

## De residuos a recursos: carbones hidrotermales de calibrio de castaña para el tratamiento de agua contaminada con torio

Carlos J. Durán-Valle<sup>1</sup>, Silvia Izquierdo<sup>2</sup>, Alonso M. Flores-Barroso<sup>1</sup>, Marta Adame-Pereira<sup>1</sup>, Ignacio M. López-Coca<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Environmental and Sustainable Chemistry Research Group, IACYS, Faculty of Sciences, University of Extremadura, Badajoz (06006), Spain.

<sup>2</sup>Environmental and Sustainable Chemistry Research Group, INTERRA, School of Technology, University of Extremadura, Cáceres (10003), Spain.

carlosdv@unex.es

Palabras clave: carbón hidrotermal, Residuo de biomasa, Descontaminación de aguas, Torio.

### Introducción

El torio constituye un elemento de especial preocupación que puede llegar a ser un contaminante del agua natural debido a ciertas actividades humanas como combustión, o actividades industriales, mineras o nucleares [1]. Su radiactividad y los impactos potenciales en la salud son una preocupación importante cuando están presentes en niveles elevados; por ello resultan esenciales la monitorización y depuración de aguas pasibles de contaminación por torio. Por su parte, los materiales carbonosos son aplicados exitosamente como adsorbentes en la descontaminación de agua [2].

En este trabajo, hemos estudiado la capacidad de adsorción de torio sobre catorce tipos diferentes de materiales carbonosos. Éstos han sido un carbón comercial (Merck), un carbón hidrotermal obtenido a partir de sacarosa, y doce carbones hidrotermales obtenidos de residuos de calibrio de castaña (*Castanea sativa*). Este último es un residuo de biomasa cuya valorización es un paso adelante en términos de economía circular y sostenibilidad.

### Experimental

El torio fue adquirido a Fisher Chemical como disolución nítrica de 10000 mg/L. El material de calibrio de castaña fue secado, triturado, molido, tamizado y sometido a tratamiento hidrotermal en un reactor cerrado, variando los parámetros de tamaño de partícula (<0,5; 0,5-1; 1-2 mm), temperatura (140-200 °C), y tiempo (16 a 24 h), para producir los diferentes carbones hidrotermales. El carbón hidrotermal a partir de sacarosa (CHT) se preparó en un reactor calentando durante 20 h a 180 °C una disolución de sacarosa en agua destilada. El carbón Merck es comercializado por esta marca como "charcoal activated extra pure food grade".

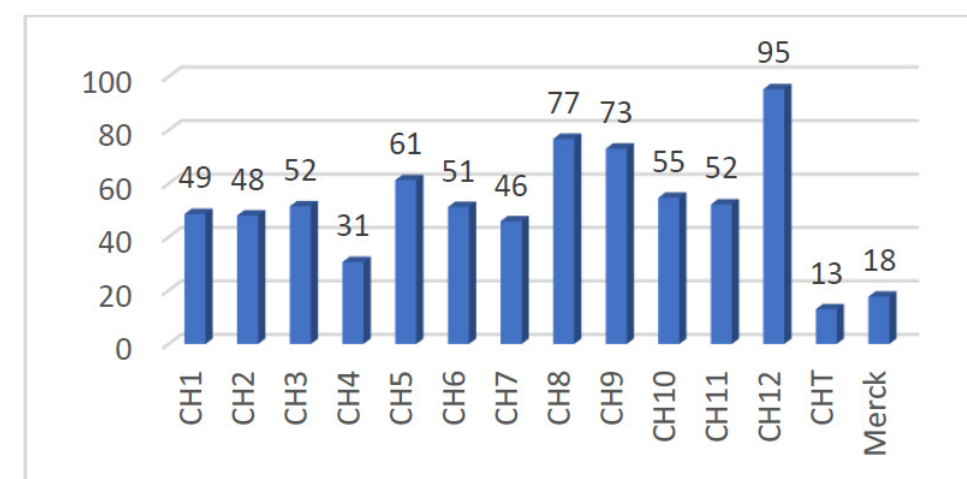
Los adsorbentes obtenidos se caracterizaron mediante diversas técnicas, como isoterma de adsorción de nitrógeno, porosimetría, punto de carga cero, infrarrojo por transformada de Fourier, microscopía electrónica de barrido y análisis de rayos X térmicos, elementales y de energía dispersiva.

