea con el funcionamiento de la falla normal de Chandoiro.

Palabras clave: Macizo Ibérico, Magmatismo varisco, edades en granitos, (cuarzo-) dioritas sintectónicas, leucogranitos postectónicos.

Geogaceta, 50-1 (2011), 67-70.
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

Las dataciones en rocas plutónicas son un recurso clásico para determinar las etapas de formación y desmantelamiento de una cadena de montañas. En el caso del Macizo Ibérico, que constituye el mayor afloramiento continuo del Orógeno Varisco europeo, es en sus zonas internas y en particular en la Zona Centro-Ibérica (ZCI) donde se registran las mayores concentraciones de rocas plutónicas. Las dataciones realizadas en granitoides de esta zona son de gran interés para comprender la evolución temporal del magmatismo varisco, así como su relación con las distintas fases de la deformación. Sin embargo, las edades calculadas hasta ahora para distintos granitoides en esta zona han dado pie a diversas interpretaciones sobre el momento en el que tuvieron lugar los diversos pulsos

magmáticos y los picos metamórficos asociados con la formación del orógeno.

En este trabajo se presentan nuevas dataciones de granitoides en la región de Sanabria (Zamora) y se interpretan otras recientes a la luz de los resultados obtenidos.

Marco geológico

Los granitoides de Ribadelago y Pradorramisquedo, objeto de este estudio, se localizan en la región de Sanabria, situada en la ZCI. Los materiales encajantes de estos granitoides son los gneises ordovícicos de la Formación Olló de Sapo y en el extremo noroeste de Pradorramisquedo una porción de la Serie de Viana, de edad Cambrico Inferior.

El plutón de Ribadelago es una intrusión de unos 23 km² alargada en dirección N120 °E, paralelamente a la foliación pe-

netrativa predominante en el encajante. Este granitoide se organiza en forma de diques y sills de composición muy heterogénea en la que alternan cuerpos melano-dioríticos con tonalitas, monzogranitos y fundidos anatéticos (Vegas 2002; Chacón 2005). El emplazamiento del plutón de Ribadelago es sin-cinemático con el funcionamiento de zonas de cizalla transpresivas de carácter dextro (Vegas *et al.*, 2001a). Estructuras transcurrentes similares se reconocen por todo el noroeste peninsular (Iglesias Ponce de León y Choukrone, 1980) y han sido relacionadas con la fase D3 de la deformación varisca en el Macizo Ibérico (Ábalos *et al.*, 2002; Valle Aguado *et al.*, 2005; Díez-Montes, 2007). Además, el plutón de Ribadelago ocupa el núcleo de un domo magmático-metamórfico, que concentra las facies migmatíticas de los gneises del Olló de Sapo. La coalescencia entre

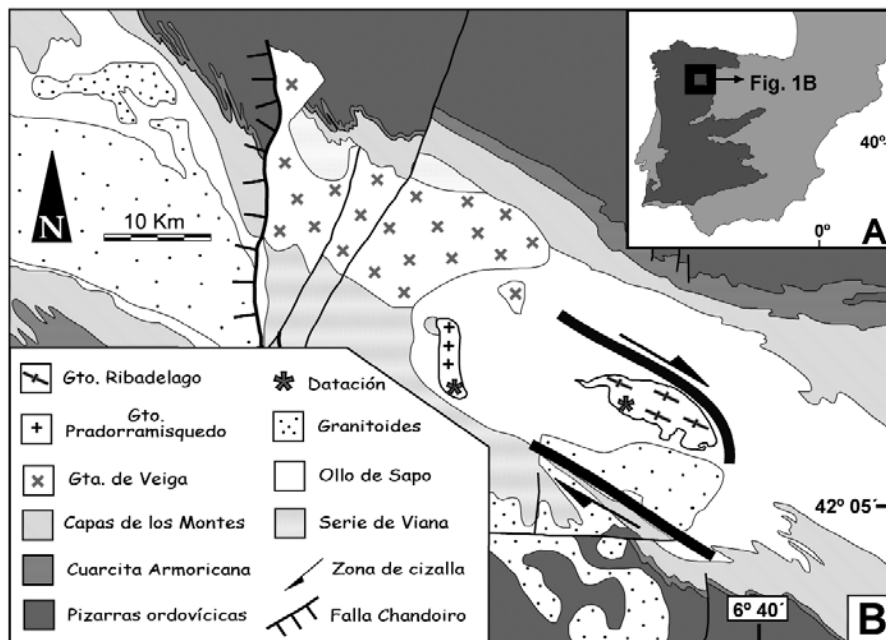


Fig. 1.- A) Localización del área de estudio en el Macizo Ibérico. B) Mapa geológico simplificado de la región de Sanabria y alrededores.

