

Efecto del Butanol y posterior Irradiación con Microondas sobre Vermiculitas comerciales

/ ZULEMA del RÍO(1) y CELIA MARCOS(1*)

(1) Departamento de Geología, Universidad de Oviedo, C/. Jesús Arias de Velasco s/n, 33005, Oviedo (España)

INTRODUCCIÓN

El término "vermiculita" se usa, comercialmente, para describir depósitos de minerales micáceos para explotación comercial que pueden ser expandidos cuando se calientan bruscamente a altas temperaturas (Kogel, 2006). Sin embargo, en el sentido mineralógico, la vermiculita pertenece al grupo 2:1 de filosilicatos, con una capa octaédrica entre dos tetraédricas. La deficiencia de carga positiva es compensada por cationes intercambiables hidratados (como Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺ y K⁺) situados en la interlámina, entre las capas paralelas 2:1. Es de sobra conocido que, al tener agua entre las capas de silicato, la vermiculita puede sufrir procesos de deshidratación-hidratación que dependen de la temperatura, presión, composición química, tamaño de partícula y humedad relativa. El estado de hidratación de la vermiculita se define por el número de capas de agua (0, 1 y 2) en la interlámina dando lugar a fases con distintos estados de hidratación (0-, 1- y 2- WLHS, respectivamente) (Suzuki et al., 1987).

Como resultado de su estructura laminar, la vermiculita muestra diversas propiedades relacionadas con características estructurales, tales como la carga de la lámina asociada con las numerosas sustituciones isomórficas o la capacidad de deshidratación y rehidratación. Es un mineral interesante en física, química y biología y muy atractivo debido a sus numerosas aplicaciones térmicas y como aislante.

Además de agua, la vermiculita puede adsorber sustancias inorgánicas u orgánicas en la interlámina expandible. Entre los diversos estudios realizados sobre la intercalación de moléculas orgánicas polares por minerales arcillosos, los más estudiados son los

relacionados con las propiedades de adsorción de los alcoholes (Bergaya et al., 2006).

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar el efecto del butanol y posterior irradiación con microondas sobre dos vermiculitas comerciales.

MATERIALES

Las muestras de vermiculita estudiadas proceden de Libby (Montana, EEUU) y China (suministradas por la empresa Vermiculita y Derivados S.A. de Gijón, España). Aparecen como pequeños paquetes con dimensiones máximas de aprox. 5x5 mm de diámetro y 0,5-1 mm de espesor. Los análisis químicos de las muestras fueron publicados previamente (Marcos y Rodríguez, 2010; Marcos y Rodríguez, 2014). El porcentaje en K₂O (5,614 para Libby y 9,682 para China) mayor que 0,033% (Velde, 1978, Justo et al., 1986) indica que se trata de "vermiculitas comerciales".

El butanol (99,8%) usado fue de Analar NORMAPUR, con Al, Ca <0,5 ppm; Ba, Cu, Fe, Pb, Sn, Zn < 0,1 ppm; B, Co, Cr, Cu, Mg, Mn < 0,02 ppm; Cd < 0,05 ppm.

METODOLOGÍA

Las muestras se utilizaron en los experimentos después de la eliminación a mano de otros minerales y no se realizó ningún otro tratamiento previo sobre las vermiculitas, con el fin de respetar sus características naturales, en la medida de lo posible, y evaluar su comportamiento de retención y su eficiencia como adsorbentes sin aplicar otros tratamientos que pudieran resultar costosos o que consumieran mucho tiempo. Se realizaron dos experimentos: 1) Inmersión de cada muestra de vermiculita en butanol a temperatura ambiente y durante diferentes períodos

de tiempo. 2) Irradiación con microondas durante 20 segundos de las muestras de vermiculita tratadas previamente con alcohol.

Después del tratamiento con butanol y posterior irradiación con microondas se obtuvieron la expansibilidad de las muestras y el porcentaje de las partículas exfoliadas, poco exfoliadas y no exfoliadas.

La expansibilidad, k (k = densidad de la muestra bruta/densidad de la muestra tratada) (Tabla 1), se midió por el cambio de la densidad aparente (Justo et al., 1989).

