



Remoción de Cromo (VI) en solución por la cáscara de semilla de calabaza (*Cucurbita máxima* Duch)

Karen Ruiz-Trujillo | Juan F. Cárdenas-González
| María de Guadalupe Moctezuma-Zárate | Ismael Acosta-Rodríguez
Facultad de Ciencias Químicas | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUÍS POTOSÍ

Víctor M. Martínez-Juárez
Instituto de Ciencias Agropecuarias | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

correo-e: iacosta@uaslp.mx

Resumen

En este trabajo se analizó la capacidad de remoción de Cromo (VI) en solución por cáscara de semilla de Calabaza, determinando la concentración del metal por el método de la Difenilcarbazida, se descubrió que la remoción total del metal (50 mg/L) ocurre a los 150 min, a pH de 1.0 y 40 °C, con 1 g de biomasa, mientras que con 5 g la remoción total del metal ocurre a los 25 min. En las concentraciones de Cr (VI) analizadas, la cáscara de semilla mostró gran capacidad de remoción, pues a los 45 min de incubación, la biomasa estudiada remueve 1.0 g de Cr (VI) con la producción simultánea de Cr (III), y en un ensayo de biorremediación de tierra y agua contaminados con el metal, se eliminó a los 7 días de incubación, por lo que dicha biomasa puede utilizarse para eliminarlo de aguas residuales industriales.

Palabras clave: remoción, Cromo (VI), biomasa, cáscara de semilla.

Introducción

Debido a las actividades industriales, como la producción de acero, minería, cemento y curtido de pieles, ciertas zonas de la república mexicana tienen altos niveles de cromo en suelo y agua (Vitti & Pace, 2006). El uso de lodos de aguas negras o de fertilizantes con diferentes concentraciones del catión, en algunas prácticas agronómicas, son otros de los factores contribuyentes a la contaminación ambiental por el metal.

En las aguas residuales, el Cr (VI), se encuentra en solución como CrO_4^{2-} (2), puede removerse por reducción, por precipitación química, por adsorción y por intercambio iónico (Cotton & Wilkinson, 1980). Recientemente, se ha analizado el uso de metodologías alternativas, como la remoción y/o reducción de Cr (VI) a Cr (III) por bacterias, algas, levaduras y hongos (Cervantes *et al.*, 2004).

Por otro lado, también se han utilizado materiales de desecho, como residuos industriales agrícolas o urbanos para la eliminación o recuperación de metales pesados de efluentes industriales contaminados, entre los que se encuentran: residuos de manzana, corteza de árbol, cáscara de avellana, cáscara de naranja y tamarindo (Verma *et al.*, 2006), con resultados altamente satisfactorios.

Interesa analizar otros materiales de desecho y por lo tanto económicos, para tratar de eliminar este metal de aguas y suelos contaminados, así como la biorremediación de los mismos. La finalidad de este estudio fue examinar la remoción de Cromo (VI) por la cáscara semilla de Calabaza (*Cucurbita máxima* Duch).

Metodología

Se utilizó la biomasa celular de la cáscara de semilla de Calabaza, obtenida de diferentes mercados sobre ruedas de la ciudad de San Luis Potosí, México. Se trabajó con 100 mL de una solución de 50 mg/L de Cr (VI), obtenida por dilución de una solución patrón de

71.86 mg/L preparada en agua tridesionizada a partir de K_2CrO_4 . Se ajustó el pH de la dilución a analizar con H_2SO_4 1 M y NaOH 1 M, antes de adicionarla a la biomasa celular.

Para los estudios de remoción, 1g de biomasa celular se mezcló con 100 mL de una solución de 50 mg/L del metal (a diferentes pH's y 28 °C) y se incubaron con agitación constante (100 rpm), y a diferentes tiempos se tomaron alícuotas de 5 mL cada una, se centrifugaron a 3000 rpm (5 min), y al sobrenadante respectivo se le determinó la concentración de Cr (VI), utilizando el método colorimétrico de la difenilcarbazida (Greenberg *et al.*, 1992). Los límites de detección se encuentran en un rango de 0.02-05 µg/L de Cr (VI).

Resultados y discusión

Se encontró que la mayor remoción se obtiene a un pH de 4.0 (100%), a las 8 h de incubación (figura 4). Cambios en la permeabilidad, de origen desconocido, podrían explicar en parte las diferencias encontradas en el tiempo de incubación, proporcionando mayor o menor exposición de los grupos funcionales de la pared celular de la biomasa (Kratochvil & Volesky, 1998).

