

FUNCIONALIZACIÓN DE BENTONITAS PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO Y ZINC EN SISTEMAS ACUOSOS

Marlene Morales¹; Claudio Contreras¹; Álvaro Romero¹ Lucas Hernández-Saravia¹

INTRODUCCIÓN

Es sabido que un alto desarrollo industrial conlleva la reactivación socioeconómica y mejoras en la calidad de vida de la población, desafortunadamente al no existir programas adecuados de evaluación de impacto y de gestión ambiental se ha generado toda clase de perturbaciones en los ciclos biogeoquímicos elementales (Liu, 1993, Hu et al., 2017).

Entre los contaminantes más comunes y peligrosos para el medio ambiente, se encuentran los metales pesados ya que no son biodegradables, contrariamente a la gran mayoría de los contaminantes de tipo orgánico. Bajo ciertas condiciones ambientales pueden acumularse hasta llegar a concentraciones tóxicas causándole un daño irreparable para el medio y graves riesgos para la salud humana (Gumgum, et., 1994, Kumpiene et al., 2008).

Todo esto ha llevado a buscar con urgencia una forma de acelerar la eliminación de los contaminantes para remediar los problemas existentes y así minimizar el impacto de futuros incidentes (Cañizares, 2000, Kumpiene et al., 2008).

Existen varias ciudades con grandes problemas de contaminación, una de ellas es la ciudad de Arica que presenta zonas con altos niveles de concentración de elementos como Pb, Zn, Cu, As y Hg conocidas como “zonas de polimetales” producto de procesos naturales y procesos antropogénicos como la acumulación de desechos tóxicos y relaves de minerales de mineras, por lo que la remediación de suelos y de cuerpos de agua contaminados se tornan prioridades importantes. Una alternativa de mitigación sería la inmovilización de contaminantes mediante arcillas funcionalizadas que fue el propósito de esta investigación

En este trabajo se estudió la capacidad de adsorción de arcillas naturales y arcillas modificadas para retener metales pesados, Plomo y Zinc como iones en solución acuosa. La arcilla utilizada fue la bentonita que se caracteriza por su gran capacidad de intercambio iónico, alta capacidad de adsorción, no daña al medio ambiente al ser eliminadas y además tiene bajo costo. Los surfactantes seleccionados fueron bromuro de hexadeciltrimetilamonio (CTAB) y cloruro de hexadecilpiridinio (CPC), ambos surfactantes poseen la misma longitud de la cadena hidrocarbonada, pero difieren en la composición de su cabeza iónica.

La bentonita utilizada en el presente estudio procede de la mina San Eduardo en el sector de Boca negra, ubicada en un afluente seco del curso medio del valle de Lluta, provincia de Arica, en la Región de Arica y Parinacota.

¹ Departamento de química, Universidad de Tarapacá, Av. General Velasquez 1775, Arica, Arica y Parinacota, Chile/marlenemoralesicec@gmail.com

OBJETIVO

Estudiar la capacidad de retención, de plomo y zinc en solución, de la bentonita natural y de las bentonitas funcionalizadas con surfactantes catiónicos: Bromuro de Hexadeciltrimetilamonio (CTAB) y Cloruro de Hexadecilpiridinio (CPC) con Plomo y Zinc divalentes.

METODOLOGÍA

La bentonita extraída, se trituró, se tamizó haciéndola pasar a través de tamices Tyler 100 y 200, obteniendo una textura homogénea y muy fina correspondiente a una granulometría de 74 μm . Se determinó el pH y conductividad.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue realizada según el método de acetato de amonio a pH 7.

Para el proceso de funcionalización de la arcilla, se prepararon muestras de 1000 mL de distintas soluciones de CPC y CTAB en concentraciones correspondientes para “cargar” las arcillas al 1%, 25% y 50% de su CIC. La nomenclatura utilizada para representar las organoarcillas preparadas fue:

Arcilla funcionalizada	Descripción
Be-CPC 1%	Bentonita natural funcionalizada con CPC al 1% de su CIC
Be-CPC 25%	Bentonita natural funcionalizada con CPC al 25% de su CIC
Be-CPC 50%	Bentonita natural funcionalizada con CPC al 50% de su CIC
Be-CTAB 1%	Bentonita natural funcionalizada con CTAB al 1% de su CIC
Be-CTAB 25%	Bentonita natural funcionalizada con CTAB al 25% de su CIC
Be-CTAB 50%	Bentonita natural funcionalizada con CTAB al 50% de su CIC

Para determinar las características estructurales y morfológicas se emplearon técnicas analíticas e instrumentales como espectroscopia FT-IR, Microscopía de barrido.

