

Pegmatitas litiníferas de la Zona Centro Ibérica: un ejemplo del fraccionamiento extremo de magmas graníticos

/ ENCARNACIÓN RODA ROBLES (1*), CARLOS VILLASECA (2), ALFONSO PESQUERA (1), PEDRO-PABLO GIL CRESPO (1)

(1) Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Campus de Leioa, Barrio Sarriena s/n, 48940, Leioa (España)

(2) Universidad Complutense de Madrid (España)

INTRODUCCIÓN

La presencia de rocas enriquecidas en Li, principalmente pegmatitas, es relativamente frecuente en la Zona Centro Ibérica (ZCI) (España y Portugal), en un cinturón de unos 500 km de longitud por 150 km de anchura, con dirección NNO-SSE (Roda-Robles et al., 2016). Los principales minerales de Li presentes en estas rocas son los silicatos lepidolita, espodumena y petalita, y los fosfatos pertenecientes a las series ambligonita-montebrazita y trifilita-litiofilita. El origen de las mineralizaciones de Li de la ZCI está relacionado con el importante magmatismo varisco que tuvo lugar en esta región entre ≈ 320 y 290 Ma.

Las mineralizaciones de Li más comunes de la ZCI corresponden a diques aplopegmatíticos que aparecen agrupados en campos pegmatíticos. Tanto sus características texturales como su composición química los distingue de los campos pegmatíticos LCT más comunes, lo que hace más interesante su estudio. En este trabajo se describen textural y químicamente los distintos tipos de mineralizaciones de Li de la ZCI, se estudia su relación con los granitos variscos y se discuten los mecanismos de fraccionamiento que pudieron permitir el extremo enriquecimiento en $Li \pm F \pm P$ que presentan las pegmatitas más evolucionadas.

CONTEXTO GEOLÓGICO

La ZCI representa la región más interna del Macizo Ibérico. Los materiales más antiguos son rocas metasedimentarias, más abundantes en el sector sur (ZCI-S). Allí aflora una potente secuencia (hasta 11.000m) de pizarras y areniscas, con algún nivel volcánoclastico intercalado, de edad Neoproterozoico a Cámbrico inferior, y que es conocida como

Complejo Esquisto Grauváquico (CEG). Las secuencias metasedimentarias del norte de la ZCI (ZCI-N), de edad equivalente y algo menos potentes (≈ 8.000 m), presentan diferencias geoquímicas y de signaturas isotópicas con las del sur, apareciendo muy intruidas por potentes formaciones de ortogneises glandulares cambro-ordovícicos. Además de estas rocas metasedimentarias y metagraníticas, la ZCI se caracteriza por la abundancia de intrusiones graníticas Variscas, que afloran desde el centro al NO de la península ibérica. La creciente madurez térmica de la corteza engrosada durante la orogenia varisca, en combinación con la transición de un régimen tectónico compresivo a otro transtensional/transpresivo, derivó en una fusión cortical importante (e.g., Bea et al., 1999; Dias et al., 2002). El magmatismo granítico de la ZCI es principalmente tardío a post-cinemático respecto a la fase de deformación regional D3. De acuerdo a su edad estos granitos se clasifican como sin-D3 (320-310 Ma), tardi-D3 (310-306 Ma) y post-D3 (305-290 Ma) (e.g., Dias et al., 1998). Según la clasificación químico-mineralógica de Villaseca (2011) las rocas graníticas de la ZCI se pueden clasificar en cinco grandes series: (1) leucogranitos peraluminicos de dos micas (S1); (2) granitos ricos en P, muy peraluminicos (S2); (3) granitos pobres en P, moderadamente peraluminicos (S3); (4) granitos moderadamente a ligeramente peraluminicos (S4); y (5) granitos de tipo I ligeramente peraluminicos (I). A menudo granitos de distintas series afloran en un mismo sector, dificultando el establecimiento de sus relaciones petrogenéticas con las mineralizaciones de Li.

