

# Granates en las rocas intrusivas calcoalcalinas ricas en K de la Unidad Pisuerga-Carrión (Zona Cantábrica, Norte de España)

«Garnets in the high-K calc-alkaline intrusive rocks of the Pisuerga-Carrión Unit (Cantabrian Zone, North of Spain)».

G. Gallastegui, A. Cuesta (\*), O. Suárez y A. Lobo

Departamento de Geología, Univ. de Oviedo. C/ Jesús Arias de Velasco s/n. 33005 Oviedo  
(\* acuesta@asturias.geol.uniovi.es)

## ABSTRACT

A small scale calcalkaline and late-orogenic intrusive assembly outcrops in the outermost part of the northern branch of Iberian Variscan Chain. Garnet is present as an accessory phase in the intermediate to acidic intrusive host rock (quartzdiorite to granodiorite) and associated metamorphic and igneous enclaves. Garnets are zoned and almandinic in composition; however, three types have been differentiated from compositional variations. Types 1 and 2 garnets are deep origin xenocrists rich in Ca and poor in Mn, whilst Mn rich and Ca poor Type 3 garnets are metamorphic restites. The presence of garnet xenocrists and other geochemical features evidence that melting processes involving stable garnet took place in the origin of the Pisuerga-Carrión intrusive rocks.

**Key Words:** garnet, high-K calc-alkaline magmatism, late-Hercynian, Pisuerga-Carrión Unit, Cantabrian Zone, Iberian Massif.

Geogaceta, 29 (2001), 53-56  
ISSN: 0213683X

## Introducción

En la zona más externa de la rama norte de la Cadena Hercílica Ibérica existe un magmatismo tardi-orogénico, en general escaso, asociado al desarrollo de grandes estructuras distensivas tardihercínicas, cuya edad U-Pb (Valverde *et al.*, 1999) lo sitúa próximo al límite Carbonífero-Pérmico (290-295 Ma). En este magmatismo, representado por granitoides y rocas intermedias y básicas, falta el plutonismo granítico peraluminico característico de las zonas más internas de la cadena.

En él se distinguen los conjuntos de Tapia, Salas-Belmonte e Infiesto, en Asturias, y del Pisuerga-Carrión (León, Cantabria y Palencia), constituidos por una gran diversidad de rocas (desde gabros a monzogranitos), aunque predominan las rocas de composición intermedia caracterizadas por una notable variedad textural, con desarrollo de facies hipidiomórficas ( $\pm$  texturas heteroadcumulado) a microporfídicas. Estas rocas ricas en plagioclasa ( $An_{90-30}$ ), muestran una gran variedad de ferromagnesianos: olivino, piroxenos, amplia tipología de anfíboles y biotita. Otras características son: presencia de enclaves cortlandtíficos, norfíticos, acumulados anortosfíticos y de olivino,

abundancia de enclaves microgranudos en las rocas granodioríticas, así como de xenolitos angulosos de materiales encajantes e inclusiones xenolíticas redondeadas ricas en plagioclasa (anortita-labrador) – espinela (hercinita) – sillimanita – magnetita  $\pm$  corindón.

Geoquímicamente constituyen secuencias cafémicas y metaaluminosas a moderadamente peraluminosas en los términos más ácidos, y pueden tipificarse como calcoalcalinas normales evolucionando a calcoalcalinas ricas en potasio y shoshoníticas.

## El conjunto del Pisuerga-Carrión

Está formado por más de 250 afloramientos, que en su mayoría constituyen diques y sills de escasas dimensiones asociados a la falla de León, con composiciones que varían desde gabros a escasos monzogranitos, y algunos plutones principalmente granodioríticos, entre los que destaca el de Peña Prieta por sus mayores dimensiones y complejidad petrográfica y estructural (Gallastegui *et al.*, 1990). Además del gran número de afloramientos, este conjunto muestra algunas diferencias respecto al resto de los conjuntos de la Cordillera Cantábrica como son, (i): Existencia de gabros ( $SiO_2 < 50\%$ ), ricos

en Mg, Cr (500-1300 ppm) y Ni (100-550 ppm), (ii): notable fraccionación de HREE en las rocas de composición intermedia-ácida, no observada en las rocas de similar composición en los conjuntos de Tapia y Salas-Belmonte y menos acusada en el conjunto de Infiesto (Cuesta *et al.*, 1998) y (iii): Presencia frecuente de granate como mineral accesorio en rocas de composición intermedia-ácida.

