

Producción de hidrógeno renovable con captura de CO₂ a partir de gases de proceso en biorrefinerías

A. Vega*, F. Rubiera, C. Pevida, M.V. Gil

Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR), CSIC, Francisco Pintado Fe 26, 33011 Oviedo, Spain

alejandra.vega@incar.csic.es

Palabras clave: Syngas, hidrógeno, captura de CO₂, reformado, biorrefinería.

Introducción

En la actualidad nos enfrentamos a un nuevo escenario energético cuyo principal objetivo es la reducción del uso de combustibles fósiles. El hidrógeno como vector energético es una de las opciones más prometedoras. Sin embargo, el beneficio medioambiental derivado de su utilización sólo se alcanza cuando éste procede de fuentes renovables, entre las que se incluye la biomasa. Las múltiples posibilidades de conversión de biomasa en biocombustibles y vectores energéticos han impulsado el desarrollo de biorrefinerías. En este contexto, el hidrógeno resulta esencial para la conversión de bioaceites, gas de síntesis o biogás en biocombustibles líquidos, por lo que es altamente demandado dentro de la biorrefinería. Este trabajo estudia la producción de hidrógeno mediante reformado catalítico con vapor con captura integrada de CO₂ (sorption enhanced steam reforming, SESR) de gases de proceso producidos en la propia biorrefinería. Se ha evaluado el efecto de la composición de syngas en la producción de biohidrógeno, utilizando mezclas de gases (H₂/CO/CH₄/CO₂) representativas de las típicamente producidas en procesos termoquímicos de conversión de biomasa que se integrarían en una biorrefinería.

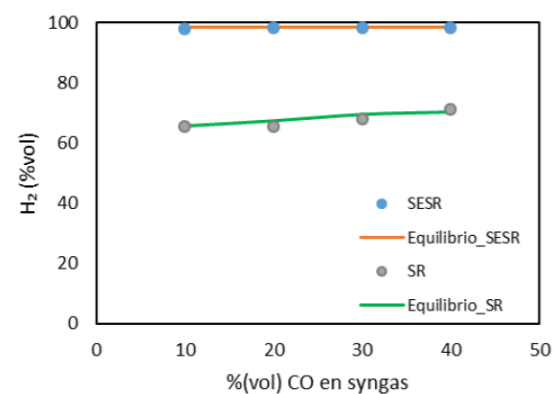
Experimental

Los experimentos se realizaron en un equipo Microactivity Reference (PID Eng&Tech) con un reactor de lecho fluidizado. Como alimentación, se utilizó una corriente simulada de syngas con una concentración de H₂ del 30%vol, concentraciones de CO entre 10 y 40%vol, y concentraciones de CH₄ entre 10 y 30%vol (balance CO₂). Para llevar a cabo el proceso SESR se utilizó un catalizador tipo hidrotalcita sintetizado en el laboratorio con composición 1%Pd/20%Ni-20%Co [1]. Como sorbente de CO₂ se utilizó dolomita ártica con una pureza de CaMg(CO₃)₂ de 98.5%. A título comparativo, se realizaron experimentos de reformado convencional, sin captura integrada de CO₂ (SR, acrónimo del inglés steam reforming).

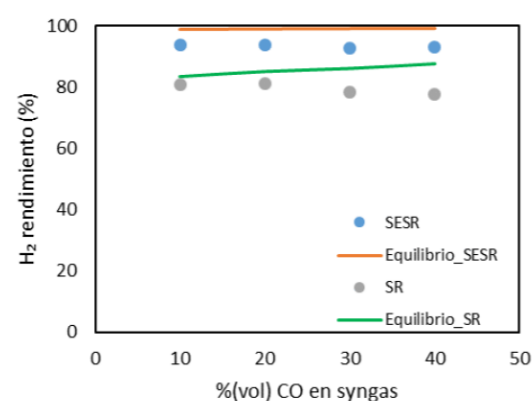
Resultado y discusión

En la Figura 1 se muestra el efecto de la variación de las concentraciones de CO y CH₄ en la producción de H₂. Para el proceso SESR, los resultados muestran que el rendimiento y la pureza de H₂ se mantienen constantes independientemente de las concentraciones de CO y CH₄ en el syngas. Además, los valores de pureza de H₂ son muy próximos a los de equilibrio. Esto indica que el sorbente captura todo el CO₂ de la fase gaseosa, favoreciendo la conversión del syngas para las diferentes concentraciones de gases combustibles estudiadas y mostrando la versatilidad del proceso para la producción de hidrógeno desde syngas procedente de diferentes fuentes.

