

Biosorción de metales pesados mediante el uso de una biomasa microbiana, en aguas residuales

HERNANDEZ, Israel†, VÁZQUEZ, Mirsha, JERONIMO, Jessica, SANDOVAL, Francisca

Recibido 29 de Junio, 2016; Aceptado 23 de Septiembre, 2016

Abstract

Los metales pesados impactan al agua de ríos y arroyos debido a las grandes cantidades de descarga de agua que pueden provenir de efluentes urbanos e industriales. Existen diferentes tipos de tratamiento, uno de ellos es la biosorción, en el presente trabajo se utilizó una biomasa microbiana en este caso mucilago de linaza como medio absorbente. Se realizaron pruebas en el laboratorio para comprobar si el mucilago de linaza es un buen biosorbente en soluciones acuosas de metales pesados Cromo (Cr^{+6}) y Manganeseo (Mn^{+7}). Se analizaron concentraciones de Cr y Mn, las cuales fueron de 10 ppm – 40 ppm de cada uno y en las pruebas se manejó 250 mL de agua contaminada a limpiar en un lapso de 100 minutos, con diferentes pesos de mucilago de linaza las cuales fueron 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 30 g, 40 g y 50 g. En base a los resultados se concluye que el uso del mucilago de linaza es una buena opción como biosorbente ya que demostró el potencial que presenta en la biosorción de metales de Cr^{+6} y Mn^{+7} en soluciones acuosas obteniendo un 35.11% de eficiencia en Cromo y un 98.6% de eficiencia con respecto al Manganeseo.

Biosorción, mucilago de linaza, metales pesados.

Abstract

Heavy metals impact the water of rivers and streams due to the large amounts of water discharge that can come from urban effluents and industrial. There are different types of treatment, one of them is the biosorption, in this paper a microbial biomass was used in this case flaxseed mucilage as absorbing medium. Tests were performed in the laboratory to check whether linseed mucilage is a good biosorbent in aqueous solutions of heavy metal chrome (Cr^{+6}) and manganese (Mn^{+7}). concentrations of Cr and Mn were analyzed, which were 10 ppm - 40 ppm each and evidence was handled 250 mL of water contaminated to be cleaned in a span of 100 minutes, with different weights of mucilage of flaxseed which were 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 30 g, 40 g and 50 g. Based on the results it is concluded that the use of mucilage of flaxseed is a good choice as biosorbent as it showed the potential posing in biosorption metal Cr^{+6} and Mn^{+7} in aqueous solutions obtaining a 35.11% efficiency chromium and 98.6% efficiency with respect to manganese.

Biosortion, mucilage of flaxseed, heavy metals.

Citación: HERNANDEZ, Israel, VÁZQUEZ, Mirsha, JERONIMO, Jessica, SANDOVAL, Francisca. Biosorción de metales pesados mediante el uso de una biomasa microbiana, en aguas residuales. Revista de Simulación y Laboratorio. 2016, 3-8:10-14

† Investigador contribuyendo como primer autor
ishernandez@uv.mx

Introducción

El término biosorción se utiliza para referirse a la captación de metales que lleva a cabo una biomasa completa (viva o muerta) a través de mecanismos fisicoquímicos como la adsorción o el intercambio iónico. Cuando se utiliza biomasa viva los mecanismos metabólicos de captación también pueden contribuir en el proceso. El proceso involucra una fase sólida (sorbente) y una fase líquida (solvente, que es normalmente es agua) que contiene las especies disueltas que van a ser adsorbidas (sorbato, e.g. iones metálicos). Acosta et al., 2012. Entre los procesos comúnmente utilizados para tratar efluentes con metales pesados se encuentran: carbón activado, intercambio iónico, extracción con solventes, micro/nano/ultrafiltración, osmosis inversa y flotación no convencional. Algunos de estos procesos pueden llegar a ser costosos, implicando altos costos de operación y requerimientos energéticos, lo que ocasiona que los micro y pequeños empresarios no tengan acceso a ellos y generalmente opten por verter sus aguas a fosas sépticas comunes o incluso a pozos profundos (Villanueva, 2007). El interés en la investigación del uso de materiales naturales o residuales como adsorbentes ha aumentado, tanto en materiales orgánicos como en inorgánicos, que son abundantes y tienen bajo o nulo costo (Volesky et al., 1995). La biosorción es un proceso fisicoquímico que incluye los fenómenos de adsorción y absorción de moléculas e iones (Muñoz, 2007). Los hongos incluyendo las levaduras, han recibido especial atención con relación a la biosorción de metales, particularmente porque la biomasa fúngica se origina como un subproducto de diferentes fermentaciones industriales (Ehlich y Brierley 1990).