Para las biomásas naturales, la mayoría de los autores reportan un pH óptimo de 2.0, por ejemplo semillas de tamarindo (Agarwal *et al.*, 2006), bagazo y pulpa de caña de azúcar (Sharma & Forster, 1994), y un pH de 3.0 para la cáscara de tamarindo tratada con ácido oxálico (Popuri *et al.*, 2007). El Cromo (VI) se encuentra como HCrO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_4\text{O}_{13}^{2-}$, $\text{Cr}_5\text{O}_{10}^{2-}$ (11). Una baja en el pH causa la protonación de la superficie del adsorbente incrementando la bioadsorción en la solución. Sin embargo, cuando el pH aumenta, se incrementa la concentración de iones OH^- , lo que impide la bioadsorción de los iones Cromo (VI) cargados negativamente (12).

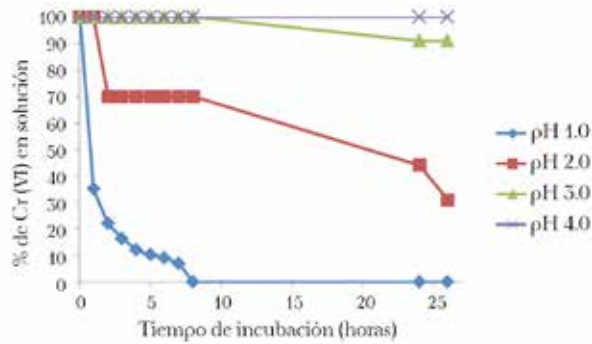


Figura 1. Efecto del pH sobre la remoción de 50 mg/L de Cromo (VI) en solución por la biomasa de la cáscara de semilla de Calabaza. 28 °C. 100 rpm. 1 g biomasa.

Referente a la temperatura de incubación, se observó que a 40, 50 y 60 °C, la remoción es total a los 150 min (figura 2), resultados que son menores a los reportados para las cáscaras de litchi y naranja con un 100% de remoción a los 6 y 10 min., (Acosta-Rodríguez *et al.*, 2012a; 2012b). El incremento en la temperatura aumenta la velocidad de remoción de Cromo (VI) y disminuye el tiempo de contacto requerido para la completa remoción del metal.

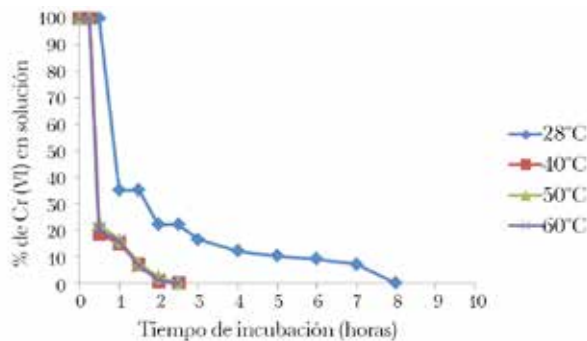


Figura 2. Efecto de la temperatura sobre la remoción de 50 mg/L de Cromo (VI) en solución por la biomasa de la cáscara de semilla de Calabaza. pH 1.0. 100 rpm. 1 g biomasa.

También se encontró que la concentración del metal no influye en la remoción del mismo, pues 200 y 1000 mg de Cr (VI) se eliminan a los 45 min a 40 °C como se observa en la figura 3. Con respecto a las otras biomásas utilizadas, la mayoría de los autores reportan menores eficiencias de remoción del metal, por ejemplo: 45 mg/L por la corteza de euca-

lipto (Sarin & Pant, 2006); 13.4 y 17.2 mg/L por bagazo y pulpa de caña de azúcar (Kratochvil & Volesky, 1998).

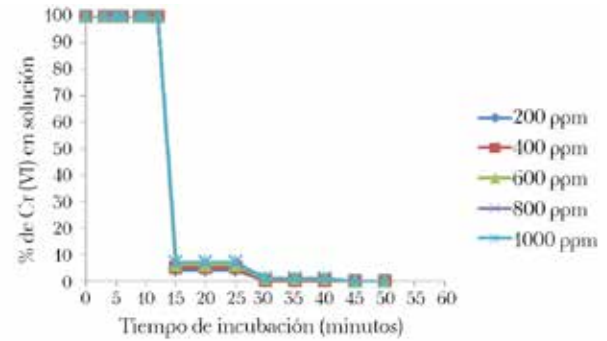


Figura 3. Efecto de la concentración de Cromo (VI) sobre la remoción del mismo, por la biomasa de la cáscara de semilla de Calabaza. pH 1.0. 100 rpm. 1 g biomasa. 40 °C.

Al aumentar la cantidad de biomasa, también se incrementa la remoción de Cromo (VI) en solución como se observa en la figura 4, pues 5 g de la cáscara remueven el 100% del metal a los 25 min, a 28 °C, debido a que hay más sitios de bioadsorción del metal. Resultados similares se han reportado para la cáscaras de litchi y naranja (Acosta-Rodríguez *et al.*, 2012a; 2012b), *R. nigricans*, aunque este último con 10 g de biomasa (Bai and Abraham, 2001), pero son diferentes a lo reportado por Zubair *et al.*, (2008) para la biomasa de los desechos de la mandarina (gabazo), quienes reportan una concentración óptima de biomasa de 100 mg/L.

