

# NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE SILICIO Y ALUMINIO PARA LA PRODUCCIÓN DE 5-HIDROXIMETILFURFURAL DESDE GALACTOSA

B. Torres-Olea, M.J. Alcalá-García, C. García-Sancho, J.A. Cecilia, R. Moreno-Tost, P. Maireles-Torres

Departamento de Química Inorgánica, Cristalografía y Mineralogía (Unidad Asociada al ICP-CSIC), Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Campus de Teatinos, 29071 Málaga, España

Benjamin@uma.es

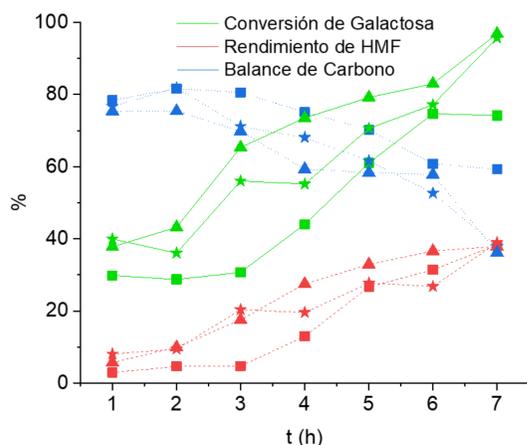
## Introducción

El problema del calentamiento global, fuentes de recursos fósiles limitadas y amenazas de desabastecimiento empujan al desarrollo de nuevos métodos de obtención de recursos procedentes de fuentes renovables, tales como la biomasa. La biomasa procedente de las algas presenta diferentes carbohidratos en su composición que pueden transformarse, mediante deshidratación en presencia de catalizadores, en 5-hidroximetilfurfural (HMF), una molécula plataforma muy estudiada por su potencial en el campo de los materiales poliméricos y biocombustibles.

En este trabajo, se exponen los resultados obtenidos con nanopartículas de sílice y aluminio mesoporosas, que muestran prometedores rendimientos de HMF desde galactosa, un monosacárido abundante en muchas algas.<sup>1</sup>

## Resultados Catalíticos

La reacción de deshidratación se realizó en reactores de vidrio con una carga de 0.15 g de galactosa, 0.05 g de catalizador, 1,5 ml de agua y 3,5 ml de metil isobutil cetona (MIBK), a una temperatura de 170°C. Durante la reacción los centros ácidos de las nanopartículas deshidrataron la galactosa produciendo HMF, más apolar, que se extrae en la fase orgánica.



Conversión de galactosa, rendimiento de HMF y balance de carbono obtenido para la ASN10 (triángulos), ASN20 (estrellas) y ASN40 (cuadrados).

Los análisis muestran que estos materiales son activos en el proceso de deshidratación de galactosa y se puede alcanzar un 40% de rendimiento en HMF.

Más elevadas concentraciones de aluminio en el material proporcionaron una mayor actividad en la conversión de galactosa y rendimiento en HMF a tiempos cortos, pero los resultados para los diferentes catalizadores tienden a igualarse a tiempos más largos. Tras 7 horas de reacción, se consume casi la totalidad de la galactosa inicialmente presente y el balance de carbono se reduce a valores entre 60 y 40% del inicial debido a la formación de polímeros solubles e insolubles en el medio de reacción.

## Agradecimientos

Agradecemos al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, a la Unión Europea (Fondos FEDER: : RTI2018-094918-B-C44 and UMA18-FEDERJA-171) y a la Universidad de Málaga por su financiación. B. Torres Olea agradece al Ministerio de Universidades su contrato predoctoral FPU.

## Referencias

- Oh, S. J., Park, J., Na, J. G., Oh, Y. K., & Chang, Y. K. (2015). Production of 5-hydroxymethylfurfural from agarose by using a solid acid catalyst in dimethyl sulfoxide. *RSC Advances*, 5(59), 47983–47989.
- Choi, Y., Sik Yun, Y., Park, H., Sung Park, D., Yun, D., & Yi, J. (2014). A facile approach for the preparation of tunable acid nano-catalysts with a hierarchically mesoporous structure. *Chemical Communications*, 50(57), 7652–7655.

## Caracterización de catalizadores

Nanopartículas con diferentes relaciones de óxido de silicio y aluminio (Si/Al = 10, ASN10; Si/Al = 20, ASN20 y Si/Al = 40, ASN40) se sintetizaron siguiendo la metodología de Choi et al.<sup>2</sup> y se usaron en la deshidratación de galactosa.

