

## **DESEMPEÑO DE UNA MICROCELDA DE FLUJO LAMINAR BASADA EN GLUCOSA COMO COMBUSTIBLE**

F. M. Cuevas-Muñiz<sup>1</sup>, M. Guerra-Balcázar<sup>2</sup>, D. Morales-Acosta<sup>2</sup>, L. G. Arriaga<sup>2</sup> y J. Ledesma-García\*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>División de Investigación y Posgrado. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro.

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C.

[janet.ledesma@uaq.mx](mailto:janet.ledesma@uaq.mx)

### **RESUMEN**

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos acerca del desempeño y estabilidad de una microcelda de combustible de flujo laminar que usa glucosa como combustible. Para tal objetivo se sintetizaron nanopartículas de Au a partir de  $\text{HAuCl}_4$  por medio de reducción química, las cuales fueron soportadas sobre carbón vulcan para evaluar su actividad electrocatalítica frente a la oxidación de glucosa en medio básico. El cátodo fue preparado a partir de un material comercial basado en nanopartículas de platino soportadas en vulcan al 30% (comercial). Se evaluó el desempeño de la microcelda de combustible por medio de curvas de corriente-potencial. Adicionalmente se llevaron a cabo pruebas de estabilidad por la técnica de cronoamperometría a diferentes voltajes. Los resultados preliminares muestran que la celda mantiene su comportamiento durante un ciclo de 30 minutos, también se comprobó al efectuar las curvas de polarización (corriente-potencial) antes y después del ciclo y no se observó una diferencia apreciable en cuanto a la corriente entregada por la celda, lo cual lo convierte en un material prometedor para su uso en celdas de combustible de glucosa.

## 1. Introducción

Los tiempos actuales están marcados principalmente por una gran demanda energética, la cual incrementa día a día. Debido a la disminución de los yacimientos de combustibles fósiles, actualmente la principal fuente de energía, existe la necesidad de buscar alternativas a su uso, las cuales además de producir una gran cantidad de energía, también produzcan una cantidad mínima de residuos [1]. Las celdas de combustible son una alternativa, las cuales satisfacen estos dos criterios [2].

La glucosa es uno de los combustibles más prometedores, principalmente por ser un recurso renovable, económica y poseer una alta densidad energética ( $4430 \text{ Whkg}^{-1}$ ), la cual es comparable con la del metanol ( $6100 \text{ Whkg}^{-1}$ ) [3]. Además sus productos de oxidación son poco contaminantes. Se ha reportado la alta actividad específica de las nanopartículas de oro para la oxidación de glucosa [4].

Existen algunos factores que limitan el uso de las celdas de combustible, como la presencia de una barrera física la cual limita su desempeño por el aumento de la resistencia de la celda, así como el incremento en costo. Las microceldas de flujo laminar representan una alternativa, debido a la creación de una interfase natural entre ambos fluidos [5]. Otra ventaja es la posibilidad de miniaturización de estos dispositivos con vistas a aplicaciones médicas o dispositivos portátiles, como se ha reportado en referencias [6].

## 2. Parte Experimental

El material Au/C (30 %) fue preparado siguiendo el protocolo de dos fases [7]. Inicialmente se preparó una solución acuosa 0.184 mM de  $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (J.T.Baker) y se mezcló con una solución 0.34 mM de bromuro de tetraoctilamonio en tolueno. Posteriormente se agregó Dodecanotiol y  $\text{NaBH}_4$  (99.9% Aldrich) en exceso, agitando por 2 y media horas. Se purificó con etanol y se soportó sobre Carbón Vulcan XC-72. Finalmente se realizó un tratamiento térmico a  $300^\circ\text{C}$ .

La microcelda de combustible consta de Pt al 30% sobre carbón vulcan XC-72 (ETEK) como cátodo y el material sintetizado como ánodo [8]. A la microcelda se le adiciona por dos conductos diferentes una disolución de 10 mM glucosa (Aldrich) como combustible a un flujo de  $0.042 \text{ mlmin}^{-1}$  y una disolución saturada de oxígeno (4.3 U.A.P. Praxair) a un flujo de  $0.110 \text{ mlmin}^{-1}$ , como oxidante, ambas en 0.3 M KOH (J.T. Baker).

Se realizaron curvas de descarga antes y después de los experimentos cronoamperométricos, con el objetivo de evaluar el cambio en el rendimiento de la celda. Estos experimentos se realizaron a una velocidad de barrido 20 mV/s. La cronoamperometría fue realizada a 150 mV, 300 mV y 500 mV de voltaje, durante 30 minutos, dentro de la misma celda a 25 °C.