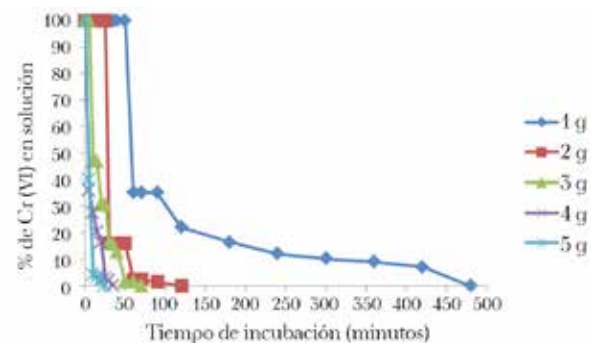


Figura 4. Efecto de la concentración de biomasa sobre la remoción de 50 mg/mL de Cromo (VI). pH 1.0. 100 rpm. 28 °C.

Conclusiones

La biomasa analizada tiene la capacidad de remover eficientemente Cr (VI) en solución y es por esta característica que puede ser usada en la descontaminación de efluentes industriales conteniendo dicho metal, por lo que la aplicación de esta tecnología presenta un gran potencial para la eliminación de éste; además de que la biomasa es natural, fácil de obtener y transportar en grandes cantidades.

Referencias

- Acosta-Rodríguez, I., Martínez-Pérez, R., Cárdenas-González, J.F., Moctezuma-Zárate, M.D., Martínez-Juárez, V.M. (2012a). Hexavalent Chromium Removal by *Litchi chinensis* Sonn Peel. *American Journal of Biochemistry & Biotechnology*, 8(1):7-13.
- Acosta-Rodríguez, I., González-Sánchez, H.M, Moctezuma-Zárate, M.G., Cárdenas-González J.F., Martínez-Juárez, V.M. (2012b). Remoción de Cromo (VI) en solución por la biomasa de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* Osbeck). *Tlatemoani*, (9):4-17.
- Agarwal, G., Bhuptawat, H., Chaudhari, S. (2006). Biosorption of aqueous chromium (VI) by *Tamarindus indica* seeds. *Bioresource Technology*, 97(7):949-956.
- Bai, S., Abraham, T. (2004). Biosorption of Cr (VI) from aqueous solution by *Rhizopus nigricans*. *Bioresource Technology*, 79(1):73-81.
- Cervantes, C., Campos-García, J., Devars, S., Gutiérrez-Corona, F., Loza-Tavera, H., Torres-Guzmán, J.C., Moreno-Sánchez, R. (2004). Interactions of chromium with microorganisms and plants. *FEMS Microbiology Reviews*, 25(3): 335-347.
- Cotton, F. & Wilkinson, G. (1980). *Advanced Inorganic Chemistry* (4a Ed.). Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Gadd, G., Griffiths, A. (1980). Effect of copper on morphology of *Aureobasidium pullulans*. *Transactions of the British Mycological Society*, 74(2):387-392.
- Greenberg, A., Clesceri, L., Eaton, A. (1992). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (18a. Ed.). Washington, D.C: American Public Health Association.
- Kratochvil, D., Volesky, B. (1998). Advances in the biosorption of heavy metals. *Trends in Biotechnology*, 16(7):294-300.
- Rao Popuri, S., Jammala, A., Reddy, N.S., Venkata, K., Abburi, K. (2007). Biosorption of hexavalent chromium using tamarind (*Tamarindus indica*) fruit shell—a comparative study. *Electronic Journal of Biotechnology*, 10(3):358-367.
- Rollinson, C.L. (1973). Chromium, molybdenum and tungsten. In T. Dickson (ed.), *Comprehensive Organic Chemistry* (3a. ed.) (pp. 694-694). Oxford, UK: Pergamon Press.
- Sarin, V., Pant, K.K. (2006). Removal of chromium from industrial waste by using eucalyptus bark. *Bioresource Technology*, 97(1):15-20.
- Sharma, D., Forster, C. (1994). A preliminary examination into the adsorption of hexavalent chromium using low-cost adsorbents. *Bioresource Technology*, 47(3):257-264.
- Verma, A., Chakraborty, S., Basu, J. (2006). Adsorption study of hexavalent chromium using tamarind hull-based adsorbents. *Separation and Purification Technology*, 50(3):336-341.
- Viti, C., Pace, A., Giovannetti, L. (2003). Characterization of Cr (VI)-resistant bacteria isolated from chromium-contaminated soil by tannery activity. *Current Microbiology*, 46(1):0004-0005.
- Zubair, A., Bhatti, H.N., Hanif, M.A., Shafiqat, F. (2008). Kinetic and equilibrium modeling for Cr (III) and Cr (VI) removal from aqueous solutions by *Citrus reticulata* waste biomass. *Water, Air and Soil Pollution*, 191(1-4):305-348.