

Paragénesis y Composición de la Turmalina en Enclaves Metasedimentarios, Turmalinitas y Rocas Graníticas de la Península de O Grove (Pontevedra)

/PEDRO PABLO GIL-CRESPO (1,*), ALFONSO PESQUERA (1), JOSÉ TORRES-RUIZ (2), ENCARNACIÓN RODA-ROBLES(1)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad del País Vasco, Bilbao. Apdo.- 644. 48080 BILBAO.

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada. Fuentenueva s/n. 18002 GRANADA.

INTRODUCCIÓN.

La turmalina es un mineral accesorio que puede encontrarse en una amplia gama de rocas de la corteza terrestre. Es un borosilicato complejo con fórmula general $XY_3Z_6Si_6O_{18}(BO_3)_3V_3W$, donde X = Na, Ca, K, vacancias, Y = Fe²⁺, Mg, Mn, Li, Al, Ti, Fe³⁺, V, Cr, Cu²⁺, Z = Al, Mg, Fe³⁺, Cr, V, W = O, OH, y W = O, OH, F, Cl. Su complejidad química y carácter refractario le confieren un gran interés petrogenético. Este estudio trata sobre la paragénesis y la variación composicional de la turmalina en enclaves metasedimentarios, con turmalinitas y venas (turmalina-cuarzo), asociados a la facies leucogranítica del plutón de Caldas de Reis, en la parte occidental de la península de O Grove en Pontevedra (Abril-Hurtado, 1981, Cuesta, 1991).

PETROGRAFÍA.

La turmalina es frecuente y, localmente, abundante en diferentes litologías de la península de O Grove:

(1) Enclaves metasedimentarios donde la turmalina tiende a concentrarse en niveles subparalelos, en cantidades generalmente <10%. Se asocia a cuarzo, biotita, moscovita, andalucita y sillimanita -estos últimos localmente abundantes-, ilmenita, circón, \pm espinela. La turmalina es automorfa con una zonación poco definida, aunque en algunos cristales observamos núcleos de colores claros verdosos y bordes marrón anaranjados. Dentro de estos enclaves existen niveles de turmalinitas masivas, de 10-90 cm de espesor, que pueden presentar estructura boudinada. La turmalina (>90% vol.) y el cuarzo son los minerales principales, con biotita,

moscovita, andalucita, apatito, ilmenita, epidota y rutilo-anatasa (\pm pirita y \pm arsenopirita) como accesorios. La turmalina es automorfa-subautomorfa, de tamaño de grano fino a muy fino (50-300 μ m perpendicularmente al eje C), exhibiendo, a veces, microfracturas transversales a su elongación. Los cristales están generalmente zonados, con núcleos de color marrón claro o azul claro, y bordes marrón verdoso a marrón anaranjado.

(2) Las venas de cuarzo - turmalina se asocian a las turmalinitas, y contienen biotita, moscovita, apatito, sillimanita, piritita, arsenopirita, y clorita como minerales accesorios. La turmalina se presenta en cristales de mayor tamaño (<2mm perpendicularmente al eje C) que pueden aparecer fracturados y con recrecimientos. La zonación, que puede ser oscilatoria, varía de un color marrón claro-beis en los núcleos, a marrón anaranjado o marrón oscuro en los bordes y en las proximidades a las fracturas.

(3) Niveles aplíticos donde la turmalina aparece formando manchas ("spots") de tamaños milimétricos a centimétricos. Posee un carácter tardío con cristales de carácter xenomorfo que engloban a cuarzo y plagioclasa. Ópticamente presentan una zonación compleja, con diferentes tonalidades de color azul, verde y marrón.

(4) En el leucogranito la turmalina se encuentra en cavidades miarolíticas y puede formar cristales xenomorfos-subautomorfos de hasta 5mm, en los que se pueden diferenciar núcleos de color azul oscuro y bordes verde-marrón. En algunos casos la turmalina aparece reemplazando a la microclina.

(5) En niveles pegmatíticos (10-20 cm de potencia) la turmalina aparece como cristales automorfos de tamaño centimétrico asociada a cuarzo, moscovita y feldespato potásico. Al microscopio se pueden distinguir diferentes zonas de colores verde y marrón, con bordes estrechos de color marrón oscuro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La composición química de la turmalina se ha determinado por microsonda electrónica (Universidad de Granada). En general, las turmalinas analizadas son aluminicas (Al >6) y pobres en Ca, aparentemente con predominio de grupos OH en las posiciones V y W. La composición química puede describirse (Pesquera et al., 2008) dentro del cuadrilátero de componentes chorlo -foitita - dravita -magnesiofoitita, con cantidades variables de olenita, desde valores medios de 9.8% en turmalinas de venas hasta 16.9% para turmalinas de pegmatitas (Tabla 1). Salvo los núcleos de la turmalina de las pegmatitas, que corresponden a foitita, el resto de las muestras analizadas caen prácticamente en el dominio del chorlo con $Mg/(Mg+Fe) = 0.05-0.5$ y $Vac(X)/(Vac(X)+Na) = 0.10-0.5$ (Fig. 1a). Estos rangos de valores se reflejan en porcentajes variables de chorlo, dravita, foitita y magnesiofoitita (Tabla 1). Los componentes uvita y feruvita son de menor importancia (<6%). Las turmalinas de las turmalinitas son más ricas en Mg y Ti que en el resto de las asociaciones, probablemente como reflejo de la composición global del protolito. Las que proceden de venas muestran una variabilidad importante en la relación Mg/(Mg+Fe), pero muy

palabras clave: Turmalina, Mineralogía, Metasedimentos, Leucogranito.

