

Edad $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ($539,06 \pm 3$ Ma) de los anfíboles del Granitoide del Escribano: arco volcánico cadomiense (Zona de Ossa-Morena)

El Escribano Granitoid Amphibole Ar/Ar age (539 ± 3 Ma): Cadomian volcanic arc (Ossa-Morena Zone)

Luis Eguiluz¹, Alexander Iriondo² y Luis M. Martínez-Torres³

¹ Facultad de Farmacia, UPV-EHU, Avda. Universidad 6, 01006-Vitoria-Gasteiz, España. luis.eguiluz@ehu.es

² Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, 76230-Juriquilla, Querétaro, México. iriondo@geociencias.unam.mx

³ Departamento de Geodinámica, Universidad del País Vasco UPV-EHU, Apdo. 644, 48080-Bilbao, España. luismiguel.martinez@ehu.es

ABSTRACT

El Escribano Granitoid is a granite-diorite body located on the northern edge of Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina Sector in the Ossa-Morena Zone (ZOM). It is covered unconformably by conglomerates and arkoses of Torreárboles Formation, which represents the base of trilobitic Lower Cambrian. To the north the contact is tectonic. The granitoid has been dated by Ar/Ar on amphibole at 539 ± 3 Ma, confirming its relationship to the Cadomian volcanic arc of the ZOM.

Key-words: Amphibole, Ar/Ar, volcanic arc, Cadomian, Spain.

RESUMEN

El granitoide del Escribano es un cuerpo granítico-diorítico localizado en el borde norte del Sector de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina en la Zona de Ossa-Morena (ZOM). Al sur está cubierto en discordancia por las arcosas y conglomerados de la Formación Torreárboles, que representa la base del Cámbrico Inferior trilobítico. Por el norte el contacto es mecánico (tectónico). Su enfriamiento ha sido datado por Ar/Ar sobre anfíboles en 539 ± 3 Ma, lo que confirma su pertenencia al arco volcánico cadomiense de la ZOM.

Palabras clave: Anfíbol, Ar/Ar, arco volcánico, Cadomiense, España.

Geogaceta, 54 (2013), 51-54.
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 31 de enero de 2013
Fecha de revisión: 25 de abril de 2013
Fecha de aceptación: 24 de mayo de 2013

Introducción

La datación de los episodios magmáticos en zonas con varios ciclos orogénicos es imprescindible para determinar los distintos eventos asociados a cada una de las orogénias. Un buen ejemplo de ello son los macizos periatlánticos de Norteamérica y Centro-Europa donde gracias a las dataciones se han reconocido dos ciclos. El primero Ediacárico-Cámbrico Inferior conocido como Cadomiense y el segundo Devónico Superior-Carbonífero Inferior conocido como Varisco. La superposición del segundo ciclo hace difícil, en algunos casos, reconocer la importancia de la etapa previa cadomiense-avaloniense-panafricana (Murphy *et al.*, 2002).

La Zona de Ossa Morena (ZOM) incluye un arco volcánico cadomiense que se formó en el margen norte de Gondwana durante la transición Ediacárico-Cámbrico (Eguiluz *et al.*, 1995, 2000; Bandrés *et al.*, 2002, 2004). Los materiales más antiguos

se localizan entre Mérida y Montoro, cerca del límite norte de la ZOM (Fig. 1), y se trata de materiales vulcanosedimentarios y tipo Serie Negra intruidos por macizos ígneos ("Northern Ossa-Morena Cadomian Batholith" o Batolito cadomiense del norte de Ossa Morena, BCNOM de Bandrés *et al.*, 2004). No obstante algunos autores incluyen todo este conjunto en la Zona Centro Ibérica (Simancas *et al.*, 2001; Azor *et al.*, 2004).

El Granitoide del Escribano (Pérez-Lozente, 1979; Apalategui *et al.*, 1985) es el macizo más oriental dentro del mencionado complejo y hasta la fecha uno de los más desconocidos. Nuestro objetivo ha sido confirmar la edad del granitoide y la correlación propuesta con el BCNOM.