Fig. 1.- A) Location of the Sanabria region in the Iberian Massif. B) Simplified geological map of the Sanabria and adjacent regions. Stars show the location of the dated samples.

los fundidos anatécnicos y las láminas de materiales intrusivos se interpretan como causadas por la coetaneidad entre el emplazamiento del plutón de Ribadelago y la migmatización del Ollo de Sapo (Castro *et al.*, 2003; Vegas, 2004).

El plutón de Pradorramisquedo es un cuerpo de unos 11 km², elongado en dirección N-S, que corta claramente las estructuras de las rocas encajantes. Intruye en los gneises de la formación Ollo de Sapo y de forma minoritaria en la serie de Viana (Martínez García, 1973); en ambos casos presenta contactos muy netos. Se trata de un leucogranito de dos micas muy homogéneo, con un tamaño de grano medio. Está cortado por numerosos diques aplíticos, algunos de los cuales contienen granate.

En las distintas clasificaciones propuestas para los granitoides del Macizo Ibérico, el plutón de Ribadelago se encuadra en el grupo de los granitoides precoces (Capdevila, 1969; Díez-Montes, 2007), asociado al magmatismo precoz de Lopez-Plaza y Martínez Catalán (1987) y dentro de los granitoides sincinemáticos inhomogéneos de emplazamiento relativamente profundo de Bellido Mulas *et al.* (1987). El granito de Pradorramisquedo por su parte, pertenecería al grupo de los granitoides tardíos de Capdevila (1969) y Díez-Montes (2007); estaría relacionado con el magmatismo tardío de Lopez-Plaza y Martínez Catalán (1987); y se incluiría en los granitos postcinemáticos

de dos micas y emplazamiento somero de Bellido Mulas *et al.* (1987).

Muestreo y técnicas analíticas

Recientemente, Vegas *et al.* (2011) han publicado dos dataciones U-Pb para el plutón de Ribadelago. La primera procede de circones de una muestra cuarzodiorítica, representativa de los magmas menos ácidos. De este modo se pretendía evitar la presencia de componentes de circones heredados y obtener así una edad de referencia para el magmatismo de los granitoides precoces. La segunda edad se ha obtenido en cristales de esfena contenidos en los ocelos leucocráticos de los diques sinplutónicos de composición tonalítica. Esta textura ocelar con esfena (Vegas *et al.*, 2008; Vegas *et al.*, 2011) representa la cristalización del fundido tardi-magmático restante en la facies tonalítica del plutón.

Por otro lado, el granito de Pradorramisquedo se ha datado con la técnica de U-Pb en circon y con el método ⁴⁰Ar/³⁹Ar en moscovitas.

Todas las dataciones U-Pb se han obtenido por espectrometría de masas con ionización térmica y dilución isotópica (ID-TIMS). La separación y tratamiento de los circones, así como las determinaciones geocronológicas U-Pb en este mineral, se llevaron a cabo en el Centro de Pesquisas Ge-

ocronológicas del Instituto de Geociências de la Universidade de São Paulo (IGc-USP), siguiendo la metodología descrita por Basei *et al.* (1995) y Passarelli *et al.* (2009). La datación U-Pb en esfenas del plutón de Ribadelago fue obtenida en la Universidad de Tübingen según el protocolo descrito en Vegas *et al.*, (2011). La datación ⁴⁰Ar/³⁹Ar en moscovitas se realizó mediante calentamiento escalonado (*step heating*) por láser, siguiendo el método descrito por Vasconcelos *et al.* (2002) en el IGc-USP.