Muestra	Tiempo tratamiento alcohol	butanol		microondas	k
China	1 h	1,2	3,4	4,0	
	1 día	1,1	4,4		
	1 semana	1,0	5,0		
	1 mes	1,0	3,2		
Libby	1 h	1,6	2,7	6,0	
	1 día	1,0	4,4		
	1 semana	1,0	3,8		
	1 mes	1,0	2,9		

Tabla 1.- Coeficiente de expansión, k, de las muestras tratadas con butanol y con butanol y posterior irradiación con microondas.

Los porcentajes de las partículas exfoliadas, poco exfoliadas y no exfoliadas de las vermiculitas de China y Libby (Tabla 2) se obtuvieron considerando el número de partículas de partida y el número de partículas exfoliadas, poco exfoliadas y no exfoliadas. En dicha tabla puede apreciarse la variación de los mismos.

En la Tabla 3 se presenta el porcentaje en pérdida de peso de las muestras de

palabras clave: Vermiculitas, Butanol, Radiación Microondas. **key words:** Vermiculite, Butanol, Microwave Radiation

China y Libby tratadas a diferentes tiempos con butanol y con butanol y posterior irradiación con microondas. En ambas muestras, dicho porcentaje es mucho más elevado en las muestras tratadas con el alcohol durante 1 hora que con éste y posterior irradiación con microondas. La pérdida mayor de peso

	exp.	tiempo tratam. butanol	butanol+microondas		
			exf.	poco exf.	no exf.
China	1	1 h	46,7	25,7	27,6
			52,2	0,0	47,8
	2	1 día	47,5	20,7	31,8
			41,0	4,5	54,5
	1	1 semana	56,7	13,5	29,8
			38,7	9,2	52,1
2	1 mes	33,6	24,9	41,5	
		39,4	3,9	56,7	
Libby	1	1 h	41,8	15,6	42,6
			73,5	9,4	17,1
	2	1 día	37,8	22,2	39,9
			85,7	0,0	14,3
	1	1 semana	54,0	6,2	39,8
			79,1	7,5	13,4
	2	1 mes	59,2	20,9	19,8
			50,9	7,7	41,4
microondas					
China			29,5	2,3	68,2
Libby			60,2	2,9	36,9

Tabla 2.- Porcentajes de las partículas exfoliadas poco exfoliadas y no exfoliadas después de la irradiación con microondas de las vermiculitas de partida o del tratamiento con butanol y posterior irradiación con microondas (Nota: exp.=experimento; tratam. =tratamiento).

Muestra	Tiempo tratam. alcohol	butanol	
			+microondas
China	1 h	6,5	2,2
	1 día	1,9	0,0
	1 semana	1,3	0,0
	1 mes	0,9	0,0
Libby	1 h	5,3	0,2
	1 día	0,0	0,4
	1 semana	0,4	1,6
	1 mes	0,7	0,5

Tabla 3.- Pérdida de peso (%) de las muestras de China y Libby tratadas con propanol o butanol a diferentes tiempos y con butanol a diferentes tiempos y posterior irradiación con microondas.

se produjo después del tratamiento con el alcohol durante 1 hora. Con más tiempo de tratamiento la pérdida de peso fue muy baja, inferior al 2% o al 1% después de ser irradiadas.

El % en peso de potasio y hierro medido con SEM+EDX en las muestras de China y Libby sin tratar, las exfoliadas y no exfoliadas después de la irradiación con microondas y las exfoliadas y no exfoliadas después del tratamiento con

China							
% peso	no tratada	microondas		Butanol + microondas			
		exf.	no exf.	1 semana		1 mes	
				exf.	no exf.	exf.	no exf.
K	3,4(0,4)	2,3 (1,1)	2,9(1,0)	1,9 (1,3)	2,7(1,1)	3,3(0,5)	3,6(0,5)
Fe	2,3(0,4)	2,2(0,3)	2,2 (1,0)	2,9(0,3)	3,2(0,1)	3,2(0,3)	3,1(0,1)
Libby							
K		4,4(0,7)	5,8(1,3)	4,4(2,4)	4,7(0,9)	3,1(0,3)	4,1(1,4)
Fe		7,0(0,6)	6,1(1,3)	5,6(0,9)	6,5(0,4)	5,9(0,5)	6,8(1,1)

Tabla 4.- Porcentaje en peso de potasio y hierro medido con SEM+EDX en las muestras de China y Libby sin tratar, las exfoliadas y no exfoliadas después de la irradiación con microondas y las exfoliadas y no exfoliadas después del tratamiento con butanol y posterior irradiación con microondas.

con butanol y posterior irradiación con microondas se muestra en la Tabla 4. El porcentaje en peso de potasio y hierro es menor en las muestras exfoliadas que en las no exfoliadas.