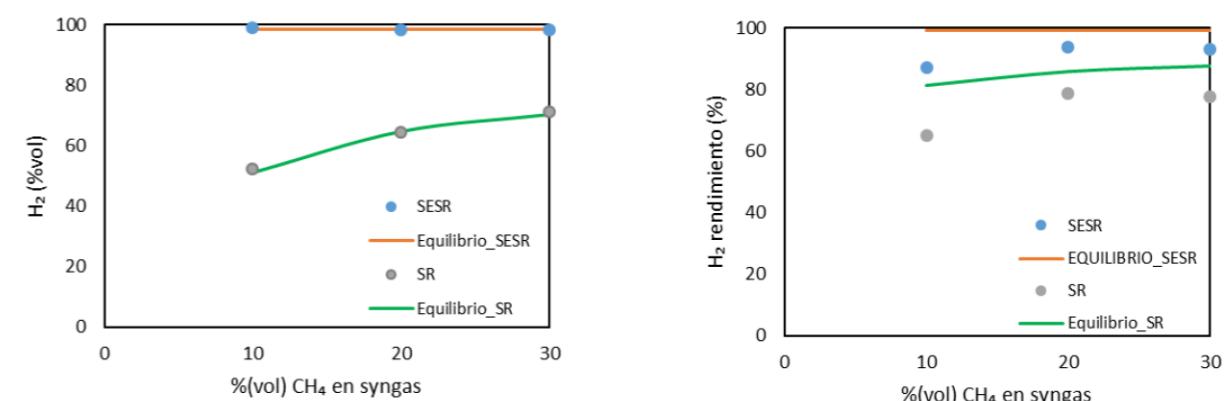
En el caso del proceso SR de reformado convencional sin captura de CO₂, la pureza de H₂ aumenta al incrementar la concentración de CO y de CH₄ en el syngas debido a la disminución de la concentración de CO₂, lo que favorece las reacciones de *water gas shift* y reformado. El incremento en la concentración de H₂ al aumentar el porcentaje de CH₄ en el syngas es mayor que en el caso de CO debido a la mayor producción de H₂ por mol de gas combustible en el caso del metano.



a)



b)



c)

d)

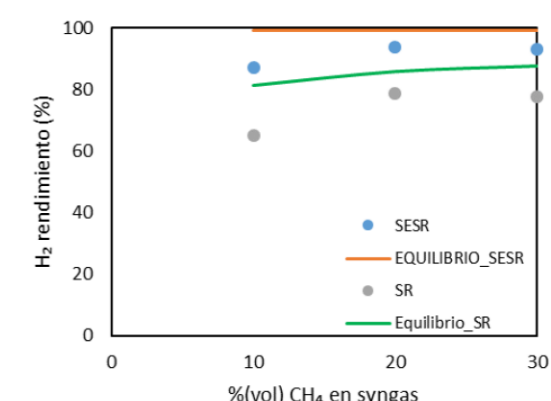


Figura 1. Efecto de la concentración de CO y CH₄ en el syngas sobre la pureza (a, c) y rendimiento (b, d) de H₂ obtenidos en el proceso SESR. Condiciones: T = 600 °C; velocidad espacial = 2.4 L(CO+CH₄)/h gcat; sorbente/catalizador = 20 g/g; syngas = 30H₂/30CH₄%vol (balance CO₂) para el estudio del efecto del CO; syngas = 30H₂/40CO %vol (balance CO₂) para el estudio del efecto del CH₄.

Conclusiones

Las concentraciones y rendimientos de biohidrógeno obtenidas por el proceso SESR se mantienen constantes para el rango de concentraciones de CO y CH₄ en el syngas estudiadas. Esto es debido al incremento en la conversión gracias a la captura de CO₂ por el sorbente. Estos resultados muestran la flexibilidad que el efecto sorption-enhanced aporta al proceso de reformado permitiendo utilizar syngas con diferentes composiciones derivado de un amplio abanico de procesos de conversión de biomasa. Ello convierte el proceso SESR en una tecnología prometedora para la producción de H₂ in situ en biorrefinerías.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida por los proyectos PID2020-119539RB-I00 y PCTI, Ref. IDI/2021/000060. A. Vega agradece la financiación otorgada por MICINN (FPI, PRE2021-098782), cofinanciada por el Fondo Social Europeo (FSE). M.V. Gil agradece la financiación del programa Ramón y Cajal a través de la ayuda RYC-2017-21937 financiada por MCIN/AEI /10.13039/501100011033 y por FSE invierte en tu futuro.

Referencias

[1] J. Feroso, M. V. Gil, F. Rubiera, and D. Chen, "Multifunctional Pd/Ni-Co catalyst for hydrogen production by chemical looping coupled with steam reforming of acetic acid," *ChemSusChem*, vol. 7, no. 11, pp. 3063–3077, 2014.