

Estudio de minerales en vacuolas de rocas lamproíticas del Sureste Español

Mineral study in vacuoles of lamproite rocks of Southeastern Spain

M^a Asunción Alías Linares^{1*} y Luis Arrufat Milán²

¹Grupo de investigación de Geología. Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología. Facultad de Química. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia (España). aalias@um.es

²Grupo de investigación de Geología. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia (España). larrufat@um.es

*Corresponding autor

ABSTRACT

Lamproite rocks of the southeastern Spain are one of the highest expressions of the Neogene volcanism concerning magmatic activity produced during the Miocene (Tortonian- Messinian). These rocks provide us with primary data about the terrestrial mantle, hence, the importance of their preservation and further study. Lamproite rocks of this volcanic province are undoubtedly a unique opportunity to study the magmatic compositions of deep fluids, constituting a volcanic field of international interest due to its rarity and its mineralogy. In this preliminary paper, we attempt to gather and explain such unique lamproites' paragenesis, as well as to analyse those minerals crystallized in the vacuoles during the degassing and cooling processes of these rocks.

Key-words: Lamproite, Neogene volcanism, vacuoles, paragenesis.

RESUMEN

Las rocas lamproíticas del Sureste de España constituyen dentro del vulcanismo neógeno uno de los exponentes geológicos más destacados de la actividad magmática producida en el sureste peninsular durante el Mioceno (Tortonense-Mesiniense). Estas rocas contienen información primordial sobre la composición del manto terrestre siendo, por tanto, muy importante su conservación. Además, las rocas lamproíticas de esta provincia volcánica, son sin duda una oportunidad única para estudiar las composiciones magmáticas de fluidos profundos, constituyendo un campo volcánico de interés internacional por su rareza y por su mineralogía. En este trabajo preliminar pretendemos recopilar y presentar las paragénesis de los mismos, así como los minerales cristalizados en las vacuolas durante los procesos de desgasificación y enfriamiento de estas rocas.

Palabras clave: Lamproíta, vulcanismo neógeno, vacuolas, paragénesis.

Geogaceta, 76 (2024), 79-82

<https://doi.org/10.55407/geogaceta104845>

ISSN (versión impresa): 0213-683X

ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 24/02/2024

Fecha de revisión: 19/04/2024

Fecha de aceptación: 07/06/2024

Introducción

En las provincias de Albacete, Almería y Murcia, muy especialmente en esta última, existen una serie de enclaves volcánicos compuestos por rocas extraordinariamente únicas que sólo han sido descritas en unos pocos lugares del planeta. Este vulcanismo está repartido por la geografía de estas tres provincias y es muy importante debido a su rareza y al quimismo de sus rocas.

En este trabajo recopilamos la información elaborada y presentada hasta el momento por diferentes autores y visitamos cada uno de los lugares que presentan lamproítas, para estudiar las paragénesis de los mismos. También presentamos el análisis de algunos de los minerales cristalizados en las vacuolas de desgasificación de tres de estos yacimientos, motivo central de nuestro trabajo. Son yacimientos donde los magmas muestra-

ron un comportamiento gaseoso y permitieron la formación de estas burbujas.

Marco geológico

Las rocas lamproíticas de la Cordillera Bética aparecen en un contexto de hundimiento litosférico que se produjo durante el Mioceno superior. Dicha tectónica, junto con las tensiones producidas durante el Oligoceno al inicio del levantamiento alpino, provocaron que magmas calco-alcalinos y utrapotásicos, entre ellos los lamproíticos, se viesen favorecidos por las fracturas de tipo extensional y ascendieran a superficie. (López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1980; Doblas y Oyarzun, 1989). Los afloramientos volcánicos generalmente son pequeños centros emisores de rocas calcoalcalinas muy ricas en K, que están representados como pequeñas chimeneas y diques por toda la geografía de la provincia volcáni-

ca del Sureste y, en ocasiones, en edificios volcánicos más grandes, como en Canca-ríx, Vera, Barqueros y Zeneta. (Fig. 1) En cualquier caso, conforme nos desplazamos hacia el sur, se hace más frecuente la mezcla de estos magmas con fragmentos de la corteza terrestre, tal y como demuestran los enclaves xenolíticos de algunos de estos yacimientos (Venturelli et al, 1991; Cambeses y Scarrow, 2013).