Para estudiar la cinética de adsorción se usaron disoluciones de Th (10 mg/L) con una ratio C/Th = 100. P estudiar la isoterma de adsorción de torio, se analizaron disoluciones con cocientes C/Th variados. Los ensayos se realizaron por triplicado a 29 °C y 400 rpm. Tras filtrar (0,45 µm) se determinó la concentración de torio mediante espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS).

### Resultados y discusión

Los resultados preliminares de este estudio, enmarcado en un proyecto mayor sobre descontaminación de aguas, más significativos se muestran en la Gráfica 1.

Se observa que el carbón hidrotermal CH12, obtenido a partir de residuos de castaña de tamaño de partícula grande (1-2 mm) tratados durante 24 h a 200 °C. Para CH12, la distribución de microporos y mesoporos, estudiada mediante método DFT, muestra un alto volumen de mesoporos estrechos, mientras que no hay microporos presentes. Este carbón presenta un punto de carga cero de 4,8 unidades. Por su parte, el espectro de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) muestra numerosas bandas pertenecientes a muchos grupos funcionales que indican que el grado de grafitización no es alto. Las imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM) de CH12 (Figura 1) muestran una estructura más definida que en el material original (Figura 2), en el que se observaban con mayor claridad las células del material lignocelulósico. El tratamiento, por tanto, elimina la materia del material original, aumentando la porosidad.



Gráfica 1. Adsorción Th sobre carbones (%).

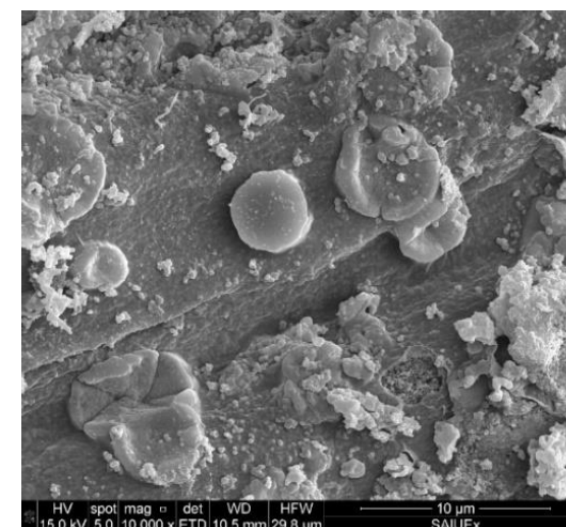


Figura 1. Imagen SEM de CH12.

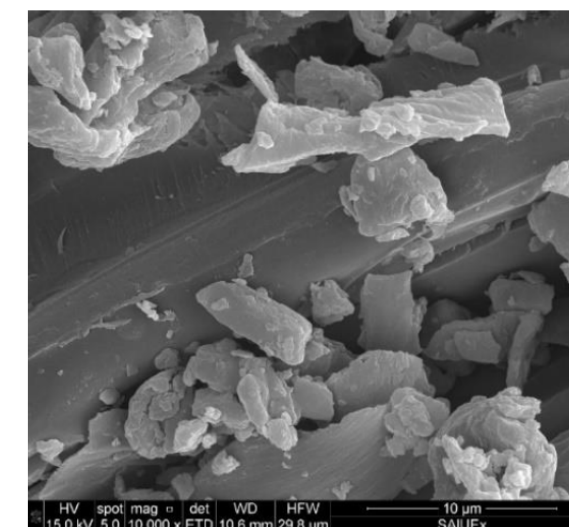


Figura 2. Imagen SEM de calibrio.

### Conclusiones

Las condiciones de preparación de los carbones hidrotermales influyen mucho en el resultado; esto permite obtener carbones con propiedades afinadas al optimizar el proceso de obtención. El material carbonoso obtenido por carbonización hidrotermal de residuos de cúpula de castaño dulce (*Castanea sativa*) es un adsorbente rentable y ambientalmente benigno, capaz de depurar agua contaminada con torio, lo que efectivamente agrega valor a estos residuos de biomasa.

### Agradecimientos

FEDER y Junta de Extremadura (IB20026 y GR21107).

### Referencias

- [1] Aziman, E.S.; Salehuddin, A.H.J.M.; Ismail, A.F. Sep. Purif. Rev. 2021, 50:177-202. <https://doi.org/10.1080/15422119.2019.1639519>.
- [2] Adegoke, K.A.; Akinnawo, S.O.; Ajala, O.A.; Adebusuyi, T.A.; Maxakato, N.W.; Bello, O.S. Bioresour. Technol. Rep. 2022, 19:101115. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101115>.