

**Origen de las aguas responsables del proceso de  
serpentinización en la Faja Ofiolítica  
Mayarí-Baracoa (Cuba oriental).  
Un estudio isotópico de H y O**

**On the origin of waters responsible for  
serpentinization processes in the  
Mayarí-Baracoa Ophiolitic Belt  
(Eastern Cuba).  
An H and O isotope study**

J.A. PROENZA(1), P. ALFONSO(2), J.C. MELGAREJO(1), F. GERVILLA(3), J.  
TRITLLA(4), Y A.E. FALLICK(2).

- (1) Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona. E- mail: joaquin@natura.geo.ub.es
- (2) Isotope Geosciences Unit, SURRC, East Kilbride, Glasgow, UK.
- (3) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (Universidad de Granada-CSIC), Facultad de Ciencias. Avda Fuentenueva s/n, 18002 Granada.
- (4) Departamento de Geoquímica, Instituto de Geología, Circuito de la Investigación Científicas, UNAM, Ciudad Universitaria, 14510 México D.F., México.

La composición isotópica del H y O en los minerales del grupo de la serpentina proporciona una valiosa información acerca de los fluidos involucrados en los procesos de serpentinización que sufren las rocas básicas y ultrabásicas (Wenner y Taylor, 1973, 1974; Burkhard y O'Neil, 1988; Yui *et al.*, 1990, Sakai *et al.*, 1990). Estos trabajos sugieren la existencia de 4 tipos de agua responsables de los procesos de serpentinización: 1) agua derivada de la deshidratación de la placa subducente ("serpentininas de suprasubducción"); 2) agua marina, con un menor componente de agua magmática ("serpentininas oceánicas"), 3) agua metamórfica ("serpentininas continentales"); y 4) agua meteórica ("serpentininas ofiolíticas"). Teniendo en cuenta estos resultados, en este trabajo se pretende caracterizar la composición isotópica de los fluidos implicados en el proceso de serpentinización de las rocas ultrabásicas basales de la faja ofiolítica Mayarí-Baracoa, a partir de muestras de cromititas y dunitas serpentinizadas, representativas de los tres distritos mineros existentes en la faja. Estos distritos mineros se denominan, de este a oeste, distrito de Moa-Baracoa (contiene cromititas ricas en Al), distrito de Sagua de Tánamo (contiene cromititas ricas en Al y ricas en Cr) y distrito de Mayarí (contiene cromititas ricas en Cr). De acuerdo con Proenza *et al.* (1999a), el ambiente más probable para la formación de estos depósitos de cromita es una porción del manto situada por encima de una zona de subducción.

Las principales fases minerales primarias presentes en las muestras seleccionadas son cromita y olivino. En menor pro-

porción se presentan, también, pargasita, clinopiroxeno, ortopiroxeno, plagioclasa, rutilo, sulfuros de Ni y laurita. Estas asociaciones minerales han sufrido dos etapas de alteración (Proenza *et al.*, 1999b): a) una etapa de serpentinización, en la cual se produce el reemplazamiento del olivino por minerales del grupo de la serpentina, y b) una etapa de ferricromitización-cloritización, en la cual se produce el reemplazamiento de la cromita por ferricromita, y el de los minerales del grupo de la serpentina por clorita. Los principales minerales del grupo de la serpentina presentes son lizardita y crisotilo y, en menor proporción, antigorita.

Los resultados analíticos obtenidos muestran que todas las serpentininas intersticiales en la matriz de las cromititas presentan un estrecho rango de variación de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta\text{D}$  ( $+4.7 \leq \delta^{18}\text{O} \leq +6\%$ ,  $-66 \leq \delta\text{D} \leq -60\%$ ). En las serpentininas de las cromititas de Moa-Baracoa los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  varían entre  $+5.3$  y  $+6\%$ , y los  $\delta\text{D}$  entre  $-65$  y  $-60\%$ . En las serpentininas de las cromititas de Sagua de Tánamo los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  oscilan entre  $+5.4$  y  $+5.8\%$  y los  $\delta\text{D}$  entre  $-66$  y  $-64\%$ . Las serpentininas de las cromititas de Mayarí presentan valores de  $\delta^{18}\text{O}$  entre  $+4.7$  y  $+5.2\%$ , mientras que los de  $\delta\text{D}$  varían entre  $-63$  y  $-60\%$ . Estos valores son similares a los que presentan las serpentininas de las dunitas serpentinizadas encajantes de las cromititas de Moa-Baracoa ( $\delta^{18}\text{O} = +6.2\%$  y  $\delta\text{D} = -66\%$ ). En cambio, las serpentininas en las dunitas serpentinizadas de Mayarí presentan valores similares de  $\delta\text{D}$  ( $-68$  a  $-63\%$ ), pero mayores de  $\delta^{18}\text{O}$  ( $+10.3$  a  $+11.3\%$ ), que las serpentininas de las cromititas y de las

dunitas de Moa-Baracoa. Las cloritas que se han formado como producto de la alteración de las serpentinas tienen valores de  $\delta^{18}\text{O}$  que oscilan entre +4.7 y +7.5‰ y los  $\delta\text{D}$  entre -52 y -10‰.

