

# Granates de la serie Grosularia-uvarovita en cromititas prodriformes del yacimiento Mercedita (Cuba)

*Grossular-uvarovite garnets in podiform chromitite from Mercedita deposit (Cuba)*

J. Proenza (\*) (\*\*), J. C. Melgarejo (\*\*)

(\*). Departamento de Geología, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Las Coloradas s/n. 83320, Moa, Holguín, Cuba.

(\*\*). Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals. Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona. Martí i Franquès s/n 08028 Barcelona.

## ABSTRACT

The Mercedita chromite podiform deposit is genetically and spatially related to the Moa-Baracoa ophiolite complex (NW Cuba). The ore bodies are crosscutted by veins, filled up by uvarovite with variable amounts of chromiferous clinocllore, calcite, titanite and rutile. Garnets are zoned and display a broad composition comprised between uvarovite and grossular end members. Their andradite content is very low. These garnets were formed by hydrothermal circulation during late episodes of ophiolite emplacement.

**Key words:** Cuba, uvarovite, grossular, microprobe, hydrothermal, ophiolite, zoning.

Geogaceta, 20 (7) (1996), 1517-1519

ISSN: 0213683X

## Introducción

La serie ugrandita tiene como términos extremos grosularia, uvarovita y andradita. La fórmula estructural es  $X_3^{2+}Y_2^{3+}Si_3O_{12}$ , donde X es ocupada por Ca, con cantidades menores de cationes

divalentes en coordinación 8 (Mg, Mn,  $Fe^{2+}$ ), y la Y alberga cationes trivalentes más pequeños en coordinación 6: Al (grosularia),  $Cr^{3+}$  (uvarovita) y  $Fe^{3+}$  (andradita). Los granates uvarovíticos han sido citados en ambientes geológicos muy diversos: a) rocas básicas y ultrabásicas

metamorfizadas o serpentinizadas (Duke y Bonardi, 1982; Jan et al., 1984); b) rodingitas (Mittweide y Schandl, 1992; Moggessie y Rammlmair, 1994); c) skarns (Pan y Fleet, 1989); d) kimberlitas (Sobolev et al., 1973).

En Cuba Oriental, relacionado con trabajos de cartografía regional o exploración de cromitita, se ha citado la existencia de granates de la serie ugrandita (Thayer, 1942; Torres, 1987).

En el presente estudio se realiza la caracterización de la composición mineralógica y las variaciones composicionales a nivel intracrystalino de granates uvarovíticos presentes en el yacimiento de cromo Mercedita (Figura 1).

## Marco geológico

En el extremo nororiental de Cuba se localiza el complejo ofiolítico Moa-Baracoa, el cual ocupa un área aproximada de 1500 Km<sup>2</sup>, presentando un gran desarrollo de los niveles ultramáficos y máficos (Figura 1). Petrológicamente se caracteriza por el desarrollo de ultramafitas serpentinizadas con un predominio de las harzburgitas (definiendo el subtipo harzburgítico del complejo). En menor medida están presentes wherlitas, dunitas, dunitas plagioclásicas, lherzolitas, ortopiroxenitas y clinopiroxenitas (Thayer, 1942; Fonseca et al., 1985; Torres, 1987).

