Granulitas Máficas: Un Estudio Experimental de la Fusión de la Corteza Inferior

/ RODRIGO MUÑOZ (1*), ANTONIO CASTRO (1)

(1) Departamento de Geología, Universidad de Huelva, Campus El Carmen, 21071 Huelva

INTRODUCCIÓN

Las granulitas son rocas frecuentes en contextos de corteza inferior. Varios trabajos relacionan edades y signaturas isotópicas de granulitas con intrusiones graníticas ligadas regionalmente a los cuerpos granulíticos (Janousek et al., 2006; Villaseca et al,, 2007; Castro, 2011). El principal aspecto a debatir en la relación entre la génesis de granitos y granulitas es si las granulitas son el cumulado de un líquido andesítico o son los residuos de una fusión parcial que produciría la extracción de los líquidos graníticos.

Las granulitas poseen un carácter refractario, escasez de fases hidratadas y valores de Mg# por debajo de 0.6. Una posible explicación de estas características sería el origen residual de las granulitas como restitas de la fusión parcial de un protolito anfibolítico mediante fusión por deshidratación, que daría lugar a líquidos de composición granítica (Garrido et al., 2006). Los piroxenos de las granulitas tienen además una composición similar a piroxenos restíticos producidos en experimentos que dieron lugar a líquidos graníticos (Villaseca et al., 2007).

Siguiendo esta línea hemos realizado experimentos con muestras de xenolitos de granulitas a 1000ºC y 10 kbar para poner a prueba la fertilidad y el carácter residual de las granulitas y comprobar los efectos distintas composiciones de granulitas a condiciones fijas de presión y temperatura.

MUESTRAS

Las muestras utilizadas para llevar a cabo los experimentos son xenolitos granulíticos procedentes de Paso de Indios, Argentina y el Sistema Central, España, correspondientes a las muestras 103490-B y 81845 de Villaseca et al. (2007), y E909-6.3B de Castro et al. (2011). Los porcentajes de óxidos de elementos mayores pueden observarse en la Tabla 1.

Los xenolitos de Paso de Indios (GPI) fueron tomados de diques de basalto alcalino asociados a procesos de vulcanismo paleógeno. La composición mineral consiste principalmente en clinopiroxeno, ortopiroxeno, plagioclasa, ilmenita y espinela. La geoquímica en elementos mayores es semejante a la de un basalto toléitico, con bajo contenido en sílice (SiO_2 = 48 wt%). La diferencia con los basaltos es su alto contenido en calcio (> 10 wt%).

Los xenolitos del Sistema Central (GMA y GMB) fueron tomados de diques pérmicos de lamprófidos alcalinos y diabasas en la provincia de Ávila. La principal diferencia geoquímica entre ambas es el alto contenido en sílice dela muestra GMB. Los valores altos de K_2O y bajos de CaO en GMB con respecto a GMA se deben principalmente a la diferencia en la mineralogía de los feldespatos.

	SiO_2	Al_2O_3	FeOt	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	LOI
GPI	48.33	18.57	8.48	6.37	10.67	2.7	1.31	1.01
GPI-LE	69.84	17.32	2.12	0.65	2.00	2.56	4.88	-
GMA	52.37	19.32	6.68	4.21	5.75	4.61	1.38	2.46
GMA-LE	65.39	20.26	4.43	1.18	3.02	1.84	2.66	-
GMB	59.36	17.29	6.35	3.19	2.28	3.15	3.89	2.00
GMB-LE	70.33	16.21	1.86	0.44	0.93	3.51	6.43	-

Tabla 1. Composición en elementos mayores (wt%) de las granulitas de Paso de Indios (GPI) y del Sistema Central Español (GMA, GMB), y la media de los líquidos experimentales resultantes de la fusión de cada una (LE).

TÉCNICAS EXPERIMENTALES

Las muestras han sido molidas con acetona en mortero de ágata y secadas durante 12 horas en una mufla a 90ºC. Los experimentos se han llevado a cabo con prensas pistón-cilindro de tipo Boyd-England de la Unidad Asociada de Petrología Experimental CSIC-Universidad de Huelva.