Resultados

Plutón de Ribadelago.- En el presente trabajo se han refinado los resultados presentados por Vegas *et al.* (2011). Para ello se han integrado en un mismo cálculo geocronológico cinco análisis de fracciones multigrano de circon y siete análisis de fragmentos monocristalinos de esfena. Todos estos análisis se representan en el diagrama Wetherill en una línea de discordia que, desde el origen, se interseca con la curva Concordia a una edad de 326 ± 2 Ma (Fig. 2).

Un cálculo distinto se obtiene teniendo en cuenta los errores de las constantes de semidesintegración de ²³⁸U y ²³⁵U, y empleando sólo los análisis más concordantes de circon (n = 2) y de esfena (n = 2). Estos cuatro análisis tienen una probabilidad de equivalencia del 99 % (Ludwig, 2003) y ofrecen una edad Concordia de 318.31 ± 0.84 Ma, con un MSWD = 0.77 y una probabilidad conjunta de concordancia y equivalencia del 62 %.

Plutón de Pradorramisquedo.- Para la datación mediante U-Pb en circon de este granito se analizaron cinco fracciones multigrano, que resultaron ser discordantes y dispersas y no ofrecen una edad fiable (Fig. 3).

A fin de conseguir una edad para este plutón, se realizó una nueva datación mediante el método ⁴⁰Ar/³⁹Ar en moscovita de la misma muestra. El resultado obtenido es una edad "plateau" de 287 ± 1 Ma (Fig. 3).

Discusión

Las edades obtenidas permiten acotar los límites temporales del magmatismo varisco en la región de Sanabria. Así, la datación obtenida para el plutón de Ribadelago representa la edad de los granitoides precoces de la región, mientras que la edad del

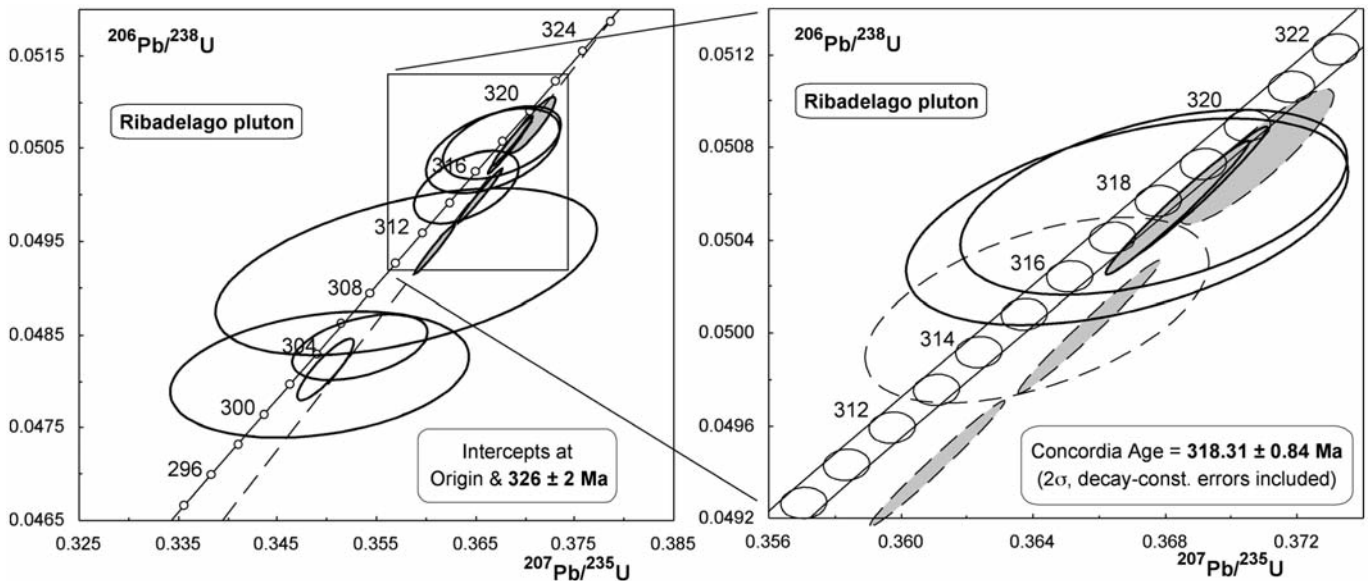


Fig. 2.- Diagramas Concordia mostrando los datos U-Pb para circón (gris) y esfena del plutón de Ribadelago. Las elipses de error representan un intervalo de confianza de 2. Las elipses discontinuas en el diagrama de la derecha no han sido consideradas para el cálculo de la edad de Concordia (ver texto).

