

# Caracterización Mineralógica y Físico-química de Tres Arcillas Españolas para su Posible uso en Peloterapia

/ MARIA ISABEL CARRETERO LEÓN (1\*), MANUEL POZO RODRÍGUEZ (2), JOSÉ LUIS LEGIDO SOTO (3), FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE (4), FRANCISCO ARMIJO CASTRO (4), ISIDORO GÓMEZ PARRALES (1)

- (1) Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla. Prof. García González nº 1, 41012 Sevilla (España)  
(2) Dpto. Geología y Geoquímica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. Cantoblanco 28049 Madrid (España)  
(3) Dpto. Física Aplicada, Facultad de Ciencias Del Mar, Universidad de Vigo, Campus Lagoas-Marcosede, 36310, Vigo (España)  
(4) Escuela de Hidrología Médica, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España)

## INTRODUCCIÓN

Un peloide es un producto natural formado por una mezcla de materiales inorgánicos y orgánicos con agua del mar, de un lago salado o mineromedicinal de un balneario, y que ha sido sometido a un proceso de maduración. La aplicación de peloides con finalidad terapéutica o cosmética se llama peloterapia (Carretero et al., 2006, Veniale et al., 2007 y las referencias citadas en ellos). Cada vez es más demandada esta aplicación, y los balnearios optan por realizar sus propios peloides con su agua mineromedicinal.

El objetivo de este trabajo es determinar si las arcillas estudiadas podrían ser utilizadas en la preparación de peloides en balnearios españoles. Para ello se realiza una caracterización mineralógica y se determinan las propiedades físicas y físico-químicas de las arcillas o de sus mezclas con agua destilada (según la propiedad), y se comparan los resultados con los valores correspondientes a los peloides que ya se utilizan en balnearios españoles (Carretero et al., 2010).

## METODOLOGÍA

Se han estudiado tres arcillas suministradas por la empresa Süd-Chemie España S.L., denominadas bentonita aluminica (B-Al), bentonita magnésica (B-Mg) y kerolita (K). El estudio mineralógico por DRX, tanto de la muestra total como de la fracción arcilla (<2µm) se ha realizado utilizando un equipo SIEMENS D-5000. En las arcillas se ha medido color, densidad,

superficie específica (BET) con un equipo Micromeritics ASAP 2010, abrasividad utilizando un abrasímetro Einlehner modelo AT100, calor específico, capacidad de intercambio catiónico y cationes de cambio utilizando NH<sub>4</sub>Cl 1M a pH 8,2 en etanol al 66% (Tucker, 1974), e índice de plasticidad (UNE 7-377-75 y UNE 103-104-93). En las mezclas arcilla-agua destilada se han realizado las siguientes determinaciones: color, % de agua, sólidos y cenizas, densidad, textura experimental con un texturómetro Brookfield LFRA, obteniéndose los parámetros de dureza, cohesividad, adhesividad y elasticidad, y las siguientes propiedades térmicas: calor específico, conductividad térmica y retentividad siguiendo la metodología propuesta por Pastoriza-Gallego et al., 2011.

Las mezclas se prepararon poniendo en recipientes de plástico la proporción adecuada de arcilla y agua en cada caso. Previamente se hicieron diferentes ensayos para determinar la proporción idónea para que la mezcla tuviera la consistencia adecuada para su aplicación en peloterapia, es decir, la pasta formada debía ser plástica, manejable y mantenerse sin fluir cuando se aplica sobre la piel. Las proporciones arcilla:agua (w:v) fueron 1:2 para B-Al, 1:2.4 para B-Mg y 1:1.6 para K. Para realizar las mezclas se ha utilizado una batidora industrial marca Dynamic, con una doble varilla de acero inoxidable modelo MF 2000, a una velocidad de 300 r.p.m. Una vez añadida toda el agua y la arcilla, la mezcla se batió durante 5 minutos para su total homogeneización.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La bentonita aluminica es una bentonita muy pura compuesta por más del 99% de filosilicatos. Tan solo presenta trazas de cuarzo (1%). Los filosilicatos son de tipo dioctaédrico ( $d_{(060)}$ : 1.50Å). El estudio mineralógico de la fracción menor de dos micras indica que los filosilicatos son exclusivamente esmectitas. Se trata de una esmectita aluminica dioctaédrica.

