



EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE MASA Y CINÉTICOS EN UN BIORREACTOR DE TRES FASES PARA LA DEGRADACIÓN DE HEXADECANO

Guillermo Quijano Govantes, Sergio Huerta Ochoa y Mariano Gutiérrez Rojas
Departamento de Biotecnología, UAM-Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, CP 09340
México D.F. Tel.: (55) 5804 6505, Fax: (55) 5804 6407. E-mail: mgr@xanum.uam.mx

Palabras clave: *biosurfactantes, transferencia de masa, etapa limitante.*

Introducción. En la literatura es posible encontrar una gran cantidad de investigaciones dedicadas a evitar limitaciones de oxígeno en biorreactores ya que es común encontrar procesos donde la transferencia de oxígeno es la etapa limitante (1), sin embargo, en procesos de biodegradación de hidrocarburos algunos compuestos pueden ser menos solubles que el oxígeno, tal es el caso de los alcanos, cuya solubilidad en agua está entre los 10^{-7} y 10^{-3} mg L⁻¹ (2). Debido a su baja solubilidad los microorganismos producen emulsificantes naturales llamados *biosurfactantes*, los cuales se asocian con el alcano incrementado su solubilidad y afectando su transferencia en fases acuosas (3).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la etapa limitante en la biodegradación de hidrocarburos insolubles utilizando hexadecano (HXD) como compuesto modelo en un biorreactor de columna burbujeadada.

Metodología. Se utilizó un biorreactor de columna de 0.4 m de altura con diámetro interno de 0.062 m operado de manera secuencial en ciclos de 240 h a 25 °C. La fase gaseosa fue aire con una velocidad superficial de 0.011 m s⁻¹. Para la degradación de HXD se utilizó un consorcio bacteriano compuesto por: *Achromobacter xylosoxidans*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Brevibacterium luteum* y *Pseudomonas pseudoalcaligenes*. La composición del medio de cultivo fue (g L⁻¹): 13 HXD; 6.75 NaNO₃; 2.15 K₂HPO₄; 1.13 KCl; 1.1 MgSO₄·7H₂O, pH inicial: 6.5. Para evaluar el efecto de los biosurfactantes en la transferencia de HXD se midió el diámetro de gota del hidrocarburo, *ds_o*, con un sistema de reflectancia óptica *Particle Scan 2008*. Se determinaron los coeficientes volumétricos de transferencia de HXD (*k_{LAHXD}*) y de oxígeno (*k_{LaO₂}*), así como los parámetros cinéticos del consorcio bacteriano. Se propuso un modelo matemático y una vez validado se evaluaron las tasas de transferencia y de consumo para la obtención de la etapa limitante.

Resultados y discusión. El valor de *ds_o* sin biosurfactantes fue de 1.73 mm mientras que con los biosurfactantes producidos de manera natural en el medio de cultivo el valor disminuyó hasta 75 veces, lo cual implica una mayor área para la transferencia de HXD. Al inicio de los ensayos de biodegradación se determinó un valor de *k_{LAHXD}* de 0.77 h⁻¹ incrementándose a 1.43 h⁻¹ cuando la producción de biosurfactantes alcanzó su valor máximo. En la Figura 1 se presentan las tasas de consumo y de transferencia tanto de HXD como de oxígeno determinadas con el modelo propuesto y los parámetros cinéticos obtenidos experimentalmente. Se observa que a

partir de las 24 h de cultivo la transferencia de HXD fue menor que el consumo. Con el oxígeno ocurrió lo contrario pues la transferencia fue mayor que el consumo.

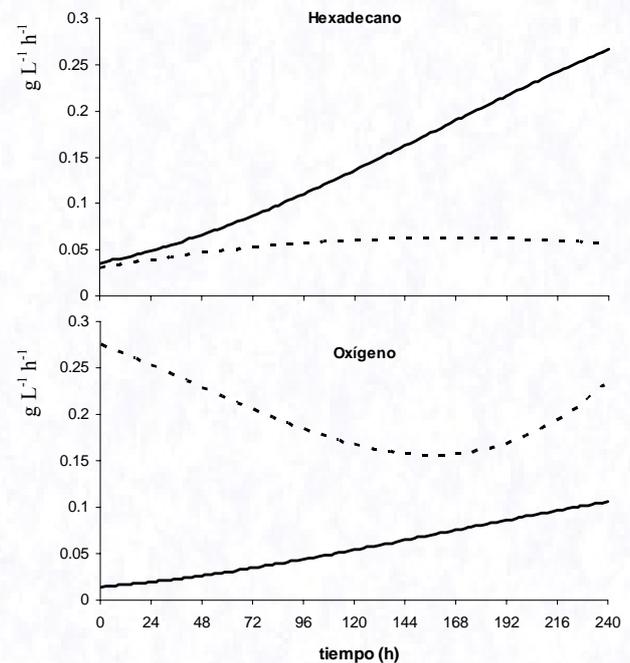


Figura 1. Tasas de consumo (—) y transferencia (---).

Conclusiones. Bajo las condiciones de trabajo, la etapa limitante fue la transferencia de HXD a la fase acuosa. Si se desea mejorar la velocidad del proceso es necesario incrementar la tasa de transferencia de HXD a la fase acuosa. El valor de *k_{LAHXD}* se ve afectado por dos factores: la producción de biosurfactantes y la agitación, por lo tanto, para que su valor aumente se requiere una mejor agitación o una mejor producción de biosurfactantes.

Agradecimientos. CONACYT (beca número 188508) y PEMEX-Refinación

Bibliografía.

- Nielsen, D, Daugulis, A, McLellan, P. 2003. A novel method of simulating oxygen mass transfer in two-phase partitioning bioreactors. *Biotechnol Bioeng.* 83(6): 735-742.
- Wu, J, Ju, L. 1998. Extracellular particles of polymeric material formed in *n*-hexadecane fermentation by *Pseudomonas aeruginosa*. *J Biotechnol.* 59: 193-202.
- Bouchez-Naïtali, M, Rakatozafi, H, Marchal, R, Leveau, J, Vandecasteele, J. 1999. Diversity of bacterial strains degrading hexadecane in relation to the mode of substrate uptake. *J Appl Microbiol.* 86:421-428.