

## Materiales carbonosos híbridos obtenidos por carbonización hidrotermal. Adsorción de torio

M. Adame-Pereira<sup>1</sup>, C.J. Durán-Valle<sup>2</sup>, C. Fernández-González<sup>1</sup>, M.P. Rubio-Montero<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química Orgánica e Inorgánica. Universidad de Extremadura, Avda. de Elvas, s/n, 06006 Badajoz (España).

<sup>2</sup>IACYS, Universidad de Extremadura, Avda. de Elvas, s/n, 06006 Badajoz (España).

<sup>3</sup>Departamento de Física Aplicada. Universidad de Extremadura, Avda. Santa Teresa de Jornet, 38, 06800 Mérida (España).

martaap@unex.es

Palabras clave: torio, adsorción, carbón hidrotermal, descontaminación de aguas.

### Introducción

El proceso de carbonización hidrotermal (HTC) ha generado un gran interés en los últimos años [1], debido a que se trata de un método ecológico para obtener materiales carbonosos. HTC presenta una serie de ventajas como la sencillez y las bajas temperaturas de operación en comparación con procesos convencionales como la pirólisis y la gasificación. Los materiales carbonosos obtenidos se caracterizan por un bajo desarrollo de la porosidad, acidez y un gran número de grupos superficiales, y se han utilizado como adsorbentes para la eliminación de contaminantes de todo tipo, pero son especialmente adecuados para eliminar metales pesados [2]. El objetivo de este trabajo es obtener un adsorbente recubriendo un carbón activado de gran superficie con un carbón hidrotermal para ver si es posible obtener una combinación de las propiedades de ambos materiales. Como aplicación, se probaron los materiales carbonosos preparados en la adsorción de torio, que es un metal pesado tóxico cuya liberación al medio ambiente supone un riesgo para la salud humana y de otros organismos vivos [3].

### Experimental

Los carbones híbridos han sido preparados por carbonización hidrotermal, mezclando 4, 8 o 12 g de un carbón activado comercial (Norit RX-3 Extra, CA) y 50 mL de una disolución de sacarosa de concentración 0,01, 0,05 o 0,10 g L<sup>-1</sup> (CT/CAx), calentando a 160-200 °C durante 10-20 h. Además, se prepararon dos carbones, uno a partir de CA por tratamiento hidrotermal con 50 mL de agua destilada (CAHT) y otro sólo con sacarosa (CHT). Los productos obtenidos se han caracterizado mediante análisis elemental, análisis térmico, SEM, adsorción física de N<sub>2</sub> a -196 °C, FT-IR, pH<sub>pcc</sub> y grupos ácidos y básicos. La adsorción se ha estudiado desde el punto de vista de la cinética y el equilibrio de adsorción utilizando una disolución de torio de 10 mg L<sup>-1</sup> y una cantidad de adsorbente de 200 mg y 40 mg respectivamente.

### Resultados y discusión

A partir de las isotermas de adsorción de N<sub>2</sub> a -196 °C se han obtenido los valores de la superficie aparente de BET (S<sub>BET</sub>) y los volúmenes de poros (V<sub>DR</sub>, V<sub>me</sub> y V<sub>total</sub>). De acuerdo con los datos, la carbonización hidrotermal de CA aumentó la S<sub>BET</sub> de los adsorbentes preparados, variando según CHT (27 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) < CA (1026 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) < CAHT (1145 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) < CT/CA17 (1298 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>). Los valores más elevados de los volúmenes de poro corresponden a CT/CA17 (V<sub>DR</sub> = 0,617 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>, V<sub>me</sub> = 0,234 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup> y V<sub>total</sub> = 0,845 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>). El estudio de las propiedades ácidas y básicas indica que los carbones preparados son ligeramente básicos, a excepción de CHT que es fuertemente ácido, variando de menor a mayor basicidad según el orden CAHT < CA < CT/CA17. En cuanto a la estructura química de la superficie, el tratamiento hidrotermal de CA redujo el contenido de oxígeno al obtener CAHT, dejando menos grupos funcionales en la superficie. CHT posee un elevado contenido de oxígeno. En la obtención de CT/CA17 se degradaron más grupos básicos y aumentó la cantidad de grupos ácidos. Las cinéticas de adsorción de torio son rápidas, si bien se observan notables diferencias en la cantidad retenida en el equilibrio. En cuanto a las isotermas de adsorción, la cantidad de torio retenida en el equilibrio es mayor con CT/CA17 que con CA. Además, la cantidad de torio adsorbida en función de la temperatura se mejoró en un amplio rango (Figura 1).