La bentonita magnésica es también una bentonita muy pura, compuesta por un 94% de filosilicatos; con cuarzo, calcita y feldespatos en una proporción inferior al 5%. Los filosilicatos son en este caso de tipo trioctaédrico ( $d_{(060)}$ : 1.52Å). El estudio mineralógico de la fracción menor de 2 micras indica que está compuesta mayoritariamente por esmectitas (91%), con algo de illita (9%). La esmectita en esta bentonita es una esmectita magnésica de tipo saponita.

La muestra denominada kerolita está compuesta por un 98% de filosilicatos, con trazas de cuarzo, calcita y feldespatos. Los filosilicatos son de tipo trioctaédrico ( $d_{(060)}$ : 1.52Å). El estudio mineralógico de la fracción menor de dos micras indica que los filosilicatos son mayoritariamente esmectitas (87%), conteniendo también algo de illita (13%).

Con respecto a los cationes de cambio, el Ca<sup>2+</sup> el catión predominante en la bentonita aluminica y el Ca<sup>2+</sup> y sobre todo el Mg<sup>2+</sup> en la bentonita magnésica y en la denominada kerolita.

Si se comparan las propiedades físicas y

**palabras clave:** bentonitas, kerolita, caracterización, propiedades, peloterapia

**key words:** bentonites, kerolite, characterization, properties, pelotherapy

	Arcillas			Mezclas		
	B-Al	B-Mg	Kerollita	B-Al/agua destilada	B-Mg/ agua destilada	K/ agua destilada
Color	Gris claro	Gris claro	Gris azulado	Gris	Gris oscuro	Marrón oscuro
Contenido en agua (%)	—	—	—	70.64	73.90	59.98
Sólidos (%)	—	—	—	29.36	26.10	40.02
Residuo seco 850°C (%)	—	—	—	27.50	24.70	37.89
Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) a 25°C	2160	2230	2360	1200	1180	1320
BET (m <sup>2</sup> /g)	101.0	185.0	250.0	—	—	—
Cohesividad	—	—	—	0.97	0.90	0.86
Dureza (g)	—	—	—	15.17	17.83	19.67
Adhesividad (g.s)	—	—	—	136.60	163.41	164.45
Elasticidad (mm)	—	—	—	18.85	17.77	18.32
Abrasividad (mg)	7.7	11.9	29.3	—	—	—
Calor específico (x10 <sup>3</sup> J/kg.K)	865	892	894	3230	3340	2850
Conductividad térmica (W/m.K a 25°C)	—	—	—	0.720	0.710	0.790
Retentividad calorífica (10 <sup>6</sup> s/m <sup>2</sup> )	—	—	—	5.38	5.55	4.76
CEC (cmol(+)/kg)	91.2	49.5	24.8	—	—	—
Límite líquido (%)	130.2	155.8	94.2	—	—	—
Límite plástico (%)	49.2	47.6	58.2	—	—	—
Índice de plasticidad (%)	81.0	108.2	36.0	—	—	—

Tabla 1. Propiedades de las arcillas estudiadas y de sus mezclas con agua destilada

físico-químicas de las arcillas y de las mezclas estudiadas, con los correspondientes valores que presentan los peloides de los balnearios españoles (Carretero et al., 2010), se observa que los valores de porcentaje de agua, sólidos y cenizas, densidad, elasticidad, abrasividad, capacidad de intercambio catiónico, calor específico (salvo para la muestra kerollita), límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, entran dentro del rango de valores de los peloides españoles. La cohesividad presenta valores muy similares, aunque ligeramente superiores al rango de los peloides españoles.

