

CAMBIOS MINERALÓGICOS, FÍSICOS Y FÍSICO-QUÍMICOS EN PELOIDES DE BENTONITAS MADURADOS CON AGUA DE MAR

M.I. CARRETERO ⁽¹⁾, M. POZO ⁽²⁾, C. SÁNCHEZ ⁽³⁾, F.J. GARCÍA ⁽⁴⁾, J. CASAS ⁽²⁾, J.A. MEDINA ⁽²⁾ Y J.M. BERNABÉ ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química. Universidad de Sevilla.

⁽²⁾ Dpto. Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.

⁽³⁾ Instituto de Tecnología Química y Medio Ambiente. Unidad de Geoquímica y Mineralogía Ambiental. Universidad de Castilla la Mancha.

⁽⁴⁾ Dpto. Ciencia y Tecnología Agroforestal. EUITA de Ciudad Real. Universidad de Castilla la Mancha.

INTRODUCCIÓN

Las arcillas se emplean en la preparación de peloides para usos terapéuticos. La International Society of Medical Hydrology define al peloide como un producto natural que se aplica tópicamente como agente terapéutico y que es el resultado de la mezcla de una fase líquida (agua mineromedicinal, marina o de lago salado) con una fase sólida, pudiendo ser ésta última de origen inorgánico (limos, arcillas), orgánico (humus, turbas, etc), o ambos.

La maduración necesaria para la obtención de un peloide es un proceso complejo en el que intervienen reacciones químicas, cambios físicos y físico-químicos y fenómenos biológicos. Las propiedades del peloide dependerán de la composición del agua inicial, del tipo de arcilla empleada y de las características de su mezcla madurada, pero también de la temperatura, del tiempo y del procedimiento de maduración empleado. Estas variables ejercen un efecto decisivo en las propiedades finales del peloide (Veniale et al., 2004; Carretero et al., 2006). Desde el punto de vista mineralógico algunos minerales de la arcilla se pueden neoforar, alterar o disolverse durante el proceso de maduración, asimismo otras fases cristalinas o amorfas se pueden desarrollar a lo largo del mismo.

Las principales propiedades de las arcillas que las hacen útiles en peloterapia son la capacidad de adsorción/absorción, alta capacidad de intercambio catiónico y óptimas propiedades mecánicas (plasticidad, reología) y térmicas (cinética de enfriamiento). Dentro de los materiales arcillosos, los que mejor se ajustan a estas características son las bentonitas.

En este trabajo se estudia, a lo largo del tiempo, los cambios mineralógicos, físicos y físico químicos sufridos por bentonitas de alta pureza (>90% de esmectitas) cuando se maduran con agua marina, tanto en condiciones estáticas como de agitación continua.

MATERIALES

Las arcillas empleadas fueron una bentonita magnésica (saponita) del yacimiento de Magán en Toledo (muestra M1) y una bentonita aluminica (montmorillonita) procedente del yacimiento de la Serrata de Nijar (Almería). La bentonita magnésica presenta un elevado porcentaje en filosilicatos (>90%) con calcita, plagioclasa y cuarzo en baja proporción

(<5%); en la fracción arcilla es predominante la esmectita trioctaédrica (90%) con illita subordinada (10%). La bentonita aluminica muestra también porcentajes elevados de filosilicatos (>90%) con plagioclasa, cristobalita, cuarzo y calcita en bajos contenidos (<5%); en la fracción arcillosa sólo se identifica esmectita dioctaédrica.

Para los ensayos de maduración se ha empleado agua de mar recogida en la costa de Huelva. La composición química del agua marina es la característica del Océano Atlántico en esa zona, con un pH de 7,4 y una conductividad de 39.0 mS.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL Y ANALÍTICA

Las muestras se prepararon con una concentración de 250g/l sometiéndose a dos ensayos independientes de maduración. Uno se realizó con agitación continua mediante un volteador (ensayo V), y el otro en condiciones estáticas agitándose manualmente cada dos días (ensayo S). Para evaluar los cambios producidos durante los ensayos se establecieron siete puntos de control (0, 7, 15, 30, 60 y 120 días).