Las lamproítas del Sureste de España, son sin duda una oportunidad única para estudiar las composiciones magmáticas de fluidos profundos, constituyendo un campo volcánico de interés internacional por su rareza y por su mineralogía.

Afloramientos destacados

De todos los afloramientos de lamproítas del sureste español destacamos aquellos con abundantes vacuolas y que tienen, además, numerosos minerales en ellas.

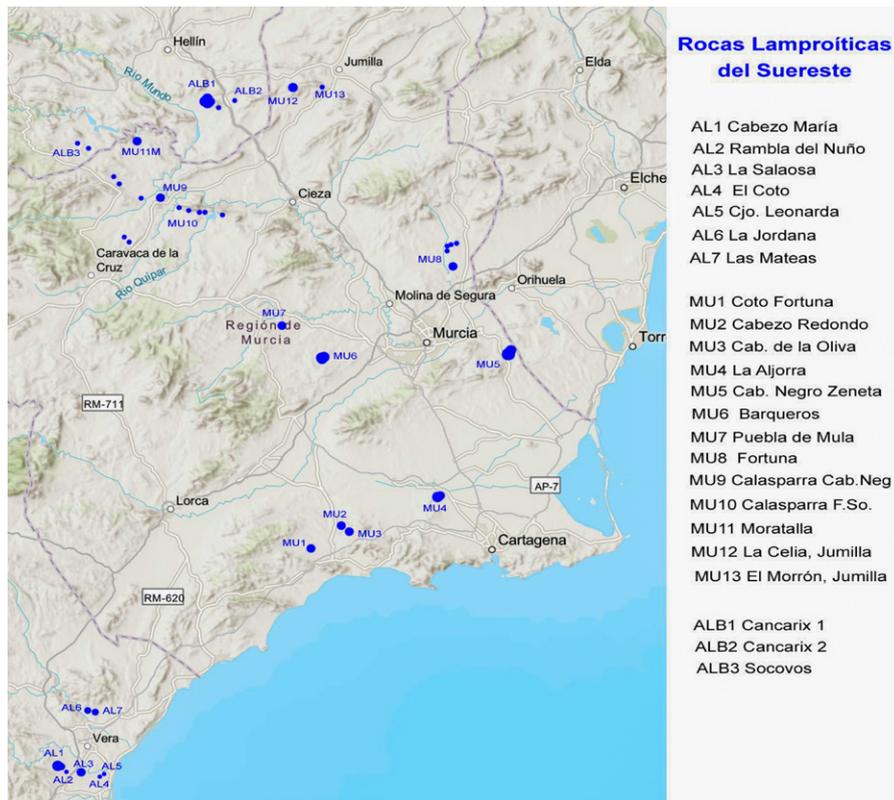


Fig. 1.- Ubicación geográfica de rocas lamproíticas en el Sureste Bético.

Fig. 1.- Location of lamproitic rocks in Southeast Betic.

El afloramiento de la Aljorra corresponde a una chimenea volcánica del Messiniense (Bellón et al. 1983) y está situado al oeste de la población de la Aljorra en el Cerro de la Cabezuela. La roca lamproítica está compuesta principalmente por olivino, diópsido, flogopita y sanidina (Cambeses y Scarrow, 2012) y presenta xenolitos de materiales neógenos del Tortonense - Messiniense y de materiales permotriásicos del Nevado Filábride, esquistos y cuarcitas. Las zonas donde se presentan mayor número de vacuolas corresponden con los bordes del edificio volcánico. Sin embargo, las zonas centrales están formadas por una roca mucho más compacta en la que apenas se presentan.

El afloramiento de la Celia en Jumilla se corresponde con el cuerpo de un edificio volcánico asociado a un domo de evaporitas de edad triásica y está compuesto por una roca lamproítica de grano más grueso que el resto, esta roca es rica en olivino, flogopita, apatito y clinopiroxeno con sanidina. A esta roca se le consideró en principio una lamproita única y se le asignó el nombre de "Jumillita". En general apenas contiene vacuolas. Sin embargo, sí que presenta una fuerte alteración hidrotermal (García Cervigón, 1973; Arana y Pérez Sirvent, 1985). La al-

teración de la jumillita ha producido una roca porosa y granuda, que se disgrega con facilidad y que, al estudiarla con detenimiento, deja al descubierto una cantidad de cristales de paragénesis y características muy interesantes (Venturelli et al., 1991; Reolid, M. et al, 2015).