Los datos presentados en este trabajo muestran que los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta\text{D}$  en las serpentinas de la faja ofiolítica Mayarí-Baracoa se sitúan fuera del dominio de las "serpentinas ofiolíticas" definido por Wenner y Taylor (1973, 1974). Sin embargo, se localizan dentro, o muy cerca, del dominio de las "serpentinas oceánicas" ( $+0.8 \leq \delta^{18}\text{O} \leq +6.7\text{‰}$ ,  $-68 \leq \delta\text{D} \leq -35\text{‰}$ ), y del de las "serpentinas de suprasubducción" ( $+6.1 \leq \delta^{18}\text{O} \leq +8.2\text{‰}$ ,  $-63 \leq \delta\text{D} \leq -52\text{‰}$ ) (Sakai *et al.*, 1990). Estos resultados ponen claramente de manifiesto que las aguas responsables del proceso de serpentización en la faja Mayarí-Baracoa no fueron aguas meteóricas, ni metamórficas. Por el contrario, sugieren un origen de los procesos de serpentización bien a partir de aguas marinas, o bien a partir de aguas derivadas de la deshidratación de una corteza oceánica subducente. Esta última conclusión es soportada a partir del modelo (para un sistema abierto) de Sakai *et al.* (1990). No obstante, el origen de las aguas responsables del proceso de serpentización en los complejos ofiolíticos es muy polémico. Así, Wenner y Taylor (1973) concluyen que las serpentinas en los complejos ofiolíticos se han formado a partir de la interacción de aguas meteóricas, y definen campos, muy bien delimitados, diferentes para las "serpentinas ofiolíticas" y para las "serpentinas oceánicas". Esta conclusión, en principio, parece paradójica dado que los complejos ofiolíticos serían un equivalente "fósil" de la

litosfera oceánica. Sin embargo, otros datos de H y O en serpentinas de varios complejos ofiolíticos (ej: Sturchio *et al.*, 1989; Melcher *et al.*, 1999) son coherentes con el campo de "serpentinas ofiolíticas" definido por Wenner y Taylor (1973) y con la idea de que las "serpentinas ofiolíticas" se han formado a partir de aguas meteóricas locales. Alternativamente, Sherppard (1980) ha sugerido que aguas metamórficas pueden ser una posible fuente para explicar los datos isotópicos de las serpentinas de los complejos ofiolíticos de Troodos y Vourino. En otros casos, el agua marina ha sido la responsable de la formación de las serpentinas, como en el complejo ofiolítico de Fengtien (Yui *et al.*, 1990) y en las serpentinitas de Valmalenco (Burkhard y O'Neil, 1988).

Como conclusión, se puede establecer que, de acuerdo con nuestros datos y los de Yui *et al.* (1990) y Burkhard y O'Neil (1988), el denominado dominio de las "serpentinas ofiolíticas" establecido por Wenner y Taylor (1973) tiene exclusivamente un carácter descriptivo, no genético.

#### Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al proyecto PB97-1211 y a los PICG 427 y 433.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BURCKHARD, D.J.M. Y O'NEIL, J.R.O., 1998: *Contrib. Mineral. Petrol.*, 99, 498-506.  
 MELCHER, F., GRUM, W., THALHAMMER, T.V., THALHAMMER, O.A.R., 1999: *Mineral. Dep.*, 34, 250-272.  
 PROENZA, J., GERVILLA, F., MELGAREJO J.C., BODINIER J.L., 1999a: *Econ. Geol.*, 94, 547-566.

- PROENZA, J., SOLÉ, J., MELGAREJO, J.C., 1999b:  
*Can. Mineral.*, 37, 679-690.
- SAKAI, R., KUSAKABE, M., NOTO, M., ISHII,  
T. (1990) *Earth Plan. Sc. Lett.*, 100, 291-303.
- STURCHIO, N.C., ABRAJANO, T.A., JR.,  
MUROWCHICK, J.B., MUEHLENBACHS,  
K., 1988: *Tectonophysics*, 168, 101-107.
- WENNER, D.B. Y TAYLOR, H.P., JR., 1971:  
*Contrib. Mineral. Petrol.*, 32, 165-185.
- WENNER, D.B. Y TAYLOR, H.P., JR., 1973:  
*Am. Jour. Sc.*, 273, 207-239.
- WENNER, D.B. Y TAYLOR, H.P., JR., 1974:  
*Geochim. Cosmochim. Acta*, 38, 1255-1286.
- YUI, T.F., YEH, H.W., WANG LEE, C., 1990:  
*Geochim. Cosmochim. Acta*, 54, 1417-1426.