TIPOLOGÍA DE LAS MINERALIZACIONES DE LI

Las mineralizaciones de Li de la ZCI se

pueden agrupar en cuatro tipos: (1) diques aplopegmatíticos que aparecen en grupos dando lugar a campos pegmatíticos (de ≈ 10 a >100 diques), y que pueden aparecer encajados tanto en rocas metasedimentarias como graníticas, mostrando en ocasiones una distribución zonal a partir del granito parental, con un aumento paulatino en el contenido en $Li \pm F$ y otros elementos incompatibles a medida que aumenta la distancia al plutón. Generalmente estos diques no muestran una zonación interna, aunque sí es relativamente frecuente el desarrollo de unidades bandeadas, generalmente paralelas a los contactos con la roca de caja. También es común la presencia de cristales de feldespato "en peine", perpendiculares a los contactos con la roca de caja. Su mineralogía es simple, incluyendo albita, cuarzo y feldespato potásico como minerales mayoritarios, y moscovita como minoritario. En los diques más ricos en Li y F la mica de Li puede llegar a ser muy abundante (hasta $\approx 35\%$ en volumen), mientras que en los diques ricos en Li, pero con menores contenidos en F, tanto la espodumena como la petalita pueden llegar a ser muy abundantes (hasta $\approx 50\%$ en volumen); (2) cúpulas leucograníticas enriquecidas en Li. Es menos frecuente que el tipo 1. En ellas el Li puede aparecer concentrado en las unidades apicales o marginales de cúpulas leucograníticas muy fraccionadas, encajadas en materiales metasedimentarios. Estos cuerpos pueden ser muy homogéneos o completamente heterogéneos. Las texturas allí observadas incluyen cristales de feldespato "en peine" y bandeados de tipo "stockscheider". Albita, cuarzo, feldespato potásico, micas y turmalina son sus minerales principales, mientras que topacio, fosfatos de Fe-Mn y Al-Li, casiterita y columbita-tantalita son sus principales accesorios; (3) pegmatitas de berilo-

palabras clave: Pegmatita, Aplita, Litio, Fraccionamiento, Zona Centro Ibérica, España, Portugal.

key words: Pegmatite, Aplite, Lithium, Fractionation, Central Iberian Zone, Spain, Portugal.

fosfatos en las que el Li está contenido en fosfatos de Fe-Mn, principalmente de la serie trífilita-litiofilita. Estos se presentan normalmente en masas subredondeadas de hasta 1,5 m de diámetro. Los principales minerales de estas pegmatitas son cuarzo, berilo, moscovita y fosfatos; con biotita, chloro, óxidos de Nb-Ta y apatito como fases menores y accesorias. Estas pegmatitas están habitualmente encajadas en rocas graníticas, mostrando a menudo un contacto gradual y una zonación interna bien desarrollada, con un núcleo de cuarzo prominente y un tamaño de grano grueso a muy grueso, principalmente en las zonas intermedias y en el margen del núcleo; y, (4) venas hidrotermales de cuarzo ricas en montebrosita, que aparecen asociadas a leucogranitos. La montebrosita aparece en masas de hasta 50 cm de diámetro. Feldspatos, casiterita y óxidos de Nb-Ta pueden aparecer como fases menores o accesorias.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS DIQUES APLOPEGMATÍTICOS Y DE LOS GRANITOS

Los diques aplopegmatíticos de la ZCI son rocas peraluminicas, con valores medios de A/CNK >1.31. Su contenido en SiO₂ es muy variable, la mayoría en el rango 66,5 a 75,8 %. Todos los diques son ricos en Na, con valores medios de Na₂O >4,8 %. Los contenidos en K son notablemente inferiores, con una media de K₂O de 2,8%. Fósforo, Fe y Ca son elementos menores en estas rocas, con valores medios de P₂O₅ ≈ 0,8%; de Fe₂O₃ <0,6%; y de CaO <0,5% (todos los valores en peso). Los contenidos en Mg, Ti y Mn son mucho menores, siempre <0,1% en peso de óxido. En cuanto al contenido en elementos traza, los diques más fraccionados (i.e. los más ricos en mica de Li), son también los que muestran valores más altos en elementos incompatibles tales como el Rb, Nb, Cs, Be, Hf y Sn.

Las diferentes series graníticas de la ZCI muestran distintos valores de saturación de la alúmina. Las series S1 y S2 son altamente peraluminicas (valores medios de A/CNK ≥ 1,23); mientras que los granitos de las series S3, S4 e I son marcadamente menos peraluminicos (valores medios de A/CNK ≤ 1,1). Estas series muestran tendencias composicionales similares entre sí, largas y continuas, con un descenso de los valores de Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, TiO₂, y P₂O₅ paralelo al aumento del

contenido en SiO₂. En contraste, las series S1 y S2 muestran tendencias composicionales más cortas, con un mayor contenido en P₂O₅, definiendo un carácter perfosfórico para la mayoría de estos granitos. Además, su contenido en Ca es claramente inferior al de los granitos de las series S3, S4 e I. El contenido en elementos incompatibles tales como F, Li, Ta, Cs, Rb y Sn es superior en las series S1 y S2, mostrando tendencias continuas desde S1 y S2, a través de las aplopegmatitas más simples, hasta las más ricas en Li±F, aumentando su contenido a la par que disminuyen las razones K/Rb, Nb/Ta y Zr/Hf.

