

## Efecto textural de la reactividad en CO<sub>2</sub> de espumas de sacarosa

C. Cuesta\*, M.A. Díez, R. García, E. Rodríguez, M.A. López-Antón, M.R. Martínez-Tarazona

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

crisobal.cuesta@incar.csic.es

Palabras clave: espumas de carbono, sacarosa, análisis termogravimétrico, CO<sub>2</sub>.

### Introducción

La obtención de espumas de carbono a partir de sacarosa representa una alternativa sostenible a la producción clásica de tales materiales [1], que generalmente, se ha llevado a cabo en el ámbito de los combustibles fósiles (breas, carbones, compuestos derivados del petróleo). En comparación con tales precursores, la sacarosa es un producto de origen natural y manufactura sostenible y genera especies menos contaminantes en su descomposición térmica. Las espumas de carbono se caracterizan por poseer una estructura de celdas macroporosas que les confiere baja densidad. La utilización en el proceso de síntesis de aditivos tales como nitratos metálicos, genera microporos y mesoporos en la matriz macroporosa dominante de las espumas [2], ampliándose, el abanico de sus aplicaciones a campos como la adsorción o la catálisis. Pero, además, las propiedades texturales de estos materiales pueden modificarse mediante procedimientos clásicos como la activación con CO<sub>2</sub>. El objetivo de este trabajo es el estudio de la influencia del tratamiento térmico en presencia de CO<sub>2</sub> en la morfología y textura de espumas de carbono preparadas a partir de sacarosa.

### Experimental

Los materiales de partida de este estudio han sido dos espumas de carbono, una obtenida a partir de sacarosa junto con ácido cítrico (SF1000) y la segunda con la incorporación de Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O como aditivo (SFFe1000), mediante un método previamente descrito [2]. Estos materiales se sometieron a análisis termogravimétrico (TGA) en atmósfera de CO<sub>2</sub>, en modo dinámico desde temperatura ambiente hasta 1000 °C, a una velocidad constante de 20 °C min<sup>-1</sup>, seguido de un periodo isotérmico a 1000 °C durante 90 min, registrándose la pérdida de peso y calculando la velocidad de pérdida de peso en función del tiempo (DTG). La morfología de las espumas antes y después de ser sometidas a estas condiciones se analizó mediante SEM y su textura se determinó mediante isoterma de adsorción de nitrógeno.

### Resultados y discusión

La Figura 1 presenta la evolución del grado de conversión y de la velocidad de reacción (DTG) de las muestras tratadas térmicamente en modo dinámico + isotérmico, durante la gasificación en CO<sub>2</sub>. A partir de 700 °C, las dos espumas difieren sustancialmente en su estabilidad térmica y reactividad con CO<sub>2</sub>. La espuma SFFe1000 presenta una elevada reactividad con CO<sub>2</sub>, en un corto periodo de tiempo (aprox. 3 min) y en un rango estrecho de temperatura (780-845 °C), debido a efectos catalíticos de las sales de Fe residuales, mientras que la espuma SF1000 presenta una mayor estabilidad térmica en CO<sub>2</sub> hasta 900 °C, aumentado la reactividad a partir de esta temperatura y siendo prácticamente constante a 1000 °C e independiente del tiempo de reacción. La elevada reactividad de SFFe1000 está asociada con un alto grado de conversión de 27, 60 y 95% a temperaturas de 800, 820 y 850 °C, con un máximo de reactividad de 36,3 %/min a 824 °C.

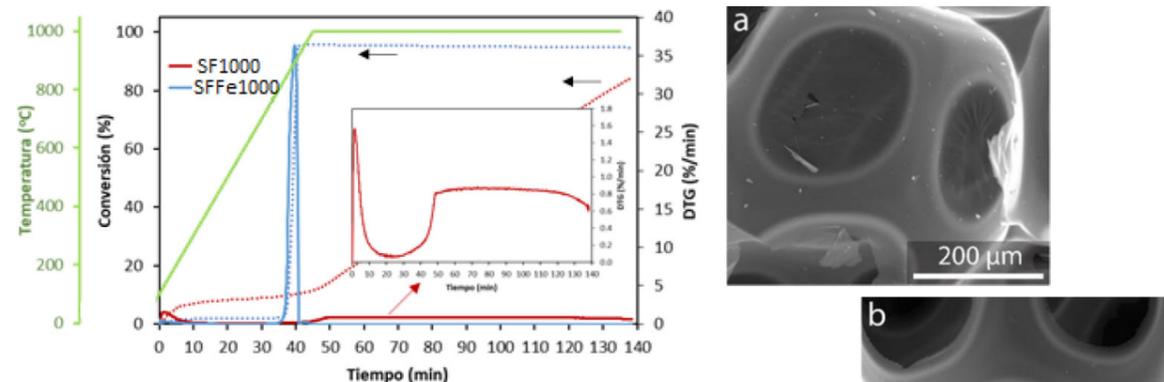


Figura 1. Evolución del grado de conversión y de la velocidad de reacción (DTG) de las espumas SF1000 y SFFe1000, durante la gasificación en CO<sub>2</sub>

Figura 2. Micrografías de la muestra SF1000, antes (a) y después (b) del tratamiento en CO<sub>2</sub> a 1000°C

El tratamiento de la espuma en CO<sub>2</sub> en las condiciones evaluadas conlleva la creación de microporosidad en la espuma SF1000, alcanzándose un volumen total de poros y área BET de 0,23 cm<sup>3</sup>/g y 568 m<sup>2</sup>/g, respectivamente. En estas condiciones, la muestra SFFe1000 sufre una conversión que conlleva una pérdida de masa superior al 95% por lo que la activación debería llevarse a cabo en distintas condiciones. La estructura celular de la espuma SF1000 también se ve modificada. Algunas de las ventanas contenidas en las celdas de la espuma, originalmente recubiertas de una película de carbono (Figura 2 (a)), sufren rotura, mejorándose la porosidad abierta del material (Figura 2 (b)).

### Conclusiones

El tratamiento en CO<sub>2</sub> de la espuma previamente carbonizada conlleva no sólo la generación de microporos, sino también una apertura de las celdas que constituyen la red macroporosa. Las especies de Fe formadas cuando se adiciona nitrato al precursor carbonoso (sacarosa) conllevan la rápida conversión a menor temperatura.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación del MICINN del Gobierno de España (proyecto PID2020-113558RB-C43, MCIN/AEI/10.13039/501100011033) y al Gobierno del Principado de Asturias (proyecto IDI/2021/000031).

### Referencias

- [1] H. Liu, S. Wu, N. Tian, F. Yan, C. You, Y. Yang, Carbon foams: 3D porous carbon materials holding immense potential, *J. Mater. Chem. A*. 8 (2020) 23699.
- [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.