

Evaluación de la tolerancia al CO de electrocatalizadores PtRu soportados sobre nanotubos de carbono modificados para pilas de combustible de membrana de electrolito polimérico de baja temperatura

Nelly M. Cantillo,¹ Ernesto C. Zuleta,² Ramez Elgammal,² Gabriel A. Goenaga,² Thomas A. Zawodzinski Jr.² and Martha I. Cobo³

¹Grupo CESCO, Universidad Santo Tomás

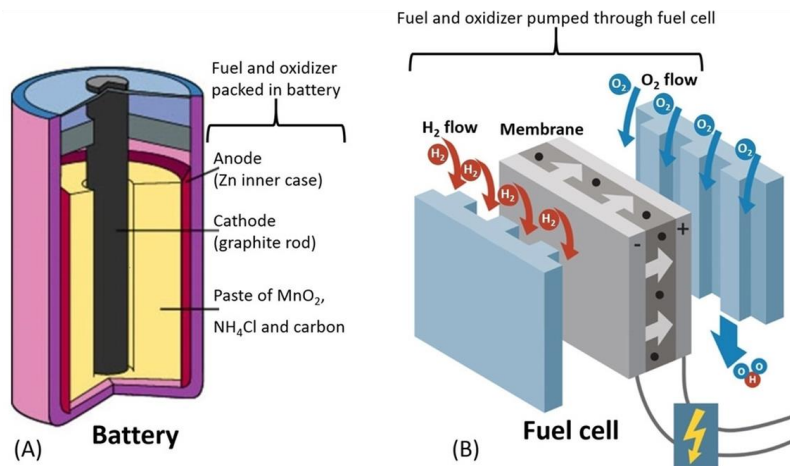
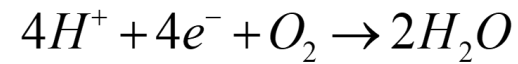
²Zawodzinski's Group, University of Tennessee

³Grupo GEMA, Universidad de La Sabana

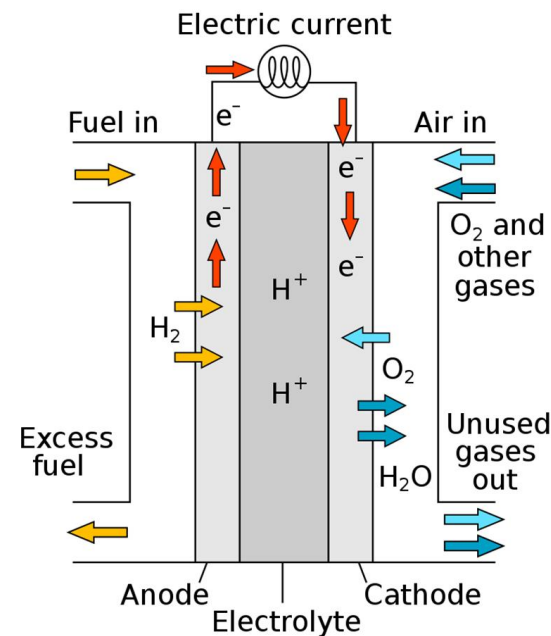


Celdas de Combustible

Una celda de combustible consta de un electrolito intercalado entre dos electrodos. Las placas bipolares a ambos lados de la celda ayudan a distribuir los gases y sirven como colectores de corriente.



<https://doi.org/10.1002/ijch.202000039>



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Solid_oxide_fuel_cell.svg



William Robert Grove
(1811-1896)

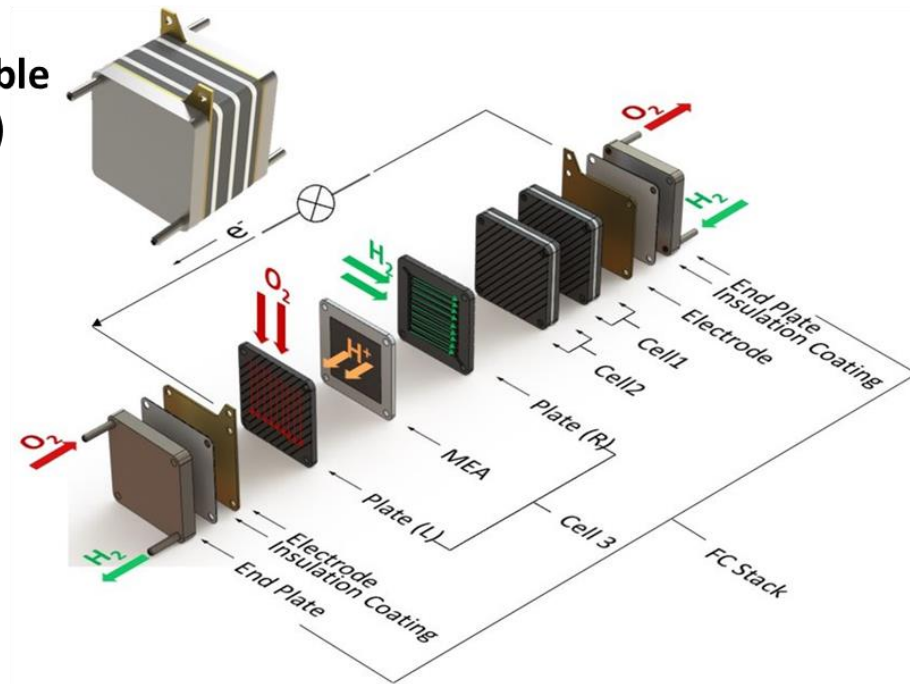
Tecnología celdas de combustible

Dependiendo de la aplicación, una pila de combustible puede contener unas pocas a cientos de celdas de combustible individuales en capas juntas. Esta "escalabilidad" hace que las celdas de combustible sean ideales para una amplia variedad de aplicaciones, como centrales eléctricas estacionarias, dispositivos portátiles y transporte.