Fig. 2.- Concordia diagrams displaying the U-Pb data for zircon (grey) and sphene from the Ribadelago pluton. Error ellipses are drawn at 2 confidence level. Ellipses with discontinuous traces in the diagram to the right have not been considered for Concordia age calculation (see text).

granito de Pradorramisquedo data el magmatismo tardío.

Edad del magmatismo precoz.- En un trabajo reciente sobre el plutón de Ribadelago, Vegas *et al.* (2011) han demostrado que, considerando el error analítico, hay una cristalización coetánea de esfena en tonalitas ocelares (317 ± 1 Ma) y circón en cuarzodioritas asociadas (319 ± 1 Ma). Esta circunstancia permite integrar los análisis de ambos minerales para obtener una edad de referencia para el magmatismo precoz en la región de Sanabria.

El cálculo obtenido para el conjunto de análisis de circón y esfena (326 ± 2 Ma) di-

fiere de los resultados presentados por Vegas *et al.* (2011). La posición de la intersección, por encima de los análisis más concordantes, indica la presencia de un componente heredado en algunos análisis, que desplazaría los resultados Pb/U hacia valores mayores. Esta observación es coherente con las evidencias de asimilación cortical en el plutón de Ribadelago (Vegas, 2004; Castro *et al.*, 2003) y, en definitiva, ha de considerarse que el magmatismo precoz es más joven que 326 Ma.

A la hora de calcular una edad Concordia, se aprecia que hay una dispersión de análisis concordantes de esfena, que no son

equivalentes entre sí. En realidad, todos estos análisis se disponen a lo largo de una línea discordia entre el origen y las dos fracciones más concordantes, situadas en la curva Concordia a 317-318 Ma (Vegas *et al.*, 2011), lo que indica que han sufrido una pérdida reciente de Pb. El hecho de que se visualicen como fracciones concordantes es debido a los elevados errores en las medidas Pb/U, y ha de considerarse como un artefacto analítico. Por este motivo sólo se han considerado para el cálculo final los dos análisis de esfena más concordantes.

Del mismo modo, dos análisis de circón presentan pérdidas de Pb, situándose por

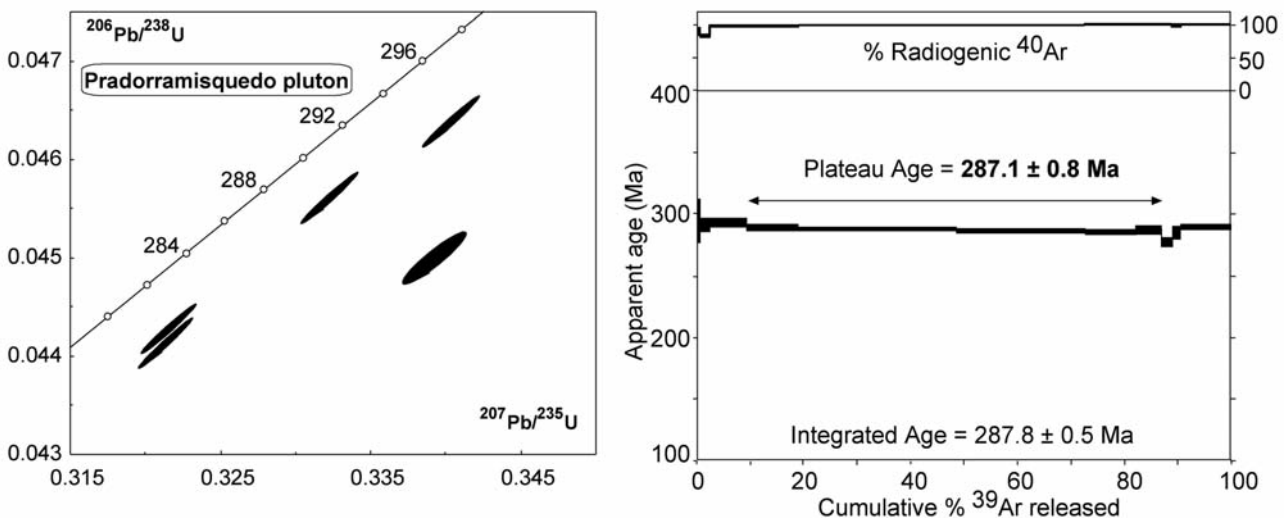


Fig. 3.- Diagrama Concordia mostrando la dispersión de los resultados U-Pb para el plutón de Pradorramisquedo. Diagrama de edades $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ obtenido en moscovita de la misma muestra.

