

**ESTUDIO DE CATALIZADORES Ni-Alcalino NO SOPORTADOS  
PARA LA TECNOLOGÍA DE CONVERSIÓN INTEGRADA CO<sub>2</sub>-SR  
A PARTIR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

**S. Essounani-Mérida, D. Alvial-Olave, S. Molina-Ramírez, M. Cortés-Reyes,  
C. Herrera, M.A. Larrubia, L.J. Alemany**

*Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga 29071, Málaga,  
España*  
*sofiaess@uma.es, luijo@uma.es*

La tecnología CO<sub>2</sub>-SR es un proceso cíclico-alternante de captura-almacenamiento y regeneración-conversión de CO<sub>2</sub> para la producción de compuestos de valor añadido a partir de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>). Es un proceso que integra la captura y la utilización de CO<sub>2</sub>, lo que permite la conversión del CO<sub>2</sub> almacenado a través de la regeneración endotérmica del catalizador y la producción selectiva de gas de síntesis.

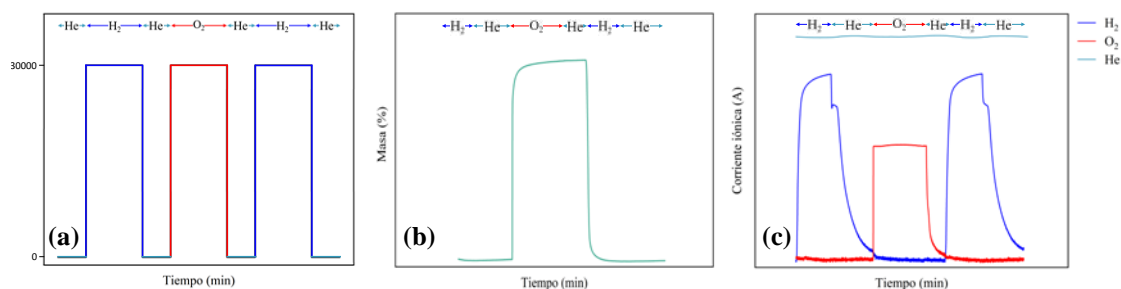
En esta tecnología el desafío es diseñar un material funcionalizado que pueda operar en un amplio rango de temperatura, conteniendo en la formulación un componente adsorbente de CO<sub>2</sub> a base de metales alcalinos y un componente redox metálico para la conversión de CO<sub>2</sub> como reacciones acopladas en un único reactor.

En este trabajo, se sintetizaron catalizadores bimetalicos no soportados mediante un método de coprecipitación asistida por ultrasonidos del precursor de Ni combinado con metales alcalinos y alcalino-térreos, K, Ca o Ba, con una relación atómica Ni:Alcalino=1:1 y añadiendo un 3 % peso de sílice coloidal (LUDOX HS-40) a la mezcla de precursores. Después de precipitación, el gel resultante fue lavado y secado en aire durante 10 horas y, posteriormente, calcinado en aire a 800 °C durante 4 h. Para los catalizadores NiBa, NiK y NiCa se determinó su A<sub>BET</sub> y la capacidad de adsorción de CO<sub>2</sub> a baja temperatura (Tabla 1), y se realizó de la caracterización por DRX, FTIR y Raman.

**Tabla 1.** Caracterización de los catalizadores NiBa, NiK y NiCa.

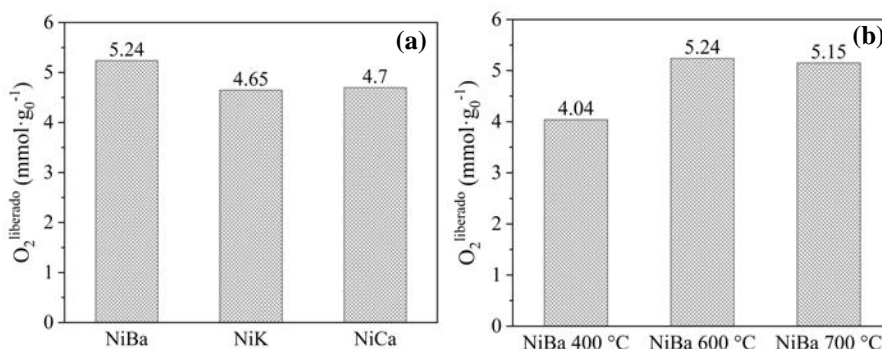
Catalizador	A <sub>BET</sub>	Capacidad de adsorción
	(m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	de CO <sub>2</sub> a 25 °C (mmolCO <sub>2</sub> ·g <sup>-1</sup> )
NiBa	54	0.18
NiK	125	0.20
NiCa	124	0.28

Mediante un estudio ATG-ATD-MS se analizó el comportamiento de liberación y almacenamiento de oxígeno por ciclos de reducción y oxidación en régimen isoterma con pulsos alternos de H<sub>2</sub>-He-O<sub>2</sub> en una termobalanza *SDT Q600* de *T.A Instrument* acoplada a un espectrómetro de masas *Pfeiffer Prisma QMS 200*. En la Figura 1, se presenta un esquema de la metodología experimental de pulsos alternados hasta saturación con purga intermedia de helio y los resultados del análisis termogravimétrico y la respuesta MS para el catalizador NiBa.



**Figura 1.** Esquema de los ciclos tiempo y etapas como metodología experimental (a); Perfil de análisis termogravimétrico (b) y respuesta masas de la actividad del catalizador NiBa en un ciclo de H<sub>2</sub>-He-O<sub>2</sub> (c).

Los valores medios después de al menos 10 ciclos de liberación y almacenamiento de oxígeno a 600 °C para NiBa, NiK y NiCa y en función de la temperatura para el NiBa a 400, 600 y 700 °C se presentan en la Figura 2. Para los catalizadores utilizados en este estudio se ha detectado, en este número de ciclos, un valor medio constante de los moles liberados y almacenados de oxígeno en cada etapa y, como se aprecia en la Figura 2.a, no hay diferencias significativas para el NiK y NiCa, mostrando una superior capacidad de liberación de oxígeno para el sistema NiBa. Existe una dependencia de la temperatura con la capacidad de desorción y almacenamiento de oxígeno (Figura 2.b) como se registró para el catalizador NiBa alcanzando un valor máximo a la temperatura de 600-700 °C. Estos datos sugieren que el proceso está controlado por el equilibrio termodinámico de la reacción reversible  $\text{NiO-BaO} \leftrightarrow \text{NiBaO} + 1/2 \text{O}_2$ .



**Figura 2.** Capacidad de intercambio neto de oxígeno (expresada en moles de oxígeno respecto a la masa inicial del catalizador) de los catalizadores NiBa, NiK y NiCa a 600 °C (a) y del catalizador NiBa a 400, 600 y 700 °C (b).

Se ha comprobado cómo la incorporación de un segundo metal modifica la capacidad de intercambio, eliminación y regeneración de oxígeno y está correlacionada con la estructura intrínseca del material, y que la movilidad de oxígeno es reversible a alta temperatura. Los materiales Ni-Alk no soportados desarrollados, son una nueva generación de materiales para su uso en la tecnología cíclica de captura y regeneración de CO<sub>2</sub> y son capaces de movilizar y estabilizar vacantes de oxígeno para la activación del CO<sub>2</sub> y presentan funcionalidad redox para la regeneración del catalizador en la etapa de reducción con CH<sub>4</sub>.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades a través del proyecto PID2021-124098OB-I00.