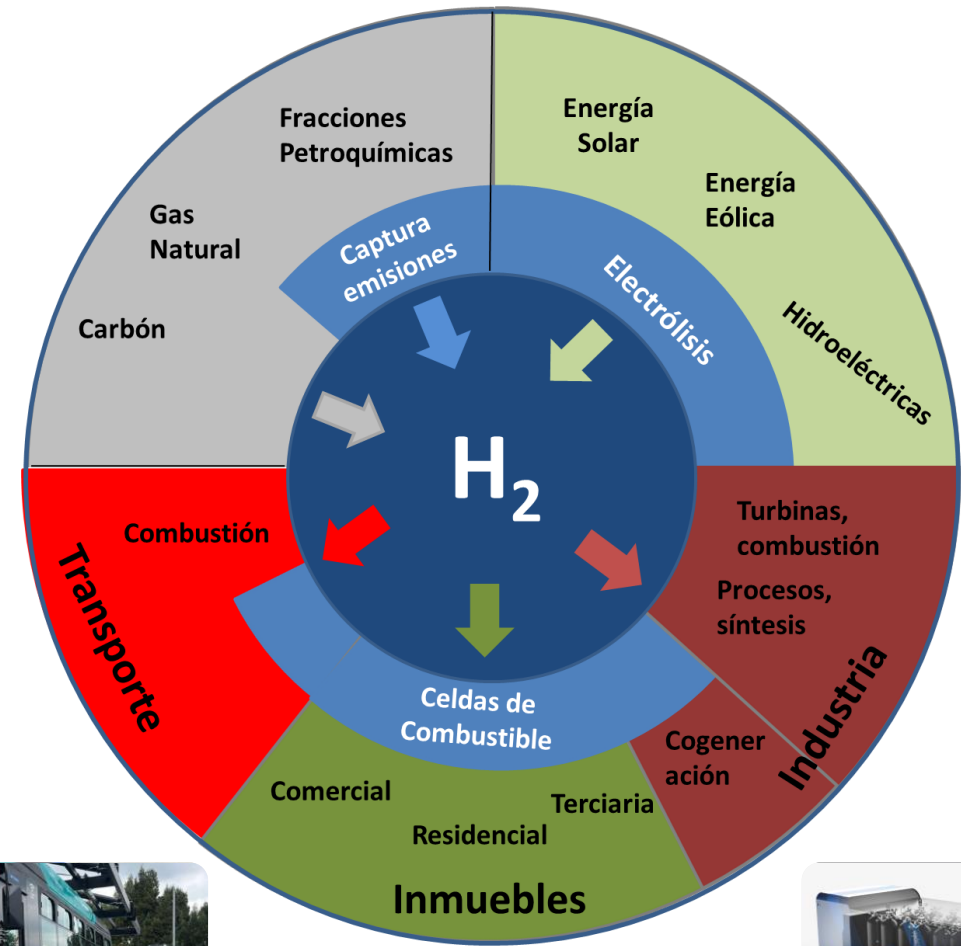
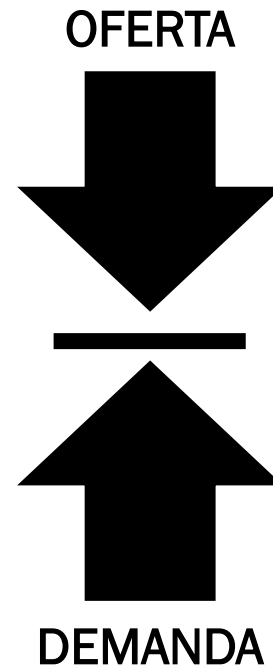


www.fuelcellstore.com

**Pilas de combustible
(Fuel Cell Stack)**



Aplicaciones celdas de combustible alimentadas con hidrógeno



Proceso de obtención de energía eléctrica a partir de cachaza

En el proceso de producción de panela, que comprende la siembra, cultivo, molienda y evaporación del jugo de caña, se obtiene un subproducto llamado cachaza.

Existe un proceso para producir bioetanol de la cachaza y así obtener hidrógeno y generar energía eléctrica.



Fermentación

Producción de **Bioetanol** a partir de la fermentación de la cachaza.



Purificación

Purificación del Bioetanol mediante **destilación simple**.



Reformado Autotérmico

A partir del producto destilado, obtenemos un **gas de síntesis rico en Hidrógeno** en un banco de reactores.



Purificación

Se remueve el **monóxido de carbono** para que no afecte la obtención de energía.



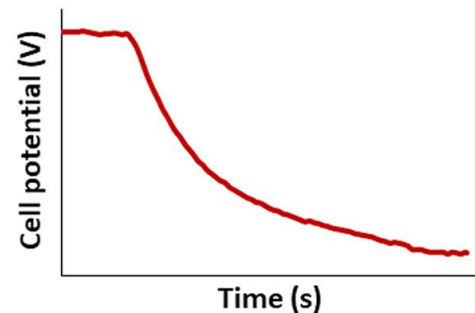
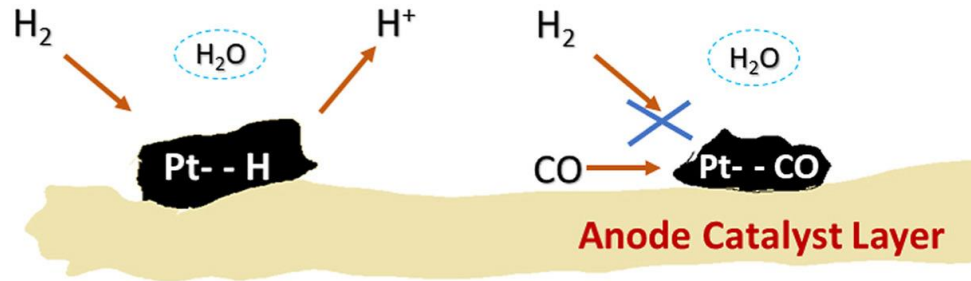
Producción de energía eléctrica

Mediante una **celda de combustible**, logramos obtener energía a partir del **Hidrógeno**.