key words: Tourmaline, Mineralogy, Metasediments, Leucogranite.

pequeña en $Vac(X)/(Vac(X)+Na)$ (Fig. 1a). Los núcleos de las turmalinas asociadas a las vacuolas miarolíticas son más sódicos y ligeramente más ricos en Mg que los bordes, que puede responder al influjo diferencial de estos constituyentes en el fluido y/o al descenso de la temperatura durante su formación (von Goerne et al., 2001). En conjunto, la variación de Mg y Fe en las turmalinas está controlada por la sustitución $MgFe_{-1}$, pero otros operadores de intercambio tales como $XAl(R^{2+}Na)_{-1}$ y $AIO(R^{2+}OH)_{-1}$, donde $R^{2+} = Mg + Fe^{2+} + Mn$, y X = vacancias (Fig. 1b), han sido también operativos. El mecanismo que conduce a la desprotonización parece haber controlado la incorporación de Al en la

turmalina en mayor medida que el vector que conduce a la pérdida de Na. La sustitución $AIO(R^{2+}OH)_{-1}$ se ve afectada por el pH (Henry et al., 2002) y, por ello, la variación en el contenido de Al de las turmalinas puede estar relacionada con cambios en el carácter de los fluidos.

Las diferencias composicionales más importantes entre las turmalinas de O Grove, especialmente en Na, Al y $Mg/(Mg+Fe)$, pueden ser atribuidas a diferentes procesos de formación. Las turmalinitas responden probablemente a un reemplazamiento metasomático inducido por fluidos magmáticos. El hecho de que conserven rasgos composicionales de las rocas

metamórficas encajantes sugiere una relación fluido/roca baja durante su formación. La variación composicional significativa de las turmalinas asociadas a cavidades miarolíticas y venas denota cambios en la composición de los fluidos durante su desarrollo, hecho que sugiere un ambiente de formación abierto.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT-CGL2006-07938.

REFERENCIAS.

Abril-Hurtado, J. (1981): Memoria y Hoja Geológica del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 (Magna). El Grove (hoja 184). IGME, Madrid, 33 p.
 Cuesta, A. (1991): Petrología granítica del Plutón de Caldas de Reis (Pontevedra, España). Estructura, mineralogía, geoquímica y petrogénesis. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo, 417 p.
 Henry, D.J., Dutrow, B.L. & Selverstone, J. (2002): Compositional asymmetry in replacement tourmaline-An example from the Tauern Window, Eastern Alps. *Geol. Mater. Res.*, **4**, 1-18.
 Pesquera, A., Torres, F., Gil-Crespo, P.P. & Torres-Ruiz, J. (2008): TOURCOMP: A program for estimating end-member proportions in tourmalines. *Min. Mag.*, **72**, 1021-1034.
 von Goerne, G., Franz, G. & Heinrich, W. (2001): Synthesis of tourmaline solid solutions in the system $Na_2O-MgO-Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3-H_2O-HCl$ and the distribution of Na between tourmaline and fluid at 300 to 700 degrees C and 200 MPa. *Contrib. Min. Petrol.*, **141**, 160-173.

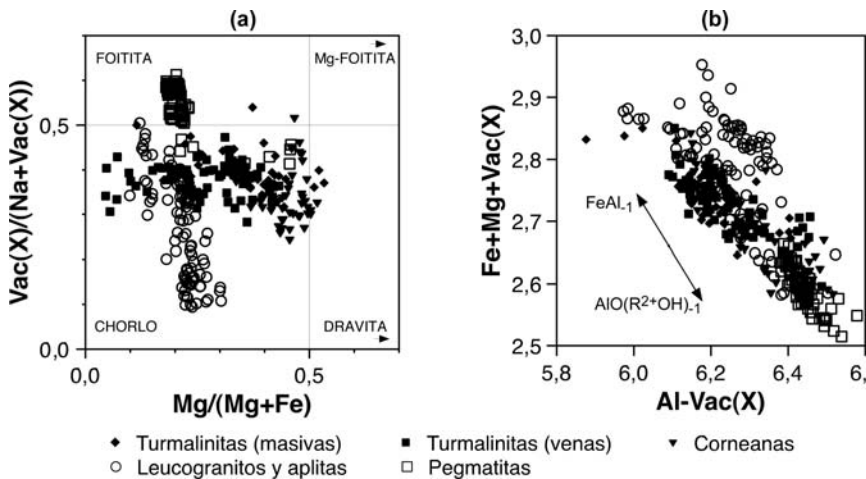


fig. 1 a) diagrama de clasificación en el diagrama chorlo-foitita-dravita-magnesiofoitita. b) Al-Vac(X) vs. Fe+ Mg+Vac(X), donde se condensa el vector $Vac(X)Al(R^{2+}Na)_{-1}$ y donde $R^{2+}=Fe+Mg+Mn$.

