

# Caracterización geoquímica de granates asociados a pegmatitas graníticas del campo de Oxford (Maine, EEUU), e implicaciones para su exploración

Lorena Hernández Filiberto (1\*), Encarnación Roda Robles (2)

(1) Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante (España)

(2) Departamento de Geología. Universidad del País Vasco (España)

\* corresponding author: [lorehdezfiliberto@gmail.com](mailto:lorehdezfiliberto@gmail.com)

**Palabras Clave:** Granates, Pegmatitas, Geoquímica, Campo pegmatítico de Oxford. **Key Words:** Garnets, Pegmatites, Geochemistry, Oxford pegmatitic field.

## INTRODUCCIÓN

Las pegmatitas graníticas son rocas capaces de albergar una gran variedad de metales (ej. Li, Nb, Ta, Sn, Cs, Be), minerales industriales (ej. feldespatos, cuarzo, micas) y cristales de calidad gema (ej. turmalina, berilo, topacio). Estas rocas se caracterizan por presentar cristales de gran tamaño, por la abundancia de texturas direccionales, como los intercrecimientos gráficos, y por una mineralogía que, además de cuarzo, feldespatos y moscovita, incluye minerales enriquecidos en elementos incompatibles, tales como lepidolita, espodumena, petalita o elbaita. Entre sus minerales accesorios es frecuente la presencia de granate de la serie almandino-espesartina (Müller et al., 2012). La estructura de este nesosilicato ( $A_3B_2(SiO_4)_3$ ) permite la acomodación de una gran variedad de cationes, convirtiéndolo en un excelente indicador de la evolución del magma y de la roca que lo contiene. En las últimas décadas se han realizado investigaciones sobre las variaciones composicionales del granate en distintas pegmatitas del mundo (ej. Baldwin and Von Knorring, 1983; Müller et al., 2012), relacionando, en algunos casos, el contenido en elementos mayores con el grado de fraccionamiento. Este trabajo presenta el primer estudio del contenido y distribución de elementos traza en granates asociados a pegmatitas con distinto grado de fraccionamiento del campo pegmatítico de Oxford (Maine, EEUU), con objeto de evaluar el potencial de este mineral como indicador geoquímico en la exploración de dichas rocas.

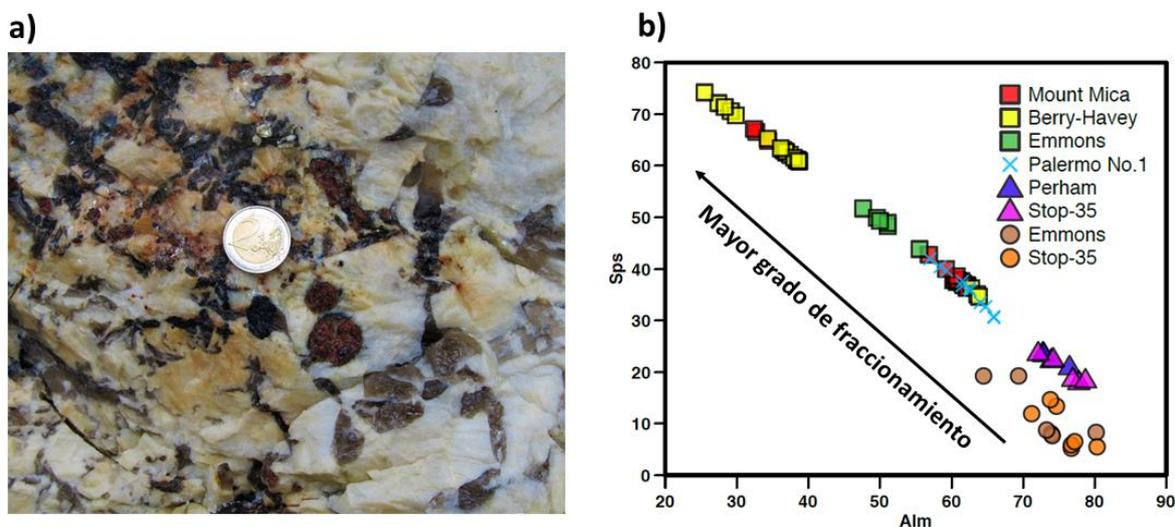
Los granates analizados en el presente trabajo corresponden a tres pegmatitas con un grado de fraccionamiento alto (Mt. Mica, Berry-Havey y Emmons), una pegmatita con un grado de fraccionamiento intermedio (Palermo No. 1) y dos pegmatitas estériles (Perham y STOP-35). Para complementar el estudio también se analizaron granates de migmatitas que corresponden a las rocas de caja de las pegmatitas Emmons y STOP-35. La composición química de los granates se obtuvo por medio de microsonda electrónica (elementos mayores) y LA-ICP-MS (elementos traza).