## Los granates

En el conjunto del Pisuerga-Carrión los granates se encuentran en algunos de los afloramientos ligados a la falla de León y en el plutón granodiorítico de Peña Prieta.

1- Afloramientos próximos a la falla de León, los granates aparecen en rocas cuarzodioríticas-granodioríticas biotíticas o biotítico-anfibólicas (61,5-62,5%  $SiO_2$ ), metaaluminicas a moderadamente peraluminicas (A/CNK: 0,94-1,02), como (i): cristales aislados (1-1,5 mm) de formas redondeadas o anhedrales y (ii): cristales anhedrales de menor tamaño englobados en plagioclasa y biotita. Los primeros pueden mostrar coronas reaccionales de biotita y ser ricos en inclusiones de apatito, rutilo e ilmenita, generalmente más abundantes en el núcleo.

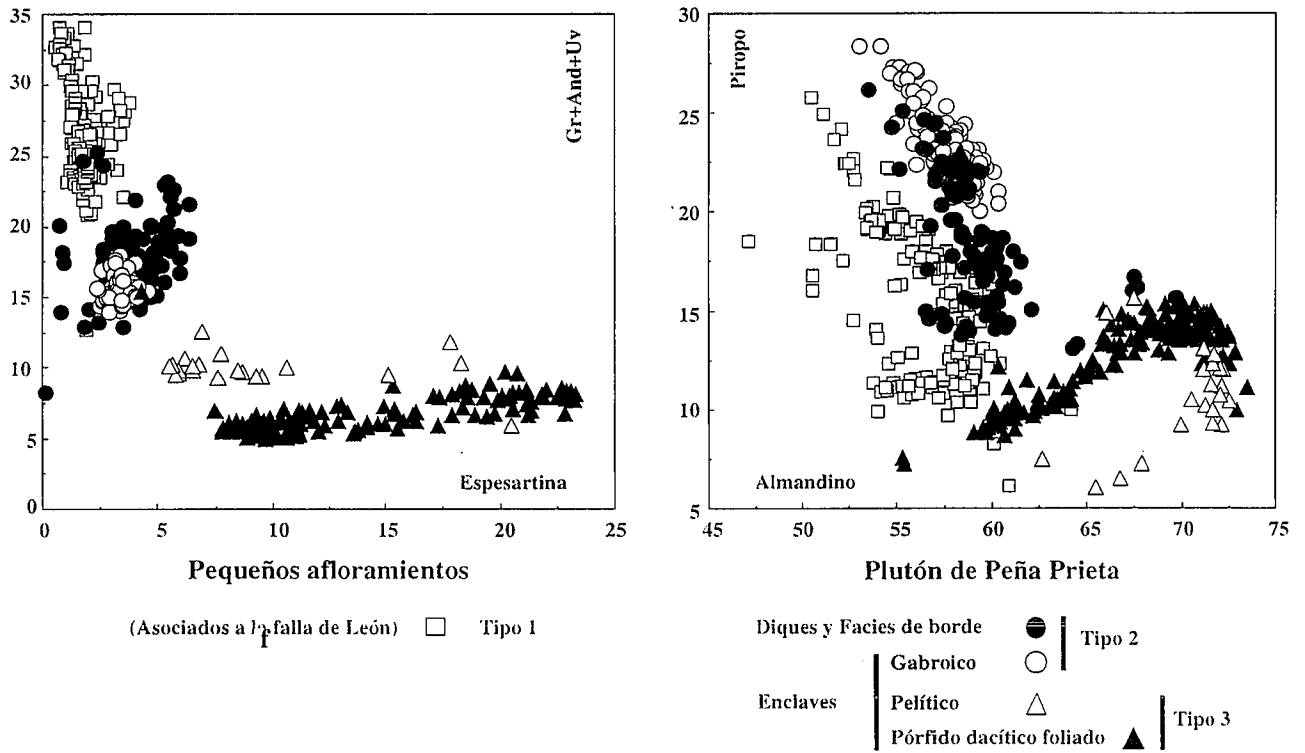


Fig. 1.- Representación de los % molares de Ugrandita vs Espesartina y Piropo vs Almandino de los granates de las rocas intrusivas y enclaves del conjunto del Pisuerga-Carrión.

Fig.1.- Ugrandite vs Spessartine and Pyrope vs Almandine molar percentage plot from garnets in the intrusive rocks and enclaves in the Pisuerga-Carrión igneous assembly.

2- **Plutón de Peña Prieta**, los granates se encuentran en:

Facies de borde microporfídica, de tipo cuarzomonzodiorita-granodiorita (62% SiO<sub>2</sub>) biotítico-anfibólica (Mg-Hbl), rica en plagioclasa (An<sub>29-48</sub>), y metaaluminica (A/CNK: 0,90). Los granates son muy similares en tamaño y texturalmente a los cristales aislados con formas redondeadas de las rocas asociadas a la falla de León.

Diques microporfídicos de la red anular asociada al plutón, de composición cuarzdiorítica y cuarzomonzodiorítica a granodiorítica (60-65 % SiO<sub>2</sub>), ricos en plagioclasa (An<sub>38-68</sub>), biotita, anfíbol (Hbl-Ts, Mg-Hbl y Hbl-Act) ± Cpx (diópsido); junto con algunos diques leucocráticos son las únicas rocas moderadamente peraluminicas (A/CNK: 0,97-1,09) en el plutón (A/CNK: 0,70-0,97). Los granates aparecen tanto en los diques, como en los enclaves microgranudos englobados en los mismos; se presentan como fenocristales redondeados de varios mm a más de 1cm de tamaño y como pequeñas inclusiones en plagioclasa. En general los primeros muestran dos a más periodos de crecimiento y desarrollo de coronas reaccionales de anfíbol y biotita

verde, llegando en ocasiones a conservarse sólo pequeños restos del primitivo cristal, así como coronas leucocráticas más externas. Pueden tener núcleos con abundantes inclusiones de biotita, anfíbol (Fe-Prg y Hbl-Fe-Prg), apatito, ilmenita rica en Mn y plagioclasa (labrador).

En enclaves ígneos y metamórficos.

A) Gabroide, constituido por anfíbol (Ts, Hbl-Ts, Fe-Prg, Hbl-Prg), plagioclasa (An<sub>15-34</sub> y An<sub>32-69</sub>) y granates de 1-2mm redondeados o de tendencia idiomorfa, que pueden mostrar dos periodos de crecimiento e inclusiones de ilmenita rica en Mn y plagioclasa (oligoclasa y labrador).

B) Pelítico, con biotita, espinela, corindón, feldespato potásico, plagioclasa y sillimanita, atravesado por venas granodioríticas de espesor milimétrico; los granates se encuentran como cristales anhedral de escaso tamaño asociados a agregados biotíticos o englobados en plagioclasa.

C) Pórfido dacítico foliado, constituido por cuarzo, plagioclasa, biotita, epidota y granate. Estos últimos aparecen bajo dos formas texturales: como agregados policristalinos sustituyendo a algún fenocristal anterior y, cristales

anhedral de mayor tamaño (1-3 mm) y formas alargadas (controladas por la existencia de niveles preexistentes de composición biotítica). Muestran núcleos con abundantes inclusiones orientadas de ilmenita rica en Mn y bordes blásticos libres de inclusiones composicionalmente distintos de los núcleos y que se desarrollan en equilibrio con el fundido.