### **3. Resultados y discusión**

Se caracterizaron las nanopartículas soportadas por SEM y XRD. El tamaño de partícula es cercano a 4 nm. La micrografía (figura 1) muestra una gran dispersión del oro sobre la superficie del vulcan. En el difractograma (figura 2) se observan los picos característicos de un metal con estructura FCC. Estas señales corresponden a los planos (111), (200), (220) y (311) localizados a 38°, 45°, 65° y 78° respectivamente, los cuales son característicos del oro.

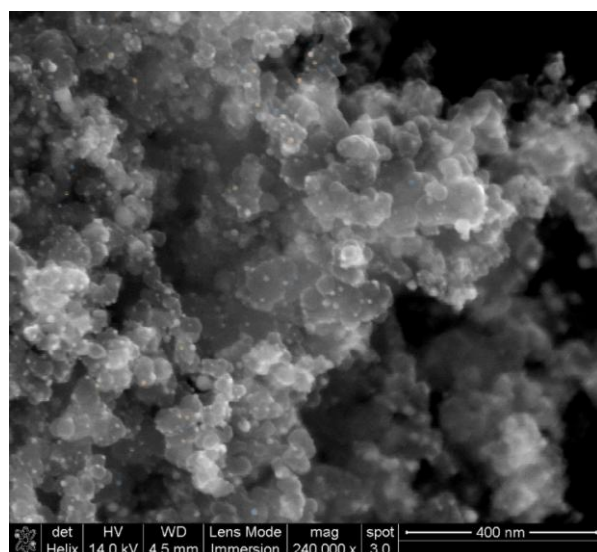


Figura 1. Micrografía de las nanopartículas de oro sobre vulcán (240 kX).

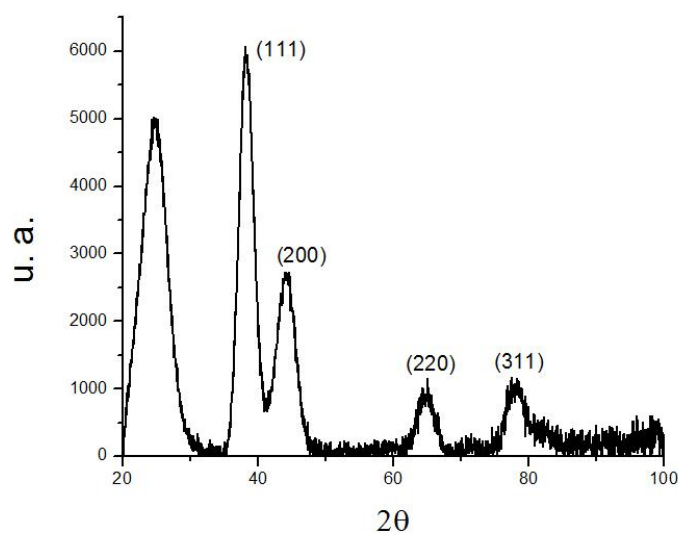


Figura 2. Difractograma de las nanopartículas de oro sobre vulcán.

A continuación se muestra la curva de descarga (corriente-voltaje y corriente-potencia) para el Au/C (figura 3) antes del experimento cronoamperométrico, donde se observa que a 25 °C la potencia máxima se alcanza a los 380 mV, siendo esta de  $0.46 \text{ mWcm}^{-2}$ .

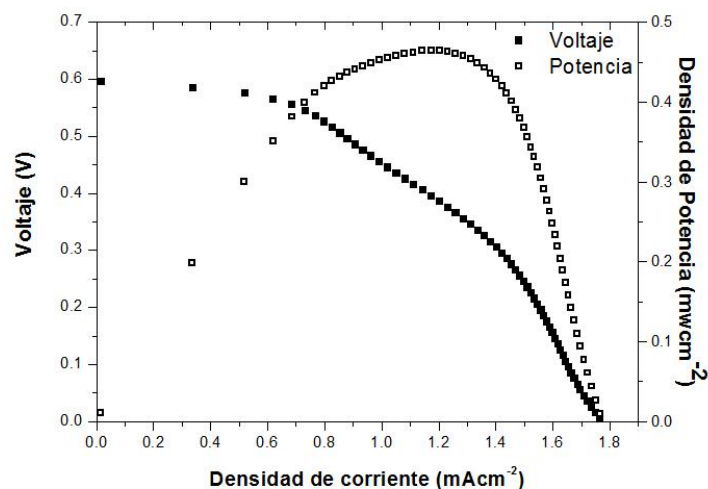


Figura 3. Curvas de descarga de la microcelda antes del experimento cronoamperométrico.

En la figura 4 se muestran las cronoamperometrías, a 150 mV, 350 mV y 500 mV, de la microcelda. Se observa que la mayor densidad de corriente se obtiene a 150 mV. Sin embargo, la determinación de la potencia y de la energía entregada por la celda, nos muestra que a 350 mV se obtienen los mejores resultados (Tabla 1).

