

Producción electroquímica selectiva de hidrógeno verde con materiales basados en xerogeles de carbono

Lilian D. Ramírez-Valencia*, Esther. Bailón-García, Francisco. Carrasco-Marín, Agustín F. Pérez-Cadenas

Materiales Polifuncionales Basados en Carbono (UGR-Carbon), Dpto. Química Inorgánica - Unidad de Excelencia Química Aplicada a Biomedicina y Medioambiente- Universidad de Granada (UEQ-UGR), ES18071-Granada, España

liliandr@correo.ugr.es

Palabras clave: Hidrógeno verde, electro-reducción, xerogel de carbono, energía.

Introducción

La obtención de hidrógeno verde es uno de los vectores energéticos actuales de investigación de primer orden. Además, se vuelve aún más interesante y prometedor cuando su origen proviene de la electro-reducción del agua ya que la energía necesaria para la división de la molécula puede provenir de recursos solares, eólicos u otros recursos renovables. No obstante, las cinéticas de reacción lentas y los altos sobrepotenciales representan barreras para llevar a cabo esta reacción [1]. Para superar estas limitaciones, es necesario desarrollar materiales altamente conductores que mejoren el rendimiento electroquímico, una opción pueden ser los electrocatalizadores basados en carbono. Estos materiales ofrecen una buena estabilidad química y permiten el anclaje o la encapsulación de diferentes sitios activos, como nanopartículas metálicas de Fe, Co, Ni, Cu o Zn. Estas nanopartículas emergen como alternativas más económicas para no depender de materiales preciosos como el Pt. En base a lo anterior, en el presente estudio se sintetizaron xerogeles de carbono dopados con hierro con diferentes morfologías y distribución del metal, y así evaluar su influencia en el rendimiento electroquímico hacia la producción de hidrógeno verde.

Experimental

Se realizaron síntesis de xerogeles de carbono dopados con hierro mediante una polimerización sol-gel de resorcinol (R) y formaldehído (F). En presencia de nitrato de hierro (III), se empleó amoníaco como catalizador morfológico en una mezcla etanol-agua. La mezcla se introdujo en una autoclave y se mantuvo a una temperatura de 100°C. Para obtener diferentes morfologías en los xerogeles de carbono, se modificó la secuencia de síntesis, lo que condujo a la obtención de tres tipos de materiales diferentes denominados CX-M1, CX-M2 y CX-M3. Estos materiales se evaluaron en el electro-reducción del agua en un sistema de tres electrodos empleando como electrolito KHCO_3 0.1M.

Resultado y discusión

Se obtuvieron diferentes propiedades texturales y morfologías mediante la aplicación de distintas metodologías de síntesis, siendo todos ellos materiales micro-mesoporosos. Mediante espectroscopia Raman se detectó que el método de preparación también afecta la formación de clúster grafíticos por el hierro dopado y la introducción de defectos estructurales. Se calcula el ancho de banda G, identificando que la banda más ancha corresponde a la muestra CX-M3 indicando una estructura más desordenada.

Las pruebas electroquímicas de los materiales se llevaron a cabo en una celda tipo-H con una configuración de 3 electrodos a -1.2V vs Ag/AgCl, con el electrolito permanentemente saturado en CO_2 , para evaluar la selectividad del catalizador hacia el electro reducción de CO_2 o H_2O . Todos los electrocatalizadores tienen una alta selectividad hacia la producción de H_2 , no obstante, el catalizador CX-M3 presenta una selectividad completa hacia hidrógeno con una alta producción medida en ppm (Figura 1 b-e).