Universidad de
La Sabana

“Envenenamiento” por CO en PEMFCs



H₂ Oxidation

CO Contamination



El CO se adsorbe en los sitios activos del catalizador de platino, minimizando los sitios activos disponibles para la adsorción y conversión del hidrógeno.

Este fenómeno ralentiza el proceso de electro-oxidación del hidrógeno, y resulta en deterioro del desempeño de la celda.

Aleaciones PtRu han mostrado tolerancia superior al CO y mayor velocidad de conversión del hidrógeno.

Desarrollo de catalizadores modificados PtRu soportados en nanotubos de carbono modificados

- $\text{Pt}_{80}\text{Ru}_{20}$ -g10
- $\text{Pt}_{80}\text{Ru}_{20}$ -stng10
- $\text{Pt}_{80}\text{Ru}_{20}$ -stg10
- $\text{Pt}_{50}\text{Ru}_{50}$ -stg10
- $\text{Pt}_{80}\text{Ru}_{20}$ -g10/HT500
- $\text{Pt}_{80}\text{Ru}_{20}$ -g10/KB-HT500 (75% nanotubos/25 %KB)

Convención:

g: grafitizado

ng: no grafitizado

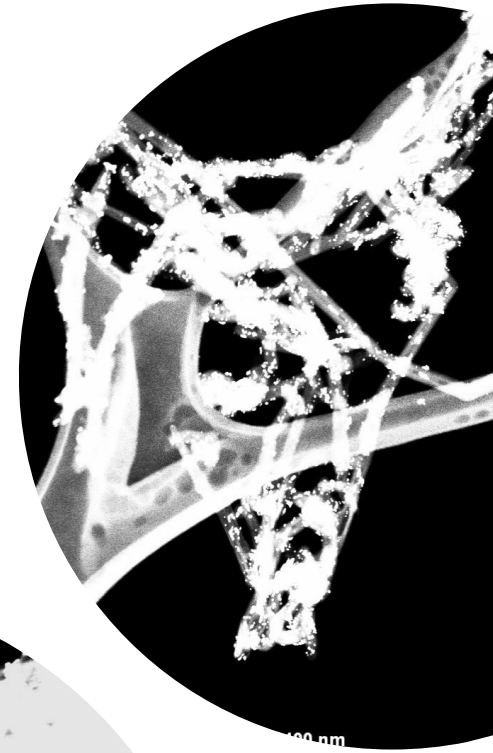
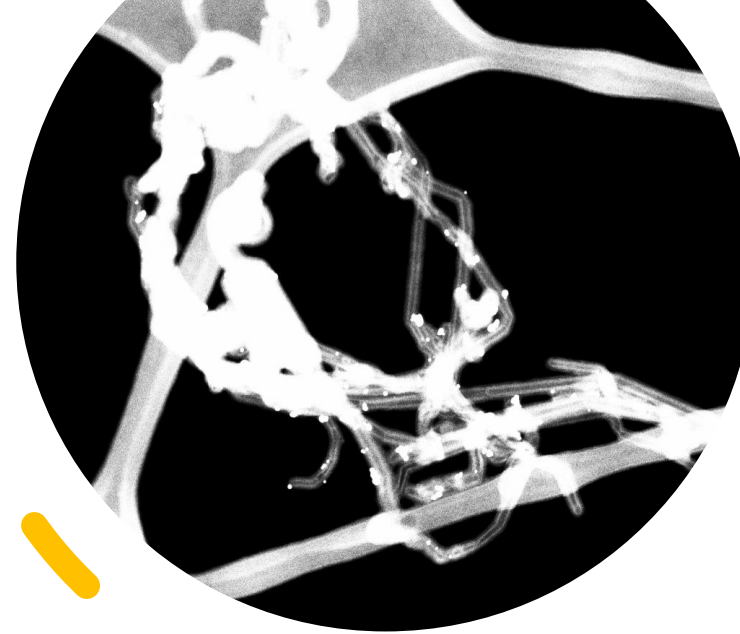
st: tratamiento con vapor de ácido nítrico bajo condiciones hidrotérmicas

KB: Ketjen Black

HT500: Tratamiento térmico a 500 °C

10: Diámetro externo de los nanotubos [nm]

