

# Inmovilización de Fibra de Pluma de Pollo en Silica Gel para la Adsorción de Metales Pesados en Agua

Nota de Divulgación

Ing. Monroy Figueroa J.

Maestría en Ciencias en Ingeniería Química

Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Aguascalientes

Av. López Mateos 1801 Ote. Fracc. Bona Gens, Aguascalientes, Ags., C.P. 20256, Tel. 01 (449) 9105002 ext. 127,

Fax 01 (449) 9700423, [jck35@hotmail.com](mailto:jck35@hotmail.com)

## Resumen.

Este artículo presenta una recopilación de lo más relevante acerca de la síntesis de materiales adsorbentes empleando fibra de pluma de pollo para la adsorción de metales pesados en régimen continuo. Seguidamente se presenta una metodología para el desarrollo de adsorbentes para la remoción de metales pesados en el agua, entre ellos el  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  y  $\text{Pb}^{3+}$

**Palabras claves:** Fibra de pluma de pollo, Adsorción de metales pesados, Plomo, Cadmio y Cromo.

## Abstract

This article presents a summary of the most relevant about the synthesis of adsorbents material using fiber of chicken feather for the adsorption of heavy metals in continuous régime. Subsequently a methodology is presented for the adsorbents development for the removal of heavy metals in the water, one of them is  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  y  $\text{Pb}^{3+}$

**Key words:** Fiber chicken feather, heavy metal Adsorption, Lead, Cadmium and Chrome.

## Introducción

La contaminación de metales pesados es actualmente de gran importancia, tanto en el campo de la Ingeniería Ambiental como en el ámbito de Salud Pública, debido al conocimiento creciente de los efectos potencialmente severos ocasionados por la exposición crónica a estos materiales. En particular, el plomo, cadmio y cromo se encuentran entre los metales que son más tóxicos para el organismo humano [1].

Los daños que se pueden ocasionar por una exposición crónica a metales pesados son severos y en ocasiones ausentes de síntomas lo que ha ocasionado que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo pretendan minimizar la exposición de la población a estos elementos tóxicos [2]. Las principales fuentes de contaminación del agua con metales pesados comprenden a las industrias del

sector minero, recubrimientos metálicos y fundidoras, entre otras [2]. Aunque también existen fuentes naturales de contaminación.

Hasta el momento, se han evaluado diversas técnicas para la remoción de metales pesados en el agua, las cuales incluyen procesos de floculación, intercambio iónico, adsorción, ósmosis inversa, precipitación química, electrodiálisis, entre otras. [3]. Algunos investigadores han utilizado dichas técnicas principalmente para la remoción de cadmio, cromo y plomo. Por ejemplo, Bosco *et al.* (2004) y G. de la Rosa *et al.* (2003) emplearon diversos adsorbentes para la remoción de metales presentes en el agua. Por otra parte, Gardea *et al.* (1995) utilizaron la electrodiálisis e intercambio iónico para la remoción de plomo. Generalmente, los métodos convencionales para la remoción de metales pesados presentan varias desventajas tales como la baja tasa de remoción, requerimientos altos de reactivos auxiliares y la generación de residuos tóxicos que a menudo son difíciles de disponer [3]. Además, estas técnicas también pueden involucrar costos significativos de operación. Bajo este contexto, la adsorción es una alternativa viable y adecuada para la remoción de diversos contaminantes del agua entre ellos los metales pesados [3]. Es importante mencionar que en años recientes la técnica de adsorción para la remoción y recuperación de metales pesados en soluciones acuosas ha recibido bastante atención [1].

Estudios previos muestran la existencia de una gran variedad de adsorbentes que pueden ser usados para la remoción de metales pesados [3]. Estos materiales adsorbentes pueden ser tanto naturales como sintéticos entre los cuales se pueden mencionar al carbón activado, arcilla, zeolitas, cortezas de árboles, enzimas, hongos, óxidos metálicos, resinas, entre otros [4]. Por ejemplo, Bosco *et al.* (2004) utilizaron zeolitas naturales para la adsorción del cromo y cadmio en soluciones acuosas. Otros adsorbentes que han sido utilizados en la remoción de cadmio, cromo y plomo son el caolín y las arcillas [1].

Uno de los motivos para usar materiales adsorbentes provenientes de fuentes naturales es que éstos presentan un costo reducido en comparación con

los adsorbentes sintéticos, generalmente no son tóxicos y muestra una tasa de adsorción alta [4].

Entre estos materiales adsorbentes se pueden encontrar el quitosán, alfalfa, hongos y la fibra de pluma de pollo [3,5].

En particular, la fibra de pluma de pollo es un residuo avícola atractivo para la remoción de metales pesados debido a sus propiedades fisicoquímicas y constituyentes. Las plumas de ave son subproductos de la industria avícola que se generan en grandes cantidades [6]. Este residuo representa una fuente natural, abundante y renovable de un material con propiedades sobresalientes para el área de adsorción que no ha sido utilizado plenamente [8].

Algunos estudios han evaluado la capacidad de remoción de metales pesados de la fibra de pluma de pollo [7]. Al – Asheh *et al.* (2003) utilizaron plumas de pollo tratadas químicamente con  $\text{Na}_2\text{S}$  y  $\text{NaOH}$  para la remoción de cromo y zinc. Por otra parte, Sayed *et al.* (2005) utilizaron las fibras de pluma de pollo con y sin tratamiento de hidróxido de sodio para la remoción manganeso, hierro y cromo. Los resultados de estos estudios muestran que dicho residuo avícola es una opción viable para la remoción de este tipo de contaminantes en el agua.

