



V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental
Argentina y Ambiente 2023



4º Simposio Iberoamericano de Adsorción

Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos

Residuos de ramas de *Moringa oleífera* sin tratar y como carbón activado utilizados para la adsorción de hierro

C. Torre^{a*}, M. Tenev^a, S. Boeykens^b, J. de Celis^c y M.N. Piol^b

^a *Grupo de Investigación Sobre Temas Ambientales y Químicos (GISTAQ), Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, French 414, Chaco, 3500, Argentina.*

^b *Laboratorio de Química de Sistemas Heterogéneos (LaQuiSiHe). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Instituto de Química Aplicada a la Ingeniería. Paseo Colón 850, 1063-CABA, Argentina*

^c *Laboratorio de Química Ambiental. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Instituto de Química Aplicada a la Ingeniería, Paseo Colón 850, 1063-CABA, Argentina*

camimtorre@ca.frre.utn.edu.ar

Resumen

El hierro es un metal abundante en la naturaleza que se encuentra frecuentemente en aguas subterráneas y superficiales. Los procesos de adsorción son una alternativa de bajo costo para remover metales del agua. En este trabajo se evaluó el comportamiento de dos materiales adsorbentes provenientes de un mismo residuo agroindustrial, rama y carbón activado de rama como adsorbente de hierro. Se realizaron las respectivas curvas de dosaje obteniéndose que para el material sin activar el porcentaje de remoción de hierro disminuye al aumentar la masa de adsorbente mientras que para el carbón activado se logró obtener remoción cercana al 100% cuando la masa de adsorbente es de 750mg. Se concluyó que, el material sin activar podría utilizarse como adsorbente de bajo costo a bajas dosis de adsorbente (en una relación $100\text{mg}_{\text{ads}}/\text{mg}_{\text{Fe}}$), mientras que el carbón activado sería capaz de eliminar el hierro con mayor eficiencia en una relación $200\text{mg}_{\text{ads}}/\text{mg}_{\text{Fe}}$.

Palabras clave: adsorción, *Moringa oleífera*, carbón activado, hierro.

Introducción

En la provincia del Chaco gran parte de la población consume agua de perforaciones, pozos, represas naturales y artificiales, dado que carecen de acceso de agua de red. Esto representa un problema, ya que estudios revelan que las aguas subterráneas del Chaco poseen un valor medio de hierro de $0,44 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (entre $0,02$ y $1,62 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)¹, siendo el valor permitido por el Código Alimentario Argentino $0,3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ². El hierro es un metal de transición que presenta dos estados de oxidación (Fe^{2+} y Fe^{3+}), siendo el Fe^{3+} el más estable químicamente en la naturaleza³. Este puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable, además de ocasionar problemas de operación y mantenimiento en los sistemas de abastecimiento y distribución del agua⁴. Sin embargo, el hierro es fundamental para la nutrición humana, ya que cuando hay una deficiencia de este, se pueden generar trastornos en la salud tales como cansancio sin causa aparente, anemia y disminución en la capacidad de concentración entre otras⁵.

Existen diferentes tecnología para eliminar este metal⁶ pero, es fundamental buscar alternativas de bajo costo que permitan removerlo. Dentro de estas se destacan los procesos de adsorción⁷, fundamentalmente aquellos que implementan adsorbentes.

En el presente trabajo se comparó el comportamiento de dos materiales como adsorbentes de Fe^{3+} . Estos materiales fueron acondicionados mediante tratamientos diferenciados de la misma materia prima: rama de *Moringa oleífera*.



V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental
Argentina y Ambiente 2023



4° Simposio Iberoamericano de Adsorción

Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos

Materiales y métodos

Materiales adsorbentes: Se emplearon como materiales adsorbentes: residuo de rama de moringa (R) acondicionada apropiadamente y una muestra de carbón activado obtenido a partir de la misma materia prima (CAR). El material sin activar fue clasificado, caracterizado y tratado según trabajos previos⁹. Por otro lado, la rama de moringa fue tratada con H₃PO₄ 50% en relación masa de 1:2 y se la sometió a un tratamiento térmico en dos etapas. La primera de ellas, fue la impregnación del precursor en estufa a 110°C durante 2h. A continuación, se llevó a cabo un proceso de carbonización en mufla a 400°C durante 1h. El material obtenido fue lavado en forma sucesiva para remover el H₃PO₄ mediante agua corriente y agua destilada. Finalmente, el carbón activado obtenido fue secado durante 24 hs en estufa a 60°C.

