

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN NANOADSORBENTE MAGNÉTICO $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{CaCO}_3$ OBTENIDO A PARTIR DE CÁSCARA DE HUEVO Y EXTRACTO DE CÁSCARA DE GRANADILLA

Daniela Camacho-Valencia^a, Marcelo Rodríguez Valdivia^b, Gerson José Márquez^c

FILIACIONES

a. Doctorado en Ingeniería y Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima 15024, Perú.
b. Escuela Profesional de Ingeniería de Materiales, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa 04001, Perú.
c. Instituto de Energías Renovables, Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa 04001, Perú.

CORREOS DE AUTORES

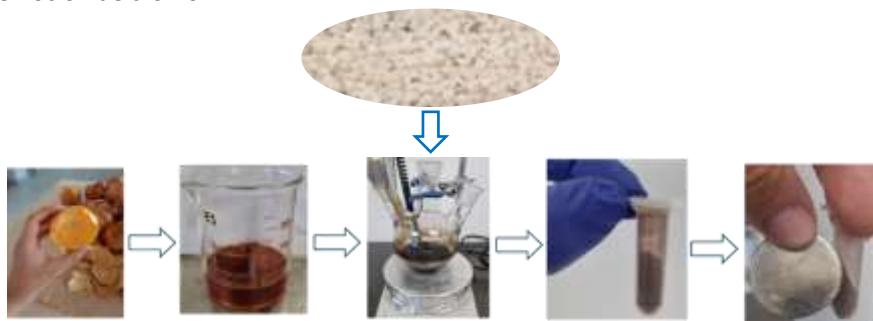
20240297@lamolina.edu.pe
mrodriguezv@unsa.edu.pe
gmarquez@utp.edu.pe

La síntesis verde de nanopartículas de magnetita representa una alternativa para la remediación ambiental, al emplear precursores biológicos, disminuir el uso de reactivos peligrosos y promover la obtención de nanomateriales magnéticos [1]. Asimismo, la valorización de residuos de cáscara de huevo permite aprovechar una fuente de carbonato de calcio (CaCO_3) para la obtención de materiales adsorbentes compuestos [2]. Por lo tanto, se sintetizó un nanocompuesto híbrido de magnetita funcionalizada con cáscara de huevo ($\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{CaCO}_3$) empleando extracto de *Passiflora ligularis* (granadilla), para su posterior aplicación en la remoción de cromo de aguas contaminadas.

La selección del extracto vegetal se optimizó mediante un diseño factorial 2^3 con tres puntos centrales, en el que se evaluaron la concentración de etanol, la temperatura y el tiempo de extracción. La capacidad antioxidante, determinada mediante el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), se empleó como indicador indirecto de la capacidad reductora del extracto. Posteriormente, el nanocompuesto híbrido $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{CaCO}_3$ se sintetizó por el método de coprecipitación. La caracterización del nanomaterial se realizó mediante difracción de rayos X (XRD), espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), microscopía electrónica de barrido con análisis elemental (SEM-EDS), microscopía electrónica de transmisión (TEM), análisis de área superficial específica (BET), potencial zeta, análisis termogravimétrico (TGA), magnetometría de muestra vibrante (VSM) y espectroscopía Mössbauer.

El análisis por XRD mostró señales compatibles con magnetita y calcita, lo que confirmó la naturaleza híbrida del material. El espectro FTIR evidenció bandas características de carbonato y enlaces Fe–O, además de señales asociadas a compuestos orgánicos provenientes del extracto vegetal. Los análisis SEM-EDS y TEM mostraron la asociación entre nanoestructuras de óxidos de hierro y una matriz rica en CaCO_3 . El análisis BET reveló un área superficial específica de $155,88 \text{ m}^2/\text{g}$, valor que indicó una superficie accesible para futuras aplicaciones adsorbentes. El potencial zeta mostró el carácter anfotérico del nanocompuesto, mientras que el análisis térmico confirmó la presencia de componentes inorgánicos y orgánicos. Las mediciones magnéticas evidenciaron un comportamiento predominantemente superparamagnético a temperatura ambiente, adecuado para separación mediante la aplicación de un campo magnético externo, y la espectroscopía Mössbauer corroboró la presencia de fases de óxido de hierro en el material.

Se obtuvo un nanocompuesto híbrido $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{CaCO}_3$ mediante coprecipitación, empleando cáscara de huevo y extracto vegetal. La caracterización confirmó propiedades estructurales, superficiales y magnéticas de interés para su evaluación en la remoción de cromo.



REFERENCIAS

- [1] Camacho-Valencia D, Valdivia MR, Márquez G. *Arab J Chem*. 2025;18:106133.
[2] Vandeginste V. *Sustain Mater Technol*. 2021;29:e00317.

PALABRAS CLAVES

síntesis verde

nanocompuesto
magnético

cáscara de huevo

caracterización
avanzada