El estudio mineralógico se realizó mediante difracción de rayos X tanto de la muestra total como de la fracción arcilla. En la identificación de los minerales de la arcilla se estudiaron los agregados orientados secados al aire, solvatados con etilenglicol y calentados a 550°C. Las muestras se estudiaron también al microscopio electrónico de barrido, dotado con sistema de microanálisis (EDX). Entre las propiedades físicas y físico-químicas se han determinado la granulometría mediante fotosedimentación, la plasticidad siguiendo el procedimiento de Atterberg y la capacidad de intercambio catiónico mediante el método del acetato amónico a pH neutro. Los valores de pH y conductividad del peloide y líquido sobrenadante, se analizaron mediante electrodos selectivos en los correspondientes medidores de pH y conductividad.

RESULTADOS

Los principales cambios observados como resultado de la maduración de la bentonita magnésica con agua marina son muy similares en los ensayos S y V. Con la excepción de la formación de sales, principalmente halita y yeso, no se han observado modi-

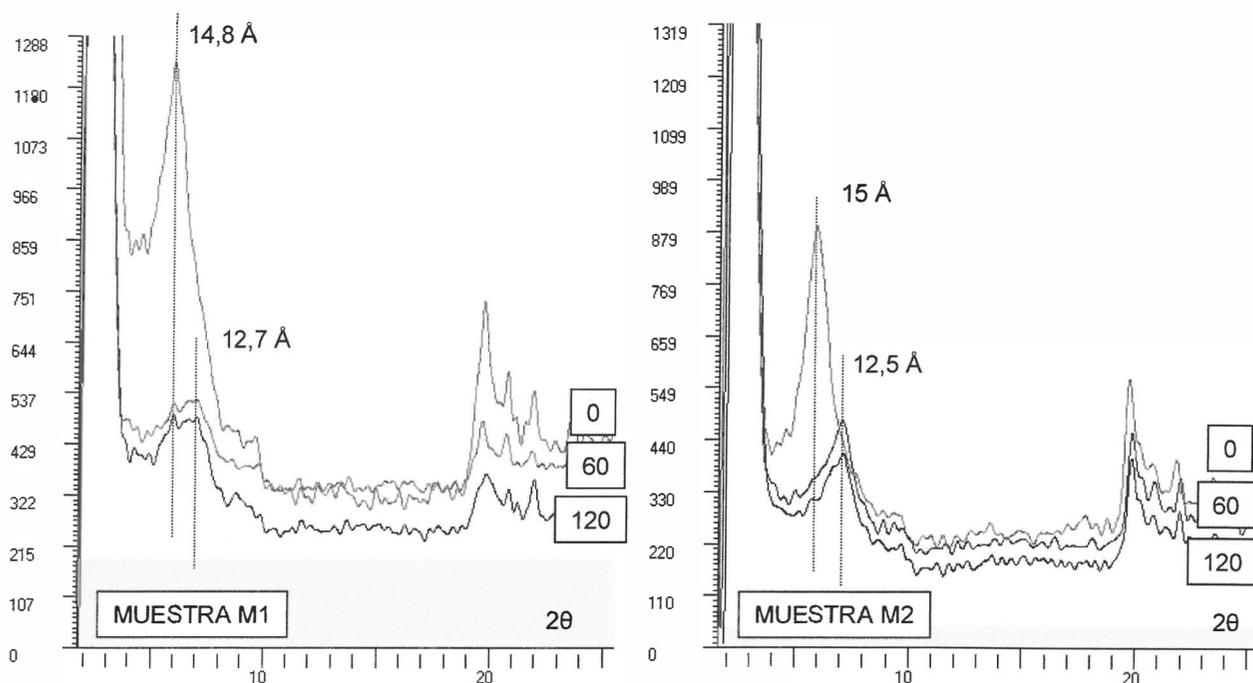


Figura 1: Diagramas de difracción de rayos X de bentonita magnésica (M1) y aluminica (M2), y de muestras maduras a 60 y 120 días.

ficaciones significativas en la mineralogía total ni en la de arcillas. Sin embargo, en la esmectita se ha reconocido una rápida disminución de la cristalinidad, el consiguiente menor tamaño de cristalito (Scherrer) y el cambio de espaciado de su reflexión d_{001} , que pasa de 15 Å a cerca de 13 Å al final de los ensayos (Fig. 1). Entre las propiedades físicas y físico-químicas destacan el aumento de fracción inferior a 2 μm , la disminución del índice de plasticidad (especialmente el límite líquido) y el intercambio de Ca^{2+} por Na^{+} durante el ensayo sin cambios notables en la capacidad de intercambio catiónico (Fig. 2).