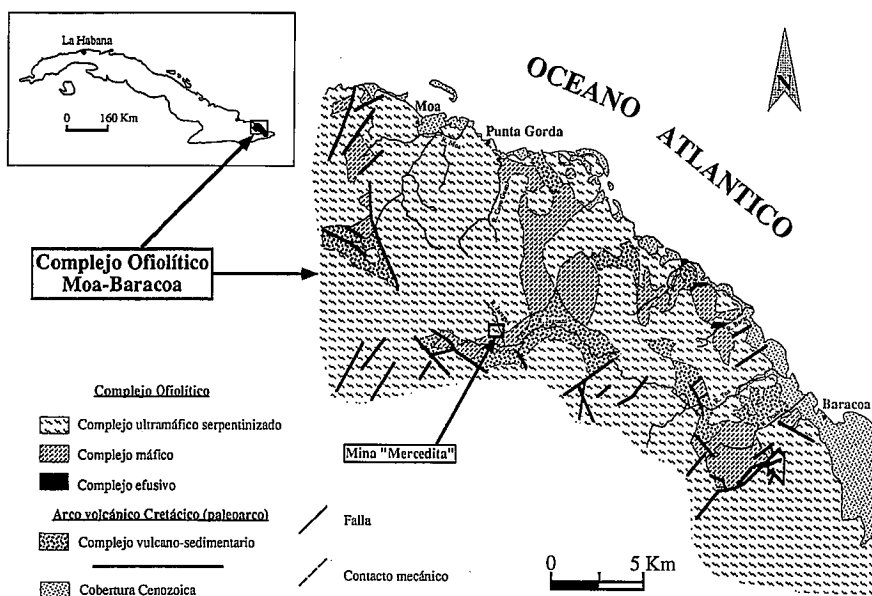


Fig. 1- Mapa geológico de la parte septentrional del complejo ofiolítico Moa-Baracoa (adaptado a partir de Nagy et al., 1976) y ubicación de la Mina Mercedita.

Fig. 1- Geological map of the northern part of the Moa-Baracoa ophiolitic complex (adapted from Nagy et al., 1976) and location of the Mercedita mine.

El complejo cumulativo máfico está representado por troctolitas, gabros s.s., gabro noritas, gabros olivínicos, anortositas y gabro pegmatitas (Ríos y Cobiella, 1984; Fonseca *et al.*, 1985). Los restantes niveles típicos de un corte ofiolítico no aparecen bien definidos. Las diabasas se presentan principalmente en forma de bloques tectónicos incluidos en gabroides (Torres, 1987) y el nivel efusivo-sedimentario está representado por lavas toleíticas y silicita. El típico corte ofiolítico se encuentra invertido, ocupando la posición estructural superior las ultramafitas (Fonseca *et al.*, 1985). Desde el punto de vista geotectónico se ha interpretado como resto de corteza oceánica perteneciente a una cuenca de tras-arco, (Iturralde-Vinent, 1994).

En el complejo se han reportado alrededor de 100 manifestaciones y yacimientos de cromititas podiformes, siendo el más importante el yacimiento Mercedita. La mineralización aflora en el límite sur del complejo ofiolítico, cerca del contacto de las ultramafitas con los gabros (figura. 1). Los cuerpos de cromitita son lenticulares, con rumbo 290-330° y buzamiento medio de unos 15-30° hacia el SW. El lente principal de cromitita presenta una potencia media de 8.2 m y una continuidad lateral de más de 100 m. Alrededor de cada lente se encuentra una envuelta de dunita parda.

Las cromititas se encuentran constituidas mayoritariamente por cromita en granos alotriomorfos de diámetro milimétrico, alrededor de los cuales u ocupando posiciones intersticiales se disponen granos de olivino. El olivino presenta alteración, en primera instancia, a minerales de la serpentina; posteriormente ésta, a su vez, es reemplazada por clinocloro.

**Morfología de la mineralización**

Los lentes de cromititas son cortados por diversas generaciones de diaclasas. Una primera generación corresponde a vetas con uvarovita, que se disponen perpendicularmente o paralelamente al eje del lente. Estas vetas, de hasta 5 mm de espesor, han sido en parte removilizadas por fenómenos deformativos tardíos, y están confinadas exclusivamente al interior de los cuerpos minerales o de la camisa de dunita. Los bordes de las vetas son netos. La cristalización en las vetas con uvarovita es concomitante con la desestabilización de cromitas de los cuerpos adyacentes. La mineralización fisural presenta un cierto carácter drúsico. La secuencia comienza con la cristalización de granate uvarovítico en cristales idiomórficos, que presenta desarrollo zonal, im-

plantados sobre la pared de la diaclasa. Sigue calcita en asociación a clinocloro, éste en agregados radiales. Estos minerales reemplazan al granate a partir de los bordes de grano o de los planos de zonación. Una segunda generación de clinocloro cromífero aparece reemplazando a la calcita siguiendo las superficies de exfoliación.

