

ULTRAFILTRACIÓN DE CALDOS DE FERMENTACIÓN DE MICROALGAS

Orozco Alvarez C. *, García Salas S., Fernández Linares L. C. y Hernández Sánchez E.

Departamento de Bioingeniería. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología. Instituto Politécnico Nacional. Av. Acueducto S/N. Col. La laguna Ticomán. G. A. Madero. México, D.F., *corozcoa@ipn.mx

RESUMEN:

Se estudiaron las condiciones de operación para la concentración de cultivos de microalgas mediante ultrafiltración. Se probaron flujos de alimentación de 7 a 28×10^{-6} m³/s, presión transmembrana de 5 a 210 kPa, temperaturas de 25 a 55 °C, valores de pH de 4 a 11, y todo este espectro de valores se trabajaron a concentraciones celulares de 0.5 g/L (1x) y 5 g/L (100x). Cuando se trabajaron concentraciones celulares 1x, el flux de filtrado aumenta con el incremento de la presión alcanzando un valor máximo de 140×10^{-6} m/s a 210 kPa, pero no se alteró al variar las condiciones de operación, de tal forma que el comportamiento es como si no hubiera solutos a retener por la membrana. Cuando se trabaja con concentraciones celulares 100x, el flux de filtrado se incrementa en la misma proporción que lo hace el flujo de alimentación y la temperatura alcanzando un máximo de 50×10^{-6} m/s. La variación del pH no tuvo ningún efecto significativo en el flux de filtrado.

ABSTRACT:

Operating conditions for the concentration by ultrafiltration microalgae culture were studied. Power flows 7-28 $\times 10^{-6}$ m³ / s, transmembrane pressure of 5 to 210 kPa, temperatures from 25 to 55 °C, pH 4 to 11, and all these values were tested spectrum were worked to cell concentrations 0.5 g / L (1x) and 5 g / L (100x). When worked 1x cell concentrations, the filter flux increases with increasing pressure, reaching a peak of 140×10^{-6} m / s to 210 kPa, but not altered by varying operating conditions, so that the behavior it is as if there were no retain solutes through the membrane. When working with cell concentrations 100x, the filtration flux is increased in the same proportion that makes the feed flow and the temperature peaking at 50×10^{-6} m / s. The variation of pH had no significant effect on the flux filtering.

Palabras clave:

Ultrafiltración, microalgas, biocombustibles

Keyword:

Ultrafiltration, microalgae biofuels

Área: Microbiología y biotecnología

INTRODUCCIÓN

Las microalgas presentan una productividad 50 veces mayor en comparación con las plantas terrestres, pueden tener un contenido de lípidos entre 1-70% con respecto a su peso seco, por lo que con una producción eficiente sería capaz de satisfacer la demanda mundial energética. Para que la producción de microalgas sea factible es necesario diseñar fotobiorreactores y métodos de recuperación que sean económicamente viables (Rodolfi, 2008). El optimizar los procesos para su recuperación es una de las alternativas para reducir los gastos, los métodos de filtración actuales presentan un bajo porcentaje de recuperación, el uso de la microfiltración y ultrafiltración pueden ser las alternativas que hagan que la producción de microalgas sea la solución a los problemas energéticos mediante la producción de biocombustibles (Demirbas, 2003). Es por esto que el presente trabajo investiga las condiciones de operación que puedan maximizar el flux de filtrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron cartuchos de ultrafiltración de 100 kDa de MWCO, con una área de membrana de 0.042 m², diámetro hidráulico de 0.001 m y longitud de la fibra hueca de 0.3 m. Para las diferentes pruebas, se trabajó con 0.3 L de la suspensión de microalgas, esta suspensión fue obtenida a partir de un cultivo en raceway de mil litros alcanzando donde se alcanzó una concentración final de 0.5 g/L. Esta primera concentración fue denominada 1x; para obtener la concentración de 100x se parte de 20 litros de suspensión de microalgas y se concentra hasta 0.2 litros.

Todas las pruebas se efectuaron a volumen constante para que la concentración de la suspensión permaneciera constante. El rango para las pruebas de presión transmembranal fue de 5 a 210 kPa, los flujos de alimentación manejados fueron de 7 a 28 x10⁻⁶ m³/s, variación de temperaturas de 25 a 55 °C y valores de pH de 4 a 11.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del flujo de alimentación.

Para conocer el efecto del flujo de alimentación se efectuó la alimentación de cultivo de microalgas a una concentración de 1x, los resultados se muestran en la figura 1.