Contexto geológico

La ZOM se caracteriza por un zócalo ediacárico anterior a 565 Ma (Schäfer *et al.*, 1993) conocido como "Serie Negra" cons-

tituida por pizarras, grauvacas y esquistos con intercalaciones de cuarcitas negras. Suprayacente, sobre una discordancia angular, se desarrolla una secuencia paleozoica rica en fauna y con abundantes acritarcos (Palacios *et al.*, 2005), con una edad inferior estimada en ca. 520 Ma (Ordoñez-Casado, 1998).

La Serie Negra aflora en bandas estrechas y alargadas en dirección NO-SE (Fig. 1), que de N a S son:

1) Dominio Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina: constituido por numerosos intrusivos granítico-dioríticos emplazados en materiales vulcanosedimentarios y detrítico-pelíticos con edades de protolitos de 580 a 570 Ma y un metamorfismo de ca. 550 Ma (Bandrés *et al.*, 2004).

2) Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba: con una intensa deformación varisca que según algunos autores se superpone y enmascara la subducción-colisión cadomiense (Ábalos y Eguiluz, 1992; Ábalos *et al.*, 1991).

3) El sector central: donde se reconocen dos etapas de deformación sinmetamórficas cadomienses que originan interferencias cartográficas (Eguiluz y Ramón-Lluch, 1983).

4) El sector meridional: donde la Serie Negra se encuentra modificada por la superposición de un metamorfismo varisco localmente importante.

En toda la zona existen gran cantidad de cuerpos ígneos intrusivos en los que existen un gran número de dataciones que permiten encuadrarlos en procesos magmáticos ocurridos entre el Ediacarensis terminal y el Ordovícico inferior.

El Granitoide del Escribano

El Granitoide del Escribano (Pérez Lorente, 1979) es un cuerpo elongado de 50 km de longitud y 3 de anchura máxima (Fig. 1), localmente desmembrado y plegado por el efecto de un sistema de fallas variscas de desgarre izquierdas ENE y con geometría

curva. Los mejores afloramientos se localizan en Obejo (Fig. 2), para desaparecer bajo materiales cenozoicos en las cercanías de Montoro (Apalategui *et al.*, 1985). Su borde norte se pone en contacto mecánico con una serie de mica y cuarzo-esquistos, similares con los paraautóctonos del la zona de cizalla de Coimbra-Córdoba, equivalentes a los micasquistos de la Atalaya (Ábalos *et al.*, 1991). El contacto se inclina hacia el SO y se dispone aparentemente paralelo a la serie infrayacente. Por el sur descansan discordantes arcosas y conglomerados con cantos de las facies dioríticas atribuidos a la Formación Torreárboles.

Apalategui *et al.* (1985) diferencian dos facies principales, una de granodiorita-tonalita, con claros síntomas de deformación y cataclisis generalizada, y otra en la que se reconocen cuarzdioritas y dioritas. Las primeras están constituidas por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita y cantidades menores de hornblenda y moscovita. Como accesorios pueden encon-

trarse circón, apatito, opacos, turmalina y esfena. Las segundas están constituidas por anfíbol (hornblenda) y plagioclasa con cantidades menores de cuarzo, opacos, biotita y esfena. Ambas facies están afectadas por una deformación dúctil con texturas gneíscas en algunos casos.