En los ensayos con la bentonita aluminica se ha observado también la disminución de la cristalinidad y tamaño de cristalito de la esmectita, así como el desplazamiento de su reflexión d_{001} hacia valores de espaciado próximos a 12,5 Å (Fig. 1). Dentro de las propiedades físicas y físico-químicas destaca el intercambio que se produce de Ca^{2+} y Mg^{2+} por Na^{+} a lo largo del ensayo, sin cambios significativos en la capacidad de intercambio catiónico. La proporción de tamaños inferiores a 2 μm aumenta al final del ensayo y el índice de plasticidad permanece prácticamente constante a lo largo del mismo (Fig. 2). El empleo de la agitación continua (ensayo V) introduce como modificaciones una mayor rapidez en el proceso de intercambio catiónico y la necesidad de un periodo de tiempo menor para que se incremente la proporción de fracción arcilla fina.

El comportamiento de la conductividad y pH de los peloides en los dos tipos de bentonita es similar. La conductividad asciende muy rápidamente para después mostrar un ligero descenso estabilizándose a partir de los 30 días de ensayo. Por su parte el pH desciende en los primeros 7 días para después estabilizarse en torno a 8,3 en M1 y a 8,1 en M2.

CONCLUSIONES

Durante el periodo de ensayo estudiado (120 días) no se observan cambios significativos en la composición mineralógica de la bentonita. Sin embargo, las esmectitas constituyentes sufren cambios estructurales relacionados con el intercambio de cationes presentes en el espacio interlamina de la muestra inicial, por Na^{+} del agua del mar, como se pone de manifiesto por el desplazamiento de la reflexión d_{001} a valores próximos a 12,5 Å. Asimismo, se observa una pérdida de cristalinidad a lo largo de los ensayos, relacionada con cambios en la distribución de tamaños de partículas. Del estudio comparativo de los resultados se pone de manifiesto que en la preparación de peloides bentoníticos con agua de mar el empleo de la saponita es más aconsejable que el de la montmorillonita, debido a su mayor capacidad de intercambio catiónico y capacidad sorcitiva. Asimismo, se recomienda el uso de métodos estáticos en el proceso de preparación de los peloides y periodos de tiempo de maduración de entre 60 y 90 días. En estas conclusiones no se incluye el posible papel jugado por los microorganismos y sus productos metabólicos a lo largo de los ensayos. Su importancia en la aplicabilidad terapéutica de los peloides requeriría de posteriores estudios que confirmasen su idoneidad en Peloterapia.

REFERENCIAS

- Carretero M.I., Gomes, C., Tateo, F. (2006). Clays and human health. In: F. Bergaya, B. Theng & G. Lagaly (Eds.). Elsevier. Handbook of Clay Science, pp. 717-741.
- Veniale, F., Barberis, E., Carcangiu, G., Morandi, N., Setti, M., Tamanini, M., Tessier, D. (2004). Appl. Clay Sci. 25, 135-148.

