

# REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE EN SOLUCIONES ACUOSAS A PARTIR DE UN RESIDUO AGRÍCOLA: DISEÑO DE UN REACTOR DE LABORATORIO

R.R. Azario, N. Fernández, M.S. Romano, N.N. Eggs, V. Corne y M.C. García

Departamento de Materias Básicas. Facultad Regional Concepción del Uruguay.  
Universidad Tecnológica Nacional. (3260) Concepción del Uruguay. Entre Ríos. Ing.  
Pereira 676. E-mail: azricardo@gmail.com

## Introducción

La descarga de metales pesados al ambiente a partir de actividades industriales causa numerosos problemas debido a la toxicidad intrínseca, a la bioacumulación y a la persistencia en la naturaleza (Sud et al., 2008). Las técnicas convencionales de remoción de metales en solución (intercambio iónico, precipitación química, etc.) son a menudo costosas o poco efectivas en presencia de bajas concentraciones del contaminante (Fu & Wang, 2011). La biosorción, captación pasiva de tóxicos por materiales biológicos, es un procedimiento alternativo competitivo, efectivo y de bajo costo.

La cáscara de arroz es un subproducto agrícola importante en la provincia de Entre Ríos que posee gran potencial no sólo para la generación de energía sino también para la obtención de productos de mayor valor agregado. La presencia de grupos funcionales en este material capaces de secuestrar metales, permite proponer el uso de este residuo para la detoxificación de ambientes contaminados con cromo.

En base a ello, este estudio tiene por objeto realizar una evaluación de la capacidad de remoción de cromo mediante el uso de cáscara de arroz modificada químicamente, considerando los siguientes aspectos: optimización del proceso de sorción mediante un análisis cinético teniendo en cuenta factores tales como pH, masa del biosorbente, tiempo de incubación y concentración del tóxico, así como también la realización de un cambio de escala con el diseño de un reactor de adsorción de 1 litro de capacidad.

## Metodología

Activación básica del biosorbente: la cáscara de arroz lavada se puso en contacto con hidróxido de potasio 1% m/m, se llevó a ebullición durante 30 minutos y se dejó en reposo durante una noche. Se filtró y se lavó con agua destilada y ácido clorhídrico al 10% para alcanzar un pH de 5. Finalmente, se secó en estufa a 100 °C.

Protocolo de adsorción: Se realizó un análisis cinético con el fin de determinar las condiciones óptimas del proceso considerando diferentes parámetros. Para esto, una determinada masa de cáscara de arroz activada (1,0-6,0 g) se puso en contacto con 50 mL de solución de Cr (VI) (10-100 ppm) durante un determinado tiempo de contacto (30-480 minutos) ajustando el pH del medio (1-7). La determinación de cromo hexavalente residual en solución se realizó a través del método de la difenilcarbazida y la lectura se efectuó a 540 nm en un espectrofotómetro UV/visible. La cuantificación de cromo residual total se realizó por espectrometría de absorción atómica utilizando para el análisis una llama aire-acetileno a 357,9 nm.

Reactor batch de 1 litro de capacidad: Se diseñó un reactor cuyo material cumpla con las siguientes características: resistencia al pH del medio, fácil disponibilidad y bajo costo. Para ello se utilizó un caño de PVC apto para desagües domiciliarios de 110 mm de diámetro interno y 3,2 mm de espesor. Para cada experiencia se utilizaron 40 g de cáscara de arroz activada que se pusieron en contacto durante 1 hora a temperatura ambiente con 1000 mL de solución de cromo (VI) 100 ppm. El pH del medio se ajustó utilizando ácido perclórico. Por último, el contenido del reactor se filtró

para recuperar la cáscara con el contaminante y realizar las mediciones del metal residual en solución. Este procedimiento se repitió durante 4 ciclos de adsorción reutilizando el residuo.

### Resultados

La optimización de los parámetros del proceso de adsorción en laboratorio permitió fijar las variables fisicoquímicas para el funcionamiento del reactor batch de 1 litro de capacidad. Estas fueron: pH fuertemente ácido (inferior a 2), masa de adsorbente utilizada por ciclo de 40 g para lograr obtener una remoción cercana a los 3,0 mg de Cr (VI)/g de adsorbente, concentración inicial del contaminante 100 ppm y tiempo de incubación de 1 hora. Si bien el tiempo de contacto determinado para alcanzar el equilibrio del proceso se estableció en 480 minutos, se utilizó un tiempo menor debido a que la remoción alcanzada en 1 hora presentó valores muy cercanos a las observadas en el equilibrio.

Los resultados obtenidos muestran que cada gramo de cáscara retiene una cantidad media de 2,5 mg Cr (VI), valor ligeramente menor al estimado mediante ensayos de laboratorio (3 mg Cr (VI)/g). Esta desviación puede explicarse ya que la cantidad utilizada de cáscara es mayor a la determinada a partir de 3 mg/g. Este excedente se introdujo para solventar las posibles pérdidas de adsorbente durante la manipulación del reactor, filtrado, acidificación y múltiples ciclos. Al existir mayor cantidad de medio adsorbente, la cáscara podría no alcanzar la saturación, adsorbiendo así una cantidad menor a la prevista por unidad de masa.

Respecto al cambio de escala, se logró trabajar en 4 ciclos de adsorción consecutivos manteniéndose porcentajes de remoción cercanos al 99%. Por cuestiones referentes al elevado consumo de reactivos y la creciente complejidad operativa y económica, se decidió no continuar con más ciclos de utilización, y establecer el número de 4 ciclos como óptimo.

### Conclusión

La cáscara de arroz modificada químicamente podría ser un biomaterial potencialmente útil en la recuperación de ambientes contaminados con cromo. Fijados los parámetros óptimos del proceso, se logró trabajar con una escala 20 veces mayor que la usada en el laboratorio. Se obtuvieron valores reproducibles y remociones cercanas al 99%, incluso en 4 ciclos consecutivos de adsorción reutilizando la cáscara de arroz modificada químicamente con hidróxido de potasio.

### Referencias

- Sud, D., Mahajan, G. & Kaur, M.P. (2008). Agricultural waste material as potential adsorbent for sequestering heavy metal ions from aqueous solutions. A review. *Bioresource Technology*, 99, 6017-6027.
- Fu, F. & Wang, Q. (2011). Removal of heavy metals ions from wastewaters: a review. *J. Environ. Management*, 92, 407-418.

Área temática: Química ambiental