**Tipificación**

Todos los granates analizados son almandínicos pero los cationes divalentes (Mn, Mg, Fe y Ca) individualizan perfectamente tres grupos: Tipo 1- granates de las rocas asociadas a la falla de León, Tipo 2- granates de las rocas graníticas del plutón de Peña Prieta y enclaves gabroicos y, Tipo 3- granates de xenolitos pelíticos y los englobados en el enclave correspondiente al pórfido dacítico foliado (Fig. 1).

Los granates de Tipo 1 son más ricos en Ca y pobres en Mn que los de Tipo 2, para contenidos en Fe similares, mientras que los de Tipo 3 son los más ricos en Mn y Fe y pobres en Ca; los granates de Tipo 2, muestran composiciones intermedias entre ambos tipos de granates para Ca

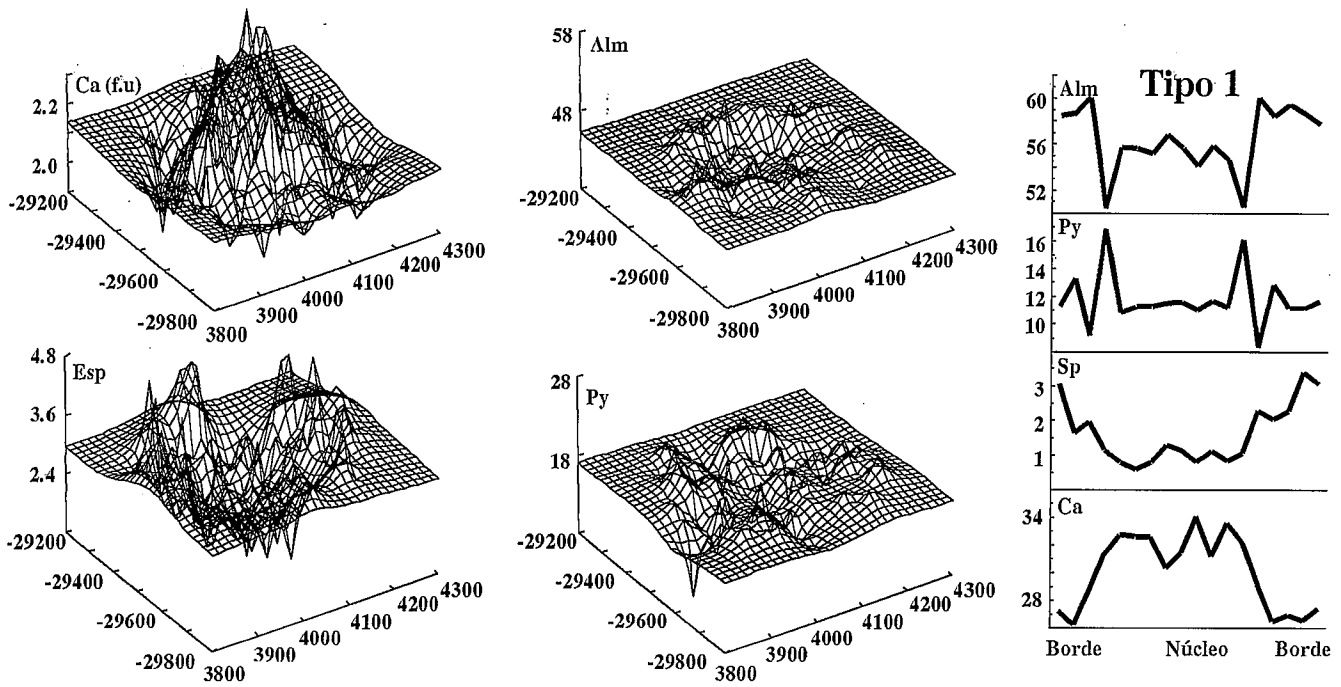


Fig. 2.- Ejemplo de zonado de un granate de Tipo 1, perteneciente a las rocas intrusivas de composición intermedia-ácida asociadas a la falla de León.