Muñoz (2007) estudió la remoción del Pb (II) donde reportó que a pH 5, 0.2 g de cáscara de naranja (biosorbente) con tratamiento de reticulación y 50 ml de Pb (II) se obtuvo una biosorción de Pb (II) de 141.50 mg/g; de igual manera Villanueva (2007) obtuvo una capacidad máxima de biosorción de Cu (II) 36.10 mg/g a un pH 4.86 con 0.5 g de biomasa (cáscara de naranja) tratada con CaCl₂.

Montero (2007), utilizó cáscaras de naranja previamente secas para la elaboración y evaluación de un sistema continuo para la remoción de Cr (VI) en soluciones acuosas, construyendo una columna de 16 cm con 4 g de biosorbente seco y 250 ml de Cr (VI). Obtuvo una capacidad máxima de biosorción de 6.188 mg/g, aproximadamente un 97.07% de remoción. Rozas (2008), utilizó chacay como carbón activado cubierto con quitosán para la remoción de Cr (VI), obteniendo un 94.83% de remoción a un pH 7 con 25 mg de biosorbente.

Metodología

La semilla de linaza (*Linum usitatissimum*) utilizada es procedente del municipio de Poza Rica, Veracruz. Posteriormente se pesa y calienta a ebullición por un tiempo aproximado de 5 minutos, se deja reposar la semilla de linaza hasta alcanzar una temperatura ambiente, una vez hecho lo anterior se coloca la semilla de linaza para la obtención del mucilago. Una vez obtenida la linaza se la prepara la solución madre de cromo (Cr) se trabaja con dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) se pesan 10 g de dicho reactivo, en el caso del manganeso (Mn) se trabaja permanganato de potasio (KMnO₄) se pesan 6 g y se aforan cada reactivo en un matraz de aforación de 1000 mL.

Se prepara la solución estándar de 10, 20, 30 y 40 ppm de Cr y Mn, para realizar la curva de barrido entre 350 y 400 nm y se procede a leer cada muestra estándar en el espectrofotómetro JENWAY 7305, para determinar la curva de calibración y con esto poder evaluar la capacidad de absorción.

Se analizan 4 muestras de permanganato de potasio, así como de dicromato de potasio a diferentes concentraciones de 10, 20, 30 y 40 ppm, realizando las lecturas correspondientes en el espectrofotómetro Jenway 7305.

Resultados

Realización de longitud de onda

Se calibró el equipo JENWAY 7305 con un blanco, para realizar el barrido de la muestra patrón. Se realizaron las curvas de barrido tanto del Cromo (Cr^{+6}), como el Manganeso (Mn^{+7}) con el fin de identificar su pico más alto y descubrir los nanómetros (nm) con los que se trabajó en dichas pruebas; la longitud de onda del metal máxima de cromo (Cr^{+6}) y manganeso (Mn^{+7}) la cual se localiza en el punto más alto que fue encontrado a 390 nm siendo el caso para el cromo y 500 nm para el manganeso.

Determinación de la curva de calibración Cromo y Manganeso

Se realizó la lectura a diferentes concentraciones con la finalidad de obtener los valores de ecuación de la recta a través del cálculo de regresión lineal en ambos metales (Cr y Mn); para realizar un gráfico de dicha curva de calibración donde se observa una correlación de 0.97, lo cual nos indica un 97% de confiabilidad en los resultados para el cromo (figura 1), y 96.25% para el manganeso.

Mientras que para el manganeso se obtuvo una correlación del 0.96, lo cual nos indica un 96% de confiabilidad en los resultados, figura 2.