Se han usado cápsulas experimentales de oro de 3 mm de diámetro y de 6 a 8 mm de longitud, soldadas en un extremo y cerradas manualmente en el opuesto. Las condiciones de presión y temperatura fijadas para todos los experimentos fueron de 10 kbar y 1000ºC. El tiempo de duración de los experimentos fue de 48 a 72 horas.

RESULTADOS

GPI y GMB produjeron un volumen de líquido de entre 10 y 15% en GPI y 20 y 30% en GMB extendidos por toda la cápsula. El porcentaje de líquido en GMA fue menor del 5% y se concentró en la zona cercana al hot spot.

Los líquidos experimentales fueron analizados con EPMA y la media de los tres experimentos puede observarse en la Tabla 1. En los tres casos se observa que los líquidos resultantes tienen contenidos en hierro, calcio y magnesio bastante más bajos que la roca de partida y un mayor contenido en sílice y potasio. Rocas de una afinidad de gabróica a diorítica producen líquidos de

palabras clave: Fusión Parcial, Granulitas, Corteza Inferior | *key words:* Partial Melting, Granulites, Lower Crust

*corresponding author: rod.mu.cr@gmail.com

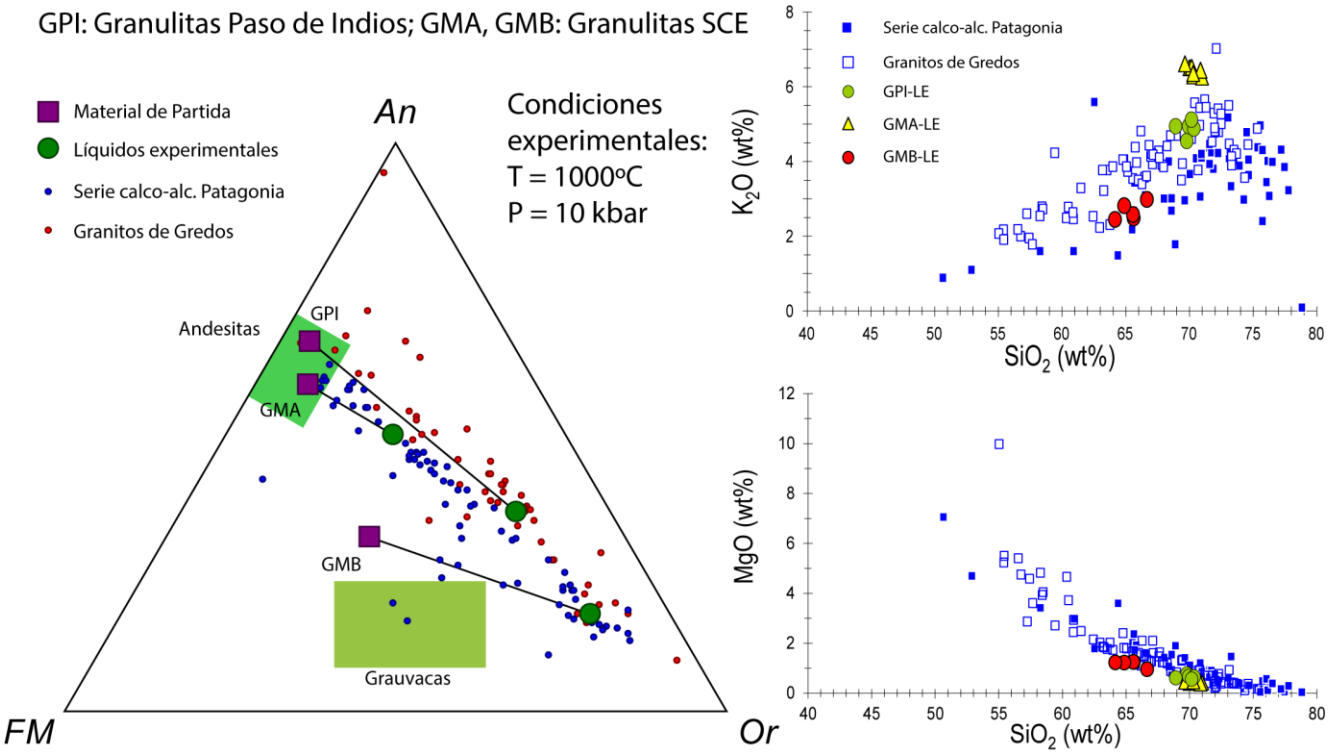

fig 1. *Triángulo del espacio composicional CKMF (An, Or, FM) mostrando las posiciones de las rocas granulíticas utilizadas como material de partida en los experimentos y la media de los líquidos experimentales resultantes de su fusión. También se presentan diagramas de variación composicional de los líquidos experimentales para K_2O y MgO frente a SiO_2. En todos los diagramas se representan las posiciones de las series graníticas de Gredos y Patagonia.*

una afinidad tonalítica a granítica.

