



Encuentro  
de Jóvenes  
Investigadores

## REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES DE EFLUENTES DE FEEDLOT MEDIANTE CARBONES ACTIVADOS MAGNÉTICOS

Morel, María del Rosario

*Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química  
UNL-CONICET*

Director: Rintoul, Ignacio

Codirector: Murguía, Marcelo

Área: Ingeniería

Palabras claves: Carbón Activado Magnético, Contaminantes Emergentes, Adsorción

### INTRODUCCIÓN

El incremento del nivel de producción de carnes a nivel país y la aplicación de métodos intensivos de producción han convertido a la actividad ganadera en una importante fuente de contaminantes emergentes como antibióticos, antiparasitarios y hormonas. Las concentraciones típicas de estos contaminantes en efluentes de feedlot llegan a ser de 50 mg/l, 100 mg/l y 20 mg/L respectivamente. Estos afectan de manera adversa a los ecosistemas y al ser humano y su remoción mediante métodos simples y baratos constituye un gran desafío tecnológico (Zhang et al., 2018). La utilización de carbón activado (CA) para la adsorción de contaminantes ha sido ampliamente estudiada, sin embargo la remoción de CA en suspensión de efluentes acuosos resulta muy costosa debido a la necesidad de contar con grandes y complejas instalaciones. La funcionalización del CA con nanomagnetita resulta en Carbón Activado Magnético (CAM). La integración de las propiedades de adsorción y magnéticas convierten al CAM en un material que hipotéticamente tendría una alta eficiencia en la adsorción de contaminantes y fácil remoción del medio contaminado mediante la aplicación de campos magnéticos externos utilizando dispositivos muy sencillos y baratos.

### OBJETIVOS

- Caracterizar el proceso de obtención de CAM y determinar su factibilidad técnica y económica para la remoción de oxitetraciclina, un antibiótico ampliamente utilizado en la industria ganadera.
- Estudiar y caracterizar el proceso de sedimentación magnética de CAM disperso en el medio acuoso.
- Modelar y validar experimentalmente los fenómenos de adsorción en CA y sedimentación de micropartículas de CAM por fuerzas magnéticas.

Título del proyecto: REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES DE EFLUENTES DE  
FEEDLOT MEDIANTE CARBONES ACTIVADOS MAGNÉTICOS

Instrumento: PICT 2015 1785

Año convocatoria: 2015

Organismo financiador: FONCYT

Director: Rintoul, Ignacio





## METODOLOGÍA

### Obtención de CAM

Existen tres tipos de métodos generales para obtención de CAM: la co-precipitación alcalina de sales férricas y ferrosas sobre CA, la impregnación del CA con sales de hierro o níquel a altas temperaturas y la adsorción de óxidos de hierro en suspensión sobre la superficie de CA (Safarik et al., 2012).

Los CAM se obtuvieron mediante tres metodologías: a) adsorción de nanomagnetita al 2,5%, 5% y 10% sobre CA según la técnica de (Barua et al., 2019); b) mediante oxidación alcalina en presencia de nitratos según (Bursztyn Fuentes et al., 2021) y c) aplicando la técnica de oxidación-pirólisis según (Gao et al., 2021).



Figura 1: CAM obtenidos por adsorción de nanomagnetita en CA.

### Caracterización de carbones activados magnéticos (CAM)

Las muestras obtenidas fueron caracterizadas por Espectroscopía Mössbauer y Difracción de Rayos X (DRX) para caracterizar los entornos de Fe, sus áreas espectrales relativas y sus estructuras atómicas. Las propiedades magnéticas se determinaron mediante análisis en Magnetómetro de Muestra Vibrante (VSM).

### Adsorción de Oxitetraciclina en CAM



Figura 2: Obtención de isotermas de adsorción.