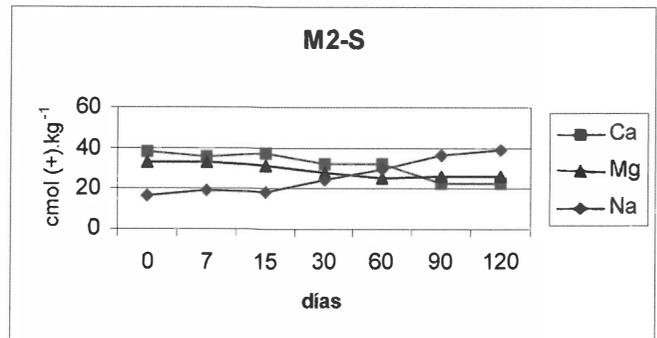
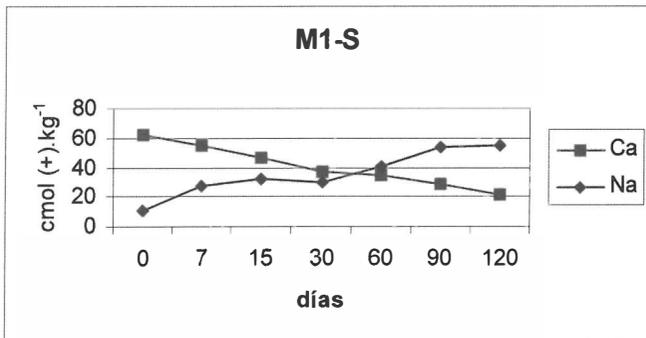
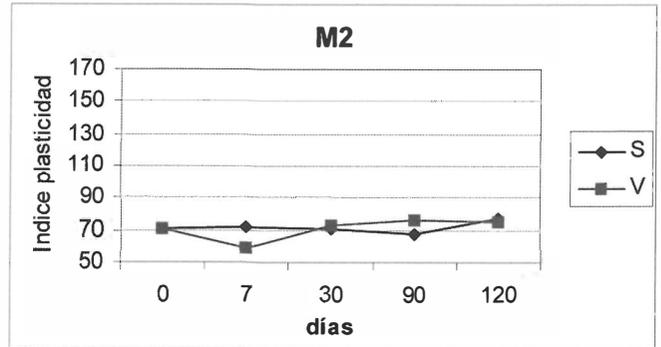
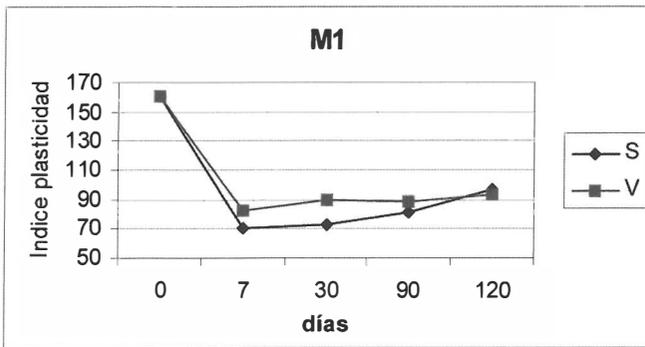
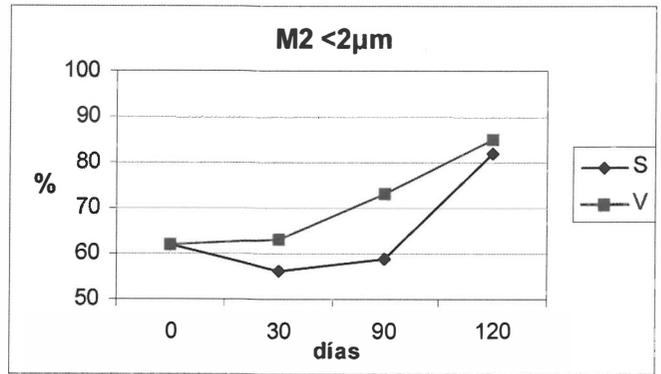
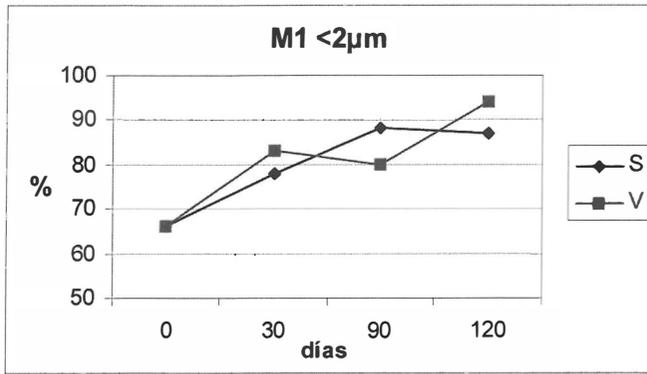


Figura 2: Modificaciones con la maduración de a) fracción inferior a 2µm, b) índice de plasticidad, y c) cationes de cambio, en bentonita magnésica (M1) y alúminica (M2), maduras en condiciones estáticas (S) y con volteador (V).