

# Granates en el Plutón de Caldas de Reyes (Provincia de La Coruña y Pontevedra. España)

A. Cuesta\*

\* Departamento de Geología y Area de Petrología y Geoquímica. Universidad de Oviedo. Arias de Velasco, s/n. 33005 Oviedo.

## ABSTRACT

*In the late-hercynian calc-alkaline pluton of Caldas de Reyes, garnets occur scarcely in the most evolved facies. In this paper we intend to characterize their typology. We have been able to distinguish two different types on the basis of the mineral assemblage and their relationship to the host-rock. We discuss herein the possible igneous origin of this two pyralspite garnets and the most probable conditions of formation.*

**Key words:** Granite, Late hercynian, Calc-alkaline, Garnet, Pyralspite, Galicia, Spain.

*Geogaceta*, 8 (1990), 5-7.

## Introducción

En el plutón granítico de Caldas de Reyes (P.G.C.R.) (CUESTA, 1989) han sido observadas cantidades muy escasas de granate (mineral atípico en los granitos calcoalcalinos tardíos de la península Ibérica) en dos de las unidades intrusivas principales: en la facies externa leucócrata (FBL) y en el cortejo filoniano (aplitas y pegmatitas) de la facies central (GA). Solamente se han analizado los granates asociados a la facies externa leucócrata. Aparecen según dos tipos de asociaciones diferentes:

**Tipo I.**—Como un accesorio normal disperso en la roca. En este caso la paragénesis suele incluir además turmalina. No existen puntos de referencia espaciales a los que relacionar la aparición por zonas, de este tipo de granate.

**Tipo II.**—Incluidos en «schlieren» biotíticos casi siempre en zonas inmediatas a contactos intrusivos entre la facies externa (FB) y la facies externa leucócrata. No han sido observados a distancias superiores a 40-50 cm. del contacto.

## Características generales

Los dos tipos de granates, analizados mediante microsonda electrónica, pertenecen al grupo de las pyralspitas y son esencialmente almandínicos con proporciones molares muy bajas de espesartina y piropo. No obstante existen ligeras diferencias entre ambos. Los granates de los «schlieren» biotíticos (tipo II) son más pobres en Mn (aproximadamente la mitad) y Ca, y

más ricos en Fe que los granates de tipo I; ofrecen además una composición homogénea en todo el cristal, sin mostrar indicios de zonado. En cambio, los granates de tipo I son ligeramente menos almandínicos y en consecuencia algo más ricos en espesartina. Por otra parte, parecen ligeramente zonados entre el núcleo y los bordes:

dino-Espesartina (Fig. 1) los sitúa en el campo de los granates ígneos (Miller y Stoddard, 1981, Harrison, 1988), muy próximos al polo almandínico. Sin embargo, existen algunas diferencias entre los dos tipos que quizás indiquen mecanismos de formación algo diferentes:

— *Los granates de tipo I.* Tanto por su localización (como accesorio

	TIPO I: (% molar)			TIPO II: (% molar)		
	BORDE	a 125 m $\mu$	CENTRO	BORDE	a 125 m $\mu$	CENTRO
Almandino .....	79,35%	84,61%	85,55%	88,97%	88,88%	89,02%
Piropo .....	2,61%	2,98%	2,56%	2,73%	2,71%	2,54%
Espesart. ....	14,07%	8,56%	7,68%	5,15%	4,85%	5,34%

## Origen y condiciones de formación

Los criterios de que se dispone parecen indicar que, dentro de las posibilidades propuestas por CLARKE (1981), los dos tipos de granates analizados en Caldas de Reyes podrían ser de origen ígneo. La localización espacial de las muestras, muy alejadas del encajante del plutón y alejadas también de xenolitos procedentes del mismo, no permiten ningún supuesto de asimilación o reacción con el encajante, al menos en el nivel de emplazamiento. Tanto los granates de tipo I como los de tipo II aparecen en rocas con texturas bastante homogéneas, sobre todo los de tipo I. El quimismo de ambos tipos los identifican como granates típicos formados en condiciones ígneas. La proyección de los granates en el triángulo Mg-Fe-Mn o su equivalente Piropo-Alman-