La caracterización del proceso de adsorción se realizó mediante la obtención de las isotermas de adsorción de los CA y CAM. Los experimentos se realizaron poniendo en contacto un determinado volumen de solución de oxitetraciclina a distintas concentraciones con una cantidad determinada de CA y CAM en agitación permanente durante 24 horas como se observa en la Figura 2. Las reacciones fueron realizadas a temperatura ambiente y al pH natural de las soluciones. La concentración de oxitetraciclina en el sobrenadante se determinó mediante espectrofotometría UV-Vis y se determinaron las isotermas de adsorción ajustando los modelos para CA y CAM de Freundlich (Figura 3.a) y Langmuir (Figura 3) (Kan et al., 2017).



## Encuentro de Jóvenes Investigadores

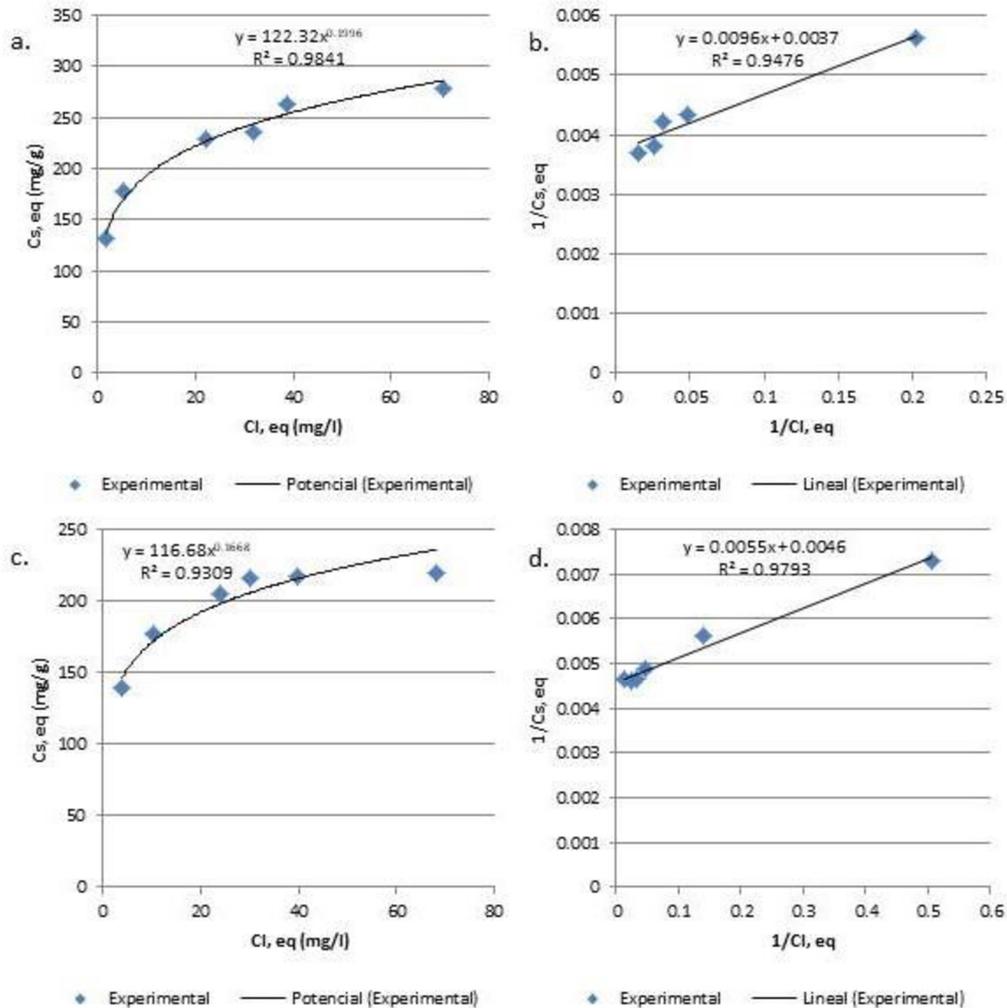


Figura 3: Ajuste de las isotermas de adsorción. a. Ajuste modelo de Freundlich CAM 5% nanomagnetita. b. Ajuste modelo de Langmuir CAM 5% nanomagnetita. c. Ajuste modelo de Freundlich CA. d. Ajuste modelo de Langmuir para CA.