DISCUSIÓN

El coeficiente de expansión de las muestras irradiadas con microondas fue más elevado que el de las muestras tratadas con alcohol e irradiadas posteriormente con microondas, en el caso de la muestra de Libby, mientras que en la de China fue superior para 1 h y 1 mes. La causa podría deberse a un menor reemplazamiento de agua estructural de las vermiculitas por alcohol y menor pérdida de agua (Marcos y Rodríguez, 2016).

La heterogeneidad en los porcentajes de las partículas exfoliadas, poco exfoliadas y no exfoliadas después de la irradiación con microondas de las vermiculitas de partida o del tratamiento con butanol y posterior irradiación con microondas podrían indicar la heterogeneidad en la composición de las fases constituyentes y contenido de agua de las diferentes partículas de las vermiculitas comerciales.

Las muestras exfoliadas con la irradiación con microondas después del tratamiento con butanol durante 1 semana o 1 mes, contienen menos potasio, es decir, se vermiculizan. El tratamiento con alcohol y subsecuente irradiación con microondas produjo exfoliación y migración de potasio, formándose fases más cristalinas y ordenadas. La exfoliación está relacionada con la pérdida de agua, composición y distribución de los cationes de la vermiculita. Así, los iones Fe²⁺ facilitarían la fijación de los iones K⁺ pero no la del agua, por lo que la cantidad sería menor (Marcos y Rodríguez, 2010).

CONCLUSIONES

El tratamiento de butanol en las vermiculitas provocó pérdida de peso y sustitución de agua estructural por alcohol en un porcentaje muy bajo, lo que habría impedido la expansión de las muestras. Sin embargo, el tratamiento de butanol y posterior irradiación con microondas en vermiculitas causó: 1) Expansión de las muestras. 2) Fases más vermiculíticas, cristalinas y ordenadas.

REFERENCIAS

Bergaya, F., Theng, B.K.G., Lagaly, G. (Eds.). (2006): *Handbook of Clay Science*, Elsevier.

Justo, A., Maqueda, C., Pérez Rodríguez, J.L., 1986. *Estudio Químico de Vermiculitas de Andalucía y Badajoz. Boletín Sociedad Española de Mineralogía* 9, 123-129.

— and Morillo, E. (1989): *Expansibility of some vermiculites. Appl. Clay Sci.* 4, 509-519.

Kogel J.E., Trivedi N.C., Barker M.J., Krukowski S., Hindman J.R. 2006. Vermiculite. In: Kogel J.E., Trivedi N.C., Barker M.J. & Krukowski S. (Eds). *Industrial Minerals and Rocks, Commodities, Markets and Uses, 7th ed.* (Society of Mining, Metallurgy and Exploration, pp. 1015–1026

Marcos, C. and Rodríguez, I. (2010): *Expansion behaviour of commercial vermiculites at 1000°C. Appl. Clay Sci.* 48, 492-498.

— (2014): *Exfoliation of vermiculites with chemical treatment using hydrogen peroxide and thermal treatment using microwaves. Appl. Clay Sci.* 87, 219-227.

— (2016): *Structural changes on vermiculite treated with methanol and ethanol and subsequent microwave irradiation. Appl. Clay Sci.* 123, 304-314.

Suzuki, M, Wada, N., Hines, D.R. and Whittingham, M.S. (1987): *Hydration states and phase transitions in vermiculite intercalation compounds. Phys. Rev. B* 36, 5, 2844-2851.

Velde, B. (1978): *High temperature or metamorphic vermiculites. Contrib. Mineral. Petrol.* 66, 319-323.