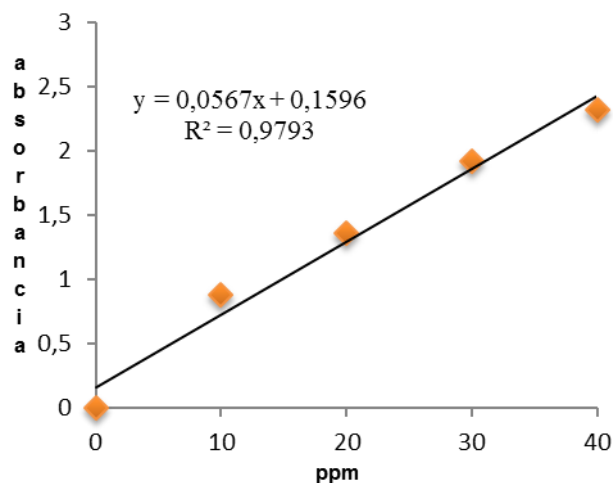


Figura 1 Curva de calibración de cromo

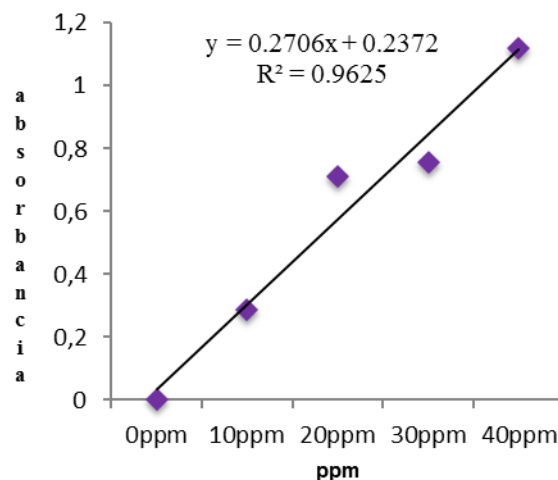


Figura 2 Curva de calibración del manganeso

Cálculo de la concentración absorbida de la muestra problema

A partir de la curva de calibración y su respectiva ecuación se obtuvieron las concentraciones con las diferentes absorbancias obtenidas.

En la figura 3, que se muestra a continuación, se observa una curva la cual indica cómo fue disminuyendo las ppm de cromo con una concentración inicial de 10 ppm y terminando con una concentración de 6.5 ppm.

Los resultados obtenidos con mayor eficiencia en cuanto a gramos es de 15 g de mucilago de linaza con 35.11% de eficiencia con una disminución en ppm de 10 a 6.48 ppm, de acuerdo con las pruebas realizadas anteriormente no se mejoró lo obtenido por Quintelas y Tavares 2001, con 50-100% de remoción, utilizando *Arthrobacter viscosus* inmovilizado en carbón activado granular, lo que hace al proceso caro, a diferencia de la linaza utilizada en la presente investigación.

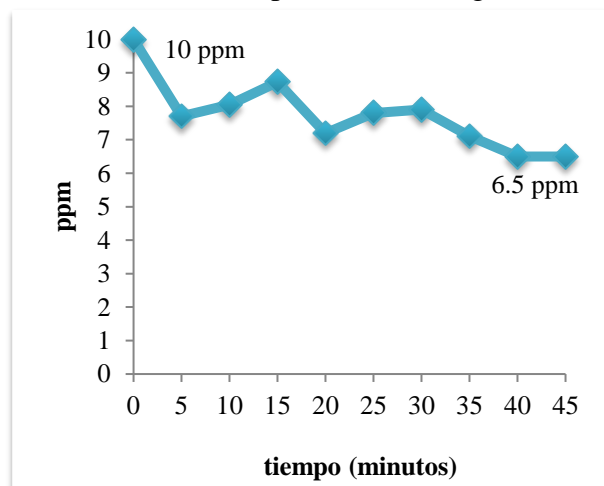


Figura 3 Comportamiento de la absorción de Cromo (Cr) de 10 ppm en un tiempo de 40 minutos.

Para el manganeso se tiene que a 40 g de mucilago de linaza a diferencia con el cromo que se trabajó a 10 g, ya que a menores cantidades en gramos no había ninguna muestra de absorción en el manganeso, se decidió trabajar con mayor cantidad en gramos de mucilago, en un tiempo de 80 minutos con una concentración que fue tomada al azar y en este caso fueron 30 ppm mostrando una disminución a 1.7 ppm.

En la figura 4 que se muestra a continuación, se observa una curva la cual indica cómo fue disminuyendo las ppm de manganeso con una concentración inicial de 10 ppm y terminando con una concentración de 0.28 ppm, con una eficiencia del 98.6% de absorción. En 1986, Weng (Weng et al, 1986) detecta que la remoción de Mn(II) a través de filtración por arena es muy pobre y en 1997 Verguinia Petkova utilizó zeolita natural y obtuvo remociones hasta 96% para el hierro y más de 95% para el manganeso con concentraciones remanentes muy por debajo de las indicadas por la NOM- 127-SSA; lo cual este trabajo mejoró la eficiencia de remoción e igualando lo obtenido por Rodriguez et al., 2015.

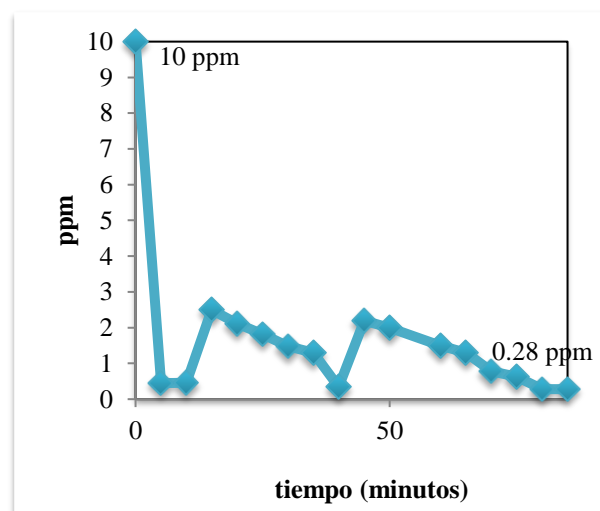


Figura 4 Comportamiento de la absorción de Manganeso (Mn) de 10 ppm en un tiempo de 80 minutos