El afloramiento de Cancarix está situado en la provincia de Albacete y se corresponde con los restos de un pitón volcánico de edad comprendida entre Tortonense y Messiniense, entre 8 y 5 Ma, lo mismo que los otros dos afloramientos. Este enclave presenta igualmente una geoquímica única que le dio nombre propio a las rocas lamproíticas que lo componen "Cancaritas". La roca está compuesta principalmente por olivino, flogopita, diópsido, enstatita, richterita y sanidina (Parga, I., 1935; Pellicer, M.J. 1973), considerándose una roca ultrapotásica. Además de ser un LIG, actualmente goza de la figura de protección de Monumento Natural (Reolid, M. et al, 2013).

Objetivo

El objetivo de este trabajo ha sido hacer una búsqueda de los minerales que se presentan en las vacuolas de las rocas lamproíticas del Sureste bético, sólo en aquellos yacimientos donde el compor-

tamiento gaseoso de los magmas permitió la formación de las mismas, así como la identificación estos minerales, intentando explicar la formación de algunos de ellos.

Metodología

Para la realización de este trabajo se visitaron todos los yacimientos donde aparecen lamproitas en esta provincia volcánica y se recogieron muestras que presentaban vacuolas.

Los yacimientos más interesantes en cuanto al contenido de fases minerales dentro de las vacuolas resultaron ser: La Aljorra, Barqueros, Jumilla y Cancarix, aunque no son los únicos. En las rocas recogidas, se localizaron las vacuolas que contuviesen cristales y se prepararon las muestras aislándolas del resto de roca. Seguidamente todas las muestras fueron inspeccionadas mediante lupa para una primera identificación de minerales bien cristalizados. Tras aislar y separar estos cristales, se procedió al análisis mediante SEM.

Hemos preferido esta técnica debido a la poca cantidad de muestra que proporcionaban las vacuolas y por que permite observar los minerales y sus texturas de forma detallada, a la vez que se obtiene la composición química. Se ha usado para ello, un microscopio electrónico de barrido de Emisión de campo (FESEM) APREO-S, con microanálisis por EDX. Las muestras han sido preparadas manualmente seleccionando los cristales bajo una lupa binocular Olympus SZX16 y fueron recubiertas con grafito.

Resultados y discusión

Los minerales dentro de las vesículas son siempre muy pequeños, debido al rápido enfriamiento y al poco espacio volumétrico que estas presentan para su desarrollo. Sin embargo, tienen una importancia crucial para comprender la mineralogía de estas rocas y, por tanto, la composición y temperatura de estos magmas. Los cristales en el interior de las vacuolas aparecen generalmente idiomorfos, bien terminados y nada deformados, nunca superiores a los 5 o 6 mm. Todos los minerales aquí citados (Tabla I) se muestran en tamaño milimétrico o submilimétrico salvo apatito y hematites en La Celia (Jumilla), que se encuentran en algunas zonas como cristales de varios