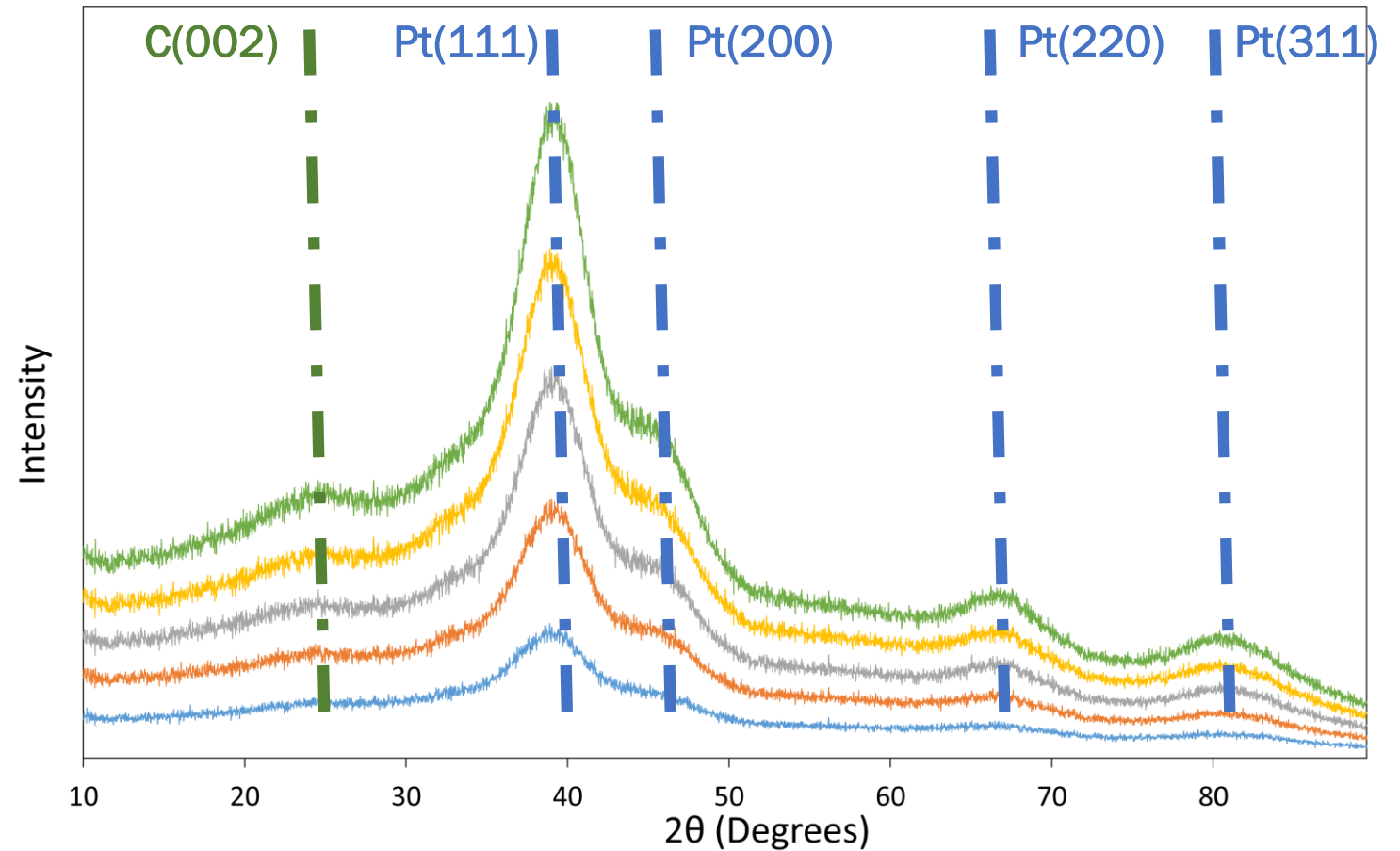
Todos los catalizadores tienen un porcentaje total de metal del 20 wt. %



Caracterización catalizadores

- Diámetro de partícula promedio estimado a partir del pico Pt(111): **2.22 nm**
- Estimación área superficial BET

Muestra	Área superficial BET [m ² /g]
Pt ₈₀ Ru ₂₀ -g10	68
Pt ₈₀ Ru ₂₀ -stg10	130
Pt ₅₀ Ru ₅₀ -stg10	101
Pt ₈₀ Ru ₂₀ -g10/HT500	77
Pt ₈₀ Ru ₂₀ -g10/KB-HT500	283



Caracterización electroquímica

“Tinta” catalítica

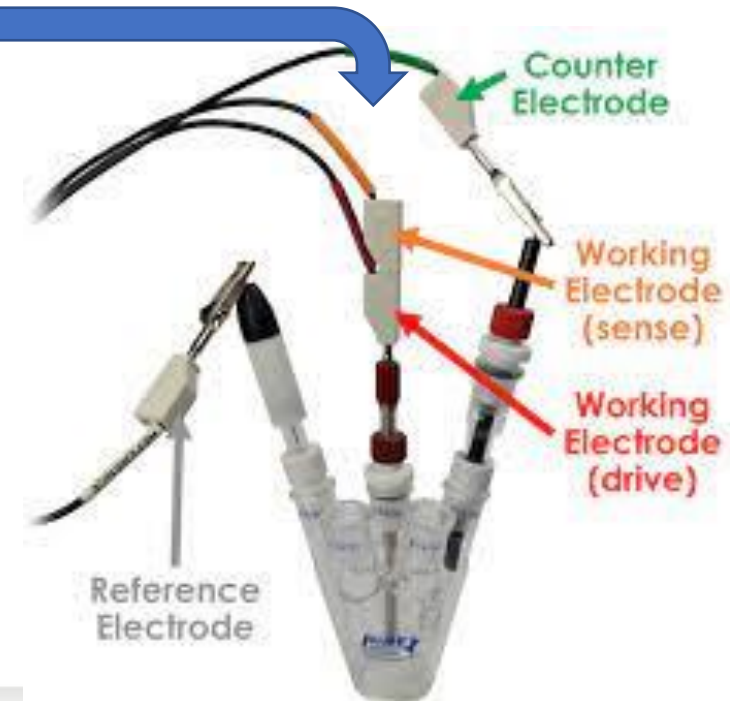
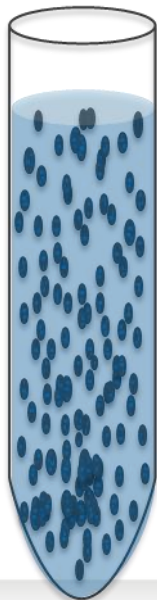
- Catalizador
- Ionomero
- Solvente