El significado de este granitoide y de los materiales entre los que aparece intercalado no es evidente. Pérez Lorente (1979), aunque lo considera precámbrico, lo interpreta como un granito migmático producido por la fusión parcial de las rocas metamórficas infrayacentes. Por el contrario, Apalategui *et al.* (1985) consideran que el cuerpo tabular incluso pudiera tener un origen subvolcánico. En cualquier caso el Granitoide del Escribano presenta las mismas facies petrográficas, relaciones espaciales y contexto regional que el resto de macizos del BCNOM de Bandrés *et al.* (2004), especialmente los macizos de Palomas y Valsequillo, razón por la que ha sido incluido en este con-

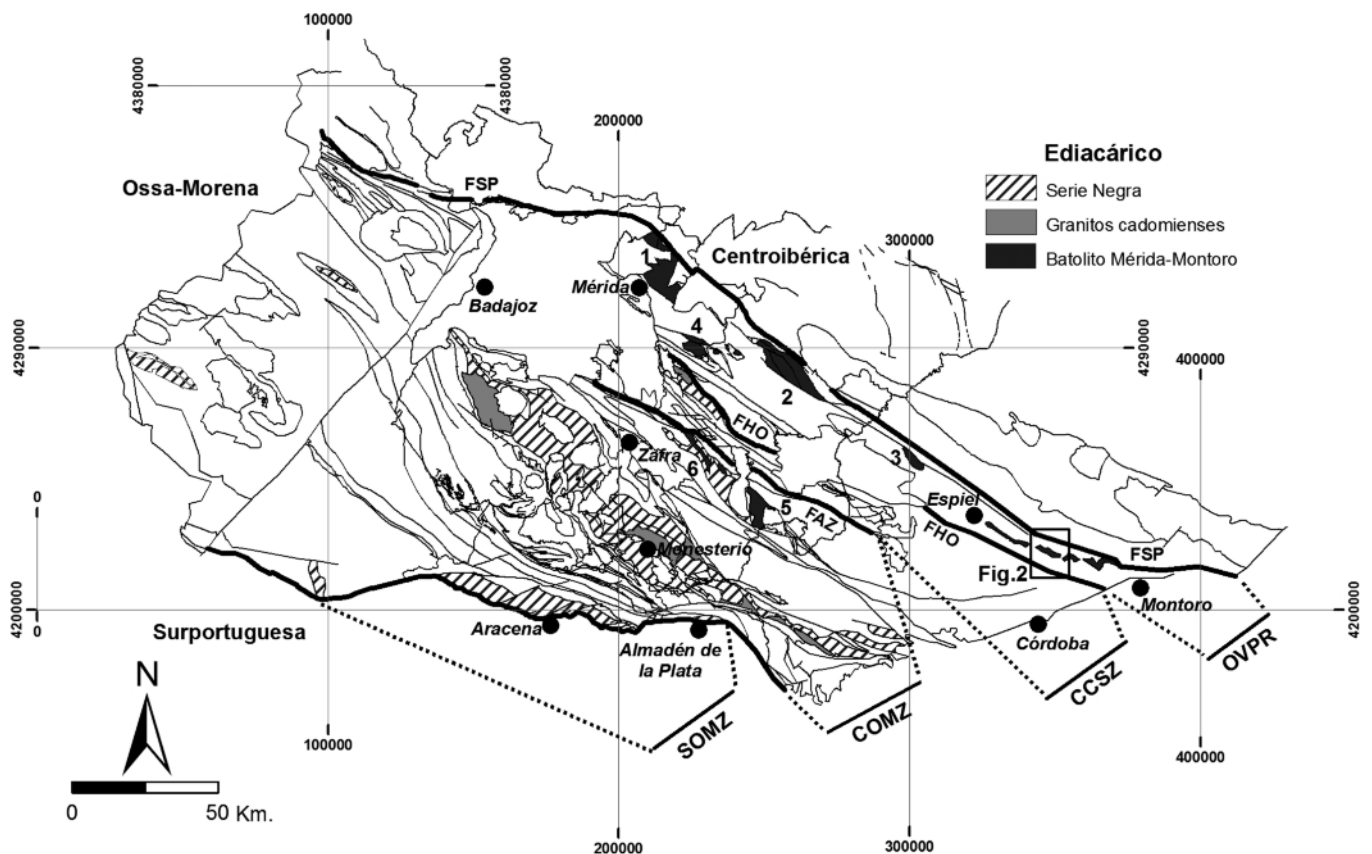


Fig. 1.- Esquema regional de la Zona de Ossa-Morena (ZOM). OVPR: Zona de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina; CCSZ: Zona de cizalla Coimbra-Córdoba; COMZ: Sector central de la ZOM; SOMZ: sector meridional de la ZOM. Macizos Cadomienses: 1: Mérida; 2: Valle de la Serena; 3: Valsequillo; 4: Palomas; 5: Ahillones; 6: Mosquil. FSP: Falla de San Pedro de Mérida; FHO: Falla de Hornachos; FAZ: Falla de Azuaga. Coordenadas UTM.