Fig. 3.- Concordia plot showing dispersion of U-Pb analytical data for the Pradorramisquedo pluton. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age spectrum for muscovite from the same sample.

debajo de la curva Concordia (Fig. 2). Por último, el análisis de circón con las relaciones Pb/U más altas no es al mismo tiempo el más concordante, lo que sugiere que está afectado por un componente heredado. Estos tres análisis también han sido descartados del cálculo de la edad Concordia.

La integración de los 2 análisis de circón y los 2 análisis de esfena tiene sentido desde el punto de vista geológico, ya que los dos minerales cristalizan en rocas que han solidificado en el mismo proceso de mingling. Desde el punto de vista analítico, son concordantes; es decir, su edad refleja el momento de cristalización magmática, sin que hayan sufrido pérdidas isotópicas ni contengan componentes heredados. Y, por último, desde el punto de vista estadístico, los cuatro análisis son equivalentes.

En conclusión, la edad Concordia de 318.31 ± 0.84 Ma indica con precisión y exactitud la edad del magmatismo precoz en la región de Sanabria.

En cuanto al marco tectónico, el emplazamiento del plutón de Ribadelago es sincinemático con el funcionamiento de grandes zonas de cizalla, lo que supone que la edad del granitoide debe integrarse en el periodo de actuación de la fase D3 de la deformación en la ZCI. Así mismo, la edad de 318 ± 1 Ma permite precisar en el tiempo la migmatización regional de los gneises de la Formación Ollo de Sapo en Sanabria.

Edad del magmatismo tardío. - La datación $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en moscovita permite fijar una edad de 287 ± 1 Ma para la cristalización de este plutón. Podría interpretarse que este resultado $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ refleja un enfriamiento prolongado de la moscovita, y que la edad de emplazamiento del granito de Pradorramisquedo sea algo más antigua que 287 ± 1 Ma. Sin embargo, Rodríguez *et al.* (2003) han demostrado que las edades $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en moscovitas de leucogranitos variscos son equivalentes a las edades U-Pb conseguidas para el mismo evento magmático (Fernández-Suárez *et al.*, 2000). Dada la escasez de datos disponibles para la región, se considera más probable que la edad de 287 ± 1 Ma refleje la cristalización del granito de Pradorramisquedo y no un enfriamiento posterior. Sería muy interesante realizar nuevos estudios geocronológicos que permitan precisar la edad del magmatismo tardío en la región de Sanabria.

La edad obtenida coincide con una datación Rb/Sr de 286 ± 6 Ma para la cercana granodiorita de Veiga (Ortega-Cuesta *et al.*, 2000), que es coetánea con la falla de Chandoiro (Román-Berdiel *et al.*, 1995; Aranguren *et al.*, 1996).

Conclusiones

En este trabajo se precisan las edades de los estadios inicial y final del magmatismo varisco en la región de Sanabria.

Los primeros pulsos magmáticos, representados por el plutón de Ribadelago, se emplazaron hace 318 ± 1 Ma. Esta edad es coetánea con la migmatización de los gneises de la Formación Ollo de Sapo en la región y con la actuación de zonas de cizalla relacionadas con la fase D3 de la deformación en la ZCI.

El último estadio del magmatismo varisco queda registrado por la cristalización del granito de Pradorramisquedo, que tuvo lugar hace 287 ± 1 Ma, de forma coetánea al funcionamiento de la falla de Chandoiro.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2007-60039 y CGL2010-14869 del Ministerio de Ciencia e Innovación y el IT-364-10 de "Grupos de Investigación del Sistema Universitario Vasco".

