

Biohidrogeles basados en nanocelulosa impresos en 3D: una estrategia nanoestructurada para la remoción de sulfatos

Schmarsow Ruth N.; Baigorria Estefania; Barragan Medina Yulianis P.; Alvarez Vera A.

Grupo de Materiales Compuestos Termoplásticos (CoMP), Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), UE CONICET-UNMDP, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Colón 10850, 7600 Mar del Plata, Argentina

ruthnsch@gmail.com

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

La actividad agropecuaria argentina, pilar de su economía y de relevancia global, ha intensificado la contaminación de aguas subterráneas por acumulación de iones sulfato (SO_4^{2-}) derivados del uso de fertilizantes y bioestimulantes¹. En este contexto, la nanotecnología emerge como una herramienta clave para el desarrollo de soluciones innovadoras y sustentables en remediación ambiental. Este trabajo propone el desarrollo de biohidrogeles de alginato de sodio (Alg) reforzados con nanocelulosa (NC) para su aplicación en remoción de SO_4^{2-} acuosos. Los materiales se desarrollaron mediante impresión 3D (*Direct Ink Writing* - DIW), permitiendo controlar la arquitectura micro- y nanoestructural y optimizar las propiedades de transporte y accesibilidad a sitios activos. Así, se busca diseñar un sistema eficiente para la remoción de SO_4^{2-} en aguas contaminadas, con aplicación en la recuperación de recursos hídricos agrícolas y en el desarrollo de tecnologías biopoliméricas sustentables.

Como matriz biopolimérica se empleó Alg (5 % m/v, MW médium), seleccionado por su biocompatibilidad y su capacidad de formar redes gelificadas mediante reticulación iónica. Con el propósito de mejorar la estabilidad estructural y el comportamiento de adsorción, se incorporó NC en la formulación inicial en proporciones de 0,5-3% m/m Alg². Las formulaciones obtenidas se utilizaron como tinta biopolimérica nanocompuesta procesadas mediante DIW para generar estructuras tridimensionales con diseño enrejado, orientadas a maximizar el área de interacción con el medio acuoso. La gelificación se realizó por inmersión en soluciones de CuCl_2 (0,05-0,2 M - 30 min), seguida de lavados con agua destilada para remover iones Cu^{2+} no coordinados³. Se obtuvieron materiales de morfología simétrica, perfectamente regular y contorno uniforme, de color celeste y área 160 mm². Se evaluó la eficiencia de adsorción de iones sulfato (SO_4^{2-}) desde aguas contaminadas indicando resultados promisorios para tal aplicación. La cuantificación de SO_4^{2-} se realizó utilizando el método turbidimétrico (λ 450 nm). La caracterización incluyó FTIR, SEM, TGA y DSC.

Los hidrogeles biobasados reforzados con NC presentan alta adsorción de sulfatos por su nanoestructura y elevada área superficial. La impresión 3D (DIW) permite controlar la organización micro- y nanoestructural, optimizando el desempeño. Se proponen como alternativa escalable para remediación ambiental adaptable a condiciones reales.

REFERENCIAS

1. Giacobone, D. B.; Lutri, V.; Blarasin, M.; Matteoda, E.; Cabrera, A. E.; Becher Quinodóz, F. *Sustain. Water Resour. Manag.* 9 (2023) 151.
2. Ferrante, M.; Álvarez, V. A.; Narain, R.; Ounkaew, A.; González, J. S. *Macromol. Chem. Phys.* 225 (2024) 2400088.
3. Dash, S.; Gutti, P.; Behera, B.; Mishra, D. *Int. J. Biol. Macromol.* 265 (2024) 130767