Fig. 1.- Regional overview of Ossa-Morena Zone (ZOM). OVPR: Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina Zone; CCSZ: Coimbra-Córdoba Shear Zone; COMZ: ZOM Central Zone; SOMZ: ZOM Meridional Sector. Cadomian Massifs: 1: Mérida; 2: Valle de la Serena; 3: Valsequillo; 4: Palomas; 5: Ahillones; 6: Mosquil. FSP: San Pedro de Mérida Fault; FHO: Hornachos Fault; FAZ: Azuaga Fault. Coordenadas UTM.

junto. Bellon *et al.* (1979) utilizando K-Ar encuentran una edad de 452 ± 22 Ma para las facies ácidas de este cuerpo y edades antiguas para rocas sitas al sur del mismo (595 ± 30 Ma y 474 ± 24 Ma para gneises y milonitas de Cerro Muriano). Nuestro objetivo ha sido confirmar la edad del granitoide y la correlación propuesta con el BCNOM.

Muestra datada

La muestra analizada corresponde a facies dioríticas situadas al N de Obejo ($4^{\circ}46'55''$, $38^{\circ}08'09''$, Fig. 2). Se trata de una roca granuda de grano grueso y colores verdosos con cristales milimétricos de anfíbol y plagioclasa y una foliación poco penetrativa marcada por el alargamiento de plagioclasas y orientación de algunos anfíboles. Al microscopio presenta una textura granuda hipidiomórfica cataclástica con plagioclasa, alterada a minerales de arcilla, epidota y calcita; grandes cristales prismáticos de piroxeno completamente transformado en un agregado de actinolita y clorita; hornblenda cataclastizada verde-marrón y transformada en actinolita, especialmente en zonas de fractura o de borde; cuarzo con extinción ondulante o recristalizado en bandas en las superficies de mayor deformación y feldespato potásico en cristales de menor tamaño; cantidades meno-

res de biotita fuertemente cloritizada, y como accesorios menas metálicas, circón y apatito. Esta intensa alteración define una paragénesis varisca (Bandrés, com. pers.) de grado bajo e importante componente hidrotermal definida por (Bt-Ms-Chl-Act-Cal-Qtz-Ep). En los laboratorios del USGS se ha tratado un concentrado de hornblenda suelta ígnea que arroja una edad de 539 ± 3 Ma (Fig. 3) (Tabla I) que corresponde al Cámbrico Inferior pre-trilobítico.

Discusión

Hay numerosos datos geocronológicos que permiten acotar la formación del arco cadomiense de la ZOM. Las intrusiones en las vulcanitas de Oliva de Mérida aportan edades entre *ca.* 550 y 562 Ma (Dallmeyer y Quesada, 1992). En Mérida la edad de cristalización de los magmas dioríticos y graníticos se ha establecido entre 570 y 580 Ma, con un evento tectonotérmico en *ca.* 550 Ma (Bandrés *et al.*, 2004). El Granito porfírico del Valle de la Serena arroja una edad SHRIMP de 573 ± 14 Ma (Ordóñez-Casado, 1998). Los datos de macizos situados más al sur, pero con encuadres geológicos similares, proporcionan edades SHRIMP intermedias de 552 ± 10 Ma en el Granito de Ahillones (Ordóñez-Casado, 1998) y $544 \pm 5.7-4.7$ Ma en la tonalita de Mosquil (Oschner, 1993), o más al sur de

536 ± 11 Ma en el Gabro de Monteagudo (Ordóñez-Casado, 1998). Además se reconoce, de manera generalizada, un episodio metamórfico equivalente al citado en Mérida.