Mineral	Fórmula química	Alj	Canx	Jum	Mor	Barq	Zen	C.Mar
armalcolita	(Mg,Fe ²⁺)Ti ₂ O ₅	x	x					
hematites	Fe ₂ O ₃	x		x				
ilmenita	Fe ²⁺ TiO ₃	x		x				
magnetita	Fe ₃ O ₄	x						
pseudobrookita	Fe ₂ TiO ₅	x		x		x		
calcita	CaCO ₃	x		x				x
azoproita	(Mg,Fe ²⁺ /2(Fe ³⁺ ,Ti,Mg)(BO ₃)O ₂	x						
warwickita	(Mg,Ti,Fe,Al) ₂ O(BO ₃)	x						
yuanfuliita	Mg(Fe ³⁺ ,Al)O(BO ₃)			x				
barita	BaSO ₄			x				
celestina	SrSO ₄			x				
apatito -F	Ca ₅ (PO ₄) ₃ F			x	x			
granate	X ₃ Z ₂ (SiO ₄) ₃	x						
titanita	CaTi(SiO ₄)O		x					
cordierita	(Mg,Fe) ₂ Al ₃ (AlSi ₅ O ₁₈)	x						
chayesita	K ₂ Mg ₂ (Mg ₂ Fe ³⁺)[Si ₁₂ O ₃₀]		x					
roedderita	K(Na)Mg ₂ Mg ₃ [Si ₁₂ O ₃₀]		x					
augita	(Ca _x Mg _y Fe _z)(Mg _{y-1} Fe _{z-1})Si ₂ O ₆		x		x			
diópsido	CaMgSi ₂ O ₆			x				
enstatita	Mg ₂ Si ₂ O ₆	x				x		
richterita -K, F	Na(NaCa)Mg ₅ (Si ₈ O ₂₂)(OH) ₂		x	x				
biotita	K(Fe ²⁺ /Mg) ₂ (Al/Fe ³⁺ /Mg/Ti)((Si/Al/Fe) ₂ Si ₂ O ₁₀)(OH/F) ₂	x						
flogopita -F	KMg ₃ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	x		x	x			
analcima	Na(AlSi ₂ O ₆) · H ₂ O			x				
calcedonia	SiO ₂						x	x
clínoptilolita	M ₃₋₆ (Si ₃ Al ₆)O ₇₂ · 20H ₂ O						x	
harmotoma	Ba ₂ (Si ₁₂ Al ₄)O ₃₂ · 12H ₂ O		x					
offretita	KCaMg(Si ₁₋₃ Al ₃)O ₃₆ · 15H ₂ O		x					
ópalo	SiO ₂ · nH ₂ O	x						x
sanidina	K(AlSi ₃ O ₈)	x	x	x	x			
tridimita	SiO ₂	x	x					

Tabla 1.- Fases minerales localizadas dentro de las vacuolas de las rocas lamproíticas, ordenadas según su localidad. (Alj= La Aljorra; Canx= Cancarix; Jum= Jumilla; Mor= Moratalla; Barq= Barqueros; Zen= Zeneta; C. Mar= Cabezo María).

Table 1.- Mineral phases located within the vacuoles of lamproitic rocks, arranged according to their locality. (Alj= La Aljorra; Canx= Cancarix; Jum= Jumilla; Mor= Moratalla; Barq= Barqueros; Zen= Zeneta; C. Mar= Cabezo María).

centímetros y que aparecen incluidos por toda la roca. La richterita es otro mineral que aparece también en la Celia bien cristalizado con cristales relativamente grandes. En el resto de yacimientos todos los cristales son acordes con el espacio contenido en las vacuolas (Figura 2). En las vacuolas de La Aljorra, la enstatita va asociada casi siempre con fenocristales de flogopita. Además, este es el único yacimiento donde encontramos algunos minerales que pueden explicarse porque el magma atravesó rocas metamórficas en su salida al exterior, tales como granate y cordierita. La presencia de boratos en los yacimientos de La Aljorra y de Jumilla está relacionada bien con las rocas evaporíticas que atraviesan estos magmas o bien con los propios fluidos magmáticos.

Todos los minerales observados y recogidos en la tabla 1, se han estudiado por SEM, y en algunos casos, mediante FESEM. El análisis elemental encontrado para los cristales estudiados es compati-

ble con los minerales que proponemos. Asimismo, las formas cristalinas observadas se corresponden con las esperadas para estas fases minerales. A continuación, se describen brevemente algunos de los minerales estudiados.

Minerales destacados (Figura 3)

Azoproita es un borato anhidro, del grupo de la ludwigita, que aparece en cristales prismáticos rectos muy finos, formando haces aciculares de color rojo oscuro, (Figura 2). El análisis mediante FESEM demuestra la presencia de Mg, Ti, Fe, O y B en la composición. Se encuentra en las coladas más al este del afloramiento de la Aljorra, casi siempre acompañada de tridimita y flogopita.

Warwickita, (Figura 3A) es un borato oxidado que arroja una composición de O, Mg, Al, Si, Ti, y Fe. Se encuentra en Jumilla y en La Aljorra, y se presenta formando cristales prismáticos muy finos de

color rojo a rojo oscuro casi negro. En las lamproítas este mineral fue localizado y estudiado por primera vez en las rocas de Jumilla (Bigi et al, 1991). Los cristales de warwickita suelen presentar cierta curvatura mientras que, en los otros dos boratos, azoproita y yuanfuliita son prácticamente rectos.