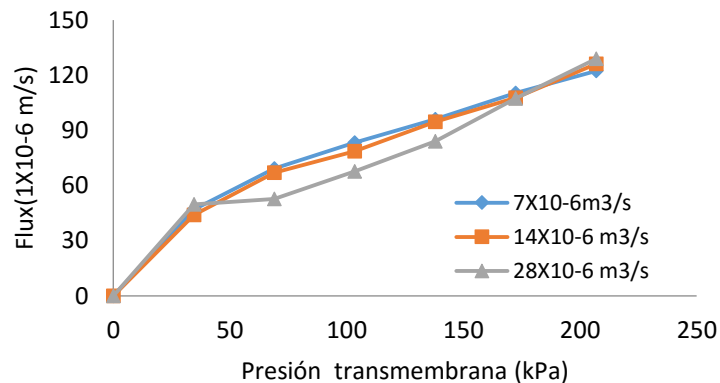


Fig. 1. Efecto del flujo de alimentación en la ultrafiltración de cultivo de microalgas: 1x, 25°C, pH 8

El aumento del flujo no representó cambio alguno en el flux de filtrado. Este no efecto pudiera deberse a la baja concentración de cultivo de algas con que se trabajó ya que el perfil mostrado es muy parecido a las tendencias obtenidas al utilizar un fluido sin solutos a retener.

Esta misma experimentación se repitió pero ahora trabajando una concentración celular de microalgas de 100x, y los resultados se exponen en la Figura 2.

Se nota que a mayor flujo de alimentación mayor es el valor de flux, porque un mayor flujo mejora la transferencia de masa y por lo tanto eleva el flux. Ahora sí se puede observar la proporcionalidad entre el flux y el flujo de alimentación, establecido por la teoría de gel polarizante, al incrementar cuatro veces el flujo provoca que el flux se eleve también cuatro veces (Yeh et al., 2003). Los valores de flux son de tres a cuatro veces menores que los obtenidos a una concentración celular 1x y a cualquier flujo de alimentación que se compare.

Esto era lo esperado según el modelo de gel polarizante ya que el flux es una función inversa de la concentración del soluto retenido.

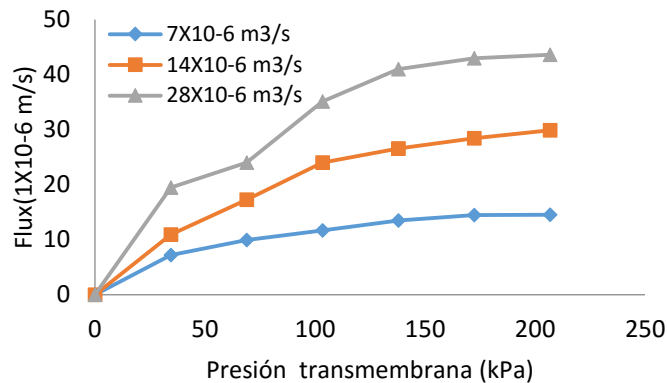


Fig. 2. Efecto del flujo de alimentación en la ultrafiltración de cultivo de microalgas: 100x, 25°C y pH 8.

Efecto de la temperatura.

Para conocer el efecto que la temperatura ejerce sobre el valor de flux, se probó un intervalo de 25 a 55 °C, los resultados de esta experimentación para una concentración de 1x se muestran en la figura 3.

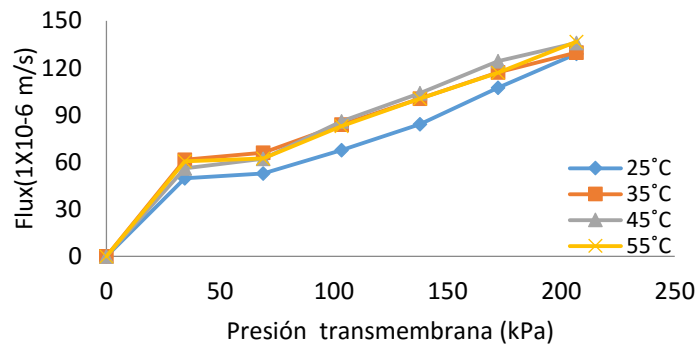


Fig. 3. Efecto de la temperatura en la ultrafiltración de cultivo de microalgas: 1x, Fa=28 x10⁻⁶ m³/s, pH 8

El perfil de flux en función de la presión y variando la temperatura no muestra ningún incremento, comparando los valores obtenidos en la figura 1, se observa que el flux alcanzó el mismo valor al utilizar una temperatura de 25 °C, sin embargo duplicar la temperatura de operación no tuvo ningún efecto, esto no es el resultado esperado y se puede atribuir a la secuencia de las pruebas ya que en esta parte de la experimentación se inició con la temperatura menor (25°C) y el cartucho completamente limpio y se concluyó con la temperatura mayor utilizada (55 °C) y el cartucho sucio después de tres series de pruebas.

Las pruebas del efecto de temperatura en el flux de filtrado a concentraciones 100 veces mayor a la inicial se muestran en la figura 4.

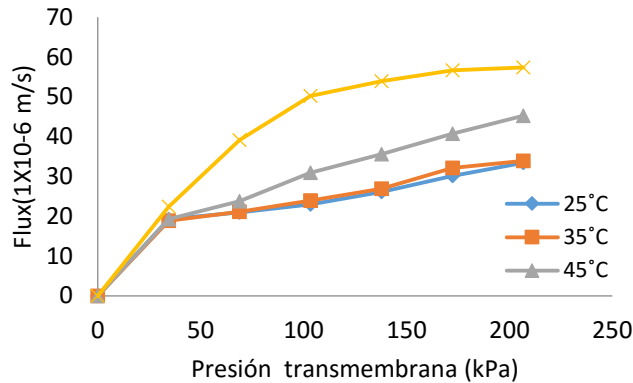


Fig. 4. Efecto de la temperatura en la ultrafiltración de cultivo de microalgas: 100x, $Fa=28 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ y pH 8.

