

# Catalizadores bifuncionales basados en materiales carbonosos para la producción y almacenamiento de hidrógeno mediante el sistema ácido fórmico-bicarbonato

P. Riquelme-García\*, M. Navlani-García, D. Cazorla-Amorós

Departamento de Química Inorgánica e Instituto Universitario de Materiales, Universidad de Alicante, Ap. 99, Alicante, E-03080, España

\* paula.riquelme@ua.es

Palabras clave: ácido fórmico, hidrógeno, carbón activado, paladio

El ácido fórmico ha emergido como un interesante LOHC (por sus siglas en inglés, *Liquid Organic Hydrogen Carrier*) debido a sus atractivas propiedades como su baja toxicidad, alta estabilidad y su alta densidad volumétrica de hidrógeno, lo que lo convierte en una solución potencial a los problemas de almacenamiento físico convencionales. Además, el ácido fórmico, se encuentra involucrado en un sistema de producción y almacenamiento de hidrógeno basado en un ciclo neutro de carbono, formado por la deshidrogenación de ácido fórmico para producir hidrógeno y dióxido de carbono, y la posterior hidrogenación del dióxido de carbono. La reacción de hidrogenación de CO<sub>2</sub> es más compleja que la inversa, la deshidrogenación de ácido fórmico, debido a su desfavorable termodinámica (CO<sub>2</sub> (g) + H<sub>2</sub> (g) → HCOOH (l), ΔG<sub>298K</sub> = 32,9 kJ·mol<sup>-1</sup>) [1]. El método más directo para superar la limitación termodinámica es llevar a cabo la reacción en fase líquida utilizando bases como bicarbonatos, aminas e hidróxidos [2].

En este trabajo, se han preparado carbones activados a partir de residuos de biomasa (cáscara de almendra) mediante un método de activación física con dióxido de carbono, los cuales se han empleado como soportes de catalizadores basados en paladio y con diferentes composiciones bimetálicas para la interconversión H<sub>2</sub>-formiato a través de la deshidrogenación del ácido fórmico y la hidrogenación de bicarbonato. Los materiales desarrollados se caracterizaron mediante diferentes técnicas fisicoquímicas como isotermas de adsorción de N<sub>2</sub> a 77K, la espectroscopia fotoelectrónica de rayos X (XPS), la microscopia electrónica de transmisión (TEM) y la espectroscopia de emisión óptica por plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES). Los resultados de las pruebas catalíticas de ambas reacciones mostraron resultados con una prometedora actividad bifuncional y con una estabilidad mantenida tras 3 ciclos consecutivos de reacción.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto TED2021-131324B-C22 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por "European Union NextGenerationEU/PRTR". M. Navlani-García agradece la subvención RYC2021-034199-I financiada por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por «ESF Investing in your future».

## Referencias

[1] Riquelme-García, P.; Navlani-García, M.; Cazorla-Amorós, D.; "Hydrogen Storage System Attained by HCOOH-CO<sub>2</sub> Couple: Recent Developments in Pd-Based Carbon-Supported Heterogeneous Catalysts", *Energies* 17. (2024).

[2] Verma, P.; Zhang, S.; Song, S.; Mori, K.; Kuwahara, Y.; Wen, M.; Yamashita, H.; An, T.; "Recent strategies for enhancing the catalytic activity of CO<sub>2</sub> hydrogenation to formate/formic acid over Pd-based catalyst", *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization* 54. (2021).