Preparación de soluciones de trabajo: Se preparó una solución madre de 1000ppm de hierro utilizando agua destilada y cloruro férrico hexahidratado p.a., marca Biopack, sin tratamiento previo. A partir de esta solución se prepararon las diluciones adecuadas para realizar los diferentes ensayos y para la curva de calibración. Las concentraciones fueron determinadas según la técnica 3500 – Fe¹⁰. Las determinaciones se realizaron con un equipo UV/VIS Spectrometer Lambda 365+ PerkinElmer.

Liberación de hierro: Se evaluó la liberación de hierro de cada material adsorbente. Para ello, se pusieron en contacto 50,0 mL de agua destilada con masas de entre 100 y 1000 mg de adsorbente durante 24 hs con agitación continua a Temp= 20±2°C. Luego, se determinó la concentración de hierro en el equilibrio, en las soluciones sobrenadantes.

Curva de Dosaje: Para cada material adsorbente, se evaluaron el porcentaje de remoción (%R) y la capacidad de adsorción (q_e) de hierro al entrar en contacto con diferentes masas de material adsorbente (Tabla 1). Se trabajó con 50,0 mL de solución de hierro de 20mg.L⁻¹ con masas de entre 100 y 1000mg adsorbente, con agitación continua a 200 rpm, Temp= 20±2°C y pH= 6,5±0,2 durante 24 horas para asegurar el equilibrio. Luego, se determinó la concentración de hierro en el equilibrio de las soluciones sobrenadantes. Los ensayos se realizaron por triplicado.

Tabla 1: Ecuaciones para %Remoción y capacidad de adsorción.

Parámetro	Ecuación¹¹	
% Remoción	$\% \text{Remoción} = (C_i - C_e) \cdot 100 / C_i$	C _i : concentración inicial C _e : concentración de equilibrio
Capacidad de adsorción	$q_e = (C_i - C_e) \cdot V / m_{ads}$	V: volumen de solución m _{ads} : masa de material adsorbente

Resultados y discusión

Liberación de hierro: para cada material adsorbente, tanto R como CAR, la liberación de hierro resultó inferior al límite de detección del método (0,05mg.L⁻¹).

Curva de Dosaje: En el figura N°1(a y b) se muestran simultáneamente las curvas de dosaje (en color negro) y q_e (en color azul) para el hierro con el adsorbente R (a) y la muestra CAR (b). Se puede apreciar que, para el caso de la rama, el %Remoción de hierro disminuye conforme aumenta la masa de adsorbente mientras que en el caso de CAR la adsorción aumenta conforme aumenta la masa de material, lográndose alcanzar porcentajes de remoción del orden del 99% cuando la masa de adsorbente fue de 750mg. A su vez, la mejor relación adsorbato adsorbente para el caso de R es de 100mg de adsorbente obteniéndose 95% de remoción, dado que al aumentar la

Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos

masa disminuye la remoción, mientras que para el caso de CAR la mejor relación se daría a los 200mg_{ads}/mg_{Fe} de adsorbente obteniéndose remociones del 83%.

