

# UN MODELO DINÁMICO DE UN BIO - REACTOR EXTRACTIVO DE MEMBRANA.

Velasco - Bedrán, H.<sup>(1)</sup>; Aréchiga - Viramontes, U.<sup>(2)</sup>; Esparza - Isunza, T.<sup>(2)</sup> y López - Isunza, F.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Ingeniería Bioquímica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala. Casco de Sto. Tomás. Becario COFAA IPN. <sup>(2)</sup> Departamento de Procesos e Hidráulica. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. Michoacán y la Purísima. Col. Vicentina, 09340, D.F. 57296300-62359; hvelasco@bios.enb.ipn.mx

(difusión y bio - reacción en bio - películas, modelamiento matemático, problema de frontera móvil, *Acetobacter xylinum*)

**Introducción:** Las bio - películas son el núcleo de una clase novedosa de bio - reactores: los bio - reactores extractivos de membrana (BEM). Los BEM tienen utilización promisoria en el tratamiento de efluentes con compuestos xenobióticos (1). Asimismo, en el bio - proceso aeróbico de compuestos orgánicos volátiles (VOC).

El modelamiento de las bio - películas ha tenido un desarrollo sostenido en los últimos veinte años, sin embargo la descripción de los perfiles de concentración al interior de la bio - película, en ausencia de mediciones experimentales, no ha sido enfrentada(2).

Aunque con un modelo simple, este trabajo presenta la descripción de los perfiles de concentración al interior de la bio - película como función de los fenómenos de transporte interfaciales, así como de la cinética del crecimiento de *Acetobacter xylinum*.

## Metodología

Se modela un dispositivo de BEM que consiste en dos cámaras contiguas, pero separadas por una membrana permeable al etanol. Las dos cámaras reciben dos corrientes en recirculación; por la primera cámara (abiótica) circula una solución de etanol; por la segunda (cámara biótica) circula una solución de nutrientes inorgánicos, oxígeno y células de *A. xylinum*. Sobre la superficie de la membrana en el recipiente biótico crece una bio - película nutrida por el etanol que permea desde la cámara abiótica.

Se considera la siguiente bio - reacción:

Etanol+Oxígeno+Sacarosa+Amonio

=Acético+Celulosa+Biomasa.

Las dos cámaras se modelan como reactores mezclados y el transporte de los compuestos de interés en la membrana y la bio - película se describen según la Ley de Fick. El crecimiento celular se describe de acuerdo a una doble cinética de Monod, limitada por etanol y oxígeno.

Se escriben las ecuaciones adimensionales de conservación de masa. El sistema de ecuaciones resultante se resuelve por el método numérico de colocación ortogonal, alimentando al modelo con los siguientes valores de parámetros bio - cinéticos comunes en la literatura: difusividad en la bio - película  $5 \cdot 10^{-9}$  m<sup>2</sup>/s; en la membrana,  $1 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s; coeficiente de transferencia de masa en el líquido  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s; densidad de la bio - película 80 Kg/m<sup>3</sup>; velocidad máxima de crecimiento  $0.01368$  h<sup>-1</sup>; constante de Monod para el oxígeno  $1 \cdot 10^{-4}$  g/L, para el etanol  $1 \cdot 10^{-1}$  g/L; grosor de la membrana  $2 \cdot 10^{-3}$  m; gasto volumétrico en ambas cámaras  $2.5 \cdot 10^{-4}$  L/s. El análisis se basa sobre la comparación de los perfiles adimensionales de etanol (E), oxígeno (O), ácido

acético (A), células (X) y polímeros extra - celulares (PEC) al interior de la bio - película.

## Resultados y discusión.

Para un tiempo de proceso de 50 h se muestran los perfiles de concentración adimensionales tanto para un valor del coeficiente de transferencia de masa interfacial considerado como referencia, como para un valor varios órdenes de magnitud menor.

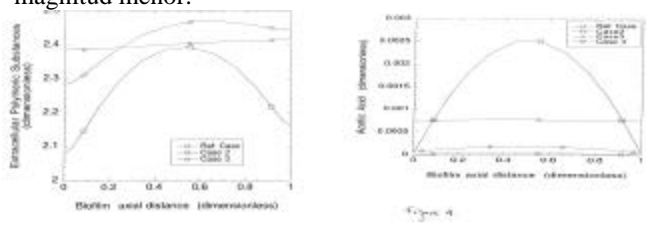


Figura 6 y 4.- Perfiles adimensionales de los PEC y el acético al interior de la bio - película.

Tanto los PEC como el acético son productos del crecimiento de *A. xylinum* en bio - película. Las gráficas mostradas ejemplifican el efecto que las condiciones de transporte (inter- o intra- fasial) tienen sobre la bio - reacción y por ende, sobre los perfiles de concentración de ambos productos. No se muestran los perfiles para oxígeno, etanol y biomasa.

## Conclusiones.

- 1.- Un cambio en las condiciones de flujo de un BEM genera perfiles distintos de reactantes y productos al interior de la bio - película: con gradientes pronunciados o casi planos.
- 2.- Los fenómenos de transporte en los reactores de bio - película tienen un efecto determinante sobre su desempeño.

## Bibliografía.

1.- Pavasant, P., Freitas Dos Santos, L., Pistikopoulos, E. N. Y Livingston, A. (1966) "Production of optimal biofilm thickness for membrane-attached biofilms in an extractive membrane bioreactor" *Biotechnol. Bioeng.* 52: 375 - 386.

2.- Velasco - Bedrán, H., Esparza - Isunza, T., Aréchiga - Viramontes, U. y López - Isunza, F. (2001) "A dynamic model for an extractive membrane bioreactor for VOC removal." *Ind. Eng. Chem Res.* (en revisión)