Hay una segunda generación de vetillas que corta con ángulos fuertes a la anterior. El clinocloro es el mineral dominante en las mismas, con cantidades menores de rutilo sagénitico. El rutilo aparece desestabilizado a cristales idiomórficos de titanita zonada, y sobre ésta aparecen escasos cristales de una segunda generación de uvarovita.

**Quimismo de los granates**

Se realizaron 278 análisis por microsonda electrónica de 25 muestras. En la tabla 1 se presentan una selección de aquellos que presentan extremos de los diferentes *trends* de variación observados. Los análisis químicos se han efectuado con una microsonda electrónica CAMECA SX50 con cuatro espectrómetros WDS en los Servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Barcelona (Cataluña). La corriente sobre la muestra era de 15 nA y la tensión de aceleración de 15 KV. Se han analizado las líneas K $\alpha$  del Mn y Cr con un cristal LIF; del Si, Al, Mg con un TAP, del Ca, Ti y K con un PET. Los patrones utilizados son ortosa (Si, Al), rutilo (Ti), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Fe), rodonita (Mn), periclasa (Mg), Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Cr), wollastonita (Ca).

La composición de los granates abarca un amplio intervalo (uv<sub>17</sub>-uv<sub>63</sub>) de la serie uvarovita-grosularia, con escasa proporción de componente andradita (figura. 2). Este tipo de zonación es el más común en los granates crómicos (Jan *et al.*, 1984). Los contenidos de V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, MgO y K<sub>2</sub>O son muy bajos, inclusive algunas veces por debajo del límite de detección analítico. El balance de carga sugiere que casi todo el hierro se encuentra como hierro trivalente.

La zonación es de tipo oscilante, con bandeado alternante, y se refleja esencialmente en la relación Al/Cr (Figura. 3), o sea en los componentes uvarovita-grosularia. El Ti, de acuerdo con el balance de cargas, ocupa posición octaédrica y actúa con valencia 3. Las zonas más ricas en Ti son también las más ricas en Cr.

**Discusión de los resultados y conclusiones**

Las diaclasas con granate están confinadas al interior de los cuerpos cromíferos. Por tanto, pueden interpretarse como la respuesta a la deformación de un

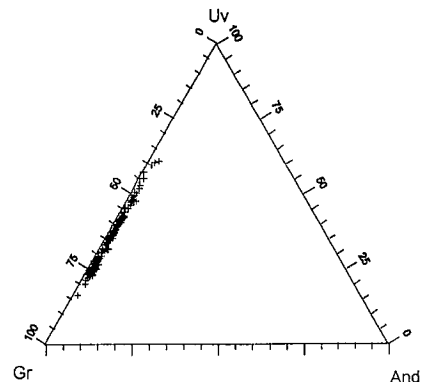


Fig. 2- Composición de los granates de la serie grosularia-uvarovita: grosularia (Gr), uvarovita (Uv), andradita (And).

Fig. 2- Composition of grossular-uvarovite garnets: grossular (Gr), uvarovite (Uv), andradite (And).

cuerpo rígido (las cromititas) envuelto por rocas más plásticas (las serpentinitas). Así pues, su formación es tardía en relación al proceso de serpentinización, lo que concuerda con lo sugerido por Bamba (1984). Las vetas de uvarovita se han formado por la desestabilización de cromita debido a la circulación de soluciones hidrotermales ricas en Ca. La fuente de los elementos

