

Nuevos desarrollos en la preparación de materiales de carbono con hierro para la adsorción de selenio en aguas

L. López-Toyos, E. Rodríguez, R. García, M.R. Martínez-Tarazona, M.A. López-Antón

Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono, INCAR-CSIC, C/ Francisco Pintado Fe, 26, 33011 Oviedo, España.

lucia.l.toyos@incar.csic.es

Palabras clave: carbón activo, espuma de carbono, selenio, óxidos de hierro.

Introducción

La presencia de altas concentraciones de Se (IV) y Se (VI) en las aguas supone un grave riesgo para la salud humana, debido a su alta solubilidad y tendencia a bioacumularse a lo largo de la cadena alimentaria. Entre las distintas tecnologías para el tratamiento de aguas contaminadas por metales y metaloides destacan aquellas basadas en procesos de adsorción, por su eficiencia en términos de rendimiento y coste [1].

Este estudio pretende aportar nuevos conocimientos sobre el papel crítico de las diferentes especies de hierro soportadas sobre materiales de carbono para la adsorción de Se (IV) y Se (VI) en medios acuosos. Se evaluó el impacto de la concentración de Se, la dosis y el pH sobre la capacidad de adsorción de los sorbentes preparados.

Experimental

Como soportes para los compuestos de Fe se seleccionaron el carbón activo comercial Norit RB3 (AC), y una espuma de carbono sintetizada en el laboratorio (SFox). La síntesis de la espuma se realizó a partir de sacarosa comercial y nitrato de hierro [2]. Posteriormente, la espuma se oxidó por vía húmeda empleando persulfato de amonio. Los materiales CA y SFox se impregnaron con un 10% en peso de Fe, empleando una solución acuosa de sulfato de hierro y acetato de sodio (ACFe, SFoxFe) [3]. La caracterización de los soportes de carbono se llevó a cabo mediante isoterma de adsorción de N₂, análisis elemental y DTP de CO y CO₂. La distribución y morfología de las nanopartículas de hierro, así como la identificación de las especies se estudiaron mediante SEM y DRX, respectivamente. Los estudios de adsorción se llevaron a cabo bajo agitación durante 72 horas a temperatura ambiente sobre soluciones patrón de Se (IV) y Se(VI) de concentración conocida (5, 10, 25 mg L⁻¹). Los ensayos se realizaron empleando diferentes dosis del sorbente (1, 5 y 10 g L⁻¹) y rango de pH (4,7 y 9).

Resultado y discusión

Los materiales carbonosos empleados como soportes de los óxidos de hierro presentan distinta química superficial y propiedades texturales, lo cual influye directamente en la especie de hierro depositada. Las funciones carbonilo/anhídrido mayoritarias en AC dieron lugar a la formación de magnetita en su superficie, mientras que los grupos fenólicos presentes en SFox propiciaron la formación de hematita (Figura 1a). El carbón activo ACFe mostró una mayor eficiencia ($\approx 80\%$) en comparación a la espuma SFox-Fe ($< 40\%$), para ambas especies de Se (Figura 1b). Estos resultados sugieren que los complejos de adsorción formados entre el hierro y las especies de Se son más estables con la magnetita que con la hematita. También cabe mencionar que AC presenta una mayor SBET (1180 m² g⁻¹) respecto a SFox (214 m² g⁻¹), lo cual le otorga un mayor número de centros activos para la adsorción. Bajo distintas condiciones experimentales, el sorbente ACFe demostró una alta eficiencia para la eliminación del Se (IV), así como para la especie más móvil, el Se(VI), incluso a pH básico (Figura 2).