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos con respecto al cromo (Cr^{+6}) no se observó una modificación significativa en la concentración de absorción por el mucílago linaza, el mejor porcentaje de biosorción que se logró en el tiempo de contacto entre el biosorbente y el contaminante fue de 40 minutos con una cantidad de 15 g de mucilago de linaza y una concentración de 10 ppm disminuyendo a un 6.48 ppm.

Alcanzando un 35.11% de eficiencia y esto se debe a que los iones metálicos de cromo no se adhirieron a la biomasa siendo que tienen afinidades muy diferentes al biosorbente que se utilizó, provocando una mala retención del metal.

Los resultados obtenidos con respecto al Manganeso (Mn^{+7}) fueron en contrariedad al Cromo, ya que se observó una significativa eliminación en la concentración de absorción por el mucilago de linaza siendo su mayor parte de biosorción un 98.6% que se logró en un tiempo de contacto entre el biosorbente y el contaminante de 80 minutos con una cantidad de 40 g de mucilago de linaza y una concentración de 10 ppm disminuyendo a un 0.14 ppm. Siendo que los iones metálicos del manganeso se adhirieron al biosorbente en este caso el mucilago de linaza.

Una vez concluidas las pruebas de laboratorio y cuando se cuenta con un biosorbente potencial que ha demostrado capacidad para absorber y quelar los iones metálicos deseados, esta puede ser una alternativa sustentable, ya que utiliza materiales que son biodegradables y más amigables con el ambiente. Como en cualquier proceso industrial, entre más cerca se encuentre la fuente de la materia prima (biomasa) del punto de su aplicación y a un bajo costo, el proceso se vuelve más factible.

Referencias

- Acosta Rodríguez, I., J.F. Cárdenas González, I.V. Martínez Juárez (2012), "El uso de diferentes biomazas para la eliminación de metales pesados en sitios contaminados", *Ide@s*, CONCYTEG, 7(85), pp. 911 – 922.
- Ehlich, H.L. and C.L. Brierley (eds), (1990). *Microbial Mineral Recovery*, New York, Mac Graw Hill.
- Montero, I. (2007). Cuantificación de Cr (VI), Cr (III) y Cr total, en un estudio de biosorción utilizando cáscara de naranja. Tesis de Licenciatura de Química. México. Muñoz, J. C.
- Mirla Rodríguez, Saúl Flores, Maiella Rangell, Liz Cubillán, Alexandra Argotte. 2015. Un estudio de la remoción de manganeso (II) a partir de sistemas acuosos usando cápsulas de moringa oleifera como bioadsorbente. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. Vol. 46. Número especial. pp. 424 – 433.
- Muñoz, J. C. (2007). Biosorción de Plomo (II) por cáscara de naranja "citrus cinecis" pretratada. Tesis de licenciatura de Químico. Universidad Nacional del Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química, Lima-Perú.
- Villanueva, C., (2007). Biosorción de cobre (II) por biomasa pretratada de cáscara de citrus sinesis (Naranja), citrus limonium (limón) y opuntia ficus (plameta de nopal). Tesis de licenciatura de Químico. Universidad Nacional del Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química, Lima-Perú.
- Volesky, B y Holan, Z. (1995). Biosorption of heavy metals. *Review Biotechnology Progress*. Vol. 11 N. 3 pp. 235- 250.
- Rozas Riquelme Pablo Andrés (2008). Estudio de adsorción para Cr (VI) utilizando chacay (ulex europaeus) como carbon activo cubierto con quitosan. Tesis de licenciatura de Ingeniero en Medio Ambiente y desarrollo costero. Universidad de los Lagos departamento de recursos naturales y medio ambiente.
- Quintinelas C., Tavares T. (2001). "Removal of chromium (VI) and cadmium (II) from aqueous solutions by a bacterial biofilm supported and granular activated carbon". *Biotechnology letters* No. 23, pp. 1349 – 1353.

Verguinia Petkova. 1997. Uso de zeolitas naturales en la remoción de manganeso. Ingeniería Hidráulica en México. Vol. VII, No. 3. Pp. 41 – 47, septiembre-diciembre.

Weng C., Hoven D. L. and Schwartz. B. J. 1986. Ozonation: An Economic Choice for Water Treatment, AWWA, Nov. 78:11, 83.