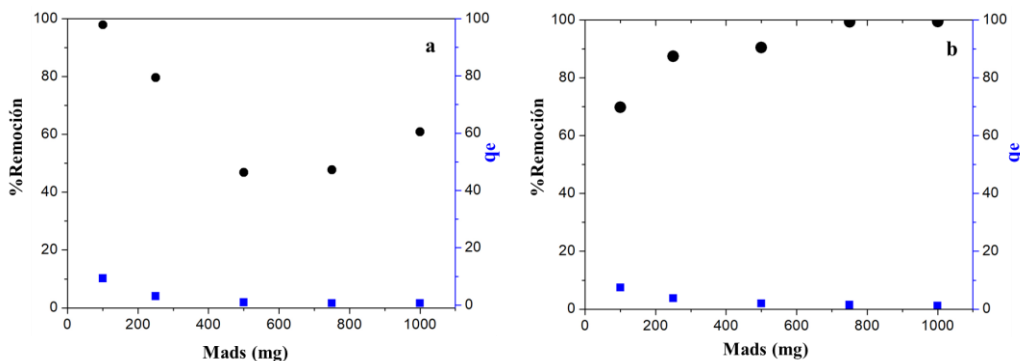


Figura 1: Dosaje de adsorción y q_e para (a) Rama y (b) Carbón activado

Conclusiones

Al evaluar el comportamiento de R como adsorbente, se podría concluir que, a bajas dosis de adsorbente, presenta cualidades para ser utilizado como adsorbente sostenible y eficiente para la eliminación de hierro, sin embargo, este material no se ajusta a la respuesta esperable para los procesos adsorptivos (al aumentar la cantidad de adsorbente aumenta el %R) por los que es fundamental continuar con los estudios para determinar la causa de este fenómeno y dilucidar el mecanismo por el cual se produce la adsorción. Por su parte, CAR presenta un comportamiento normal, capaz de remover cerca del 100% del hierro de solución.

Referencias

- 1- P. S. Blanes and M. Gimz, "Evaluación de los niveles de hierro y arsénico en aguas naturales subterráneas de la región centro-Oeste de la Provincia del Chaco - Argentina," *Informacion Tecnologica*, vol. 17, no. 3, pp. 5–17, doi: 10.4067/s0718-07642006000300002. (2006).
- 2- ANMAT, "Capítulo XII Artículos: 982 al 1079- Bebidas hídricas, agua y agua gasificada agua potable," *Código Aliment. Argentino*, pp. 0–12, (2021).
- 3- B. Kwakye-Awuah, B. Sefa-Ntiri, E. Von-Kiti, I. Nkrumah, and C. Williams, "Adsorptive removal of iron and manganese from groundwater samples in Ghana by zeolite and synthesized from bauxite and kaolin," *Water (Switzerland)*, vol. 11, no. 9, doi: 10.3390/w11091912. (2019).
- 4- M. L. McFarland and M. C. Dozier, "Problemas del agua: el hierro y el manganeso," *El Sist. Univ. Texas A&M*, pp. 1–6, (1914).
- 5- O. Martínez Villegas and H. Baptista González, "Anemia por deficiencia de hierro en niños : un problema de salud nacional," *Rev. Hematol.*, vol. 20, no. 2, pp. 96–105, (2019).
- 6- J. R. G. I, "Dialnet-EstudioDeLosProcesosDeRemocionDeHierroYManganesoEn-8094613," vol. 6, no. 9, pp. 1384–1407, doi: 10.23857/pc.v6i9.3118. (2021)
- 7- G. Naja, V. Murphy, and B. Volesky, "Biosorption, Metals," *Encycl. Ind. Biotechnol.*, pp. 1–29, (2010).
- 8- Mohamed CHIBAN, "Application of low-cost adsorbents for arsenic removal: A review," *J. Environ. Chem. Ecotoxicol.*, vol. 4, no. 5, pp. 91–102, doi: 10.5897/jece11.013. (2012).
- 9- M. D and D. Celis, "Una alternativa sostenible para la disposición de residuos de producción de Moringa oleífera," (2021).
- 10- E. W. R. Rodger B. Baird, Andrew D. Eaton, "Standard Methods for The Examination Of Water and Wastewater," *Am. Public Heal. Assoc.*, pp. 1–1545, (2018).
- 11- S. Sharma and D. P. Tiwari, "Model-fitting approach for methylene blue dye adsorption on Camelina and Sapindus seeds-derived adsorbents" doi: 10.1177/0263617416674949. (2016).