DISCUSIÓN

El fraccionamiento de magmas graníticos parece ser el mecanismo más plausible para explicar el grado de diferenciación extremo que presentan los diques aplopegmatíticos de la ZCI, ya que, por una parte, es posible observar una variación química continua desde el granito parental hasta las pegmatitas más fraccionadas en algunos campos pegmatíticos y en algunas cúpulas leucograníticas y, por otra parte, la composición química de las pegmatitas estudiadas es muy diferente de la composición de cualquier fundido anatético. Según los datos químicos, no existe afinidad geoquímica entre los granitos de las series S3, S4 e I y las aplopegmatitas. Por el contrario, las series S1 y S2 muestran una clara compatibilidad química con estas rocas pegmatíticas. Todo ello, junto con las relaciones de campo, indicaría que granitos pertenecientes a las series S1 y S2, que afloran en la ZCI-N y ZCI-S respectivamente, y que son pobres en Ca y ricos en P±F, son los mejores candidatos como magmas parentales de las aplopegmatitas enriquecidas en Li de la ZCI. La baja concentración de Ca junto a contenidos relativamente altos en F, Li y P, junto con otros fundentes tales como B y H₂O, puede ser de gran importancia a la hora de explicar el desarrollo de estas aplopegmatitas de Li. Por una parte, el bajo contenido en Ca de los fundidos graníticos originales limitaría la cristalización temprana de apatito, lo que a su vez favorecería la acumulación de P y F en los fundidos residuales. Un mayor contenido en estos fundentes, junto con Li, B y H₂O reduciría notablemente la viscosidad del fundido, su temperatura de solidus y liquidus, y el grado de polimerización, a la par que aumentaría su difusividad y movilidad, y

con ello su habilidad para segregarse y migrar a través de la corteza. La variación composicional gradual observada en algunos campos pegmatíticos y en cúpulas graníticas desde su parte inferior hacia techo, sugiere que los fundidos pudieron sufrir un mecanismo de fraccionamiento "in situ", dentro de la cámara magmática. Si el sistema se abre, el fundido acumulado en la parte apical, de baja viscosidad y alta movilidad, podría escapar e inyectarse en fracturas u otras discontinuidades de la roca encajante, dando lugar a los campos pegmatíticos. La segregación vertical previa podría explicar la zonación observada en alguno de estos campos, con el material más enriquecido en fundentes y volátiles, acumulado en las zonas más apicales, llegando a las áreas más distales al plutón. Si por el contrario, el sistema permanece cerrado, el resultado sería el desarrollo de una cúpula leucogranítica enriquecida en Li y otros elementos incompatibles (Roda Robles et al., 2016).

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto de investigación CGL2012-31356, que cuenta con fondos FEDER; y por la ayuda a grupos de investigación GIU/1216 de la UPV/EHU.

REFERENCIAS

- Bea, F., Montero, P. & Molina, J.F. 1999: *Mafic precursors, peraluminous granitoids, and late lamprophyres in the Avila batholith: A model for the generation of Variscan batholiths in Iberia*. *Journal of Geology* 107(4), 399.
- Dias, G., Leterrier, J., Mendes, A., Simões, P.P. & Bertrand, J.M. 1998: *U-Pb zircon and monazite geochronology of post-collisional Hercynian granitoids from the Central Iberian Zone (Northern Portugal)*. *Lithos* 45(1-4), 349-369.
- Dias, G., Simões, P.P., Ferreira, N. & Leterrier, J. 2002: *Mantle and Crustal Sources in the Genesis of Late-Hercynian Granitoids (NW Portugal): Geochemical and Sr-Nd Isotopic Constraints*. *Gondwana Research* 5(2), 287-305.
- Roda-Robles, E., Pesquera, A., Gil-Crespo, P.P., Vieira, R., Lima, A., Garate-Olave, I., Martins, T. & Torres-Ruiz, J., 2016: *Geology and mineralogy of Li mineralization in the Central Iberian Zone (Spain and Portugal)*. *Mineralogical Magazine* 80(1), 103-126.
- Villaseca, C. 2011: *On the origin of granite types in the Central Iberian Zone: contribution from integrated U-Pb and Hf isotope studies of zircon*, VIII Congreso Ibérico de Geoquímica, *Livro de Actas* 1, 271-276.