Yuanfuliita (Figura 3B) compuesto por Mg, Ti, Fe, Al y B ha sido recogida solo en Jumilla como agregados de cristales aciculares de color acaramelado brillantes. Se encuentran en matriz de la roca lamproítica, con crecimientos de hematites y calcita esferoidal blanca, recubiertos por sílice. La acompañan cristales muy pequeños de richterita y pequeños granos de sanidina. Este mineral en principio fue identificado en Jumilla como warwickita por Bigi et al en 1991. Posteriormente, estos mismos autores presentaron las diferencias con la yuanfuliita, (Appel et al, 1999), confirmando igualmente la presencia de este mineral para este afloramiento de lamproítas.

Harmotoma (Figura 3C) es una zeolita que se encuentra en la lamproíta de Cancarix. compuesto por Ba, Si, Al y H₂O. Se presenta en las vacuolas formando pequeños agregados esféricos de cristales alargados prismáticos entre blancos e incoloros. No todas las vacuolas del yacimiento muestran este mineral que, además, se puede confundir a simple vista con calcita.



Fig. 2. Ejemplo de vacuola tapizada de cristales. Azoproita, flogopita y tridimita.
Fig. 2.- Example of a vacuole covered in crystals. Azoproite, phlogopite and tridymite.

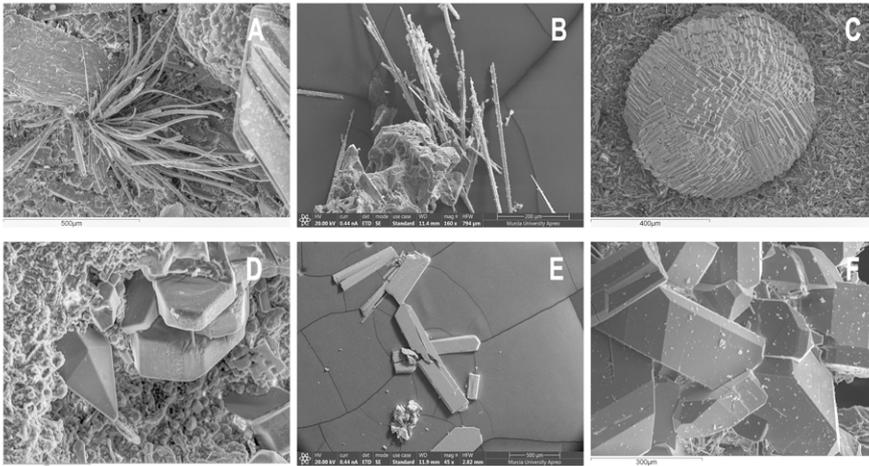


Fig 3.- Imágenes SEM de: A) warwickita. B) yuanfuliita. C) harmotoma. D) roedderita, titanite. E) enstatita. F) sanidina.

Fig 3.- SEM images of: A) warwickite. B) yuanfuliite. C) harmotoma. D) roedderite, titanite. E) enstatite., F) sanidine.

Roedderita (Figura 3D) es un mineral típico en las vacuolas del afloramiento de Cancarix. Aparece junto con chayasita, sanidina, richterita, sílice y titanita. Su análisis elemental indica la presencia de K, Na, Mg y Si. Se diferencia de chayasita por su mayor contenido en sodio y menos potasio. Este mineral se presenta en vacuolas con tono rojizo mientras que en las vacuolas grisáceas aparece chayasita. (Arrufat et al, 2019) Cancarix es el único afloramiento de rocas lamproíticas en el que hemos encontrado **titanita**, aparece en las vacuolas en formas esfenoidales monoclinicas de color amarillo amielado, junto a roedderita y chayasita. Los cristales suelen ser muy pequeños, no superando en ningún caso los 2 mm.

Enstatita (Figura 3E) es un piroxeno de Mg y Si, que cristaliza en prismas ortorrómbicos planos de color amarillo, amarillo grisáceo o verdoso, incluso marrón anaranjado, dependiendo de la cantidad de hierro que contenga. Es un mineral importante para determinar las condiciones de formación de las rocas ígneas. En nuestro estudio aparece en el afloramiento de la Aljorra junto a pseudobrookita, armalcolita, flogopita y tridimita. También se pueden encontrar en esas vacuolas, minerales opacos como ilmenita, magnetita y hematitas en muy poca cantidad. Ha sido localizada también en algunas vacuolas del volcán de Barqueros.