Fig.2.- Type 1 zoned garnet from the intermediate-acidic intrusive rocks near the Leon-line fault.

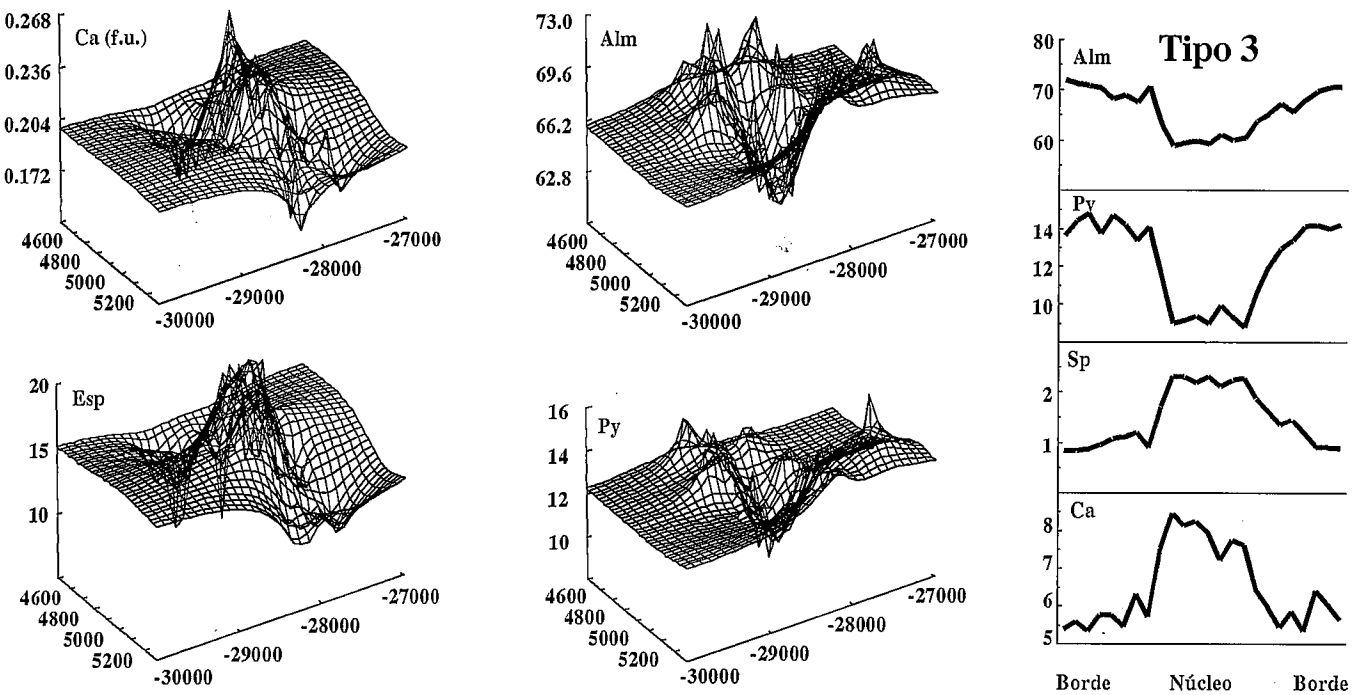


Fig. 3.- Ejemplo de zonado de un granate de Tipo 3, perteneciente a un enclave (pórfido dacítico foliado) englobado en un dique de la red anular asociada al plutón de Peña Prieta.

Fig.3.- Type 3 zoned garnet in a foliated porphyritic dacite from the dyke swarm surrounding the Peña Prieta stock.

y Mn y, como la mayor parte de los granates de Tipo 1, son más ricos en Mg que los de Tipo 3 (Fig. 1).