común y aparentemente sustituyendo a biotita), como por su quimismo y zonado (aumento de Mn desde el núcleo a los bordes) podría asimilarse a un modelo genético similar al propuesto por Miller y Stoddard, op. cit.) i: mediante la reacción entre biotita y líquido silicatado (líq. + biot. → gt. + mosc.); o bien ii, asumiendo unas condiciones físicas de formación propias de dominio pegmatoides: nucleación directa a partir de un fundido silicatado con un contenido suficiente en Mn. El zonado podría indicar un crecimiento cristalino con disminución de P y T<sup>a</sup> a medida que el magma alcanza niveles corticales más altos (Stone, 1988) en el primer supuesto (i), o un consumo progresivo de dicho elemento, con la correspondiente merma del mismo en el líquido residual, en el segundo supuesto (ii).

— *Los granates de tipo II.* Resultan algo más complejos de interpretar. Por un lado, su quimismo y características texturales los identifican como ígneos (Fig. 1) pero su localización, permite contemplar otras interpretaciones. Como se ha explicado en su momento los granates de tipo II aparecen siempre en «schlieren» biotíticos y en zonas en donde las relaciones entre FB y FBL parecen intrusivas. Los «schlieren» biotítico-granatíferos se encuentran en las proximidades de la facies intruida [facies externa (FB) o más exactamente facies de tránsito entre FB y facies externa leucócrata (FBL)] —petrográfica y geoquímicamente similar a FBL— y a poca distancia del contacto intrusivo. Por ello, no debe ignorarse la posibilidad de formación de granates motivada por la intrusión de FBL, lo que facilitaría reacciones entre los «xenolitos» de FB y la unidad intrusiva (FBL). En este supuesto probablemente FBL aportaría la cantidad de Mn suficiente para formar los granates a partir de biotita.

**Precisiones sobre las condiciones físicas de formación**

En lo referente a granates de probable origen ígneo, las ideas más aceptadas (aunque en revisión) son las propuestas por Green (1977). Este autor concede una importancia determinante al papel jugado por el Mn y, en consecuencia, al contenido en espesartina de los granates. Estima además que el contenido en espesartina de los granates de rocas ígneas (de origen ígneo) puede utilizarse como indicador de la P de formación. Así, granates con más de 10% mol. de espesartina pueden ser estables a menos de 5 Kb (3-5 Kb), mientras que granates con menos de 10% mol. de espesartina serían estables a presiones entre 5 y 7 Kb (Green, *op. cit.*). Por tanto, una lectura lineal de la propuesta de Green proporcionaría —para Caldas de Reyes— unos valores de presión superiores a los 5 Kb. Un valor de presión tal resulta incompatible con otros hechos conocidos y razonablemente probados. Son de especial importancia dos de ellos, relacionados a su vez entre sí: i) la localización espacial de los granates y ii) la asociación mineral de los mismos.

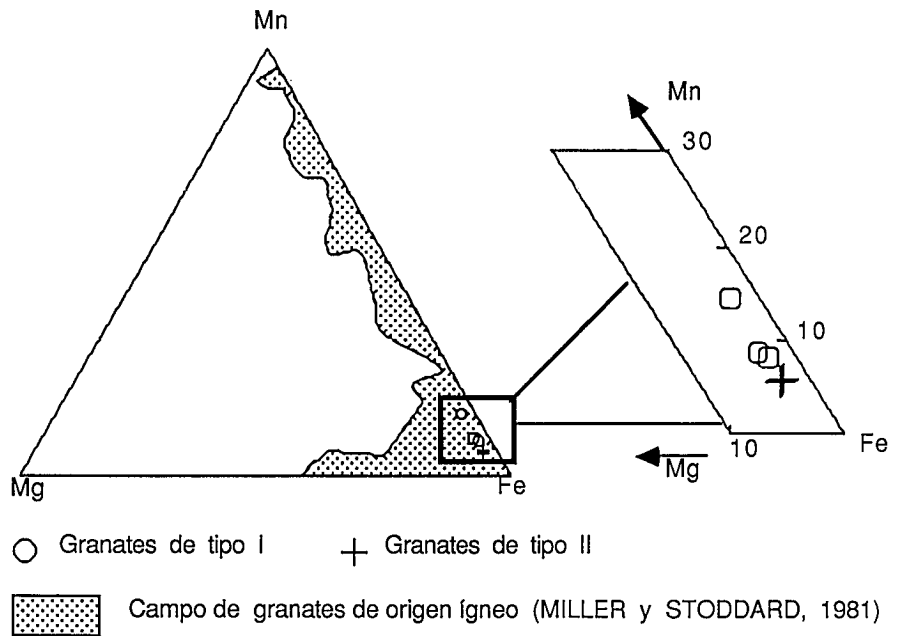


Fig. 1.—Ubicación de los granates de Caldas sobre el diagrama propuesto por Miller y Stoddard (1981) para discriminar el campo composicional ocupado por los granates de origen ígneo.