Preparación Electrodo

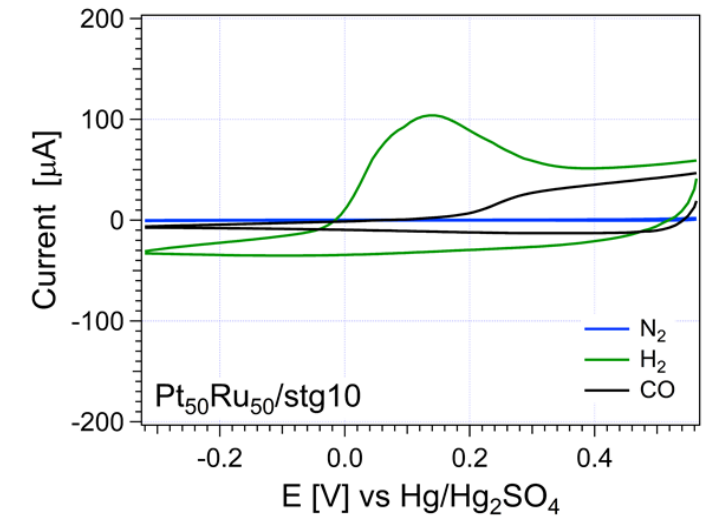
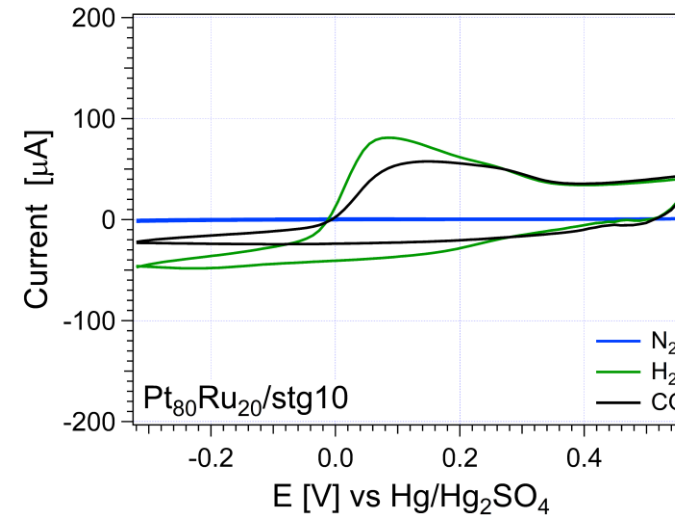
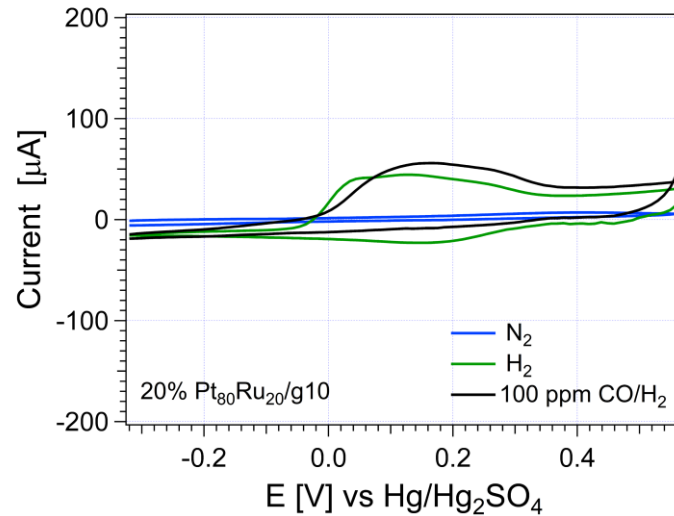
- Depósito sobre área electrodo (0.1963 cm^2)
- Evaporación del solvente

Integración al Sistema de media celda

- Utilización del electrodo depositado como electrodo de trabajo



Comparación catalizadores



Convención:

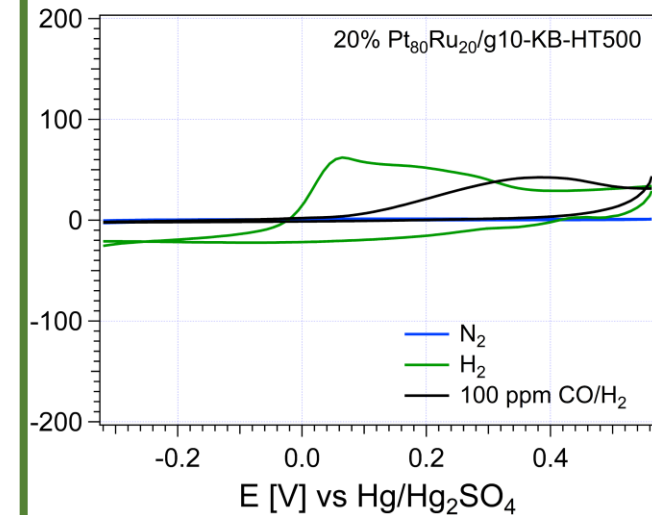
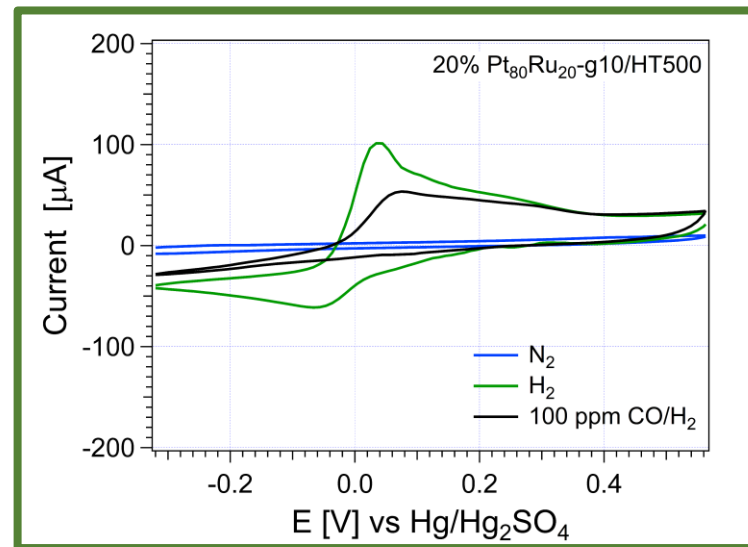
g: grafitizado