Referencias

- Ábalos, B., Carreras, J., Druguet, E., Escuder-Viruete, J., Gómez-Pugnaire, M.T., Lorenzo, S., Quesada, C., Rodríguez-Fernández, L.R. y Gil-Ibarguchi, J.I. (2002). En: *The Geology of Spain* (W. Gibbons y T. Moreno, Eds.) Geological Society of London, 155-183.
- Aranguren, A., Cuevas, J. y Tubía, J.M. (1996). *Journal of Structural Geology*, 18, 863-869.
- Basei, M.A.S., Siga, Jr. O., Sato, K. y Sproesser, W. M. (1995). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 67, 221-237.
- Bellido-Mulas, F., González-Lodeiro, F., Klein, E., Martínez-Catalán, J.R. y Pablo Macía, J.G. (1987). *Memorias I.G.M.E.*, 101, 157 p.
- Capdevila, R. (1969). *Le métamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynien de Galice Nord Orientale (NW. de l'Espagne)*. Tesis Doctoral, Univ. Montpellier, 430 p.
- Castro, A., Corretgé, L.G., De la Rosa, J.D., Fernández, C., López, S., García-Moreno, O. y Chacón, H. (2003). *Journal of Petrology*, 44, 1309-1344.

Chacón, H. (2005). *Caracterización geoquímica de la fase fluida en magmas de composición intermedia a básica. Aplicación al magmatismo appinitico de Sanabria y casos similares del Macizo Ibérico*. Tesis doctoral, Univ. de Huelva, 380 p.

Díez-Montes, A. (2007). *La geología del Dominio "Ollo de Sapo" en las comarcas de Sanabria y Terra do Bolo. Serie Nova Terra nº 34*. O Castro, 494 p.

Fernández-Suárez, J., Dunning, R., Jenner, G.A. y Gutiérrez-Alonso, G. (2000). *Journal of the Geological Society*, 157, 565-576.

Iglesias Ponce de León, M. y Choukroune, P. (1980). *Journal of Structural Geology*, 2, 63-68.

López-Plaza, M. y Martínez-Catalán, J.R. (1987). En: *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico*. Libro Homenaje a L.C. García Figuerola. Ed. Rueda, 195-210.

Ludwig, K.R. (2003). *Isoplot 3.00 – a geochronological toolkit for Microsoft Excel*. Berkeley Geochronology Center, Spec. Publ. No. 4.

Martínez García, E. (1973). *Studia Geológica*, 5, 7-106.

Ortega, L.A., Aranguren, A., Menéndez, M. y Gil-Ibarguchi, J.I. (2000). *Cadernos Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, 25, 265-268.

Passarelli, C.R., Basei, M.A.S., Siga, Jr.O., Sato, K., Sproesser, W.M. y Loios, V.A.P. (2009). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 81, 73-97.

Rodríguez, J., Cosca, M.A., Gil Ibarguchi, J.I. y Dallmeyer, R.D. (2003). *Lithos*, 70, 111-139.

Román-Berdiel, T., Pueyo-Morer, E.L. y Casas-Sainz, A.M. (1995). *Journal of Structural Geology*, 17, 1689-1706.

Valle Aguado, B., Azevedo, M.R., Schaltegger, U., Martínez Catalán, J.R. y Nolan, J. (2005). *Lithos*, 82, 169-184.

Vasconcelos, P.M., Onoe, A.T., Kawashita, K., Soares, A.J. y Teixeira, W. (2002). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 74, 297-342.

Vegas, N., Aranguren, A. y Tubía, J.M. (2001a). *Terra Nova*, 13, 180-187.

Vegas, N., Aranguren, A., Cuevas, J. y Tubía, J.M. (2001b). *Boletín Geológico y Minero*, 112, 79-88.

Vegas, N. (2004). *Los plutones de Ribadelago y Sotillo (Sanabria, Zona Centro-Ibérica): Evolución estructural de granitoides emplazados por ascenso de diques. Serie Nova Terra nº 25*. O Castro, 245 p.

Vegas, N., Esteban, J.J., Rodríguez, J., Tubía, J.M. y Cuevas, J. (2008). *Geo-Temas*, 10, 477-480.

Vegas, N., Rodríguez, J., Cuevas, J., Siebel, W., Esteban, J.J., Tubía, J.M. y Basei, M. (2011). *Journal of Geology*, 119, 143-157.