— *Localización.* Los granates analizados en Caldas, se localizan siempre en las zonas más diferenciadas de la facies externa leucócrata y *nunca han sido observados en muestras de la facies externa con anfíbol y biotita*, considerada como la parte menos diferenciada de un mismo pulso intrusivo constituido por FB + FBL (Cuesta, *op. cit.*). Según Cawthorn y Brown (1976), si los granates cristalizan en profundidad y antes del emplazamiento de la masa magmática que los contiene, resulta difícil expli-

car su localización en los líquidos residuales. Considerando que, precisamente a partir de los anfíboles, se ha determinado un umbral máximo de presión entre 4,3 y 5 kb, no parece probable que los granates se hayan formado a una presión igual o superior.

— *Asociación paragenética.* Por otro lado, los granates aparecen asociados a biotita —más rica en Mn que todas las demás biotitas analizadas— y moscovita clasificada como secundaria en las rocas con granate de tipo I.

Tabla I.—Resultados analíticos

MUESTRA Nº ANAL	8089 46	8089 47	8089 48	6888 79	6888 71	6888 72
SiO <sub>2</sub>	37,87	37,4	37,36	36,4	36,85	37,19
TiO <sub>2</sub>	0,09	0,08	0,04	0,01	0,11	0,07
NiO	0,01	0,02	0	0	0	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,89	21,61	21,77	21,91	21,82	21,74
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	0	0,05	0,12	0,01	0
FeO	34,61	36,93	36,69	38,32	38,64	38,68
MnO	6,06	3,69	3,28	2,19	2,08	2,29
MgO	0,64	0,73	0,62	0,66	0,66	0,62
CaO	1,35	1,31	1,42	1,06	1,21	1,05
Na <sub>2</sub> O	0	0,05	0	0,03	0	0
K <sub>2</sub> O	0,03	0,02	0,02	0,06	0	0,03
TOTAL	102,6	101,8	101,3	100,8	101,4	101,7
Fe*	0,968	0,966	0,971	0,97	0,97	0,972
GROS	3,972	3,845	4,243	3,146	3,565	3,098
ESP	14,074	8,563	7,74	5,146	4,844	5,341
PIR	2,607	2,974	2,58	2,736	2,712	2,55
ALM	79,347	84,618	85,437	88,972	88,879	89,011

Además, aparece turmalina en proporción variable ya sea dispersa o en cavidades miarolíticas; este conocido tipo de estructuras, característico de niveles de emplazamiento somero, suele ser interpretado en rocas graníticas del Domo del Tormes como consecuencia de un descenso o caída de presión en las etapas tardi a post-magmáticas (López Plaza, 1982).

Así pues, algunos de los granates analizados en Caldas de Reyes (Tipo I) cumplen con la mayoría de requisitos propios de granates de rocas graníticas:

— Aparecen asociados a biotita, con proporciones modales antitéticas.

— Se localizan en las zonas más diferenciadas ácidas.

— Las rocas que contienen granates, así como las biotitas asociadas a ellos, proporcionan los valores más altos de la relación Mn/(Mg+Fe).

Solamente el contenido en molécula de espesartina (o el contenido en MnO de los granates) no concuerda

con la descripción tipo para granates de origen ígneo en rocas graníticas diferenciadas. No obstante, y según el desarrollo seguido hasta aquí no parece probable que, pese al bajo contenido en Mn, los granates de tipo I de Caldas se hayan formado a presiones superiores a 5 Kb. Más bien, los datos de que se dispone parecen indicar una P de formación de alrededor de 5Kb para las zonas menos evolucionadas o diferenciadas [a partir de la composición de anfíboles (Cuesta, *op. cit.*)] y probablemente por debajo de 3,5 Kb [a partir de la composición de algunas moscovitas (Cuesta, *op. cit.*)] para las zonas más diferenciadas.