La edad obtenida de 539 ± 3 Ma se encuentra dentro del rango de edades de la formación del arco cadomiense, aunque resulta algo más joven que los protolitos y el metamorfismo de la alineación de Mérida Montoro en que está encuadrada (Bandrés *et al.*, 2004). Habida cuenta de que la edad obtenida corresponde al enfriamiento del anfíbol por debajo de 500°C y del hecho de que la roca se encuentra deformada, esta edad podría corresponder a un evento tectonomagmático algo más joven que el registrado en Mérida o al rejuvenecimiento aparente como resultado de la apertura del sistema en respuesta a la deformación, aspecto que debería ser objeto de un análisis más detallado.

En cualquier caso esta edad permite afirmar que el granitoide tiene relación con la evolución cadomiense y puede confirmarse su pertenencia al magmatismo de arco cadomiense postulada por Bandrés *et al.* (2004).

Conclusiones

El granitoide del Escribano es un cuerpo granítico-diorítico, alargado en la dirección

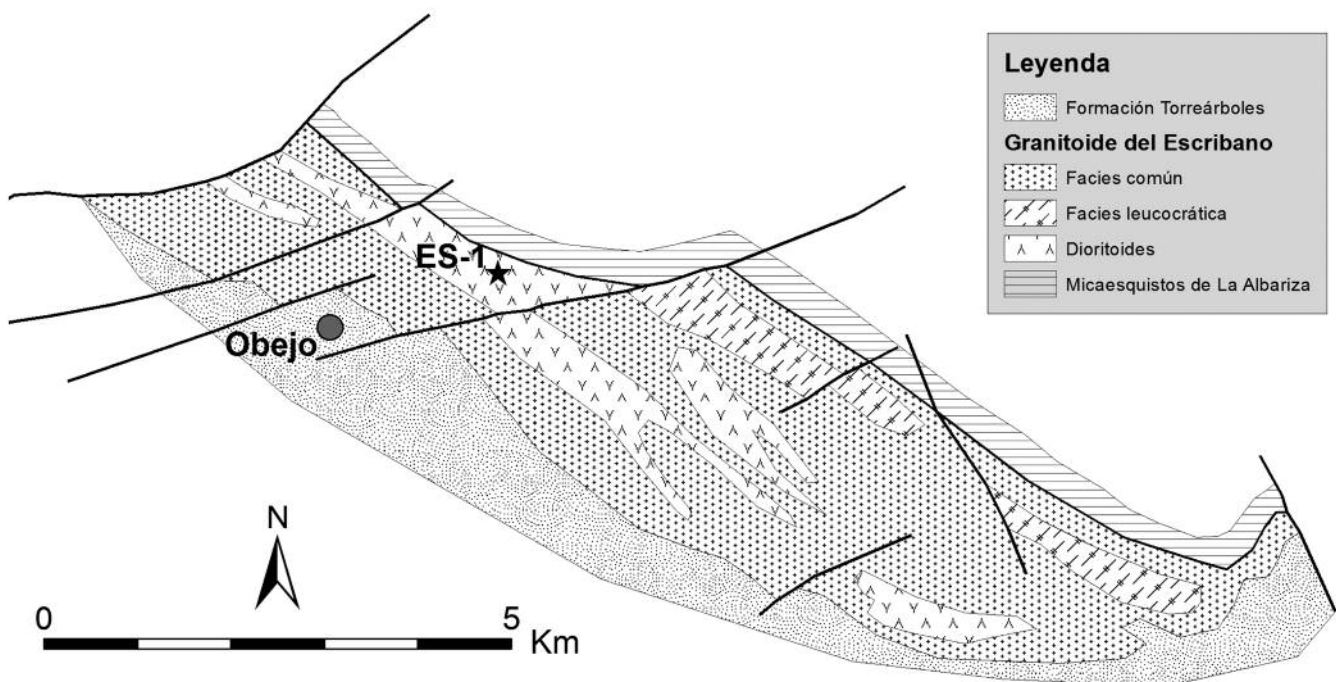


Fig. 2.- Esquema del Granitoide del Escribano en el sector de Adamuz. ES-1 muestra analizada. Modificado de Apalategui *et al.* (1985).