Las nanopartículas con diferente relación Si/Al poseen un diámetro entre 300 y 100 nm. Su estructura porosa facilita la difusión de los reactivos y productos en el proceso de deshidratación, con un núcleo de silicio y una corteza de aluminio, tal y como puede apreciarse en las imágenes de EDX.

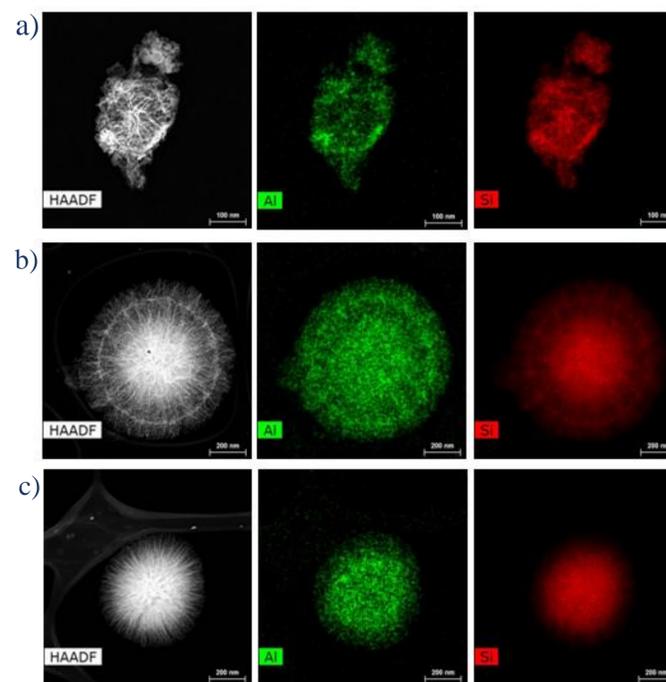


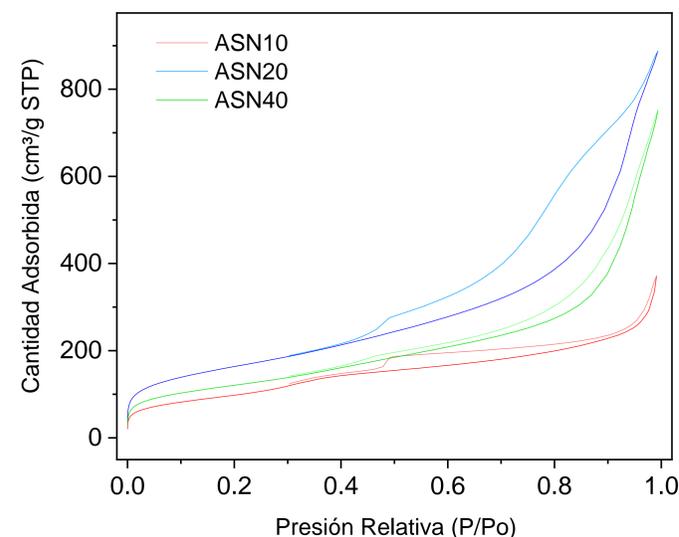
Imagen de EDX de las microsferas a) ASN10, b) ASN20 y c) ASN40.

La relación Si/Al superficial (Tabla 1) se ha determinado mediante espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS). Se encuentra una relación Si/Al inferior a la esperada, debido a la acumulación del aluminio en la zona más superficial de las nanoesferas, donde es fácilmente accesible.

Tabla 1. Datos texturales y análisis por XPS de las nanoesferas

Catalizador	Area BET (m <sup>2</sup> /g)	Area Externa t-plot (m <sup>2</sup> /g)	Si/Al <sub>teórico</sub>	Si/Al <sub>experimental</sub>	O/(Si+Al)
ASN-10	357.1	212.8	10	10,34	1,91
ASN-20	590.7	575.8	20	12,46	2,06
ASN-40	435.1	415.3	40	14,59	2,08

Los datos texturales revelan que la mayor parte del área superficial de las nanoesferas corresponde a mesoporos, lo que minimiza las limitaciones difusionales en el proceso catalítico. La menor área superficial se obtiene con el catalizador con menor relación Si/Al.



Isotermas de adsorción-desorción de N<sub>2</sub>.