Miller y Stoddard (*op. cit.*) en su revisión sobre granates ígneos, proponen que los granates pobres en MnO (menos de 10% mol. de espesartina) que aparecen en diferenciados graníticos tardíos deben indicar condiciones inusuales de cristalización y citan a Cawthorn y Brown (*op. cit.*), quienes

estiman que esos granates podrían indicar condiciones de formación para valores de  $fO_2$  muy bajos. En este sentido debe señalarse que las biotitas asociadas a los granates proporcionan los más bajos valores de fugacidad de oxígeno:  $Fe/(Fe+Mg) = 0,91 = -19 \text{ Log. } fO_2$  (Cuesta, *op. cit.*).

#### Referencias

- Cawthorn, R. G. & Brown, P. A. (1976): *Jour. Geol.*, 84, 467-476.  
 Clarke, D. W. (1981): *Can Mineral.*, 19, 3-17.  
 Cuesta, A. (1989): *Tesis Doctoral*, Univ. Oviedo, España, 363 pp.  
 Green, T. H. (1977): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 65, 59-67.  
 Harrison, T. N. (1988): *Scotland. Miner. Mag.*, 52, 659-667.  
 López-Plaza, M. (1982): *Tesis Doctoral*, Univ. Salamanca, España, 333 pp.  
 Miller, C. F. & Stoddard, E. F. (1981): *Jour. Geol.*, 89, 233-246.

Recibido el 1 de febrero de 1990  
 Aceptado el 23 de febrero de 1990

## Dataciones Rb/Sr en el complejo plutónico Táliga Barcarrota (CPTB) (Badajoz)

C. Galindo (\*), M. R. Portugal Ferreira (\*\*), C. Casquet (\*), H. N. A. Priem (\*\*\*)

- (\*) Dpto. de Petrología y Geoquímica. Facultad de Ciencias Geológicas. 28040 Madrid.  
 (\*\*) Museu e Laboratorio de Mineralogia e Geologia. Univ. Coimbra. 3000 Coimbra. Portugal.  
 (\*\*\*) Rijksuniversiteit Utrecht. Faculteit Geologie en Geofysica. 3508TA Utrecht.

#### ABSTRACT

*The Plutonic Complex of Táliga-Barcarrota crops out in the core of the Olivenza-Monesterio anticline, where it intrudes the Upper Precambrian and Lower Cambrian metasediments. As this Complex is made of a) the Circular Pluton of Barcarrota, where the core is constituted by gabbros, diorites and pegmatoides and the outer rim shows quartz monzonites, quartz syenites and hypersolvus granites, and b) the NW-SE elongated Táliga Massif, almost entirely made of biotite orthogneisses, the sampling and the analyses were done in accordance with this double character of the Complex. Taking into account the K/Ar ages obtained on amphiboles, biotites and muscovites and the two Rb/Sr «isochrones» (whole rocks), it is concluded that 1) the Táliga Massif has an intrusion age of  $525 \pm 2.5$  M.A. and a subsequent pervasive recrystallization during the first hercynian phase,  $385 \pm 11$  M.A., and 2) the Barcarrota Complex has an intrusion age of  $505 \pm 5$  M.A., as it is shown by the K/Ar and the Rb/Sr systematics. Also the Barcarrota Plutonic rocks have lower initial  $Sr^{87}/Sr^{86}$  ( $0,7031 \pm 5 \times 10^{-6}$ ) than the Táliga orthogneisses ( $0,70836 \pm 9 \times 10^{-5}$ ) pointing to a mantle versus. Crostal origin for both groups of magmas.*

**Key words:** Rb/Sr datation; plutonic complex Tálisa-Barcarrota.  
*Geogaceta*, 8 (1990), 7-10.

#### Introducción

El CPTB se sitúa en el núcleo del anticlinorio Olivenza-Monesterio (ZOM,

Badajoz) (fig. 1) intruyendo en materiales del Precámbrico superior («Serie Negra») y Cámbrico inferior. Se identifican tres unidades litológicas,

geoquímica y estructuralmente diferentes: el Macizo de Táliga (MT), el Complejo Circular de Barcarrota (CCB) y el Cortejo Filoniano (Galín-