

Producción de carbonizados de huesos de peces pleco en un horno rural para su uso como adsorbente en la remoción de fluoruro en agua

Bone char pleco fish production in a rural oven to be used as adsorbent for the removal of fluoride in water

¹Sergio Armando Cruz Briano, ^{2,3}Nahum Andrés Medellín Castillo, ⁴Christian Eduardo Gaitán Méndez, ³Enya Gabriela Sánchez Cruz, ⁵Pablo Delgado Sánchez, ²Guillermo Javier Castro Larragoitia

¹Agenda Ambiental, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, Av. Dr. M Nava No. 221, Zona Universitaria S.L.P., 78290, México sear-11-@live.com.mx

²Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. M Nava No. 8, Zona Universitaria, San Luis Potosí, S.L.P., 78290, México.

³Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. M Nava No. 8, Zona Universitaria, San Luis Potosí, S.L.P., 78290, México

⁴Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. M Nava No. 6, Zona Universitaria, San Luis Potosí, SLP, 78210 México.

⁵Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Km. 14.5 Carr. San Luis - Matehuala
Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., 78321, México.

Palabras clave: adsorción, carbonizado de hueso, fluoruros, peces pleco.

Keywords: adsorption, bon char, fluorides, pleco fish

1. Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido como límite máximo permitido de fluoruro en el agua potable de 1.5 mg/L. La ingesta continua de agua con fluoruros con concentraciones por encima de estos valores puede causar fluorosis dental o fluorosis esquelética, (Muller-Nigri y cols., 2017; Zendehdel y cols., 2017). Existen diversas tecnologías para la remoción de fluoruros del agua como la precipitación, la coagulación, el intercambio iónico, la ósmosis inversa, la electrodiálisis y la adsorción (Muller-Nigri y cols., 2017; Medellín-Castillo y cols., 2020). La adsorción es una de las técnicas más versátiles debido a sus bajos costos de instalación, operación y mantenimiento (Medellín-Castillo y

cols., 2020) y la disponibilidad de una amplia gama de adsorbentes (Rahdar y cols., 2019). Los carbonizados de hueso han resultado ser prometedores adsorbentes en la remoción de fluoruros, su capacidad de adsorción se le atribuye a la presencia de la hidroxiapatita (Medellín-Castillo, 2009). La materia prima para la preparación de los carbonizados de hueso son los peces pleco, originarios de la cuenca del río Amazonas. En México, son considerados una plaga, por su significativa proliferación, además de su adaptación a los cambios de las condiciones del agua (Ríos-Muñoz, 2015). Existe solo un estudio reportado sobre su aprovechamiento como adsorbentes para remover contaminantes del agua, además, hay poca información sobre el uso de hornos rurales para su síntesis. Es por eso la importancia de este trabajo en el cual se busca aprovechar los peces pleco, para obtener carbonizados de hueso a partir de un horno rural, y estudiar su capacidad de remoción de fluoruros en el agua.

2. Materiales y métodos

2.1 Obtención de huesos

Los peces son sacrificados y se les remueve vísceras y materia orgánica, posteriormente el resto del pez se somete a ebullición durante 1 h en un volumen de 2 L de una solución preparada con una relación de 6:1 de agua desionizada y peróxido de hidrógeno, después de lo anterior, los huesos salen completamente blancos y se lavan con agua desionizada para eliminar el peróxido de hidrógeno que aún pudieran contener.

2.2 Horno rural y preparación del carbonizado de hueso (CH)

El horno rural consta de un tambo de 200 L (Figura 1), el cual se perfora con pequeños orificios en la parte inferior para permitir la aireación. Este se llena con desechos de madera los cuales sirven como fuente de combustión. Posteriormente, en un bote de aluminio de 20 L se colocan los huesos limpios, y se coloca invertido sobre las llamas de la madera, y finalmente colocar sobre éste otro tambo que nos permitirá la salida de aire del sistema. El proceso dura 4 h y alcanza temperaturas entre 400 y 600 °C. Una vez que pasa este tiempo los huesos se dejan enfriar por 24 h.



Figura 1. Proceso de síntesis de CH en horno rural.

