

## Síntesis de xerogeles de carbono catalizados por carbonato de cesio para la adsorción de sulfametoxazol en solución acuosa

U. Ortiz-Ramos<sup>1,2</sup>, E. Bailón-García<sup>1</sup>, A.F. Pérez-Cadenas<sup>1</sup>, R. Leyva-Ramos<sup>2</sup>, F. Carrasco-Marín<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Materiales Polifuncionales Basados en Carbono (UGR-Carbon), Dpto. Química Inorgánica - Unidad de Excelencia de Química Aplicada a Biomedicina y Medioambiente - Universidad de Granada (UEQ-UGR), ES18071-Granada, Spain

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava No. 6, S.L.P. 78210, San Luis Potosí, México

uzielortiz@correo.ugr.es

Palabras clave: xerogeles de carbono, carbonato de cesio, adsorción, sulfametoxazol.

### Introducción

El sulfametoxazol (SMX) es un antibiótico quimioterapéutico usado ampliamente para tratar enfermedades en humanos y animales, es uno de los medicamentos comúnmente detectados en aguas superficiales y subterráneas, y es capaz de generar bacterias resistentes a los antibióticos afectando la salud humana y los ecosistemas [1]. La adsorción es una tecnología eficiente, económica y sostenible para la eliminación de contaminantes presentes en el agua. El xerogel de carbono es un adsorbente con alto grado de pureza y tiene la ventaja de que se puede diseñar y adecuar la distribución del tamaño de poros y área específica. En este trabajo, se sintetizaron xerogeles de carbono (CXC) para usarse como adsorbentes para eliminar SMX en solución acuosa. Se investigó el efecto de la cantidad de catalizador en las propiedades químicas y de textura de los CXC variando la relación molar resorcinol/catalizador (R/Cs). También, se obtuvieron las isotermas de adsorción y se estudió el efecto de las variables de operación en la capacidad de adsorción.

### Experimental

Los CXC se sintetizaron mediante el proceso de polimerización sol-gel de resorcinol y formaldehído, utilizando  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  como catalizador. Se prepararon soluciones de resorcinol (R), formaldehído (F), agua (W) y  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  (Cs) en las relaciones molares: R/F = 1/2, R/W = 1/15 y R/Cs = 100, 500, 1000 y 2000, y se colocaron en moldes de vidrio de 1.72 cm de diámetro interno. Posterior a la gelificación y curado, los geles se cortaron en cilindros de 10 cm de longitud y se sumergieron en ácido acético 2 M durante 24 h. En seguida, los geles se lavaron con acetona y se secaron a 25 °C. Finalmente, los xerogeles se carbonizaron a una temperatura de 850 °C, y se designaron como CXC100, CXC500, CXC1000 y CXC2000. Se obtuvieron las isotermas de adsorción de SMX para evaluar la capacidad de los CXC para adsorber SMX en solución acuosa.

### Resultado y discusión

Los resultados indicaron que las propiedades de textura y química superficial de los CXC dependen significativamente de la relación R/Cs. Se encontró que los CXC son materiales mesoporosos de gran área específica formados por partículas esféricas de tamaños uniformes. El área específica y el volumen y tamaño de los poros incrementó al disminuir la relación R/Cs. En la Figura 1(a) se muestran las isotermas de adsorción de SMX sobre CXC a pH = 7 y T = 25 °C. Los resultados mostraron que el CXC100 presentó la máxima capacidad de adsorción de 87.8 mg/g y que la capacidad disminuyó en el siguiente orden: CXC100 > CXC500 > CXC1000 > CXC2000. Se seleccionó el xerogel de carbono CXC500 para estudiar el efecto de las variables de operación en la capacidad de adsorción. Los resultados de la Figura 1(b) indicaron que la capacidad de adsorción disminuyó cuando se incrementó el pH de la solución y se puede explicar por la especie iónica de SMX, y la carga superficial de CXC500. A valores de pH menores del pHPCC (pHPCC = 8.88), la carga superficial de CXC500 es positiva y la adsorción ocurre por atracciones electrostáticas entre el SMX cargado negativamente y la superficie positiva de CXC500. Por otro lado, a valores de pH superiores al pHPCC, la carga superficial de CXC500 es negativa y la capacidad de adsorción decrece considerablemente por la repulsión electrostática. También, las interacciones dispersivas  $\pi$ - $\pi$  contribuyen significativamente en la capacidad de adsorción.

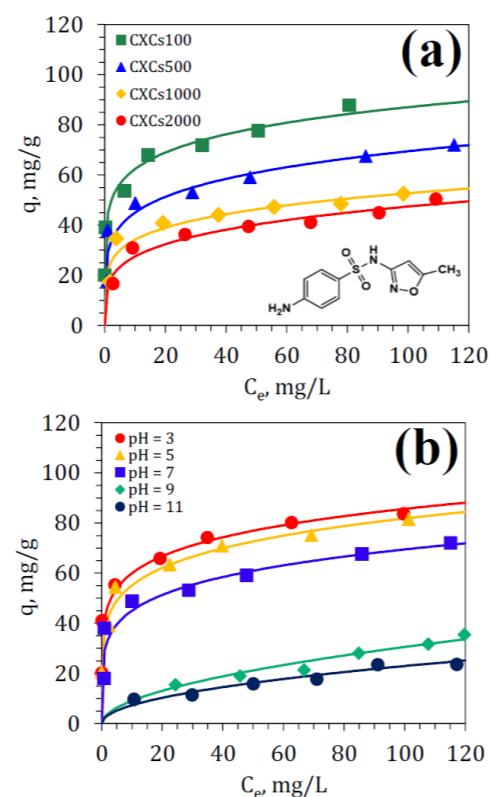


Figura 1. Isotermas de adsorción de SMX sobre CXC a pH = 7 y T = 25 °C (a). Efecto del pH de la solución en las isotermas de adsorción de SMX sobre CXC (b).

### Conclusiones

En este trabajo se sintetizaron CXC controlando la química superficial y el tamaño de los poros para ser utilizados como adsorbentes en la eliminación de SMX en solución acuosa. Los resultados mostraron que las propiedades químicas y de textura de los CXC variaron con la relación R/Cs. Se encontró que al disminuir la relación R/Cs, el área específica y el volumen y tamaño de los poros aumentaron considerablemente. Las isotermas de adsorción mostraron que la capacidad de adsorción de CXC hacia SMX incrementó al disminuir la relación R/Cs, la máxima capacidad de adsorción fue de 87.8 mg/g en CXC100 y se atribuyó a interacciones dispersivas  $\pi$ - $\pi$  y atracciones electrostáticas entre la forma aniónica del SMX y la carga superficial positiva de los CXC.

### Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero a MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033/, "FEDER Una manera de hacer Europa" el proyecto PID2021-127803OB-I00, CONAHCYT (Beca No. 930155), AUIP y a la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía por el Programa de Becas de Movilidad Académica 2022 (Beca No. 123).

### Referencias

[1] Prasannamedha G, Senthil Kumar P, A review on contamination and removal of sulfamethoxazole from aqueous solution using cleaner techniques: Present and future perspective, 2020, 250:119553.