## RESULTADOS

Los granates caracterizados químicamente proceden en su mayoría de un nivel enriquecido en este mineral, que se presenta por debajo de la zona del núcleo de las pegmatitas más fraccionadas del campo de Oxford (Fig. 1a). En el resto de pegmatitas, los granates estudiados proceden de las zonas de pared o intermedias de los cuerpos pegmatíticos. En general, todos ellos muestran un tamaño de grano fino a medio (desde  $\approx 5$ mm hasta  $\approx 5$ cm de diámetro), y morfologías subredondeadas subhedrales a euhedrales.

Los análisis químicos indican que todos los granates pertenecen a la serie almandino-espesartina (Fig. 1b). Además, los datos arrojan evidencias de importantes variaciones composicionales entre los granates, según el grado de fraccionamiento de las pegmatitas a las que se asocian. Las pegmatitas más fraccionadas presentan mayores contenidos en espesartina, mientras que las menos fraccionadas muestran proporciones más elevadas en almandino, grosularia, andradita, uvarovita y piropo. Se ha identificado una clara correlación negativa entre los contenidos de MnO y FeO, la cual también se ha identificado en los cristales de granate, donde se observa un enriquecimiento de núcleo a borde en Mn a medida que disminuye el contenido en Fe. La zonación mineral en relación al contenido de

elementos traza muestra un empobrecimiento de núcleo a borde para la mayoría de estos elementos, incluyendo P, Ti, Y, Zr, Nb, Cs, Hf, Ta, Th, U, Nd y Sm.



**Fig 1.** a) Detalle del nivel de granates en la pegmatita Berry-Havey. b) Gráfico Sps vs Alm de los granates analizados por microsonda electrónica. Los análisis mostrados con un círculo corresponden a las muestras de granates de migmatitas.

Los espectros de tierras raras pesadas normalizados a condrita presentan siempre una pendiente positiva para los granates de las pegmatitas estériles, pendientes tanto positivas como negativas para la pegmatita intermedia, y un espectro horizontal o una pendiente negativa para las pegmatitas más fraccionadas. Entre los pares de elementos traza Ta-Nb, Zr-Hf, Y-Ho y, P-Li se ha identificado correlación positiva. Además, los pares Ta-Nb y Zr-Hf sugieren que el incremento de estos elementos es proporcional al aumento del grado de fraccionamiento de la pegmatita asociada, indicando que las pegmatitas más fraccionadas presentan los granates más enriquecidos en Nb, Ta, Zr y Hf.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La mayoría de las variaciones composicionales de los granates estudiados pueden ser explicadas gracias a mecanismos de intercambio iónico con sustituciones de Mn por Fe, de P y Li por Mn y Si, así como de Y y Ho por Mn y/o Fe. Además, estas variaciones composicionales son el reflejo de: (i) la composición del propio magma pegmatítico (ej. Černý et al., 1985), indicando que las pegmatitas estériles se habrían formado a partir de un magma más ferromagnesiano que las fraccionadas; y (ii) la cristalización de otras fases minerales que coexisten con los granates y que compiten con ellos para albergar ciertos elementos químicos (ej. Chernoff y Carlson, 1997), entre las que destacan la biotita, chorlo, plagioclasa, apatito, fosfatos de Fe-Mn, zircón, xenotima y monacita, que controlarían el contenido y distribución de elementos tales como Mg, Ca, Fe, Mn, U, Th y Zr.

Estos resultados son un claro reflejo del potencial uso del granate como indicador geoquímico en la exploración de las pegmatitas del campo de Oxford. Sería necesario el estudio de granates asociados a otros cinturones pegmatíticos para poder determinar si estos indicadores geoquímicos son aplicables de un modo general a los granates pegmatíticos.

## REFERENCIAS

- Baldwin, J.R. & Von Knorring, O. (1983): Compositional range of Mn-garnet in zoned granitic pegmatites. *Canad. Mineral.*, **21**, 683-688.
- Černý, P., Meintzer, R.E., Anderson, A.J. (1985): Extreme fractionation in rare-element granitic pegmatites: selected examples of data and mechanism. *Canad. Mineral.*, **23**, 381-421.
- Chernoff, C.B. & Carlson, W.D. (1997): Disequilibrium for Ca during growth of pelitic garnet. *J. Metamorph. Geol.*, **15**, 421-438.
- Müller, A., Kearsley, A., Spratt, J., Seltmann, R. (2012): Petrogenetic implications of magmatic garnet in granitic pegmatites from southern Norway. *Canad. Mineral.*, **50**, 1095-1115.