

MATERIALES ADSORBENTES OBTENIDOS A PARTIR DE CASCARILLA DE CAFÉ COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES FARMACÉUTICOS RECALCITRANTE

ADSORBENT MATERIALS OBTAINED FROM COFFEE HUSKS AS A TECHNOLOGICAL ALTERNATIVE FOR THE REMOVAL OF PHARMACEUTICAL EMERGING POLLUTANTS RECALCITRANT

Autor 1: Edwin Fernando Sierra Gaviria

edwinsierra@unicauca.edu.co; edwin.sierra.g@uniautonomia.edu.co

Grupo de Investigación: Grupo de Ciencia e Ingeniería en Sistemas Ambientales - GCISA; Universidad del Cauca

Grupo de Investigación: Grupo de Investigación en Tecnologías y Ambiente - GITA; Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Autor 2: César Fernández Morantes

cesar.fernandez.m@uniautonomia.edu.co

Grupo de Investigación: Grupo de Investigación en Tecnologías y Ambiente - GITA; Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Autor 3: Cristian David Miranda Muñoz

cdmiranda@unicauca.edu.co

Grupo de Investigación: Grupo de Ciencia e Ingeniería en Sistemas Ambientales - GCISA; Universidad del Cauca

Autor 4: Nasly Yanid Delgado Espinosa

naslydelgado@unicauca.edu.co

Grupo de Investigación: Grupo de Ciencia e Ingeniería en Sistemas Ambientales - GCISA; Universidad del Cauca

Área temática: Innovación, Tecnología e Inteligencia Artificial aplicada al Ambiente

Resumen: La presencia de Contaminantes Emergentes Farmacéuticos (CEF's) han generado preocupación en la comunidad científica por su posible capacidad para afectar los ecosistemas acuáticos, dada su persistencia en las matrices hídricas y resistencia a la degradación natural. La investigación buscó evaluar la eficiencia de materiales adsorbentes (MA) obtenidos a partir de cascarilla de café como alternativa para la remoción de contaminantes emergentes recalcitrantes como la carbamazepina (CBZ), detectada en trazas de hasta 1 mg.L-1. Los resultados arrojaron capacidad de adsorción de hasta 36,53 mg.g-1, y remoción de CBZ máxima de 37%, demostrando ser una tecnología prometedora para la remediación ambiental de contaminantes de interés ambiental.

Palabras clave: Adsorción, Carbamazepina, Aprovechamiento de residuos, Cascara de café, Contaminantes emergentes farmacéuticos.

Abstract: The presence of Emerging Pharmaceutical Pollutants (EPCs) has generated concern in the scientific community due to their possible capacity to affect aquatic ecosystems, given their persistence in water matrices and resistance to natural degradation. The research sought to evaluate the efficiency of adsorbent materials (AM) obtained from coffee husks as an alternative for the removal of recalcitrant emerging pollutants such as carbamazepine (CBZ), detected in traces of up to 1 mg.L-1. The results showed an adsorption capacity of up to 36.53 mg.g-1, and maximum CBZ removal of 37%, demonstrating it to be a promising technology for environmental remediation of pollutants of environmental interest.

Keywords: Adsorption, Carbamazepine, Waste utilization, Coffee husk, Emerging contaminants, Pharmaceutical emerging pollutants

Desarrollo del resumen

Los contaminantes emergentes (CE) son compuestos de alta persistencia que se detectan en el ambiente en concentraciones traza. Por lo tanto, la investigación sobre los CE ha ganado importancia debido a la creciente necesidad de entender su impacto en el ambiente, así como los mecanismos de persistencia, distribución y movilidad (Barocio et al., 2021). Un CE farmacéutico de especial interés es la Carbamazepina (CBZ), dado que es ampliamente utilizado en el tratamiento de epilepsia, el cual se ha detectado ampliamente en diversas matrices acuáticas en concentraciones de hasta 1 mg.L-1 y que, se caracteriza

por ser altamente recalcitrante y persistente a degradación en condiciones naturales, por lo tanto es utilizado como compuesto modelo en estudios de tratamiento de contaminantes en soluciones acuosas (Feijoo et al., 2022).