Se estudió el efecto de la masa de adsorbente (bentonita natural y funcionalizada), del pH, el tiempo de contacto y de la concentración inicial de Pb y Zn

Se trabajó en sistema Batch en baño termostático a 25 °C a una velocidad de 600 rpm. Se utilizó una masa de 0,5 g de bentonita natural y funcionalizada y un volumen de 20 mL de solución de adsorbato con diferentes concentraciones iniciales que variaron entre 1000 y 5000 ppm. La concentración de plomo y zinc se determinó por Absorción Atómica

RESULTADOS

Las mediciones de pH y conductividad fueron de 7,3 y 319 $\mu\text{S cm}^{-1}$. La capacidad de intercambio catiónico fue de 0,555 meq g^{-1} de bentonita.

El área superficial específica determinada por método de adsorción de azul de metileno fue de 426,7 m²/g

Los espectros FT-IR de bentonita natural y de bentonita funcionalizadas fueron analizados en un rango de 4000 a 400 cm⁻¹

Como se observa en la Figura 1 y 2, en los espectros de Be-CTAB 1% , Be-CTAB 50% y Be-CPC 1% , Be-CPC 50%, respectivamente existe un aumento en la intensidad de las bandas apreciadas a 2920 y 2852 cm⁻¹, las que corresponden a los enlaces C-H de la cadena alifática (asimétricos y simétricos, respectivamente) del CTAB y CPC. Estas son las bandas características de las organobentonitas y con ellas se puede visualizar una correcta funcionalización (Parolo, Pettinari, Telma, Sánchez-Izquierdo, & Fernández, 2014). El tamaño de los picos de C-H son coherentes con el aumento de concentración de surfactante dentro de la bentonita (Zhang, Zhu, Wu, Wang, & Lu, 2012) .

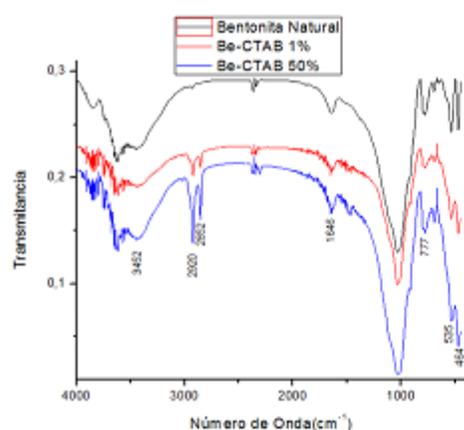


Figura 1.

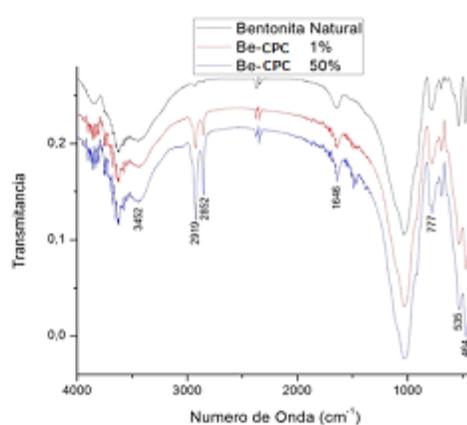


Figura 2.

En la micrografía SEM obtenida para bentonita natural se observan agregados de forma irregulares y laminares (Figura 3)

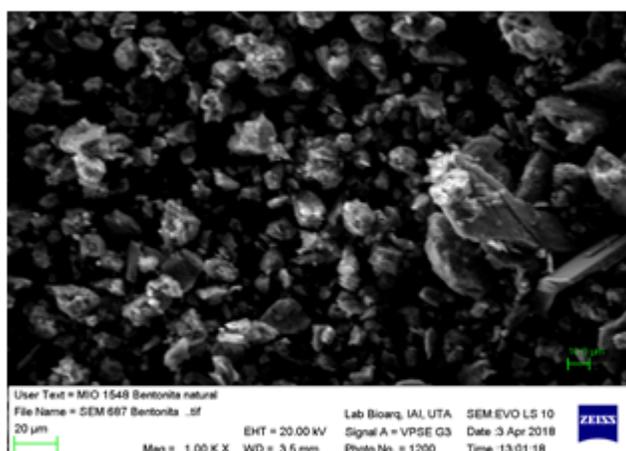


Figura 3.

