

Nanopartículas magnéticas de óxido de hierro modificadas con lacasa para la degradación de colorantes

Ostengo Nicolás Cesar¹; Piccoli María Belén^{1,2}; Vico Raquel Viviana^{1,3}; Ferreyra Nancy Fabiana^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Físicoquímica.

² Instituto de Investigaciones en Físicoquímica de Córdoba (INFIQC), CONICET, Córdoba, Argentina

³ Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Química Orgánica

nfferreyra@unc.edu.ar

Área temática: G. Aplicaciones de nanomateriales en ambiente, energía, agro, alimentos y catálisis

En las últimas décadas, el incremento en el uso de productos industriales, farmacéuticos y agropecuarios ha llevado a identificarlos como contaminantes emergentes debido a su persistencia y sus potenciales efectos nocivos para la salud y el ambiente [1]. Los métodos tradicionales de remediación resultan poco eficientes o costosos, por lo que surgen alternativas como la biorremediación enzimática. En este contexto, la enzima lacasa (Lac) destaca por su capacidad para degradar diferentes contaminantes. Su inmovilización sobre nanomateriales magnéticos, permite aprovechar sinérgicamente sus propiedades y generar bionanocatalizadores más eficientes y reutilizables. [2, 3]

Este trabajo abordó la síntesis y biofuncionalización de nanopartículas magnéticas de óxidos de hierro revestidas con polietilenimina para inmovilizar Lac. El polietilenimina aportó estabilidad coloidal y posibilitó el anclaje enzimático. Se emplearon Lac de extractos crudos de *T. villosa* CCC32 y enzima comercial de *T. versicolor*, para obtener IONP-PEI/Lacext y IONP-PEI/Lacom, respectivamente, con el objetivo de evaluar actividad catalítica y su aplicación en la degradación de colorantes textiles.

Las IONP-PEI obtenidas poseen un diámetro de (9 ± 2) nm y con un recubrimiento superficial del 14,6 % y son superparamagnéticas. Con Lacom, en condiciones óptimas, se alcanzó una eficiencia de inmovilización del 85 % y una recuperación de actividad del 50 %. Las nanopartículas conservaron el 80 % de actividad tras 20 días de almacenamiento. En contraste, las IONP-PEI/Lacext no presentaron actividad enzimática detectable debido a la competencia en la adsorción de otras especies presentes en el medio de cultivo, lo que fue comprobado por métodos complementarios confirmando que se requerirá la purificación del extracto.

El sistema IONP-PEI/Lacom fue aplicado a la degradación de colorantes (verde malaquita, violeta de genciana e índigo carmín). Se logró la degradación completa de verde malaquita en concentraciones hasta 50 mg/L y en presencia de ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico como mediador redox. Las nanopartículas pudieron reutilizarse en 10 ciclos sucesivos de degradación mediante recuperación magnética, manteniendo buenas tasas de remoción.

Estos resultados evidencian el potencial del sistema como una alternativa eficiente, reutilizable y viable para la biorremediación de estos contaminantes basado en las ventajosas propiedades del nanomaterial empleado.

REFERENCIAS

1. Wang F., Xiang L., Leung K. S., Elsner M., Zhang Y., Guo Y., Pan B., Sun H., An T., Ying G., Brooks B. W., Hou D., Helbling D. E., Sun J., Qiu H., Vogel T. M., Zhang W., Gao Y., Simpson M. J., Luo Y., Tiedje J. M. Wang F. *The Innov.* 5 (2024), 100612.
2. Asemoloye M. D. *Glob. Chall.* 9 (2025) e00395.
3. Zhang W.; Zhang Z.; Ji L.; Lu Z.; Liu R.; Nian R.; Hu Y. *Bioprocess Biosyst. Eng.* 46 (2023) 1513–1531.