

ADSORBENTES BASADOS EN NANOLÁMINAS DE ÓXIDO DE GRAFENO SOPORTADAS EN DISTINTAS MATRICES POLIMÉRICAS Y SU APLICACIÓN EN LA REMOCIÓN DE COLORANTES

Platero, Emiliano^a, Fernandez, Maria Emilia^{a,b}, Bonelli, Pablo Ricardo^{a,b} y Cukierman, Ana Lea^{a,b,c}.

^a Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Industrias, Programa de Investigación y Desarrollo de Fuentes Alternativas de Materias Primas y Energía–PINMATE, Intendente Güiraldes 2620, Ciudad Universitaria, (C1428BGA) Buenos Aires, Argentina.

^b Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Buenos Aires, Argentina.

^c Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Departamento de Tecnología Farmacéutica, Cátedra de Tecnología Farmacéutica II, Junín 956, (C1113AAD) Buenos Aires, Argentina.

analea@di.fcen.uba.ar

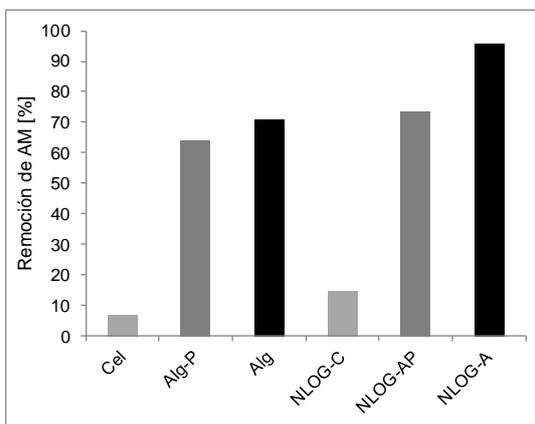
Introducción: El aumento de la actividad industrial y la densidad poblacional incrementan los niveles de especies contaminantes, como metales y aniones tóxicos y compuestos orgánicos en los efluentes, cuya descarga afecta seriamente los cuerpos de agua y los ecosistemas que los rodean. Entre las tecnologías que se han propuesto para disminuir el impacto ambiental de estas sustancias, la adsorción es reconocida como un método altamente efectivo para su remoción. En la última década, se ha impulsado el uso de materiales nanoestructurados como adsorbentes debido a su estabilidad mecánica, morfología y versatilidad. En particular, las nanoláminas de óxido de grafeno (NLOG) que se producen durante la síntesis de grafeno por oxidación del grafito en fase líquida, resultan de especial interés. Éstas poseen propiedades singulares que las posicionan como material prometedor en el desarrollo de nanoadsorbentes, debido a la presencia de gran cantidad de grupos funcionales oxigenados, que favorecen la interacción adsorbente-contaminante, y, a su vez, facilitan la dispersión de las NLOG en soluciones acuosas. Además, el empleo de matrices poliméricas como soporte de las NLOG facilita su manipulación y recuperación, y en el caso de los polímeros naturales y/o biodegradables, constituyen una alternativa amigable con el ambiente. Tanto la celulosa (C) como el alginato (A) cumplen con estos requisitos. La primera es un homopolisacárido de origen vegetal formado por unidades de glucosa unidas en enlaces β -1,4-glucosídico, que puede modificarse químicamente para variar su nivel de hidrofobicidad [1], mientras que la segunda es un heteropolímero que se obtiene de las algas y está compuesto por unidades de ácido gulurónico y manurónico cuya proporción afecta la hidrofiliidad de A [2]. Ambos polímeros son abundantes, renovables y se han utilizado como adsorbentes. Asimismo, se ha planteado que el agregado de alcohol polivinílico (PVA) a los geles de alginato aumentaría su durabilidad y estabilidad química [3].

Objetivos: Desarrollar y caracterizar nanoadsorbentes en base a NLOG utilizando tres matrices de distinta naturaleza polimérica como soporte y ensayar la remoción de un colorante como contaminante modelo.