### Conclusiones

El tratamiento hidrotermal de CA con sacarosa mejora sus propiedades adsorbentes. La estructura química de la superficie cambia aumentando el número de grupos ácidos y reduciéndose los grupos funcionales básicos. Estas diferencias influyen sobre el proceso de adsorción de torio en disolución.

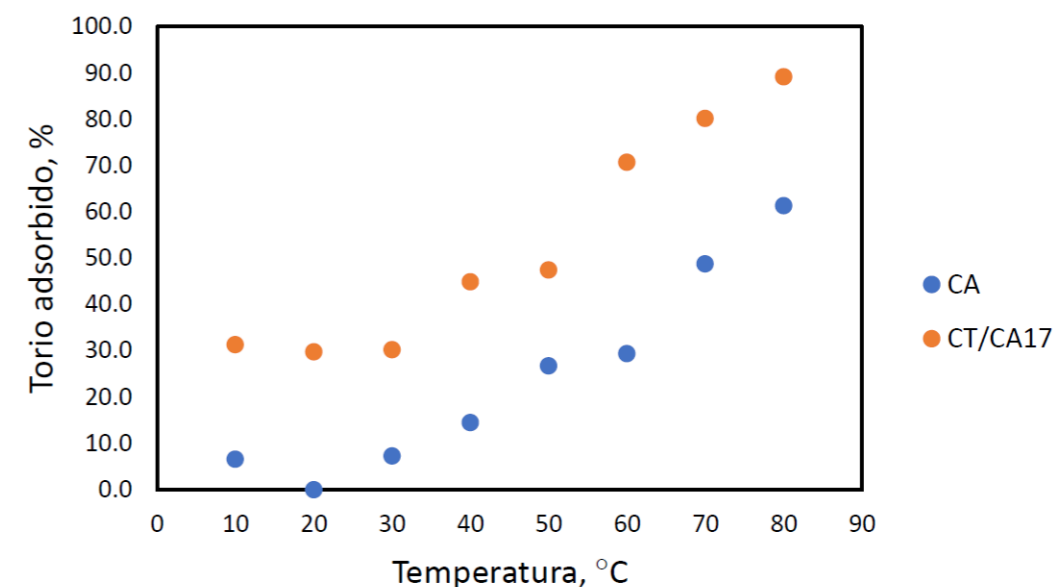


Figura 1. Influencia de la temperatura en la adsorción de torio para las muestras seleccionadas.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Junta de Extremadura la ayuda económica recibida (IB20026, GR21020 y GR21107), cofinanciada con fondos FEDER, a Grupos de Investigación.

### Referencias

- [1] Titirici MM, White RJ, Falco C, Sevilla M, Black perspectives for a green future: hydrothermal carbons for environment protection and energy storage, *Energy Environ Sci*, 2012, 5:6796-6822.
- [2] CJ Durán-Valle, AB Botet-Jiménez, D Omenat-Morán, Hydrothermal Carbonisation: An Eco-Friendly Method for the Production of Carbon Adsorbents, En: Bonilla-Petriciolet A, Mendoza-Castillo DI, Reynel-Ávila HE (Eds.), *Adsorption Processes for Water Treatment and Purification*, Springer, Cham, 2017, pp. 77-108.
- [3] Kütahyalı C, Eral M, Sorption studies of uranium and thorium on activated carbon prepared from olive stones: Kinetic and thermodynamic aspects, *J Nucl Mater*, 2010, 396:251-256.