2.3 Porcentaje de rendimiento

El porcentaje de rendimiento se determina midiendo el peso de los materiales antes y después del proceso de síntesis, el cual se define como:

$$\% \text{ Ren} = \frac{\text{masa posterior a la síntesis}}{\text{masa previo a la síntesis}} \times 100$$

2.4 Equilibrio de adsorción

El equilibrio de adsorción se llevó a cabo en experimentos de lote, en estos, se pone en contacto 90 mL de una solución de concentración inicial conocida de fluoruro con 0.2 g del CH a pH y temperatura constante. La masa de contaminante adsorbido se determina mediante un balance de masa de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$q = \frac{V_0 C_0 - V_f C_f}{m}$$

Donde C_0 y C_f (mg/L) son la concentración inicial y final del fluoruro, respectivamente; V_0 y V_f (L) es el volumen inicial y final, respectivamente y m (g) es la masa del adsorbente.

3. Resultados y discusión

3.1 Rendimiento en la síntesis de carbonizados de huesos

El porcentaje de rendimiento del CH obtenido fue de 67.47 %. Esto es debido a que a temperaturas de 400 y 500 °C ocurre la descomposición de la materia orgánica contenida en los huesos.

3.2 Isoterma de adsorción

En la Figura 2 se observa la isoterma de adsorción de fluoruro sobre CH a pH 7 y a temperatura de 25 °C. A una mayor concentración de fluoruro en el equilibrio existe una mayor cantidad de fluoruro adsorbido en el CH.

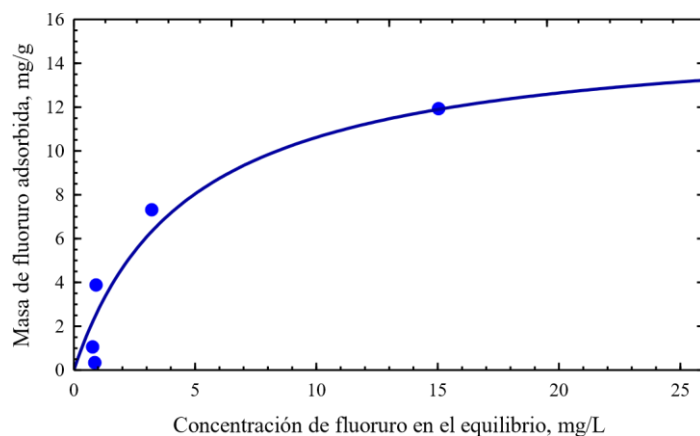


Figura 2. Isoterma de adsorción de fluoruros en CH a pH 7 y T=25 °C

4. Conclusiones

El CH de pez pleco puede ser una alternativa eficaz de bajo costo para la remoción de fluoruro en solución acuosa.

5. Referencias bibliográficas

Medellín-Castillo, N.A. (2009); *Equilibrio y Cinética de Adsorción de Fluoruros sobre Carbón de Hueso*. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

Medellín-Castillo, N.A.; Cruz-Briano, S.A.; Leyva-Ramos, R.; Moreno-Piraján, J.C.; TorresDosal, A.; Giraldo-Gutiérrez, L.; Labrada-Delgado, G.J.; Pérez, R.O.; Rodríguez-Estupiñan, J.P.; Reyes Lopez, S.Y.; Berber Mendoza, M.S. (2020); *Use of bone char prepared from an invasive species, pleco fish (Pterygoplichthys spp.), to remove fluoride and Cadmium(II) in water*. J. Environ. Manag. 256(May 2019).

Muller-Nigri, E.; Bhatnagar, A.; Ferreira-Rocha, S.D. (2017); *Thermal regeneration process of bone char used in the fluoride removal from aqueous solution*. J. Clean. Prod. 142: 35583570.

Rahdar, S.; Taghavi, M.; Khaksefidi, R.; Ahmadi, S. (2019); *Adsorption of arsenic (V) from aqueous solution using modified saxaul ash: isotherm and thermodynamic study*. Appl. Water Sci. 9:87.

Ríos-Muñoz, C. (2015); *Depredación de pez diablo (Loricariidae: Pterygoplichthys) por el cormorán oliváceo (Phalacrocorax brasilianus) en Villahermosa, Tabasco, México*. Huitzil. Rev. Mex. De Ornitología. 16(2): 62-65.

Zendehdel, M.; Shoshtari-Yeganeh, B.; Khanmohamadi, H.; Cruciani, G. (2017); *Removal of fluoride from aqueous solution by adsorption on NaP:HAp nanocomposite using response surface methodology*. Process Saf. Environ. 109: 172-191.