Sanidina (Figura 3F) Aparece en las rocas lamproíticas de los tres yacimientos aquí representados Jumilla, la Aljorra y Cancarix. En estas dos últimas localidades, los cristales se encuentran en las pequeñas vacuolas de desgasificación del magma,

siendo un claro indicador de las condiciones termodinámicas y de la composición alcalina del mismo. Su composición arroja algo de Na en todos los casos. Son cristales maclados formando la típica macla de Carlsbad, tapizando el fondo de las geodas. En Jumilla aparece formando nódulos de estructura concéntrica o pequeños agregados granulares en la jumillita.

Conclusiones

Las rocas lamproíticas son, generalmente, muy compactas, y están muy poco alteradas en superficie. En estas rocas aparece flogopita en mayor o menor cantidad, aunque no en todos los yacimientos. De los afloramientos estudiados, las vacuolas de las rocas lamproíticas de la Aljorra son las que muestran mayor variedad de fases minerales en su interior, seguido por las vacuolas de los volcanes de Cancarix y Jumilla. Las lamproítas de esta región se caracterizan por su alto contenido en potasio. Sin embargo, de los pequeños minerales de las vacuolas muy pocos contienen este elemento químico en su composición. La importancia de los yacimientos de lamproítas de esta provincia volcánica estriba entre otros aspectos en la rareza de estas rocas y en su mineralogía.

Los minerales presentes en las vacuolas son casi exclusivos del yacimiento del que se refiere la muestra, conformando además paragénesis concretas e irrepetibles para otras lamproítas de la zona, de ahí la importancia de estos enclaves. En algunos casos, se pueden apreciar concentraciones de conductos de desgasificación que nos indican el sentido

de ascenso y flujo de los fluidos. Pero, no todos los afloramientos de lamproítas presentan vacuolas.

Contribución de los autores

Ambos autores han contribuido en la obtención y análisis de las muestras, creación de las figuras y en la redacción del artículo.

Agradecimientos

Agradecemos a los revisores anónimos todas las indicaciones constructivas que han ayudado a que nuestro trabajo sea de mejor calidad.

Referencias

- Appel, P., Bigi, S. y Brigatti, M.F. (1999) *European Journal of Mineralogy* 11, 483-491.
- Arana, R. y Pérez Sirvent, C. (1985). 5ª Reunión Científica de la Sociedad Española de Mineralogía.
- Arrufat Milán, L., Rosillo Martínez, J.F., Guillén-Mondéjar, F., Hernández Huéscar, J.M. y Alías Linares, M.A. (2019). *Macla* 24, 03-04.
- Bellon, H., Bordet, P. y Montenat, C. (1983). *Bulletin de la Société Géologique de France* 25, 205-217. <https://doi.org/gnc6q2>
- Bigi, S., Brigatti, M.F. y Capedri, S. (1991). *American Mineralogist* 76, 1380-1388.
- Cambeses, A. y Scarrow, J.H. (2012). *Geogaceta* 52, 113-116.
- Cambeses, A. y Scarrow, J.H. (2013). *Geological Acta* 11 (3), 295-310.
- Doblas, M. y Oyarzun, R. (1989). *Geology* 17, 430-433. <https://doi.org/b7v477>
- García-Cervigón, A. (1973). *Estudio mineralógico y geoquímico de los productos de alteración de rocas ígneas al noroeste de la provincia de Murcia*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 685 p.
- López Ruiz, J. y Rodríguez Badiola, E. (1980). *Estudios geológicos* 36, 5-63.
- Parga Pondal, I. (1935). *Trabajo Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Serie Geología* 39, 1-174.
- Pellicer, M.J. (1973). *Estudios Geológicos* 29, 99-106.
- Reolid, M., Sánchez-Gómez, M., Abad, I., Gómez-Sánchez, M.E. y de Mora, J. (2013). *Geoheritage* 5, 35-45.
- Reolid, M., Abad, I. y Sánchez-Gómez, M. (2015). *Journal of Iberian Geology* 41, 183-204. <https://doi.org/nn7n>
- Venturelli, G., Capedri, S., Barbieri, M., Toscani, L., Salvioli Mariani, E. y Zerbi, M. (1991). *European Journal of Mineralogy* 3, 123-145.