El proceso de sedimentación de los CA y CAM fue analizado mediante espectrofotómetro UV, analizando la transmitancia a intervalos regulares de muestras conteniendo una solución de oxitetraciclina y una determinada cantidad de CA y CAM respectivamente. Los valores de transmitancia tomados a 60 minutos para CA y CAM (5%NM) demuestran que en el caso de los CAM el porcentaje de transmitancia es de 0.74 mientras que para el caso del CA es de 0.46, siendo 1 el valor de referencia.





Encuentro  
de Jóvenes  
Investigadores

## CONCLUSIONES

Las tres técnicas aplicadas dieron como resultado la obtención de CAM. Dentro de estas metodologías, la adsorción de nanomagnetita sobre CA resultó ser el método más simple y efectivo para la obtención de CAM. Este método puede implementarse utilizando nanomagnetita obtenida en forma independiente o incluso, eventualmente, utilizando nanomagnetita adquirida comercialmente. Los procesos de oxidación alcalina y oxidación-pirólisis requieren de realizar la síntesis de la nanomagnetita sobre la superficie de CA, lo que sin dudas implica un gran desafío técnico que, en principio, no se justifica para el desarrollo de procesos de obtención de CAM simples y robustos.

Las pruebas de sedimentación realizadas demuestran que el proceso de sedimentación asistido por fuerzas magnéticas es mucho más eficiente que la sedimentación por gravedad. La efectividad en la remoción de oxitetraciclina mediante CAM resultó superior al 80%, demostrando que los sitios de adsorción ocupados por las nanopartículas magnéticas no interfieren con los sitios de adsorción de la oxitetraciclina. Las isoterms de adsorción presentan además un buen ajuste a los modelos de Freundlich y Langmuir. En el caso del modelo Langmuir para CA se obtuvo un  $R^2$  de 0.98, mientras que para CAM el valor obtenido fue 0.95. Para Freundlich los valores de  $R^2$  obtenidos para CA y CAM fueron 0.93 y 0.98 respectivamente, mostrando un mejor ajuste de este modelo para CAM.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

**Barua, S., Zakaria, B. S., Lin, L., & Dhar, B. R. (2019).** Magnetite doped granular activated carbon as an additive for high-performance anaerobic digestion. *Materials Science for Energy Technologies*, 2(3), 377–384. <https://doi.org/10.1016/j.mset.2019.04.002>

**Bursztyn Fuentes, A. L., Barraqué, F., Mercader, R. C., Scian, A. N., & Montes, M. L. (2021).** Efficient low-cost magnetic composite based on eucalyptus wood biochar for arsenic removal from groundwater. *Groundwater for Sustainable Development*, 14(December 2020). <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2021.100585>

**Gao, F., Xu, Z., & Dai, Y. (2021).** Removal of tetracycline from wastewater using magnetic biochar: A comparative study of performance based on the preparation method. *Environmental Technology and Innovation*, 24, 101916. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101916>

**Kan, Y., Yue, Q., Li, D., Wu, Y., & Gao, B. (2017).** Preparation and characterization of activated carbons from waste tea by  $H_3PO_4$  activation in different atmospheres for oxytetracycline removal. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 71, 494–500. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.12.012>

**Safarik, I., Horska, K., Pospiskova, K., & Safarikova, M. (2012).** *Magnetically Responsive Activated Carbons for Bio - and Environmental Applications*. 4(April), 346–352.

**Zhang, M., Liu, Y. S., Zhao, J. L., Liu, W. R., He, L. Y., Zhang, J. N., Chen, J., He, L. K., Zhang, Q. Q., & Ying, G. G. (2018).** Occurrence, fate and mass loadings of antibiotics in two swine wastewater treatment systems. *Science of the Total Environment*, 639, 1421–1431. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.230>