Las micrografías SEM de la Figura 4 muestran aglomerados de láminas más pequeñas correspondientes a (a) bentonitas Be-CTAB 50% y (b) bentonitas Be-CPC 50% ampliadas 1000x

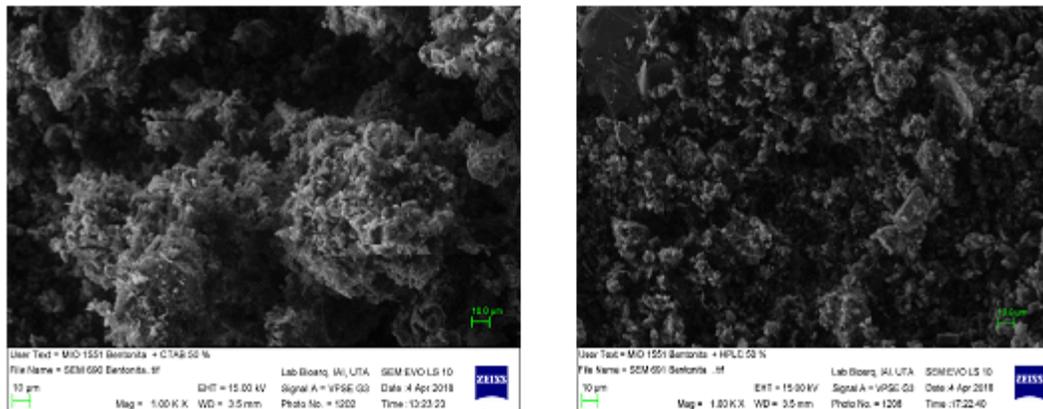


Figura 4

(a)

(b)

CONCLUSIONES

Se preparan efectivamente organobentonita, a partir de una bentonita de origen natural sin intervención antropogénica, utilizando los surfactantes CTAB y CPC

El porcentaje de surfactante en el proceso de funcionalización de la bentonita influye en la capacidad de adsorción

Ben-CTAB 50% < Ben-CTAB 25 % < Ben-CTAB 1%

Ben-CPC 50% < Ben-CPC 25 % < Ben-CPC 1%

El proceso de equilibrio fue bien descrito por el modelo de Langmuir y el Modelo de Freundlich, siendo este último el que mejor se ajusta a los sistemas estudiados.

La bentonitas funcionalizadas presentan mayor afinidad por el Pb que por el Zn

BIBLIOGRAFIA

Cañizares, R. O. (2000). Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 42, 131-143

Gumgum, B., Unlu, E., Tez, Z., & Gulsun, Z. (1994). Heavy metal pollution in water sediment and fish from the Tigris river in Turkey. *Chrmosphere*, 111-116.

Hang, Y., Zhu, Y., Wu, H., Wang, H., & Lu, W. (2012). Adsorption of Mixed Cationic-Nonionic Surfactant and its Effect on Bentonite Structure. *Journal of Environmental Sciences*, 1525-1532.

Hu, W.Y. Zhang Y.X. Huang, B. Teng, Y (2017) Soil environmental quality in greenhouse vegetable production systems in eastern China: current status and management strategies *Chemosphere*, 170, 183-195

Kumpiene, J. Lagerkvist, A. Maurice, C. (2008) **Stabilization of As, Cr, Cu, Pb and Zn in soil using amendments-a review** *Waste Manag.*, 28 , pp. 215-225

Liu, S. y. (1993). Ecology and evolution of microbial populations for bioremediation. *Trends Biotechnol*, 11, 344-352.

Parolo, M., Pettinari, G., Telma, M., Sánchez-Izquierdo, & Fernández, L. (2014). Characterization of Organo-Modified Bentonite Sorbents: The Effect of Modification Conditions on Adsorption Performance. *Applied Surface Science*, 356-363.