Por otro lado son patentes las diferentes pautas evolutivas de cada grupo de granates de manera que, salvo algún gra-

nate de las rocas asociadas a la falla de León (cuya dispersión aparente en el diagrama Mg-Fe es debida a comporta-

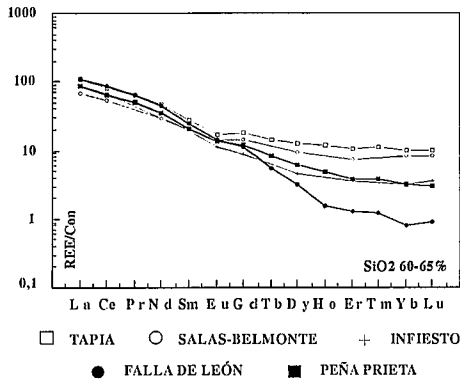


Fig. 4.- Espectros de tierras raras normalizados al condrito de Evensen *et al.* (1978) donde se observa la mayor fraccionación de HREE en las rocas intrusivas del conjunto del Pisuerga-Carrión.

Fig. 4.- Normalized REE abundances. The higher fractionated HREE correspond to intrusive rocks from the Pisuerga-Carrión igneous assembly. Normalized values from Evensen *et al.* (1978).

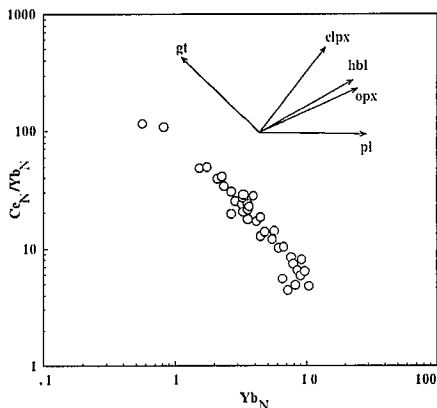


Fig. 5.- Correlación Ce-Yb en las rocas intrusivas del conjunto del Pisuerga-Carrión. Vectores extraídos de Venturelli *et al.* (1984).

Fig. 5.- Yb vs Ce/Yb plot. Global trend evolution best fit to the garnet vector. Calculated vectors from Venturelli *et al.* (1984).

mientos propios de cada cristal), todos se caracterizan por una buena correlación negativa entre Mg y Fe, mientras que en los granates de Tipo 3 la correlación es positiva. Lo mismo se aprecia para Ca y Mn, en donde en éstos últimos el aumento de Mn se produce con un ligero aumento en Ca; los granates de Tipo 2 tienen marcada correlación positiva y por el contrario en los de Tipo 1 la correlación entre Ca y Mn es negativa (Fig. 1).

Estas diferencias se mantienen en relación al zonado de los cristales no sólo entre granates de diferentes rocas, como se observa en los granates de Tipo 1 (Fig. 2) y Tipo 3 (Fig. 3), sino que los granates de Tipo 1 de una misma roca pueden tener núcleos más ricos en Mg y pobres en Fe que los bordes o a la inversa; pero en todo caso siempre mostrando una correlación negativa entre Mg y Fe y entre Ca y Mn, contraria a la observada en los granates de Tipo 3 (Figs. 2 y 3).

Conclusiones

Las variaciones composicionales y texturales ponen de manifiesto la existencia de granates de diferente naturaleza en las rocas de composición intermedia-ácida del Pisuerga-Carrión y enclaves englobados en las mismas: 1- granates de origen metamórfico, al menos en lo que se refiere a los núcleos, incluidos en el pórfido dacítico y similares en composición a los granates que aparecen en los xenolitos pelíticos, y 2- granates de origen ígneo en el resto de las rocas pero, de origen externo a los fundidos calcoalcalinos (a excepción, quizás, de los granates incluidos en el enclave gabroico); al igual que los granates descritos en otras rocas calcoalcalinas ricas en K de edad Carbonífero sup.-Pérmico (Cortesogno *et al.*, 1998; Rottura *et al.*, 1998). En el primer caso los granates y agregados biotíticos asociados tendrían un origen restfítico, coherente con el carácter "metatextítico" que muestra el pórfido dacítico que los engloba. Por su parte, los altos contenidos en grosularia (9-26 % mol Gr) y bajos en Mn de los granates ígneos - Tipos 1 y 2- indican un origen profundo de los mismos (Day *et al.*, 1992) representando xenocristales dispersos en los magmas, en diferentes niveles, lo que explicaría la presencia de distintas composiciones y zonados dentro de una misma roca.