ng: no grafitizado

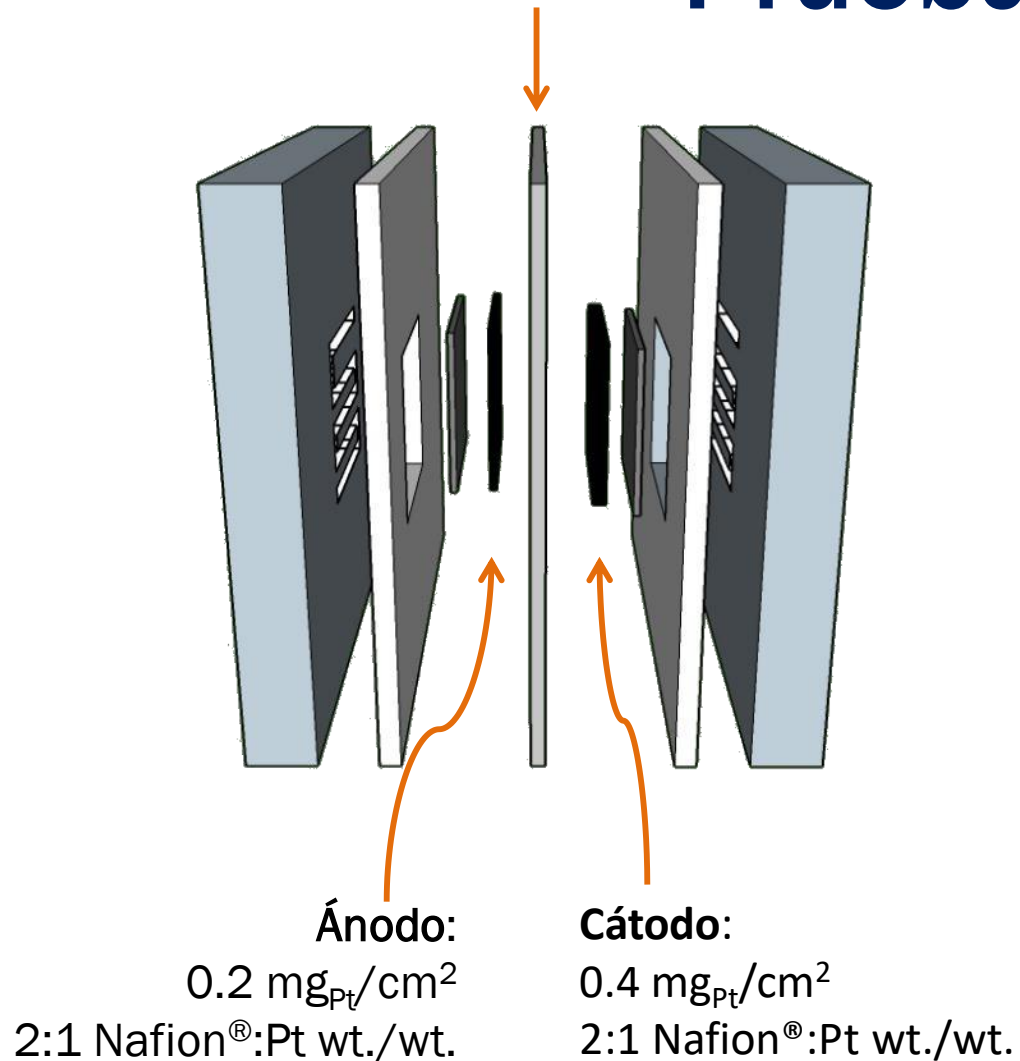
KB: Ketjen Black

HT500: Tratamiento térmico a 500 °C

10: Diámetro externo de los nanotubos [nm]



Pruebas Celda de Combustible



Obtención de curvas de polarización:

I. Pruebas estándar:

- Ánodo: $0.2 \text{ mg}_{\text{Pt}}/\text{cm}^2$ (Pt/C comercial), 100 sccm H_2 y Mezcla H_2/CO
- Cátodo : $0.4 \text{ mg}_{\text{Pt}}/\text{cm}^2$ (Pt/C comercial), 200 sccm O_2
- 80°C , 2 atm, 100% RH