	M1c-10	M1c-13	M8a-16	M8a-4	M8b-3	M8b-5	M9a-8	M9a-9
SiO <sub>2</sub>	38.65	38.81	38.70	39.29	39.51	38.58	38.03	37.49
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.84	0.74	0.21	0.38	0.31	0.71	1.92	2.90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.93	15.43	14.95	15.75	17.62	12.83	8.62	6.79
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.23	0.23	0.06	0.07	0.09	0.19	0.36	0.71
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.54	8.01	9.09	7.30	5.25	11.37	16.22	16.87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.33	0.64	0.50	0.72	0.31	0.29	0.30	0.75
MgO	0.02	0.08	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	0.03
CaO	36.00	36.32	35.86	36.32	36.82	35.83	34.91	34.60
MnO	0.17	0.02	0.00	0.03	0.00	0.13	0.00	0.05
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00
Total	99.71	100.28	99.42	99.89	99.97	99.96	100.43	100.20

Si	6.01	5.99	6.03	6.06	6.04	6.03	6.03	6.02
Ti	0.11	0.09	0.03	0.05	0.05	0.09	0.23	0.39
Al	2.74	2.80	2.75	2.87	3.18	2.36	1.61	1.28
V	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.10
Cr	1.05	0.98	1.12	0.89	0.64	1.41	2.03	2.14
Fe <sup>3+</sup>	0.04	0.07	0.06	0.08	0.04	0.03	0.04	0.09
Mg	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	6.00	6.00	5.99	6.00	6.03	6.00	5.94	5.95
Mn	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
Fe <sup>2+</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Total	16.00	16.01	15.99	15.98	16.00	16.00	15.97	15.98

Gr	71.35	72.72	69.97	74.73	82.38	62.10	43.75	36.46
Uv	27.34	25.45	28.49	23.17	16.58	37.10	55.16	60.96
And	1.04	1.81	1.52	2.08	1.03	0.80	1.08	2.56

Tabla 1. Composición química de los granates. Análisis realizados mediante microsonda electrónica.

Table 1. Chemical composition of the garnets (electron microprobe analyses).

necesarios para formar la uvarovita merece discusión. Al y Cr pueden liberarse durante el reemplazamiento de cromita por ferricromita, pero el Ca precisa una fuente externa. El mecanismo del metasomatismo cálcico en rocas ultramáficas serpentinizadas, uno de cuyos efectos es la formación de rodingitas (Mittwede y Schandl, 1992), se relaciona genética y temporalmente con los procesos de serpentización o se vincula a la entrada de soluciones hidrotermales ricas en Ca, producto de lixiviación de gabros. En la mina Mercedita y, por extensión, en los cuerpos cromíticos de la zona de Moa-Baracoa, las mineralizaciones de uvarovita se forman en cuerpos situados en proximidad a los complejos de gabros, lo que en primera instancia sugiere el segundo mecanismo.

### Agradecimientos

Los análisis fueron realizados en los Servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Barcelona, siendo los analistas X. Llobet y J. García Veiga. Al personal de la Mina Mercedita, por las facilidades que nos ofrecieron para el muestreo de la mineralización. Al Instituto de Cooperación Iberoamericana por la concesión de una beca ICI para la realización de la tesis doctoral del primero de los firmantes. Al Dr. Jordi Tritlla por la ayuda prestada en la elaboración de los gráficos.

### Referencias

- Bamba, T. (1984): A model illustrating the formative process of the podiform chromite deposits in some alpine orogenic terrains. Syngensis and epigenesis in the formation of mineral deposit (Eds. A. Wauschkuhyn et al.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Deer, W.A., Howie, R.A. & Zussman, J. (1982): Rock-forming Minerals. vol. 1A, orthosilicates. 2<sup>nd</sup> Ed., Longman, London.
- Duke, J.M. & Bonardi, M. (1982): Chromian andradite from Reaume Township, Ontario. *Can. Mineral.* 20, 49-53.

