

Desarrollo de hidrogeles biopoliméricos nanocompuestos mediante impresión 3D: El rol del nanorefuerzo en la remoción de arsénico

Falzone Julián²; Alvarez Vera¹; Ollier Primiano Romina¹; Baigorria Estefanía¹

¹ Materiales Compuestos Termoplásticos (CoMP), Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), CONICET – Universidad Nacional de Mar Del Plata (UNMDP), Mar Del Plata, 7600, Argentina.

² Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar Del Plata (UNMDP), Mar Del Plata, 7600, Argentina

esbaigorria@gmail.com

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

En Argentina, la presencia de arsénico (As) en aguas subterráneas es un problema crítico de salud pública que afecta a 7 millones de personas, especialmente en la llanura Chaco-Pampeana. Frente a esto, la adsorción se posiciona como una tecnología clave debido a su simplicidad y bajo costo. En este campo, el desarrollo de nanomateriales adsorbentes avanzados ha cobrado relevancia, destacándose las nanoarcillas por sus propiedades fisicoquímicas únicas. Su integración en matrices biopoliméricas permite crear hidrogeles nanocompuestos con alta porosidad y estabilidad estructural, optimizando la captura de contaminantes en medios acuosos.

El objetivo de este trabajo es fabricar materiales híbridos utilizando bentonita natural (B) como nanorefuerzo en una matriz de alginato de sodio (Alg). Para ello, se formularon tintas biopoliméricas nanocompuestas con una suspensión acuosa de Alg al 5 % m/v y cargas de B del 30 y 70 % m/m^{Alg}. Estas mezclas fueron procesadas mediante impresión 3D por micro-extrusión (Direct Ink Writing), técnica que permite un control preciso de la arquitectura tridimensional del dispositivo (geometría cilíndrica) y entrecruzadas con iones Ca⁺² y Fe⁺³ (1,2).

Los resultados de caracterización (DRX, SEM, TGA) demuestran que la incorporación de B induce un efecto sinérgico que incrementa notablemente la estabilidad térmica del material y actúa como un agente de refuerzo mecánico, mitigando la fragilidad inherente de los hidrogeles de Alg. Estructuralmente, la red tridimensional generada tras el entrecruzamiento ionotrópico funciona como una barrera física que previene la lixiviación de las partículas de nanoarcilla hacia el agua, garantizando la integridad del tratamiento.

Desde la perspectiva de la remediación, la dispersión de B dentro de la matriz polimérica multiplica los sitios activos disponibles para la adsorción de As(III). Esta capacidad se potencia mediante el uso de sales de hierro en el proceso de reticulación, dada la alta afinidad química entre el hierro y los oxianiones de arsénico. En ensayos tipo batch, los nanocompuestos alcanzaron eficiencias de remoción superiores al 60 % en los materiales con un 30% m/m^{Alg} de B, siendo insignificante la diferencia con las eficiencias alcanzadas por los materiales con mayor carga de B. En conclusión, la combinación de nanorefuerzos minerales con tecnologías de fabricación aditiva abre nuevas fronteras en el diseño de nanotecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas contaminadas.

REFERENCIAS

1. Dorsch, Q.; Casado, U.; Gonzalez, J. S.; Alvarez, V. A.; Ollier Primiano, R. P. *ACS Appl. Polym. Mater.* 7 (2025) 13085–13098
2. Baigorria, E.; Fraceto, L. F. *Mat. Tod. Chem.* 30 (2023) 101559