La superficie específica (BET) de las muestras estudiadas es bastante superior a la de los peloides españoles. Sin embargo este dato es bueno desde el punto de vista de la aplicación peloterápica. El peloide óptimo debería tener una elevada superficie específica, ya que a mayor superficie específica, mayor capacidad de adsorción/absorción y por tanto mejores propiedades terapéuticas (Carretero et al., 2006).

La dureza y adhesividad de las muestras estudiadas presentan valores muy inferiores a los correspondientes a los peloides españoles, hecho que es también favorable para su utilización en la preparación de peloides, ya que cuanto más baja sea la dureza, el peloide será más óptimo para su aplicación (Carretero et al., 2006). Con respecto a la adhesividad, es preciso que los peloides se adhieran a la piel durante la aplicación terapéutica, pero no sería recomendable una elevada

adhesividad porque en este caso la eliminación del peloide después de su aplicación sería más difícil. Por tanto, con respecto a estas propiedades también las arcillas estudiadas serían recomendables para la realización de peloides.

Los peloides utilizados en los balnearios españoles presentan una gran variedad de colores que van del negro (Caldas de Boi) al gris amarillento (Archena) o amarillo oscuro (Lo Pagan), pasando por el gris parduzco (El Raposo) o marrón (Arnedillo). Sin embargo, es importante que los peloides posean colores claros y tonalidades pastel ya que estos peloides tienen más aceptación por los pacientes. Por tanto, teniendo en cuenta el color, las tres arcillas estudiadas podrían ser utilizadas para la realización de peloides, aunque las bentonitas serían las más recomendables considerando esta propiedad.

Con respecto a la conductividad térmica y retentividad, las arcillas estudiadas presentan valores superiores (conductividad térmica) o inferiores (retentividad) a los correspondientes a los peloides españoles. Este resultado no es óptimo desde el punto de vista de la aplicación termoterápica de los peloides que puedan hacerse con estas arcillas. Las mezclas estudiadas no serían óptimas para su aplicación termoterápica porque transmiten mejor el calor, es decir retienen menos calor por su mayor conductividad térmica y menor retentividad, que los peloides españoles. Sin embargo, cuando se realicen los peloides con aguas mineromedicinales de balnearios, estas

propiedades pueden variar, por lo que se recomienda un estudio en cada caso.

Finalmente, aunque las tres arcillas estudiadas podrían emplearse para la realización de peloides, las bentonitas y en concreto la bentonita magnésica, sería la más recomendable, porque los valores de las propiedades estudiadas son más óptimos para su aplicación en peloterapia.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto nacional TRA2009\_0240 y el grupo de investigación de la Junta de Andalucía RNM349.

## REFERENCIAS

- Carretero, M.I., Gomes, C., Tateo, F., (2006). Clays and human health. En: Bergaya, F., Theng, B.K.G., Lagaly, G. (Eds.), *Handbook of Clay Science*. Elsevier, Amsterdam, pp. 717-741.
- Carretero, M.I., Pozo, M., Pozo, E., Gómez, I., Armijo, F., Maraver, F., (2010). Caracterización física y físico-química de peloides españoles. Estudio de su variabilidad. *MACLA*, **13**, 61-62.
- Pastoriza-Gallego, M.J., Lugo, L., Legido, J.L., Piñero, M.M. (2011). Thermal Conductivity and Viscosity Measurements of Ethylene Glycol-Based Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanofluids. *Nanoscale Res. Lett.*, **2011**, **6**(1), 221 1-11.
- Tucker, B.M. (1974). "Laboratory procedures for cation exchange measurements on soils". *Division of soils technical paper N°23*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization.
- Veniale, F., Bettero, A., Jobstbizer, P.G., Setti, M., (2007). *Thermal muds: Perspectives of innovations*. *Appl. Clay Sci.*, **36**, 141-147.