Fig. 2.- El Escribano Granitoid scheme in the Adamuz sector. ES-1 analysed sample. Modified from Apalategui *et al.* (1985).

Incremento	Temp. °C	% total ^{39}Ar	Rendimiento Radiogénico (%)	$^{39}\text{Ar}_k$ (Moles $\times 10^{-12}$)	$\frac{^{40}\text{Ar}^*}{^{39}\text{Ar}_k}$	K/Ca aparente	K/Cl aparente	Edad aparente (Ma)	Error (Ma)	
<i>ES-1 Badajoz hornblenda</i> $J = 0,007127 \pm 0,50\%$ <i>peso = 86,4 mg #123KD36</i>										
A	1050	2,4	93,0	0,009417	39,691	0,03	9	449,39	$\pm 2,22$	
B	1100	15,4	97,6	0,061428	46,265	0,04	7	514,10	$\pm 0,34$	
C	1150	34,5	98,9	0,138078	48,980	0,05	7	540,16	$\pm 0,51$	
D	1175	4,4	98,6	0,017728	48,520	0,05	7	535,77	$\pm 0,99$	
E	1200	3,8	98,3	0,015338	47,947	0,04	4	530,29	$\pm 1,74$	
F	1225	6,3	98,0	0,025052	48,267	0,04	7	533,35	$\pm 1,55$	
G	1250	14,1	97,1	0,056362	48,525	0,04	7	535,82	$\pm 4,34$	
H	1275	19,1	98,3	0,076449	49,536	0,05	7	545,45	$\pm 1,15$	
Edad Gas Total =								533,49		
82,3% del gas en plateau de incremento 1150 a 1275								Edad Promedio =	539,06	$\pm 2,60$
Edades calculadas asumiendo $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ inicial = $295,5 \pm 0$. Precisión de las estimaciones 1 sigma. Las edades de incrementos individuales no incluyen el error en el parámetro J de irradiación. No se ha calculado error para la edad gas total.										

Tabla 1.- Relaciones $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ de calentamiento incremental de la muestra ES-1 del granitoide de El Escribano (Córdoba).

Table 1.- $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ step heating data for sample ES-1, El Escribano granitoid (Córdoba).

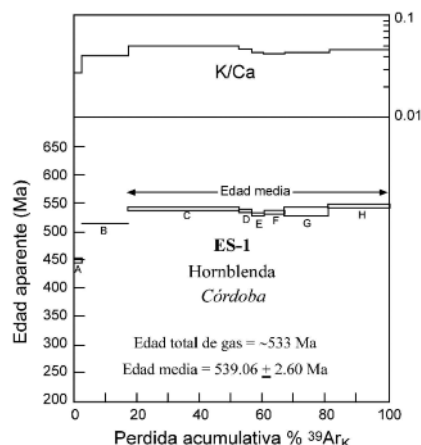


Fig. 3.- Diagrama hornblenda Ar/Ar de la muestra ES-1.

Fig. 3.- Ar/Ar hornblende diagram of the ES-1 sample.

ESE, paralelo a las estructuras mayores de la ZOM. Se localiza en el borde norte del Sector de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina, próximo al límite septentrional de la ZOM y en el extremo oriental de la alineación de granitoides del arco cadomiense. Sobre él descansan en discordancia arcosas y conglomerados de la Formación Torreárboles de la base del Cámbrico inferior trilobítico.

