

## Preparación y caracterización de carbones obtenidos por carbonización hidrotermal. Adsorción de uranio

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: uranio, adsorción, carbón hidrotermal, descontaminación de aguas.

### Introducción

La carbonización hidrotermal, que en los últimos años ha recibido una gran atención, es una técnica de conversión termoquímica a temperaturas moderadas que utiliza materiales ricos en carbono y agua subcrítica para obtener productos carbonosos de forma respetuosa con el medio ambiente. Este proceso confiere al carbón un alto contenido de grupos funcionales oxigenados [1]. El carbón activado es un adsorbente muy estudiado que se caracteriza por tener una estructura porosa bien desarrollada, superficie hidrófoba y carácter generalmente alcalino [2]. El objetivo de este estudio 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 una posible aplicación, las muestras seleccionadas se ensayaron en la adsorción de uranio en disolución acuosa. El uranio es el metal más pesado de la naturaleza y es un contaminante radiactivo y tóxico. Además, su presencia como material radiactivo natural produce aumentos locales de su concentración debido a algunas actividades industriales. Concretamente, el uranio se usa principalmente en la obtención de energía nuclear por lo que grandes cantidades de este elemento han entrado en el medio ambiente representando una amenaza para suelos y aguas y por ende para el ser humano [3].

### Experimental

La preparación de los carbones (CT/CAx) a partir de un carbón comercial Norit RX-3 Extra (CA) se ha llevado a cabo mediante tratamiento hidrotermal del material utilizando 4, 8 o 12 g de CA y 50 mL de una disolución de sacarosa de concentración conocida (0,01, 0,05 o 0,10 g L<sup>-1</sup>), calentando a temperaturas comprendidas entre 160 y 200 °C a tres tiempos distintos (10, 15 y 20 h). Además, con fines comparativos se prepararon dos carbones, un carbón hidrotermal de CA con 50 mL de agua destilada (CAHT) y otro carbón sólo con sacarosa (CHT). Las muestras obtenidas se han caracterizado desde el punto de vista de la composición química, morfología, textura porosa, grupos funcionales superficiales, carácter ácido-base de su superficie, etc. Tras la preparación de las muestras, con algunas de ellas previamente seleccionadas, se han llevado a cabo las experiencias de adsorción de uranio en disolución acuosa.

### Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en este estudio ponen de manifiesto que con el tratamiento hidrotermal de CA se consiguen desarrollar las estructuras micro- y mesoporosas, sobre todo cuando se utiliza una disolución de sacarosa. El desarrollo de la porosidad en CHT es escaso. Así, para CT/CA17  $S_{BET} = 1297,5 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ,  $V_{DR} = 0,617 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ ,  $V_{me} = 0,234 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$  y  $V_{total} = 0,845 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ , mientras que para CA  $S_{BET} = 1025,5 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ,  $V_{DR} = 0,498 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ ,  $V_{me} = 0,145 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$  y  $V_{total} = 0,668 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ . En cuanto a la química de la superficie, el tratamiento hidrotermal de CA disminuyó el contenido de oxígeno en CAHT, dejando menos grupos funcionales en la superficie. Sin embargo, en CHT el contenido de oxígeno aumentó, que era el objetivo de la síntesis. Además, tanto en CAHT como en CT/CA17 disminuyeron los grupos básicos y aumentaron los grupos ácidos con respecto a CA.

En la adsorción de uranio en disolución acuosa con las muestras CA y CT/CA17, se ha observado que en la cinética el tiempo de equilibrio se alcanza  $\approx 8 \text{ h}$ , si bien la cantidad de adsorbato retenida en el equilibrio es del 41,6% para CA y del 94,5% para CT/CA17 de la cantidad inicial. Además, la adsorción mejoró para el pH más elevado del rango de pH estudiado. En el estudio de la influencia de la temperatura sobre la adsorción se observó que para las temperaturas más elevadas la adsorción de torio para CA disminuía, caso contrario ocurría con CT/CA17 donde la adsorción estaba favorecida.

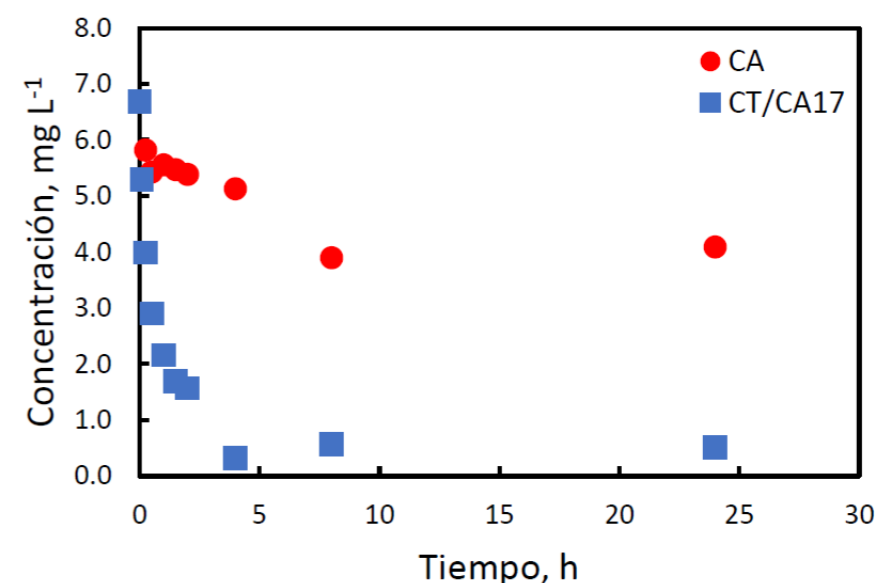


Figura 1. Cinética de adsorción de torio.

### Conclusiones

Partiendo de un carbón activado comercial y recubriéndolo con un carbón hidrotermal generado in situ se ha conseguido preparar un adsorbente con las propiedades combinadas de ambos materiales mejorando las propiedades texturales y químico superficiales. En relación con el comportamiento adsorbente de las muestras en el proceso de adsorción de uranio en disolución acuosa, dichas propiedades, ha permitido favorecer la cinética y el equilibrio del proceso.

### 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] Jain A, Balasubramanian R, Srinivasan MP, Hydrothermal conversion of biomass waste to activated carbon with high porosity: A review, Chem Eng J, 2016, 283:79-805.
- [2] Jeguirim M, Belhachemi M, Limousy L, Bennici S, Adsorption/Reduction of Nitrogen Dioxide on Activated Carbons: Textural Properties versus Surface Chemistry – A Review, Chem Eng J, 2018, 347:493–504.
- [3] Caccin M, Giacobbo F, Da Ros M, Besozzi L, Mariani M, Adsorption of uranium, cesium and strontium onto coconut shell activated carbon, J Radioanal Nucl Chem, 2013, 297:9-18.