Utilizando esta concentración 100 veces mayor, se obtuvieron los perfiles esperados, a mayor temperatura mayor flux de filtrado. Para la ultrafiltración, el aumento del flux de permeado respecto al aumento de temperatura fue prácticamente lineal al presentar un incremento del 98% respecto al valor obtenido a 25 °C.

Efecto del pH.

EL cultivo utilizado presentó valores de pH en el intervalo de 7.5-8. Para analizar el efecto del pH en la ultrafiltración se utilizó una escala de 4 a 11 para una concentración celular de 1x, los resultados de esta experimentación se muestran en la figura 5.

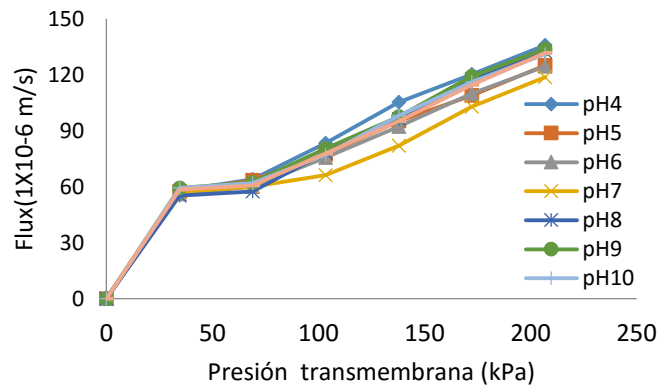


Fig. 5. Efecto del pH en la ultrafiltración de cultivo de microalgas: 1x, $Fa=28 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$, 25 °C.

El aumento o la disminución del pH no presentó cambios significativos en las velocidades registradas, esto pudiera deberse a las bajas concentraciones utilizadas y a la secuencia de pruebas ya que se inició con un cultivo 1x a pH 4, cultivo que pudo influir en el desempeño de la membrana al saturar la membrana y no permitir observar el posible cambio en el flux de filtrado en función de la variación del pH (Orozco et al., 2003). Los resultados con el cultivo 100x ultrafiltración se muestran en la figura 6.

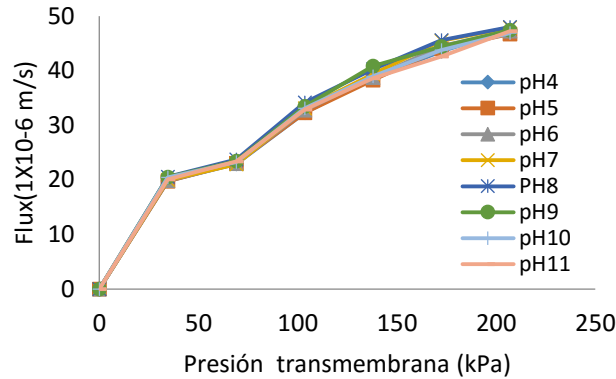


Fig. 6. Efecto del pH en la ultrafiltración de cultivo de microalgas: 100x, $Fa=28 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ y $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

El comportamiento observado fue similar al registrado con cultivo 1x, la variación en los valores del pH no mostró un cambio significativo en los flux de permeado registrados, este perfil no era el esperado ya que el pH posiblemente debió tener una influencia en los perfiles obtenidos, similar a lo registrado cuando se emplea la microfiltración.

CONCLUSIONES

El flux de filtrado aumenta al incrementar el flujo de alimentación sólo a altas concentraciones celulares, y se eleva en la misma proporción que aumenta el flujo. La variación de la temperatura y el pH no tuvieron efecto sobre el flux de filtrado cuando se trabaja una concentración celular de 1x; a 100x el flux se incrementa al doble si la temperatura se eleva en la misma proporción, y la variación del pH no afectó el comportamiento del flux de filtrado.

AGRADECIMIENTOS: Proyecto SIP 20150455. Instituto Politécnico Nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Demirbas, A. (2003). Biodiesel fuels from vegetable oils via catalytic and non-catalytic super critical alcohol transesterifications and other methods. *Energy Conversion and Management*.
- Orozco, Á. C., Vidal, R., Garcia, S. S., & Ordaz, C. (2003). concentración de suspensiones de levadura por filtración tangencial. *Tecnología de alimentos*, 7-17.
- Rodolfi, L. (2008). Microalgae for oil: strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor. *Biotechnology and Bioengineering*, 100-112.
- Yeh, H. M., H. P. Wu, and J. F. Dong. (2003). *Effects of design and operating parameters on the declination of permeate flux for membrane ultrafiltration along hollow-fiber modules*. *Journal of Membrane Science*, 213:33-44