

Diseño de ferrogel basados en goma arábica y alginato mediante impresión 3D para la eliminación de imidacloprid

Barragán Medina, Yulianis P.^{1,2}; Rodrigues, Jessica S.²; M de Freitas, Amanda S.²; U. Villarreal, Gabriela P.²; Gonzalez, Jimena S.¹; F. Fraceto, Leonardo²

¹ Grupo de Materiales Compuestos Termoplásticos, Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), CONICET-UNMDP, Av. Colón 10850, 7600, Mar del Plata, BA, Argentina

² Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Av. Três de Março 511, 18087-180, Sorocaba, SP, Brasil.

scyulis16@gmail.com

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

Los contaminantes emergentes representan una creciente preocupación ambiental debido a su persistencia, bioactividad y potencial impacto ecológico. Entre ellos, el imidacloprid (IMI), destaca por su alta solubilidad, estabilidad química y resistencia a la biodegradación, lo que favorece su dispersión en sistemas acuáticos [1]. En este trabajo se desarrollaron hidrogeles magnéticos impresos en 3D basados en goma arábica (GA) y alginato de sodio (SA), funcionalizados con nanopartículas magnéticas (GA-MNP), con el objetivo de evaluar su desempeño en la remoción de este pesticida.

Se formularon cuatro tintas biopoliméricas variando la relación GA/SA y el contenido de nanopartículas, denominadas: $L_{GA-MNP_{10}}$ (baja GA /alto SA, 10 % v/v GA-MNP), $H_{GA-MNP_{10}}$ (alta GA /bajo SA, 10 % v/v GA-MNP), $H_{GA-Ctrl}$ (alta GA /bajo SA, sin GA-MNP) y $H_{GA-MNP_{20}}$ (alta GA /bajo SA, 20 % v/v GA-MNP). Las estructuras obtenidas fueron geladas con una solución de $CaCl_2$, generando hidrogeles estables. La caracterización mediante Análisis de seguimiento de partículas (NTA), Difracción de Rayos X (DRX), Espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) y Microscopia Electrónica de Transmisión (TEM) se confirmó la adecuada incorporación de las nanopartículas sin alterar su estructura, mientras que el análisis termogravimétrico (TGA), la calorimetría diferencial de barrido (DSC) y la microscopia de fuerza atómica (AFM), evidenciaron buena estabilidad térmica y una microestructura homogénea.

Los ensayos de adsorción se realizaron a pH de 3, 7, 9 y temperaturas de 23°C y 40°C se pusieron a adsorber las estructuras 3D en una relación de 10mg/50 mL de la solución del IMI, a diferentes concentraciones iniciales (5, 10, 15 y 20 mg/L). Los resultados mostraron una fuerte dependencia con la composición del material. La formulación $H_{GA-MNP_{20}}$ presentó la mayor capacidad ($\approx 38 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$), atribuida a una mayor densidad de sitios activos. La cinética siguió un modelo de pseudo-segundo orden y el equilibrio se ajustó al modelo de Langmuir. El mecanismo involucró puentes de hidrógeno, interacciones electrostáticas y complejación con Fe O .

Estos resultados posicionan a los ferrogel impresos en 3D como materiales sostenibles, eficientes y fácilmente recuperables para la remoción de pesticidas en agua.

REFERENCIAS

1. Iberache N, Titchou FE, Errami M, et al. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*. 196 (2024) 109633