En algunos trabajos la fibra de pluma de pollo ha sido inmovilizada en silica gel con la finalidad de reducir el problema de manejo y manipulación de este adsorbente [8]. Wu [9] ha indicado que la inmovilización de adsorbentes es una herramienta experimental para sintetizar nuevos materiales con mayor actividad, estabilidad y durabilidad. Es importante mencionar que los estudios realizados con la fibra de pluma de pollo inmovilizada en silica gel no se han llevado en soluciones multicomponentes. Los estudios de adsorción multicomponente son importantes ya que permiten visualizar el comportamiento del adsorbente en condiciones experimentales de mayor exigencia.

Este estudio se enfocará a evaluar la capacidad de adsorción de la fibra de pluma de pollo inmovilizada en silica gel en soluciones multicomponentes de cadmio, plomo y cromo.

### Metodología experimental

#### Obtención y limpieza de la fibra de pluma de pollo.

La fibra de pluma de pollo es otorgada por la empresa SABROPOLLO la cual maneja este tipo de residuo como basura. Esta pluma se somete a un proceso de lavado con una mezcla de etanol, agua desionizada y detergente para retirar cualquier residuo que contenga la pluma. Al término de su limpieza se deja secar a una temperatura de  $40\text{ }^\circ\text{C}$  en un secador de

bandeja. Para los experimentos de adsorción se desprende el raquis y la fibra es reducida de tamaño.

#### Inmovilización de la fibra de pluma de pollo en silica gel

Para la inmovilizar la fibra de pluma de pollo en silica gel se empleará la metodología de Gardea *et al.* (1995). En esta metodología, la fibra se sumerge en una solución de 25 ml de Hidróxido de Sodio y 25 ml de Ácido Sulfúrico, obteniendo un pH de 2 y para el ajuste de pH se lleva a cabo con Ácido Clorhídrico. Se obtiene un polímero, el cual se lava con agua desionizada hasta retirar completamente los sulfatos del polímero. Este polímero se lleva a un proceso de secado a  $60\text{ }^\circ\text{C}$  por 24 horas y posteriormente, es reducido de tamaño y tamizado.

#### Pruebas de remoción de metales pesados.

La capacidad de adsorción de metales pesados del material sintetizado será evaluada en condiciones batch utilizando soluciones acuosas de  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  y  $\text{Pb}^{3+}$  preparadas en el laboratorio. Específicamente, se realizarán estudios de equilibrio y cinéticos de adsorción multicomponente. Para la determinación de isotermas y cinéticas de adsorción se utilizarán soluciones binarias de  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  y  $\text{Pb}^{3+}$ . La modelación de las isotermas y cinéticas de adsorción se llevará a cabo empleando diferentes modelos reportados en la literatura donde el ajuste de parámetros emplea una regresión lineal con métodos estocásticos de optimización.

### Conclusiones

La sintetización de materiales adsorbentes para la remoción de metales pesados es de importancia para la Ingeniería Ambiental. Sin embargo los notables avances han demostrado la utilización de materiales adsorbentes para la remoción de metales pesados presentes en el agua. Para la remoción de metales pesados, dicho materiales se han utilizado en forma directa, en cambio en este estudio, se producirá un material con soporte para que incremente su área superficial y remueva dichos contaminantes, y así lograr la mejora continua en la técnica de adsorción.

### Referencias

[1] Chantawong W., Harvey W. N., Bashkin N. V., (2003), “Comparison of Heavy Metal adsorption by Thai Kaolin and Ballclay”. *Water, Air and Soil Pollution*, 69, 11-125

- [2] Valdes P. F., (1999), "La contaminación por metales pesados en Torreón Coahuila", *En Defensa del Ambiente*, A.C., Texas Center for Policy Studies, 1, 1-50.
- [3] G. de la Rosa, Gardea- Torresdey J.L., Peralta-Videa J.R., Herrera I., Contreras B., (2003), "Use of silica-immobilized humin for heavy metal removal from aqueous solution under flow conditions". *Bioresource Technology*, 90, 11-17.
- [4] Bosco, D. M., Sarti J. R., Carvalho W. A., (2005) "Removal of toxic metals from wastewater by Brazilian natural scolecite". *Journal Colloid and Interface Science*, 281, 424-431.
- [5] Gardea-Torresdey J.L., Tiemman K.J., Gonzalez J.H., Henning J.A., Townsend M.S., (1995), "Ability of silica-immobilized Medicago Sativa (alfalfa) to remove copper ions from solution". *Hazardous Materials*, 48, 181-190.
- [6] Sayed S.A., Saleh S.M., Hasan E.E., (2005), "Removal of some polluting metals from industrial water using chicken feathers". *Desalination*, 181, 243-255.
- [7] Fraser P. D. B., MacRae T. P., Roger, G. E., (1972), "Keratins their composition, structure and biosynthesis". Charles, C. Thomas; *Springfield Quarterly Review of Biology*, 48, 378-379.
- [8] Al-Asheh, Sameer, Banat Fawzi, Al-Rousan Deaya., (2003), "Beneficial reuse of chicken feathers in removal of heavy metals from wastewater", *Journal of Cleaner Production*, 11, 321-326.
- [9] Jianmin, Wu, Mingming Luan and Jiayin, Zhao (2006), "Trypsin immobilization by direct adsorption on metal ion chelated macroporous chitosan-silica gel beads". *Int. Journal of Biological Macromolecules*, v39, Iss 4-5, 185- 191.

**Artículo recibido:** 28 de noviembre de 2006

**Aceptado para publicación:** 5 de junio de 2007