

Diseño de nanopartículas magnéticas con actividad tipo Fenton para aplicaciones en remediación ambiental

Nahuel Nuñez; Elin L. Winkler

Departamento Magnetismo y Materiales Magnéticos, Centro Atómico Bariloche; San Carlos de Bariloche; Argentina.
Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, CNEA/CONICET; San Carlos de Bariloche, Argentina

nahuel.nunez@ib.edu.ar

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

Las nanopartículas (NPs) de óxido de hierro presentan actividad tipo Fenton, generando especies reactivas de oxígeno (ROS) como radicales hidroxilo ($\cdot\text{OH}$) e hidroperoxilo ($\cdot\text{OOH}$) al descomponer H_2O_2 , capaces de degradar compuestos recalcitrantes con potencial aplicación en remediación ambiental. Además, su carácter magnético permite separar y reutilizar el catalizador, reduciendo costos y residuos. En este trabajo estudiamos la actividad catalítica de nanopartículas de ferrita (MFe_2O_4) en función del catión dopante ($\text{M} = \text{Zn}, \text{Cu}, \text{Mn}$). La formación de radicales se evaluó mediante EPR usando DMPO como spin-trap. Los resultados muestran una relación entre el dopante y la producción de ROS: las ferritas sin dopar y dopadas con Cu generan principalmente $\cdot\text{OH}$, las dopadas con Mn producen $\cdot\text{OOH}$ y al dopar con Zn se inhibe la actividad catalítica.

Numerosos efluentes industriales se descargan a temperaturas elevadas, por ello estudiamos el efecto de la temperatura en la actividad de NPs de ferritas de cobre. Para ello realizamos ensayos colorimétricos usando azul de metileno como compuesto modelo, monitoreando su degradación en presencia del catalizador y H_2O_2 a diferentes temperaturas. A alta temperatura, los sistemas sin dopar pierden actividad por oxidación de Fe^{2+} , mientras que el Cu incrementa la producción de $\cdot\text{OH}$. Finalmente, evaluamos su desempeño en la degradación de vinaza, un efluente generado durante la destilación de bioetanol, verificando que las NPs pueden recuperarse magnéticamente y reutilizarse por varios ciclos sin pérdida significativa de actividad. Los resultados confirman la eficacia de los catalizadores bajo condiciones reales, destacando su potencial en el tratamiento de aguas residuales industriales.

REFERENCIAS

1. Gallo-Cordova, A.; Nuñez, N.; Díaz-Ufano, C.; Veintemillas-Verdaguer, S.; Soler-Morala, J.; Palomares, F. J.; Lima Jr., E.; Winkler, E. L.; Morales, M. P. *Nanoscale* 17 (2025) 19182
2. Nuñez, N.; Lima Jr., E.; Vásquez Mansilla, M.; Goya, G. F.; Gallo-Cordova, A.; Morales, M. P.; Winkler, E. L. *Applied Surface Science* 656 (2024) 159655.
3. Nuñez, N.; Gallo-Cordova, A.; Díaz-Ufano, C.; Herrera Aquino, R.; Morales, M. P.; Winkler, E. L. "Scalable copper ferrite nanocatalysts for heterogeneous Fenton-like degradation of sugarcane vinasse", en preparación (2026).