La edad obtenida por el método de Ar/Ar sobre anfíboles es 539 ± 3 Ma, lo que confirma su pertenencia al ciclo cadomiense y proponemos su atribución al arco volcánico generado durante el mismo representado hoy en día por la Zona de la Ossa-Morena.

Agradecimientos

Agradecemos los comentarios de G. Gutiérrez-Alonso y C. Fernández que han servido para mejorar la calidad del trabajo. Financiación proporcionada por el Ministerio de Ciencia e Innovación ("Grupo Consolidado", proyecto CGL2008-01130/BTE y proyecto CGL2012-37237) y la Universidad del País Vasco/EHU (proyecto GIU09/61).

Referencias

- Ábalos, B. y Eguiluz, L. (1992). *Annales Tectonicæ* 6, 95-110.
- Ábalos, B., Gil-Ibarguchi, J.I. y Eguiluz, L. (1991). *Tectonophysics*, doi: 10.1016/0040-1951(91)90118-C
- Apalategui, O., Borrero, J., Carracedo, M., Pérez de la Blanca, J., Roldán, J. F. y Soubrier, J. (1985). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 902 (Adamuz) y memoria*. IGME. 51 p.
- Azor, A., Expósito, I., González-Lodeiro, F., Simancas, J.F. y Martínez-Poyatos, D. (2004). En: *Geología de España*, (J.A. Vera, Ed.). SGE-IGME, Madrid, 186-188.
- Bandrés, A., Eguiluz, L., Gil Ibarguchi, J.I. y Palacios, T. (2002). *Tectonophysics* 352, 105-120.
- Bandrés, A., Eguiluz, L., Pin, C., Paquette, J.L., Ordóñez, B., Le Fèvre, B., Ortega, L.A. y Gil-Ibarguchi, J.I. (2004). *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, doi: 10.1007/s00531-004-0423-6
- Bellon, H., Blachère, H., Crousilles, M., Deloche, C., Dixsaut, C., Hertrich, B., Prost-Dame, V., Rossi, P., Simon, D. y Tamain, G. (1979). *Bulletin de la*

Société Géologique de France 21, 113-120.

Dallmeyer, R.D. y Quesada, C. (1992). *Tectonophysics* 216, 339-364.

Eguiluz, L. y Ramón-Lluch, R. (1983). *Studia Geologica Salmanticensis* 18, 171-192.

Eguiluz, L., Apraiz, A., Abalos, B. y Martínez-Torres, L.M. (1995). *Geologie de la France* 3, 35-47.

Eguiluz, L., Gil-Ibarguchi, J.I., Ábalos, B. y Apraiz, A. (2000). *Geological Society of America Bulletin* 112, 1.398-1.413.

Murphy, J.B., Eguiluz, L. y Zulauf, G. (2002). *Tectonophysics* 352, 1-9.

Ordóñez-Casado, B. (1998). *Geochronological studies of the Pre-Mesozoic basement of the Iberian Massif: the Ossa Morena zone and the Allochthonous Complexes within the Central Iberian zone*. Tesis Doctoral, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, 235 p.

Ochsner, A. (1993). *U-Pb Geochronology of the Upper Proterozoic - Lower Paleozoic Geodynamic Evolution in the Ossa-Morena Zone (SW Iberia): Constraints on the Timing of the Cadomian Orogeny*. ETH, Zürich, 249 p.

Palacios, T., Apalategui, O., Eguiluz, L. y Jensen, S. (2005). *Paleobios* 25, 2, 94-95.

Pérez-Lorente, F. (1979). *Geología de la Zona de Ossa Morena al norte de Córdoba (Pozoblanco, Belmez, Villaviviosa de Córdoba)*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada. 370 p.

Schäfer, H.J., Gebauer, D., Nägler, T.F. y Eguiluz, L. (1993). *Contributions to Mineral Petrology* 113, 289-299.

Simancas, F., Martínez-Poyatos, D., Expósito, I., Azor, A. y González-Lodeiro, F. (2001). *Tectonophysics* 332, 295-308.