Desde el punto de vista geoquímico la génesis de las rocas ígneas de la Cordillera Cantábrica se explica por un proceso complejo que implica la evolución de magmas mantélicos mediante procesos de fraccionación y mezcla con fundidos basicorticales, además de diferentes grados de contaminación cortical desde niveles relativamente profundos durante el ascenso. La participación de litosfera subcontinental y bajas tasas de fusión serían responsables del enriquecimiento relativo en HFSE que muestran en general

todas las rocas tardi-hercénicas de la Cordillera Cantábrica (Cuesta *et al.*, 1998; Suárez *et al.*, 1999). La existencia de procesos de contaminación, desde niveles relativamente profundos, no sólo está justificada por la presencia de xenocristales de granate sino también por la existencia de abundantes microxenolitos de formas redondeadas, y xenocristales de corindón de tendencia idiomorfa o formas redondeadas con coronas reaccionales, dispersos en los diques de la red anular del plutón de Peña Prieta.

En el conjunto del Pisuerga-Carrión los procesos de fusión tendrían lugar en equilibrio con granate, como lo atestigua la presencia de xenocristales de granate, la fraccionación de HREE (Fig. 4) y la correlación Ce-Yb (Fig. 5). Además el desarrollo de fenocristales de biotita y anfíbol en la facies de borde microporfídica del plutón de Peña Prieta y en los diques de la red anular asociada al plutón indicarían una etapa temprana de cristalización hidratada en condiciones de relativa alta P (Green 1982).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la DGICYT en el marco de los Proyectos PB-94-1338 y PB-98-1531.

Referencias

Cortesogno, L., Cassinis, G., Dallagiovanna, G., Gaggero, L., Oggiano, G., Ronchi, A., Seno, S., y Vanossi, M. (1998): *Lithos*, 45: 305-328.  
 Cuesta, A., Suárez, O. y Gallastegui, G. (1998): *Bol. Soc. Esp. Min.*, 21-A: 70-71.  
 Day, R.A., Green, T.H. y Smith, I.E.M. (1992). *Jour. Petrol.*, 33(1): 125-161.  
 Evensen, M.M., Hamilton, P.J. y O'Nions, R.K. (1978): *Geochim. Cosmochim. Acta*, 42: 1199-1212.  
 Gallastegui, G., Heredia, N., Rodríguez Fernández, L. R. y Cuesta, A. (1990): *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 15: 203-217.  
 Green, TH. (1982): In: Thorpe, R.S. (Ed.). *Andesites*: 465-487.  
 Rottura, A., Bargossi, G.M., Caggianelli, A., Del Moro, A., Visonà, D, Tramme, C.A. (1998): *Lithos*, 45: 329-348.  
 Suárez, O., Gallastegui, G., Cuesta, A y Corretgé L.G (1999): *Trabajos Geol.*, 21: 363-376.  
 Valverde, P., Cuesta, A., Gallastegui, G., Suárez, O., Corretgé, L.G. y Dunning, G.R. (1999): *EUG10/A04.2585, Meeting EUG 10 Estrasburgo, Francia.*  
 Venturelli, G., Thorpe, R.S., Dal Piaz, G.V., Del Moro, A., Potts, P.J. (1984): *Contrib. Mineral. Petrol.* 86, 209-220.