II. Evaluación catalizador anódico:

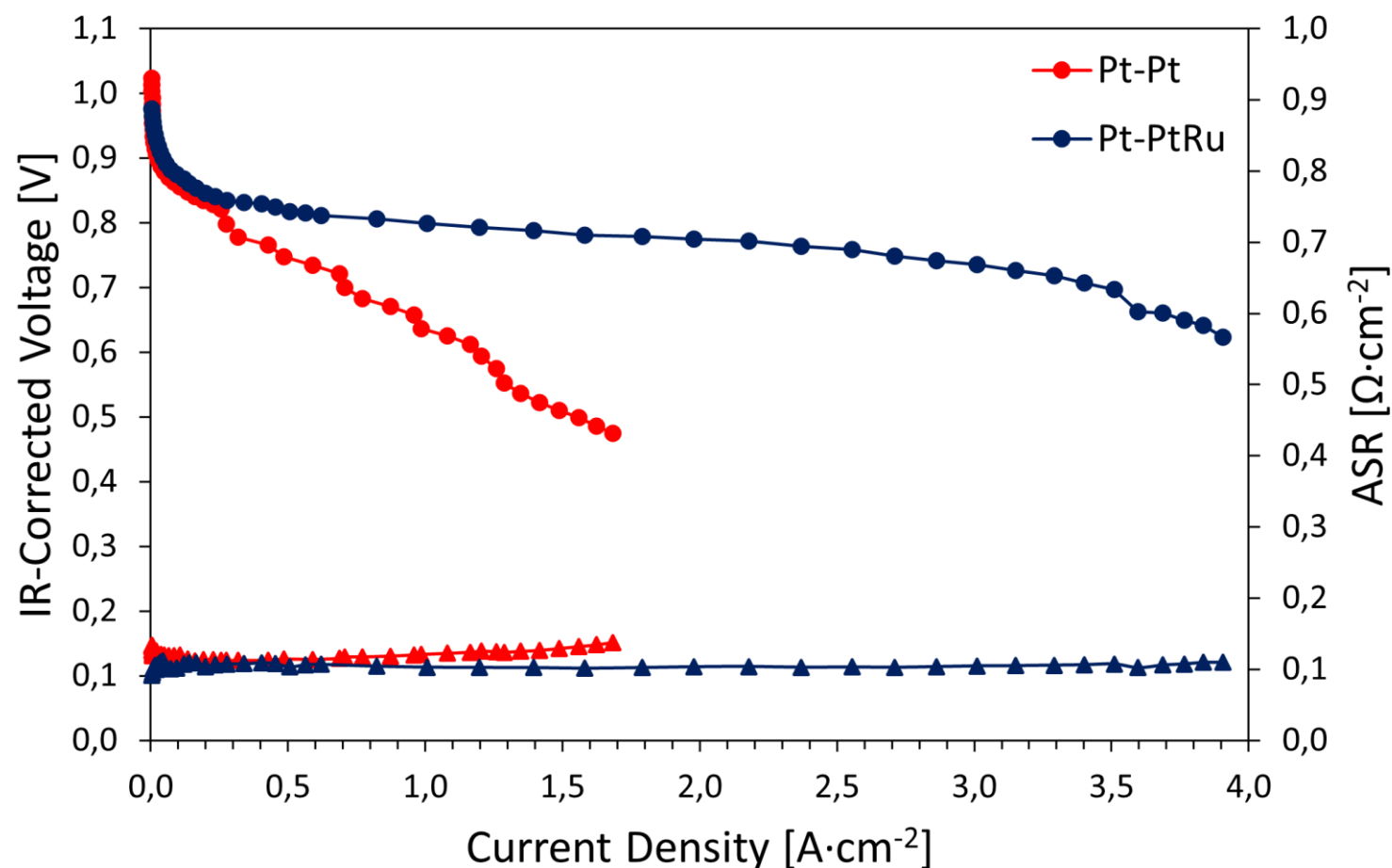
- Ánodo: $0.2 \text{ mg}_{\text{Pt}}/\text{cm}^2$ ($\text{Pt}_{80}\text{Ru}_{20}\text{-g10/HT500}$), 100 sccm H_2 y Mezcla H_2/CO
- Cátodo: $0.4 \text{ mg}_{\text{Pt}}/\text{cm}^2$ ((Pt/C comercial), 200 sccm O_2
- 80°C , 2 atm, 100% RH

Curvas de polarización Pt vs PtRu H₂ puro

$1.20 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} @ 0.8 \text{ V}$

vs.

$0.24 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} @ 0.8 \text{ V}$



Curvas de polarización Pt en presencia de CO

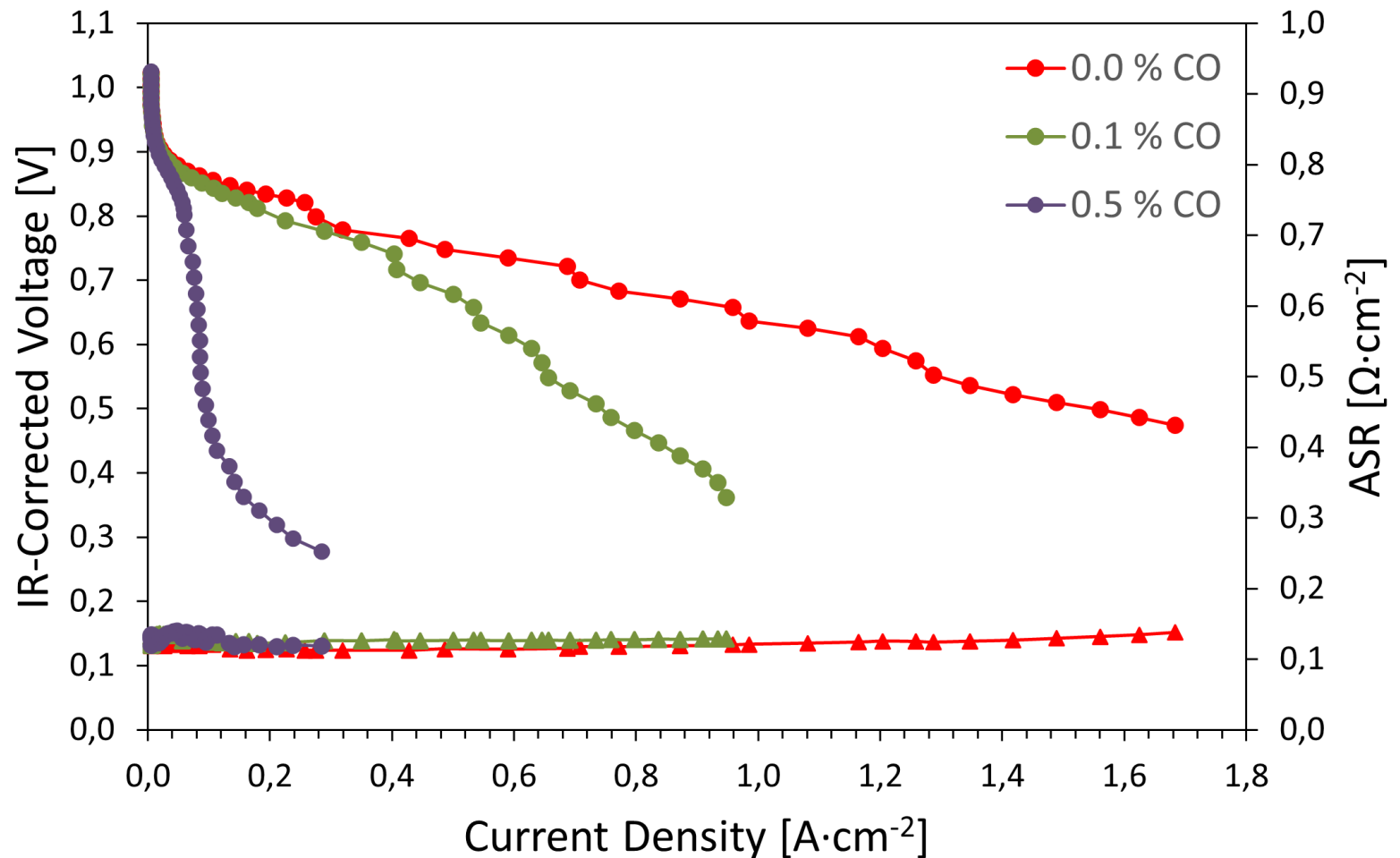
$0.24 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} @ 0.8 \text{ V}$

vs.