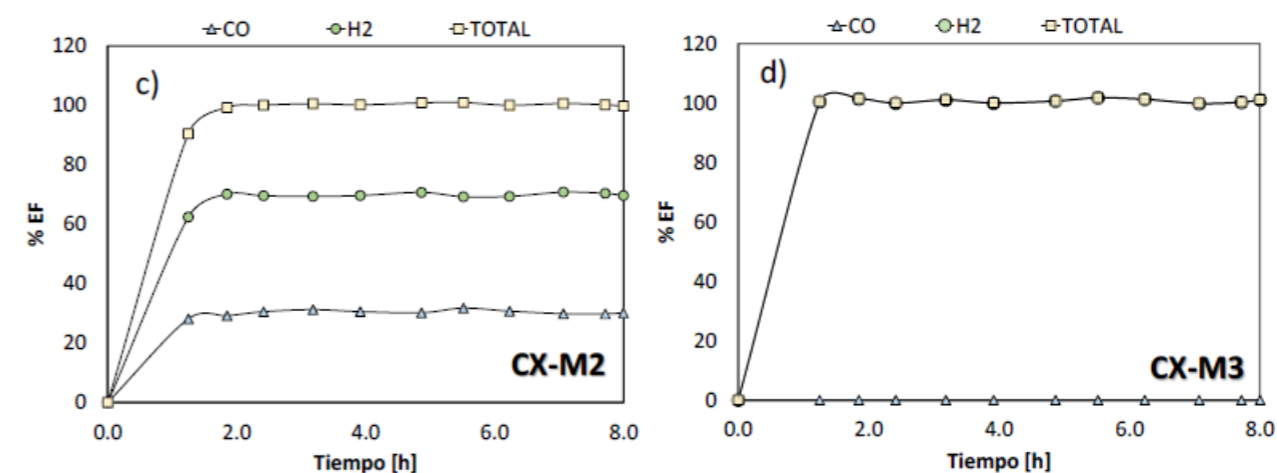
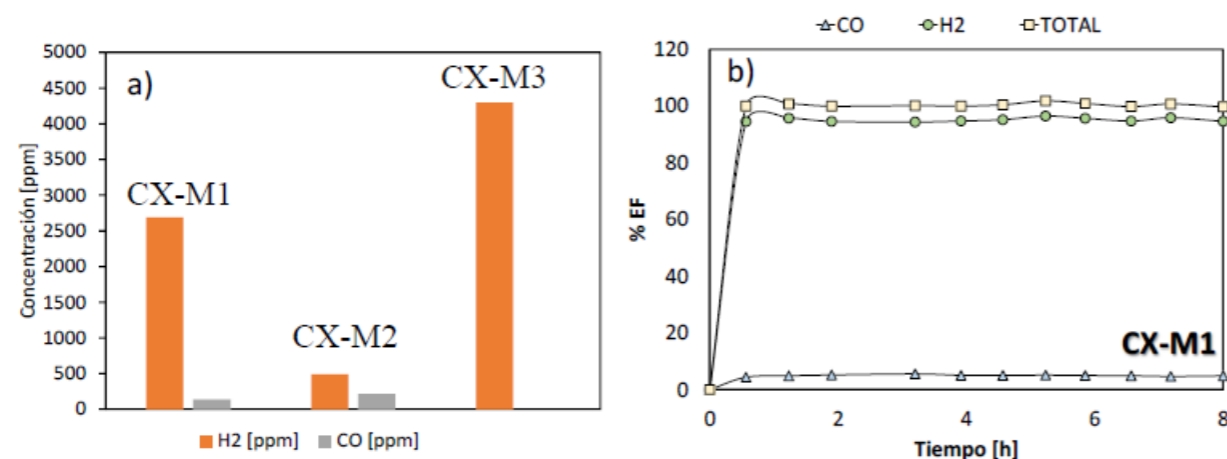


Figura 1. a) Concentración productos, b), c), d) Eficiencia farádica.

Conclusiones

El conjunto de propiedades texturales, y la distribución alcanzada de hierro junto con un alto grado de defectos estructurales en la muestra CX-M3 conllevaron a una alta selectividad y actividad en la producción de hidrógeno: alrededor del 99 %. Los defectos estructurales pueden introducir efectivamente sitios activos en la superficie del electrocatalizador y a su vez la meso-macroporosidad permite una transferencia de masa de los reactivos eficiente.

Agradecimientos

Los autores agradecen a MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033/, "FEDER Una manera de hacer Europa" el proyecto PID2021-127803OB-I00, y L.D. Ramírez-Valencia agradece al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (MINCIENCIAS) el apoyo a sus estudios de doctorado.

Referencias

[1] K. Wang et al., Cu-Doped Heterointerfaced Ru/RuSe₂ Nanosheets with Optimized H and H₂O Adsorption Boost Hydrogen Evolution Catalysis, *Advanced Materials*, 2023; 35: 2300980.