Los análisis han sido comparados con las composiciones de rocas de la serie calco-alcalina del batolito de Patagonia y con granitoides del batolito de Gredos. Los líquidos experimentales de GPI presentan una semejanza composicional con granodioritas de la serie calco-alcalina del batolito de Patagonia. Los líquidos experimentales de GMA se asemejan a las granodioritas de Gredos y los de GMB a los leucogranitos de Gredos.

Hemos representado los líquidos experimentales en el espacio composicional CKFM (Fig. 1) enlazados mediante líneas con sus rocas de partida. Hemos representado los campos típicos de grauvacas y andesitas para resaltar la heterogeneidad de las granulitas composicionalmente y su similitud geoquímica como protolito a diversas litologías. Los fundidos parecen seguir la tendencia de líquidos cotécticos definida por los granitos en series calco-alcalinas. En el caso de GMA un porcentaje menor de fusión produce un líquido mucho más anortítico de lo esperado, con una composición tonalítica.

Los porcentajes de fusión no parecen guardar una relación clara con los contenidos en agua o la geoquímica de las rocas, sino más bien con la paragénesis de éstas. GMA es una roca mucho más pobre que GPI y GMB en contenido de feldespato potásico. Se puede observar en la Fig. 1 la variación composicional de K_2O frente a sílice, GMB se mantiene en el campo propio de las rocas tonalíticas mientras que GMA presenta valores bastante altos de potasio. Los valores de hierro, magnesio y calcio se ajustan bastante bien a las variaciones composicionales típicas en rocas graníticas, a pesar de ser las granulitas una fuente con un valor relativamente bajo de magnesio. En la Fig. 1 también se observa como los líquidos experimentales de GPI se ajustan mejor a la tendencia de las series calco-alcalinas que los de GMA y GMB.

CONCLUSIONES

Si bien varios aspectos apoyan el modelo de granulitas como restitas de una fusión parcial, con estos experimentos hemos probado que aún siguen siendo rocas con una relativa fertilidad capaces de generar líquidos en muchos aspectos semejantes a los granitos de intrusiones regionalmente relacionadas con los cuerpos granulíticos.

REFERENCIAS

Castro, A., Aragón, E., Díaz-Alvarado, J., Blanco, I., García-Casco, A., Vogt, K., Liu, D.Y. (2014): Age and composition of granulite xenoliths from Paso de Indios, Chubut province, Argentina. Journal of South American Sciences, ***32****, 567-574.*

Castro, A. (2014): The off-crust origin of granite batholiths. Geoscience Frontiers, ***5****, 63-75.*

Garrido, C.J., Bodinier, J.L., Burg, J.P., Zeilinger, G., Hussain, S., Dawood, H., Chaudhry, M.N., Gervilla, F. (2006): Petrogenesis of mafic garnet granulite in the lower crust of the Kohistan paleo-arc complex (Northern Pakistan): Implications for intra-crustal differenciation of island arcs and generation of continental crust. Journal of Petrology, ***47****, 1873-1914.*

Janousek, V., Gerdes, A., Vrana, S., Finger, F., Erban, V., Friedl, G., Braithwaite, C. (2006): Low-pressure granulites of the Lisov massif, Southern Bohemia: Visean metamorphism of late Devonian plutonic arc rocks. Journal of Petrology, ***47****, 705-744.*

Villaseca, C., Orejana, D., Paterson, B., Billstrom, K., Pérez-Soba, C. (2007): Metaluminous pyroxene-bearing granulite xenoliths from the lower continental crust in central Spain: their role in the genesis of Hercynian I-type granites. Eur. J. Mineral, ***19****, 463-477.*