



## APLICACIÓN DE UN CAMPO ELÉCTRICO DURANTE LA DEGRADACIÓN DE HEXADECANO POR *ASPERGILLUS NIGER* EN UN SOPORTE INERTE

Nancy Velasco-Alvarez; Ignacio González-Martínez; Tania Volke-Sepúlveda y Mariano Gutiérrez-Rojas

Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col.

Vicentina, Iztapalapa 09340, D.F. Tel. 58 04 46 00 Ext. 2660; Fax: 58 04 64 07; e-mail: mgr@xanum.uam.mx

Palabras clave: Corriente eléctrica, hexadecano y degradación

**Introducción.** Se ha observado que la aplicación de una corriente eléctrica puede acelerar o disminuir el metabolismo de los microorganismos, debido a cambios de polaridad en las membranas, o bien a estímulos en la actividad enzimática, dependiendo del tipo de microorganismo, intensidad de corriente, tiempo de exposición y condiciones del medio (Spilimbergo y col., 2003). Las diversas respuestas de los microorganismos a la corriente se han estudiado principalmente en bacterias, dejando a un lado al grupo de los hongos, los cuales han demostrado un gran potencial en la degradación de moléculas orgánicas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un campo eléctrico en el crecimiento y respiración de *Aspergillus niger* durante la degradación de hexadecano (HXD) en un soporte inerte.

**Metodología.** El estudio se realizó en una celda electroquímica cilíndrica (450 ml) de acrílico, con dos compartimentos a los costados para las soluciones electrolíticas y los electrodos. En las celdas se adicionó agrolita tamizada (1.19 - 1.68 mm de diámetro) como soporte inerte, medio mineral y HXD (180 mg/g), como molécula modelo; la humedad se mantuvo en ~75%, pH 5. La corriente se aplicó a través de electrodos de titanio recubiertos con óxido de rutenio, colocados a los costados de la celda, junto con las soluciones electrolíticas (0.1M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ). Durante la primera etapa se caracterizó la celda electroquímica; aplicando diferentes intensidades de corriente (0 - 70 mA), registrando los potenciales de celda (V). En la segunda etapa, la intensidad de corriente seleccionada, se aplicó a los cultivos. Posteriormente cada celda se inoculó con una suspensión de esporas de *A. niger* ( $2 \times 10^7$  esp/g agrolita seca). Los cultivos se mantuvieron a 30°C durante 12 días. Después de 114 horas de cultivo (fase lag), se aplicó la corriente durante 24 horas, a demás de los controles sin corriente. Las celdas fueron colocadas en un respirómetro para cuantificar el consumo de  $\text{CO}_2$  en línea. Después de 12 días, la muestra contenida en las celdas fue dividida a lo largo en tres secciones (ánodo, media y cátodo), cuantificando la producción de biomasa (Lowry) y la degradación de HXD (FTIR). Los análisis se realizaron por triplicado.

**Resultados y discusión.** Durante la caracterización de la celda se observó

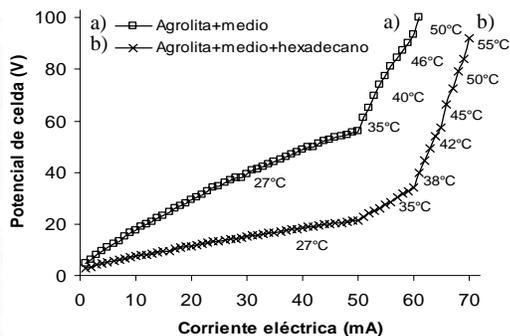


Figura 1. Caracterización de la celda. Se impone una corriente eléctrica, registrando el potencial de celda y el aumento de temperatura. a) agrolita más medio de cultivo, b) agrolita más medio de cultivo más HXD.

que al aumentar la corriente eléctrica (Figura 1) y con el aumento de la temperatura en el interior del sistema, se propició la evaporación del agua del medio de cultivo, debido a la hermeticidad de la celda, lo cual contribuyó a un aumento de la resistencia, al haber una cantidad menor de agua en el medio. Este fenómeno de evaporación-condensación explica por qué se observa en la curva de caracterización un aumento en la resistencia al paso de corriente. La selección de la intensidad de corriente, se realizó considerando los intervalos de potencial de celda (V) y el aumento de temperatura, seleccionándose una corriente de 6mA ( $0.42\text{mA/cm}^2$ ).

Al analizar la respuesta de *A. niger* al aplicar la corriente (Cuadro 1), se observó que del  $87 \pm 0.4\%$  del HXD degradado (promedio en las tres regiones de la celda), el  $81 \pm 4\%$  fue biotransformado a  $\text{CO}_2$ , el  $17 \pm 0.4\%$  fue incorporado a biomasa y un  $2 \pm 0.1\%$  de productos orgánicos solubles. Contrario a lo observado en la celda control, en donde se degradó solo el  $76 \pm 2\%$  del HXD, del cual el  $28 \pm 0.6\%$  del carbono consumido fue mineralizado,  $72 \pm 2.5\%$  incorporado a la biomasa y el  $3 \pm 0.1\%$  se transformó en productos orgánicos solubles.

Cuadro 1. Degradación de HXD y producción de biomasa

Sección de la celda	Degradación de HXD (mg/g)	Producción de biomasa (mg/g)
Ánodo	$152 \pm 2.3$ (84%)	$61.2 \pm 4.1$
Media	$163 \pm 1.2$ (91 %)	$64.2 \pm 3.3$
Cátodo	$153 \pm 0.3$ (85 %)	$37.9 \pm 0.6$
Control s/corriente	$136 \pm 0.7$ (76 %)	$199 \pm 1.8$

La distribución de carbono fue completamente diferente sin corriente que con corriente, en este caso (con corriente) se incrementó la degradación de HXD. Estos cambios pueden atribuirse a cambios en la membrana celular y estímulos en la actividad enzimática. Existen estudios en donde se ha informado este tipo de estímulos, en levaduras. Ganeva y col., (2002), observaron como se favorece la actividad de invertasa al aplicar una corriente eléctrica de 3 a 3.15kV/cm. En contraste Ranalli y col., (2002), observaron niveles bajos de ATP al aplicar diferentes intensidades de corriente (10, 50 y 100 mA). Las diferentes respuestas en los trabajos anteriores se pueden atribuir al tiempo de exposición y las intensidades de corriente aplicadas.

**Conclusiones.** Se demostró que al aplicar un campo eléctrico de 6 mA, en un cultivo de *A. niger*, una vez que las esporas germinaron y hay formación de micelio, la degradación de HXD se estimula, al alcanzar degradaciones mayores a las observadas en la celda electroquímica sin corriente.

**Agradecimientos.** CONACYT (beca No. 181008)

### Bibliografía.

- Spilimbergo S., Dehghani F., Bertucco A. y Foster N. R. 2003. Inactivation of bacteria and spores by pulse electric field and high pressure  $\text{CO}_2$  at low temperature. *Biotechnol Bioeng.* 82: 118-125
- Ganeva V., Galutzov B. y Teissie J. 2002. Electroinduced release of invertase from *S. cerevisiae*. *Biotechnol. Lett.* 24: 1853-1856.
- Ranalli G., Iorizzo M., Lustrato G., Zanardini E. y Grazia L. 2002. Effects of low electric treatment on yeast microflora. *J. Appl. Microbiol.* 93: 877-883