

Estudio de la adsorción de As(V) en régimen batch y en continuo, empleando hidroxiapatita bovina como material adsorbente.

García, Juan Ignacio⁽¹⁾; Beraldi, Agustina⁽²⁾; Melitón, Laura B.⁽²⁾; Cerchiatti, Luciana⁽³⁾; Ozols, Andrés⁽⁴⁾; Pellegrini, Jorge⁽²⁾; Boeykens, Susana⁽¹⁾; de Celis, Jorge Pablo⁽²⁾

(1) Laboratorio de Química de Sistemas Heterogéneos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. Av. Paseo Colón 850 – 5to piso – C1063ACV. laquisihe@fi.uba.ar.

(2) Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Química, (LIDIQ). Dto. Ingeniería Química. Facultad Regional Avellaneda. UTN. Av. Ramón Franco 5050 (CP: 1874).

(3) Comisión Nacional de Energía Atómica. Gerencia Química.

(4) Instituto de Ingeniería Biomédica. Facultad de Ingeniería. UBA.

RESUMEN.

Se estudió la factibilidad de emplear hidroxiapatita bovina como material adsorbente de As(V) presente en soluciones acuosas modelo.

Las características del material fueron determinadas mediante las técnicas de Espectrofotometría Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), las isotermas de adsorción de nitrógeno según el método convencional BET [1,2], y la Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). En los espectros infrarrojos, se pudieron apreciar señales características de la hidroxiapatita [3]. En las micrografías SEM se destacó la presencia de partículas de tamaño diferente, de forma irregular con bordes suaves, y superficies muy lisas para una resolución de 2 μm . Estos hechos, sumado a los valores relativamente bajos de superficie específica de BET ($1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) y de volumen total de poros ($4,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{g}^{-1}$) obtenidos, daría indicio de que se trataría de un material esencialmente no poroso. La adsorción fue estudiada tanto en régimen discontinuo como continuo. Las concentraciones iniciales de las soluciones se encontraron en el rango que va de los 2 a los 9 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de As(V).

Se llevaron a cabo ensayos batch de soluciones acuosas de contaminante, con el material adsorbente en cuestión. La cantidad de soluto removida se calculó a partir de las diferencias de concentración entre la solución inicial y la remanente. El método de valoración de As empleado fue la de Fluorescencia de Rayos X con Geometría de Reflexión Total (TXRF). A fin de definir una dosis óptima de sólido a emplear (1,0 g por cada 50 mL de solución) se desarrolló una curva de dosificación. Las condiciones de equilibrio fueron estudiadas a través de la elaboración de las isotermas de adsorción, las cuales fueron representadas mediante siete modelos diferentes: tres de dos parámetros (Langmuir, Freundlich, y Temkin), y cuatro de tres parámetros (Redlich-Peterson, Radke-Prausnitz, Sips, y Toth) [4,5]. El ajuste más satisfactorio fue el brindado por el modelo de isoterma de Freundlich. El análisis de la influencia del tiempo sobre la capacidad de remoción del sistema se realizó llevando a cabo estudios cinéticos [6,7]. En este caso, cuatro modelos fueron utilizados: Lagergren, Ho, Órdenes Combinados, y Elovich, resultando este último el más satisfactorio para representar los datos experimentales.

Además, se estudió el desempeño del material adsorbente en régimen de flujo continuo, mediante el desarrollo de ensayos de adsorción en columna rellena de lecho fijo. Para caracterizar la fluidodinámica a través del lecho, se realizó un ensayo de estímulo-respuesta [8,9], utilizando un lecho inerte y perturbándolo con un escalón de determinada concentración de As. El análisis de datos consistió en el cálculo del tiempo medio de residencia y la aplicación del modelo de dispersión axial. Luego, se procedió estudiar la capacidad de adsorción de la columna rellena de hidroxiapatita, desarrollando una curva de ruptura. A través de ella, se determinó la masa de As(V) total adsorbida; se aplicaron los modelos de Thomas, Bohart-Adams, y Yoon-Nelson para describir el sistema. Se estimó el tiempo transcurrido hasta alcanzar el punto de ruptura, característico de estos ensayos [10]. Los tres modelos resultaron ser igualmente adecuados para describir el sistema.

Palabras Claves: Arsénico, Hidroxiapatita, Adsorción, Isotermas, Ruptura.

REFERENCIAS.

- [1] Adamson, A. W. (1976). *Physical Chemistry of Surfaces*. Estados Unidos: John Wiley & sons.
- [2] Rouquerol, J., Rouquerol, F., & Sing, K. (1999). *Adsorption by Powders and Porous Solids: Principles, Methodology and Applications*. Elsevier.
- [3] Dominguez, M. I., Carpena, J., Borschnek, D., Centeno, M. A., Odriozola, J. A., & Rose, J. (2008). Apatite and Portland/apatite composite cements obtained using a hydrothermal method for retaining heavy metals. *Journal of Hazardous Materials*, 150, 99-108.
- [4] Cooney, D. O. (1999). *Adsorption Design for Wastewater Treatment*. USA: Lewis Publishers CRC Press.
- [5] Foo, K. Y., & Hameed, B. H. (2010). Insights into the modelling of adsorption isotherm systems. *Chemical Engineering Journal*(156), 2-10.
- [6] Marczewski, A. W. (2010). Application of mixed order rate equations to adsorption of methylene blue on mesoporous carbons. *Applied Surface Science*(256), 5145-5152.
- [7] Ho, Y. S., & McKay, G. (1998). A comparison of chemisorption kinetic models applied to pollutant removal on various sorbents. *Institution of Chemical Engineers, 76 Parte B*, 332-340.
- [8] Levenspiel, O. (2004). *Ingeniería de las reacciones químicas*. México: Limusa Wiley.
- [9] Farina, Ferreti, & Barreto. (1997). *Introducción al diseño de reactores químicos*. Buenos Aires: Nueva Librería.
- [10] Calero, M., Hernáinz, F., Blázquez, G., Tenorio, G., & Martín-Lara, M. (2009). Study of Cr (III) biosorption in a fixed-bed column. *Journal of Hazardous Materials* (171), 886–893.