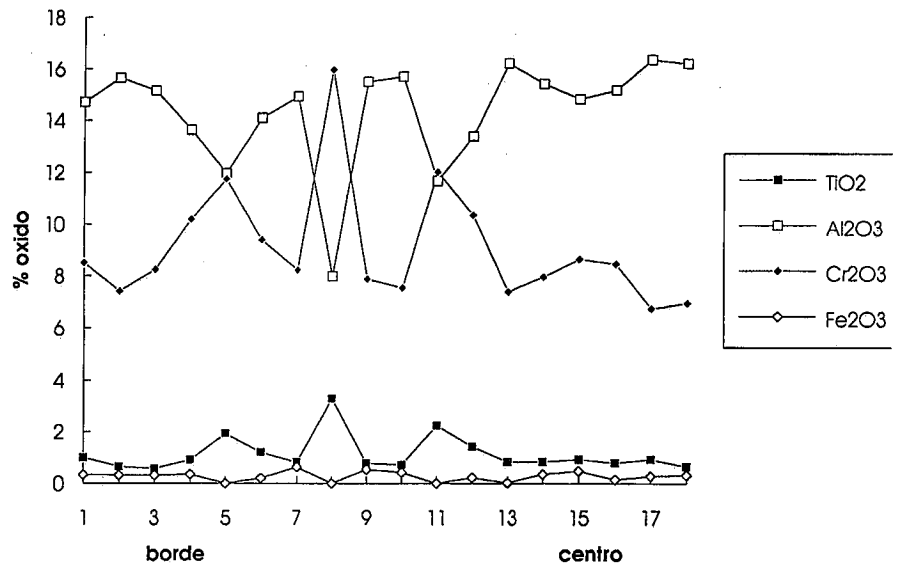


Fig. 3- Perfil de composición química a través de un cristal de granate zonado (distancia borde-centro: 1.3 mm).

Fig. 3- Profile of chemical composition throughout a zoned garnet crystal (border-center distance: 1.3 mm).

- Fonseca, E., Zelepugin, V.N & Heredia, M. (1985): Structure features of the ophiolite association of Cuba. *Geotectonic.* 19, No. 4, 321-329.
- Iturralde-Vinent, M.A. (1994): Cuba Geology: a New plate-tectonic synthesis. *Journal of Petroleum Geology.* 17, 39-70.
- Jan, M.Q., Windley, B.F. & Wilson R.N. (1984): Chromian andradite and olivine-chromite relations in a chromitite layer from the Jijal complex, Northwestern Pakistan. *Can. Mineral.* 22, 341-345.
- Mittwede, S.K. & Schandl, E.S. (1992): Rodingites from the southern Appalachian Piedmont, South Carolina, USA. *Eur. J. Mineral.* 4, 7-16.
- Mogessie, A. & Rammlmair, D. (1994): Occurrence of zoned uvarovite-grossular garnet in a rodingite from the Vumba Schist Belt, Botswana, Africa: implications for the origin of rodingites. *Mineral mag.* 58, 375-386.
- Nagy, E., Brezsnysky, K., Brito, A., Coutin, D., Formell, F., Franco, G., Gyarmati, P., Jakus, P. & Radocz, Gy. (1976): Mapa geológico de la provincia de Oriente a escala 1:250 000, Academia de Ciencias de Cuba.
- Pan, Y. & Fleet, M.E. (1989): Cr-rich calc-silicates from the Hemlo area, Ontario. *Can. Mineral.* 27, 565-577.
- Ríos, Y.L., Cobiella, J.L. (1984): Estudio preliminar del macizo de gabroides Quesigua de la ofiolitas del este de la provincia de Holguín. *Minería Y Geología.* 2, 109-132.
- Sobolev, N.V., Lavrent'ev, Yu.G., Pokhilenko, N.P. & Usova, L.V. (1973): Chrome-rich garnets from the kimberlites of Yakutia and their parageneses. *Contrib. Mineral. Petrol.* 40, 39-52.
- Thayer, P.T. (1942): Chrome resources of Cuba. *U. S. Geological Survey Bulletin.* 93-A, 1-74.
- Torres, M. (1987): Características de la asociación ofiolítica de la región norte de Moa-Baracoa y su relación con el arco volcánico Cretácico. Trabajo de diploma, Fondo Geológico ISMM de Moa, Cuba.