Materiales y métodos: Las NLOG se obtuvieron a partir de grafito mediante el método de Hummers [4]. Se dializó la suspensión obtenida para eliminar restos de sales y ácido de la síntesis; el secado se realizó mediante liofilización durante 48 h. Para la obtención de los nanoadsorbentes, se resuspendieron las NLOG (0.125 % p/V) en soluciones acuosas de los distintos polímeros: A, mezcla A/PVA (AP) y C. La polimerización se llevó a cabo mediante goteo sobre soluciones de CaCl_2 , $\text{CaCl}_2/\text{ácido}$

bórico e NaOH, respectivamente. Los nanoadsorbentes obtenidos se designan como NLOG-A, NLOG-AP y NLOG-C. A modo comparativo, se obtuvieron adsorbentes en las mismas condiciones pero sin NLOG cargadas, que se designan como Cel, Alg y Alg-P. Todos los nanoadsorbentes se lavaron y posteriormente se liofilizaron durante 24 h. Se estudiaron las características térmicas, mediante análisis termogravimétrico, texturales, a partir de las isothermas de adsorción/desorción de N₂ a (-196°C) y morfológicas (microscopía SEM) de los distintos adsorbentes desarrollados. Para investigar su eficiencia en la adsorción de contaminantes, se realizaron ensayos de remoción de azul de metileno (AM) en condiciones de equilibrio y modo batch. Se contactaron 0.3 g de los distintos adsorbentes con 50 mL de una solución de AM (0.1 mM) durante 24 h a pH=7 y temperatura constante (20 °C). Además, se determinó el tamaño de las partículas de los adsorbentes, finalizado el ensayo de remoción, así como también de un grupo control de adsorbentes hidratados sin colorante.

Resultados: En todos los casos se obtuvieron adsorbentes en forma de gránulos. La estabilidad térmica de los mismos fue mayor para los adsorbentes desarrollados con C como matriz polimérica, aumentando en más de 80 °C la temperatura a la cual se produce la descomposición de los grupos oxigenados. En cuanto a las propiedades texturales, se observó que los adsorbentes presentaron baja porosidad. La porosidad de los materiales en base a A y AP disminuyó luego del agregado de NLOG, mientras



que aumentó para los que contenían C. Se determinaron diferencias significativas en la remoción del AM al cambiar el soporte polimérico (Figura), siendo el más efectivo NLOG-A con un 96%, mientras que NLOG-C solo removió el 15% del colorante. La matriz combinada de A y PVA redujo la efectividad de la remoción. La introducción de NLOG en las tres matrices poliméricas analizadas resultó en un aumento de la remoción obtenida en comparación con los adsorbentes sin NLOG. Los adsorbentes cargados con NLOG aumentaron

levemente su diámetro; en cambio, la adsorción de AM provocaría una disminución del tamaño de las macro-estructuras.

Conclusiones: El tipo de matriz polimérica y la carga de NLOG afectan la remoción. La incorporación de NLOG en matrices basadas en polímeros naturales brinda la posibilidad de desarrollar nuevos adsorbentes para la remediación efectiva de efluentes con contaminantes de estructura similar al compuesto modelo.

Referencias:

- [1]. Trygg, J., Fardim, P., Gericke, M., Mäkilä, E., Salonen, J. (2013). *Carbohydr Polym*, 93 (2013), 291–299.
- [2]. Lu, T., Xiang, T., Huang, X., Li, C., Zhao, W., Zhang, Q., Zhao, C., *Carbohydr Polym*, 133 (2015) 587-595.
- [3]. Zain, N., Suhaimi M., Idris, A., *Process Biochem*, 46 (2011) 2122-2129.
- [4]. Hummers, W. S., Offeman, R. E., *J. Am. Chem. Soc.*, 80 (1958) 1339.