Así pues, surge la necesidad de estudiar tecnologías que contribuyan con la eliminación de este compuesto en la fracción soluble. Una alternativa que está tomando auge en los procesos de remediación ambiental, se ha centrado en la transformación de subproductos en materiales adsorbentes (MA), donde la cascarilla de café emerge como una biomasa de interés, dado que es un residuo que en la actualidad tiene pocas alternativas de aprovechamiento (Laksaci et al., 2022). En el presente estudio se busca evaluar la eficiencia de MA obtenidos a partir de cascarilla de café (CC) en la remoción de un CE farmacéutico recalcitrante, la CBZ.

Se realizó la obtención de los MA a partir de CC, mediante procesos de calcinación a 900°C, con posterior activación química en medio básico (1:1 y 1:3 m:m) o ácido (40% y 80% m/v), usando KOH y H₃PO₄, respectivamente (Naganathan et al., 2021), obteniéndose cinco MA identificados como MA900°C, MA900°C1:1, MA900°C1:3, MA900°C40% y MA900°C80%. Los perfiles de adsorción se realizaron en batch por triplicado en una concentración inicial de CBZ (C_i) de 10 mg.L⁻¹ y dosis de MA de 5mg, a 25°C. Los ensayos se mantuvieron en agitación continua (90 r.p.m) y a diferente intervalo de tiempo fueron medidas las concentraciones remanentes (C_t). La capacidad de adsorción fue calculada por diferencia entre C_i y C_t. La C_t se determinó mediante un espectrofotómetro NANOCOLOR® UV/VIS a 284nm (R²=0,99) (Delgado et al., 2020). Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente en el software SigmaPlot 14.5, con una prueba no paramétrica para la comparación de las eficiencias obtenidas para la remoción de CBZ.

Las pruebas de adsorción permitieron identificar una cantidad máxima de adsorción para cada uno de los MA, de 1,57 mg.g⁻¹ ±0,15 (MA900°C); 14,27 mg.g⁻¹ ±3,84 (MA900°C1:1); 36,53 mg.g⁻¹ ±1,04 (MA900°C1:3); 27,97 mg.g⁻¹ ±0,32 (MA900°C40%); y de 10,60 mg.g⁻¹ ±0,20 (MA900°C80%), con rendimientos y remoción de CBZ de hasta 44% y 37%, respectivamente. Los datos estadísticos sugieren que no existe diferencia significativa en la variación de tratamientos químicos en medio básico para la remoción de CBZ, (p>0,071), situación contraria a los MA activados en medio ácido que arrojaron valores p<0,001. Los resultados permiten concluir que la CC es una biomasa prometedora en los procesos de remediación ambiental, los cuales son eficientes para la remoción de CBZ como CE altamente recalcitrante.

Referencias

- Barocio, M. E., Hidalgo-Vázquez, E., Kim, Y., Rodas-Zuluaga, L. I., Chen, W. N., Barceló, D., Iqbal, H. N. M., Parra-Saldívar, R., & Castillo-Zacarías, C. (2021). Portable microfluidic devices for in-field detection of pharmaceutical residues in water: Recent outcomes and current technological situation – A short review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100069>
- Delgado, N., Bermeo, L., Hoyos, D. A., Peñuela, G. A., Capparelli, A., Marino, D., Navarro, A., & Casas-Zapata, J. C. (2020). Occurrence and removal of pharmaceutical and personal care products using subsurface horizontal flow constructed wetlands. *Water Research*, 187, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116448>
- Feijoo, S., Kamali, M., & Dewil, R. (2022). A review of wastewater treatment technologies for the degradation of pharmaceutically active compounds: Carbamazepine as a case study. *Chemical Engineering Journal*, August, 140589. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.140589>
- Laksaci, H., Belhamdi, B., Khelifi, O., Khelifi, A., & Trari, M. (2022). Elimination of Amoxicillin by Adsorption on Coffee Waste Based Activated Carbon. *Journal of Molecular Structure*, 1274, 134500. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.134500>
- Naganathan, K. K., Faizal, A. N. M., Zaini, M. A. A., & Ali, A. (2021). Adsorptive removal of Bisphenol A from aqueous solution using activated carbon from coffee residue. *Materials Today: Proceedings*, 47, 1307–1312. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.802>