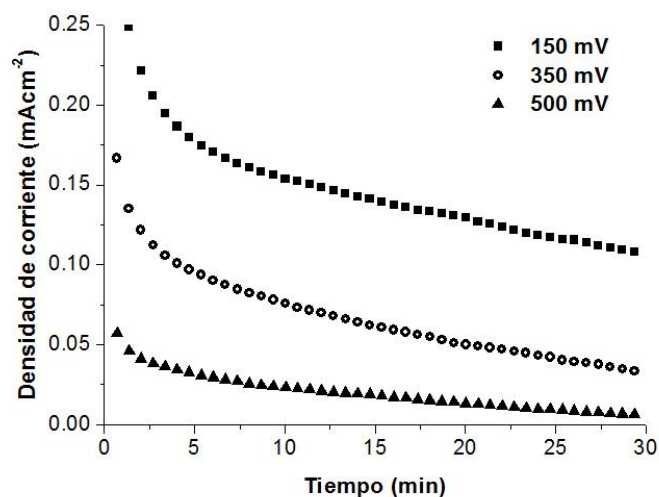


Figura 4. Curvas cronoamperométrica a diferentes voltajes de celda.

Tabla 1. Densidad de carga y densidad energética de la celda a diferentes voltajes, después de 30 min.

	Densidad de carga (mCcm <sup>-2</sup> )	Densidad energética (μWhcm <sup>-2</sup> )
150 mV	4.685	0.195
350 mV	2.140	0.208
500 mV	0.637	0.089

Finalmente se muestra la curva de descarga para el Au/C (figura 4) después de los experimentos cronoamperométricos, se observa una disminución en la potencia (0.390 mWcm<sup>-2</sup>). Sin embargo, la celda muestra una gran estabilidad.

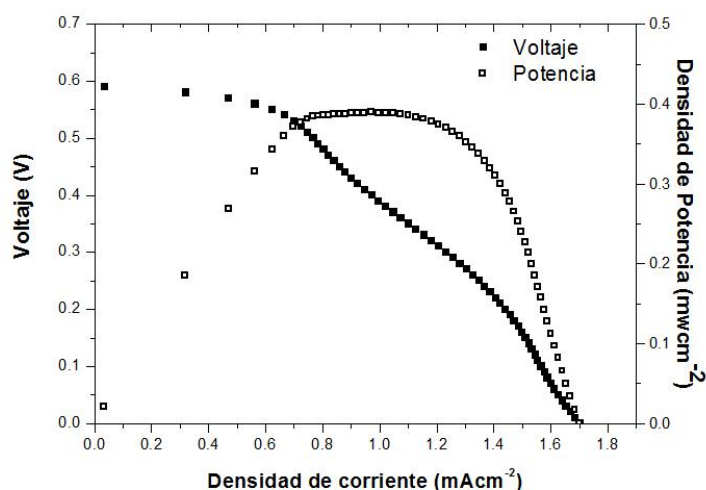


Figura 5. Curvas de descarga de la microcelda después de las cronoamperometrías.

#### 4. Conclusiones

Se construyó una microcelda con nanopartículas de oro soportadas en vulcan. Se evaluó el desempeño de la microcelda durante un ciclo de 30 min. Los experimentos demuestran la posibilidad de usar la microcelda durante tiempos cortos, sin afectar el rendimiento de la misma. Sin embargo, es de importancia un estudio más profundo, a fin de establecer la capacidad de trabajo durante periodos largos de tiempo.

## 5. Agradecimientos

Los autores agradecen al CONACYT por el financiamiento. Y al CONCYTEQ por el apoyo para la asistencia al congreso.

## 6. Referencias

- [1] K. Kordesch, G. Simander, *Fuel Cells and their applications*, VCH Publishers, Alemania, (1996).
- [2] M. Winter, R. J. Brodd, *Chem. Rev.* 104, 4245, (2004)
- [3] J. Ryu, H-S. Kimb, H. Thomas, D. Lashmore, *Biosens. Bioelectron.* 25, 1603, (2010).
- [4] M. Tominaga, M. Nagashima, K. Nishiyama, I. Taniguchi, *Electrochem. Commun.*, 7, 189, (2005).
- [5] E.R. Choban, J.S. Spendelow, L. Gancs, A. Weickowski, P.J.A. Kenis, *Electrochem Acta*, 50, 5390 (2005).
- [6] M. Brust, M. Walker, D. Bethell, D.J. Shiffrin, R. Whyman, *J. Chem Soc. Chem Commun*, 7, 801 (1994).
- [7] S. Venugopalan, *Micro Fuel Cells*, Anamaya Publisher, India, (2007).
- [8] D. Morales-Acosta, H. Rodríguez G, L.A. Godinez, L.G. Arriaga, *J. Power Sources*, 195, 1862 (2010).