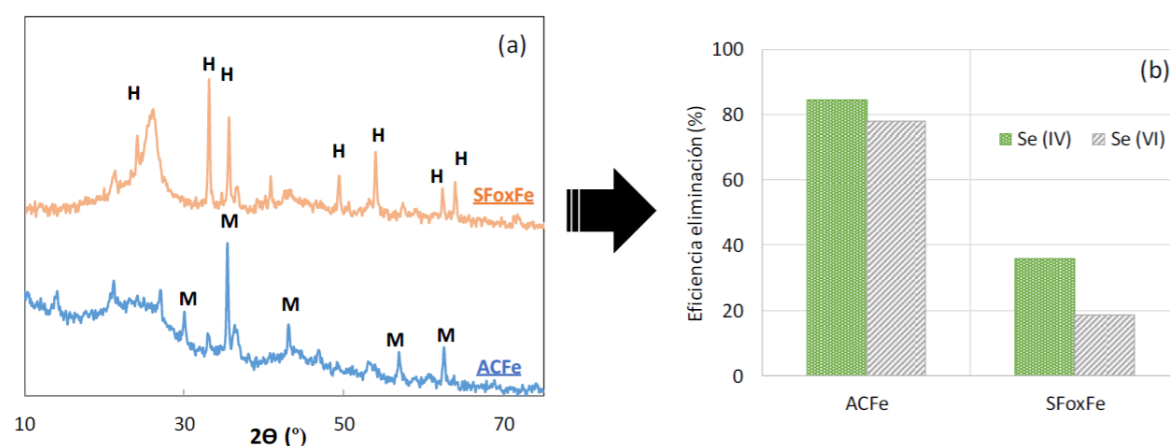


Figura 1. Comparación entre los sorbentes ACFe y SFoxFe: (a) difractogramas de rayos X (M: magnetita, H: hematita); (b) eficiencia de eliminación de Se (IV) y Se (VI) a pH 4.

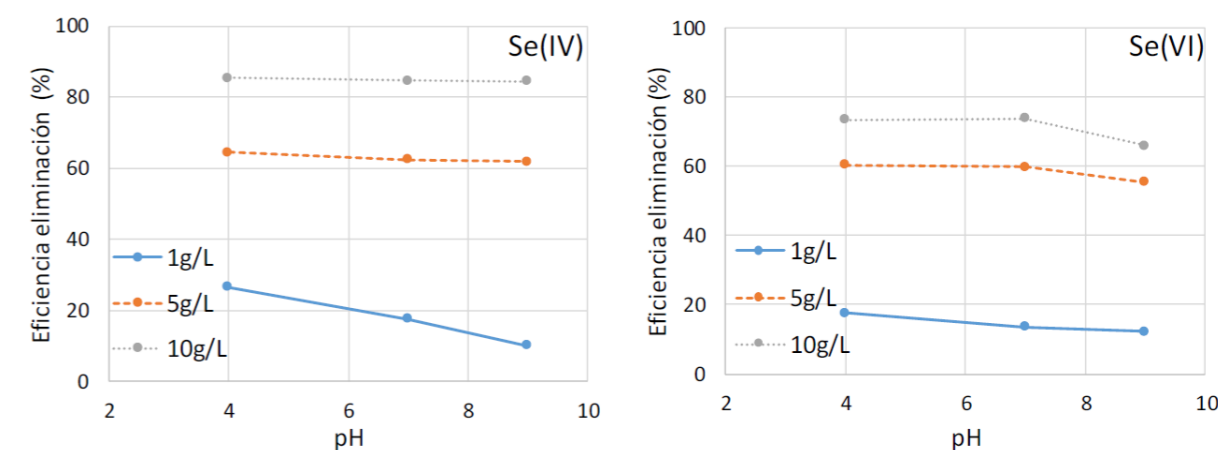


Figura 2. Efecto de la dosis de sorbente ACFe a pH 4, 7 y 9, en la eliminación de Se (IV) y Se (VI) (concentración inicial: 25 mg L⁻¹ a 25 °C).

Conclusiones

La eficiencia de adsorción de Se en los materiales de carbono desarrollados en este trabajo depende de la especie de hierro depositada, así como de las propiedades texturales del material carbonoso. La presencia de magnetita junto con una elevada área superficial favorece la inmovilización tanto de Se (VI) como de Se (IV), en un amplio rango de pH.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida a través de los proyectos PID2020-113558RB-C43 e IDI/2021/000031. L. López-Toyos agradece su contratación al MITEC a través del Programa Investigo, Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Referencias

- [1] S.O. Okonji, G. Achari, D. Pernitsky, Environmental Impacts of Selenium Contamination: A Review on Current-Issues and Remediation Strategies in an Aqueous System, *Water* 2021, Vol. 13, Page 1473. 13 (2021) 1473. <https://doi.org/10.3390/W13111473>.
- [2] R. García, E. Rodríguez, M.A. Díez, A. Arenillas, S.F. Villanueva, N. Rey-Raap, C. Cuesta, M.A. López-Antón, M.R. Martínez-Tarazona, Synthesis of Micro- and Mesoporous Carbon Foams with Nanodispersed Metals for Adsorption and Catalysis Applications, *Materials* (Basel). 16 (2023) 1336. <https://doi.org/10.3390/ma16041336>.
- [3] L. López-Toyos, M.A. López-Antón, E. Rodríguez, R. García, M.R. Martínez-Tarazona, Potential of iron-based composites derived from sucrose foam for mercury removal and safe recovery, *Fuel*. 345 (2023) 128181. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128181>.