



FERMENTACION ALCOHOLICA POR LOTES DE PRIMERA GENERACION ASISTIDA CON MEMBRANAS DE PERVAPORACION: ANALISIS DE OPORTUNIDAD

Juan A. Leon, Universidade Federal do ABC, Centro de Engenharia, Modelado e Ciências Sociais (CESC), Santo André, CEP 09210-580. Juan.leon@ufabc.edu.br.

Reynaldo Palacios-Bereche, Universidade Federal do ABC, Centro de Engenharia, Modelado e Ciências Sociais (CESC), Santo André, CEP 09210-580. Reynaldo.palacios@ufabc.edu.br

Sivia A. Nebra, Universidade Estadual de Campinas, Centro de planejamento de energia (CPE), Campinas, CEP 1308-3872. Silvia.nebra@pq.cnpq.br.

Palabras clave: Pervaporación, fermentación, etanol.

Introducción. La crisis energética generada por la producción de combustibles fósiles de forma no sustentable, acompañada por el crecimiento poblacional ha obligado a los países a optar por el desarrollo de fuentes alternativas de energía. En el caso específico brasilero, se ha apostado por la producción de alcohol carburante para uso vehicular, reduciendo considerablemente el impacto causado por la crisis del petróleo; sin embargo el proceso industrial para producir alcohol carburante posee altas ineficiencias energéticas y bajos rendimientos de producción. Una posible respuesta a este problema es la aplicación de tecnología de membrana para el área de fermentación y destilación del proceso. La fermentación híbrida con membranas de pervaporación principalmente tiene el objetivo de aumentar los rendimientos de la producción de etanol; la destilación recibe un vino de mayor concentración de etanol, influyendo directamente sobre la eficiencia energética de la destilación (kg de vapor/ lt de etanol destilado). Por lo tanto el presente estudio busca demostrar el impacto positivo sobre el proceso de producción de alcohol carburante, aplicando la pervaporación como método de optimización desde el punto de vista energético y productivo.

Metodología. Para el presente trabajo se realiza el modelado de una fermentación por lotes con base en los parámetros cinéticos determinados experimentalmente en la literatura [1, 2]. El transporte de masa en la membrana es descrito por modelo de Maxwell-Stefan para mezclas binarias [3]. El proceso de fermentación-pervaporación junta los dos modelos en un mismo dispositivo, determinando los flujos de etanol separado del vino y la dinámica de la fermentación en simultáneo.

Resultados. Los resultados de la simulación evidencian una considerable mejora sobre el proceso de fermentación. Los rendimientos de producción para una fermentación híbrida con una concentración inicial de sustrato (melaza) son reportados en la tabla.1. El aumento de la producción de etanol referente a la fermentación convencional están en un rango del 10-13% y aumentado en fermentaciones con bajos rendimientos (fermentaciones a altas temperaturas). La tasa de

producción de etanol por sustrato consumido incrementa entre 4,4 y 5,7% de su valor convencional.

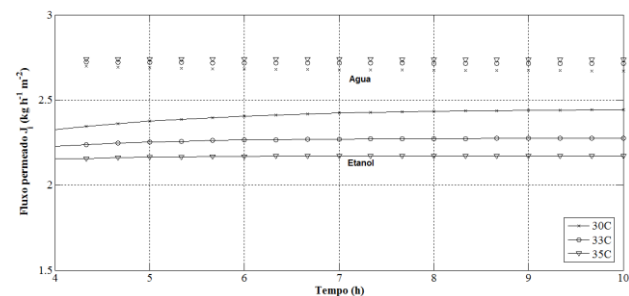


Fig. 1. Flujos de permeado a través de la membrana.

Tabla 1. Resumen de la simulación para una fermentación híbrida a 30 °C y una relación área de membrana-volumen de fermentador igual a 1.

Parámetro	convencional	Híbrida
Kg de etanol	9885	10841,3
TP (kg _{EtOg} /kg _{Sub})	0,00503	0,58

Conclusiones. La pervaporación maximiza el uso de sustrato para producir etanol y disminuye significativamente las condiciones de inhibición por producto. Las cargas energéticas en el rehedidor en la torre de despojamiento y destilación son reducidas precisando un menor consumo de vapor.

Agradecimiento. Los autores desean agradecer a CAPES y FAPESP por su apoyo financiero.

Bibliografía.

1. Philasaphong M., Srirattana N., Tanthapanichakoon W. (2005). Mathematical modeling to investigate temperature effect on kinetic parameters of ethanol fermentation. *Bioch. Eng. J.* 28 (2006): 36-43.
2. Rivera E., Costa A., Atala D., Mauguier F., Maciel M., Maciel R. (2006). Evaluation of optimization techniques for parameters estimation: Application to ethanol fermentation considering the effect of temperatura. *Proc. Bioch.* 41 (2006): 1682-1687.
3. Noriega M. *Remoción de etanol en sistemas de fermentación alcohólica mediante pervaporación* (2010). Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Manizales. 2010.
4. Amishossein M., Ahmadreza R., Mohsen H., Abdolreza A. A mathematical model for mass transfer in hydrophobic pervaporation for organic compounds separation from aqueous solutions. *J. Mem. Sci.* 423-424 (2012): 175-188.