	Turmalinitas (masivas)		Turmalinitas (venas)		Metasedimentos		Leucogranitos		Aplitas		Pegmatitas	
	n=	48	n=	70	n=	43	n=	68	n=	28	n=	107
	media	std.	media	std.	media	std.	media	std.	media	std.	media	std.
Si	5,946	(0,082)	5,921	(0,081)	5,893	(0,102)	5,853	(0,071)	5,943	(0,050)	5,889	(0,038)
Al	6,575	(0,108)	6,602	(0,082)	6,610	(0,108)	6,449	(0,117)	6,611	(0,194)	6,939	(0,050)
Ti	0,096	(0,051)	0,098	(0,037)	0,095	(0,039)	0,066	(0,017)	0,062	(0,033)	0,068	(0,028)
Cr ³⁺	0,003	(0,003)	0,002	(0,002)	0,007	(0,009)	0,001	(0,002)	0,001	(0,001)	0,001	(0,001)
Fe ²⁺	1,590	(0,234)	1,709	(0,240)	1,316	(0,127)	2,008	(0,093)	1,957	(0,109)	1,644	(0,086)
Mn	0,005	(0,004)	0,007	(0,005)	0,004	(0,003)	0,012	(0,003)	0,020	(0,008)	0,011	(0,005)
Mg	0,785	(0,263)	0,661	(0,241)	1,075	(0,119)	0,610	(0,087)	0,408	(0,125)	0,449	(0,121)
Ca	0,061	(0,067)	0,047	(0,065)	0,105	(0,072)	0,155	(0,085)	0,036	(0,019)	0,071	(0,024)
Na	0,564	(0,047)	0,585	(0,044)	0,583	(0,063)	0,633	(0,042)	0,610	(0,066)	0,413	(0,029)
K	0,009	(0,004)	0,010	(0,003)	0,011	(0,006)	0,016	(0,004)	0,010	(0,003)	0,011	(0,002)
Vac (X)	0,366	(0,059)	0,357	(0,047)	0,301	(0,068)	0,196	(0,104)	0,343	(0,081)	0,505	(0,050)
F	0,290	(0,056)	0,287	(0,051)	0,312	(0,077)	0,420	(0,048)	0,360	(0,103)	0,179	(0,034)
Cl	0,002	(0,002)	0,002	(0,002)	0,002	(0,002)	0,003	(0,005)	0,001	(0,001)	0,001	(0,002)
Componentes (%)												
Chorlo	33,8	(8,0)	37,3	(8,8)	26,9	(5,5)	43,0	(3,4)	43,4	(6,8)	21,7	(1,7)
Dravita	14,2	(4,9)	12,3	(4,2)	18,3	(6,3)	7,9	(3,1)	8,0	(3,3)	3,6	(1,7)
Olenita	9,2	(5,2)	9,8	(4,9)	14,1	(6,1)	13,6	(4,5)	10,1	(4,9)	16,9	(1,8)
Uvita	2,5	(2,9)	1,7	(2,8)	4,7	(3,2)	3,7	(2,1)	0,7	(0,5)	1,6	(1,2)
Feruvita	3,6	(3,8)	3,0	(3,8)	5,8	(4,1)	11,8	(6,5)	2,9	(1,4)	5,5	(1,4)
Foitita	24,8	(6,7)	25,8	(5,4)	16,6	(4,2)	15,1	(8,3)	28,4	(7,8)	39,7	(5,4)
Mg-foitita	11,7	(3,4)	9,8	(3,4)	13,5	(3,4)	4,4	(2,1)	5,6	(1,1)	10,6	(1,4)
Cr-dravita	0,1	(0,1)	0,0	(0,0)	0,1	(0,2)	0,0	(0,0)	0,0	(0,0)	0,0	(0,0)
Mn-dravita	0,1	(0,1)	0,2	(0,1)	0,1	(0,1)	0,4	(0,1)	0,5	(0,2)	0,2	(0,1)
Mn-foitita	0,1	(0,1)	0,1	(0,1)	0,0	(0,0)	0,1	(0,1)	0,3	(0,2)	0,3	(0,1)

Tabla 1. Composiciones medias de las turmalinas de O Grove. Fe como Fe²⁺ total, n= número de análisis. La proporción de componentes se ha determinado mediante el programa TOURCOMP (Pesquera et al., 2008).