$0.19 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} @ 0.8 \text{ V}$

vs.

$0.04 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} @ 0.8 \text{ V}$



Curvas de polarización PtRu en presencia de CO

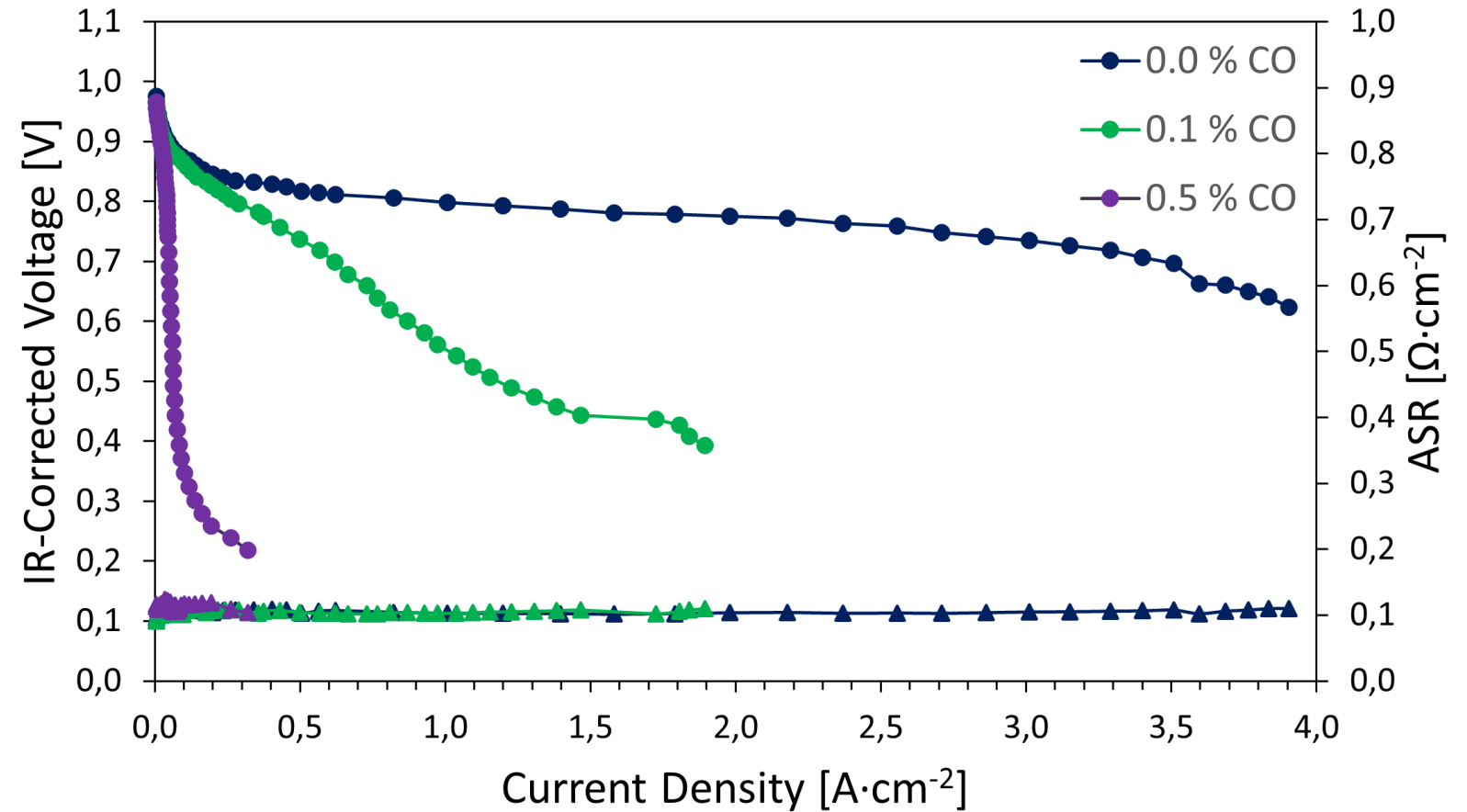
$1.20 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} @ 0.8 \text{ V}$

vs.

$0.32 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} @ 0.8 \text{ V}$

vs.

$0.05 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} @ 0.8 \text{ V}$



Conclusiones

- Se prepararon catalizadores PtRu soportados en nanotubos de carbono mediante la técnica de deposición química con vapor.
- La estructura de los nanotubos se conservó en las distintas modificaciones realizadas.
- Se encontró que el material $\text{Pt}_{80}\text{Ru}_{20}\text{-g10/HT500}$ exhibió una mayor tolerancia a la presencia de CO y un mejor desempeño que el catalizador estándar de Pt.

Agradecimientos



**MINISTERIO DE CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

Convocatoria Programa de Estancias
Postdoctorales en entidades del SNCTel 2019



Financiación de este proyecto



THE UNIVERSITY OF
TENNESSEE
KNOXVILLE

Apoyo experimental al proyecto



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS

Asistencia al 2º Congreso
Internacional de Hidrógeno



GRACIAS!

Nelly M. Cantillo Cuello
Profesora Asociada
nelly.cantillo@ustabuca.edu.co