

CINÉTICA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE LA MICROALGA *CHAETOCEROS MUELLERI* EN UN FOTOBIOREACTOR SEMI-ESTÁTICO

Luis Fernando Nevarez-Álvarez^a, Juan Antonio Noriega-Rodríguez^a, Juan Manuel Vargas-López^b

^a Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química. Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n, Hermosillo, Sonora, 83000, México. janoriega@guayacan.uson.mx.

^b Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, jmvargas@capomo.uson.mx

Resumen

Se realizó el estudio de la cinética de crecimiento del cultivo de la microalga *Chaetoceros muelleri*. Se evaluó el efecto de la concentración de CO₂ sobre la velocidad específica de crecimiento, el tiempo de doblado y la producción de biomasa. La evolución temporal de las células fue determinada mediante el ajuste de modelos matemáticos y validados con datos experimentales. Los parámetros cinéticos determinados permiten establecer las bases para el diseño de fotobiorreactores y para el escalamiento del proceso a nivel industrial.

Introducción

Las microalgas, incluyendo a *C. muelleri*, han generado un interés global como un recurso sostenible en la producción de alimentos, combustibles, compuestos bioactivos y una amplia gama de aplicaciones para el medio ambiente [1]. Además, una práctica tecnológica potencial del cultivo de microalgas es acoplarlo directamente al secuestro del carbono, que es el proceso de extraer CO₂ de la atmósfera, y/o el consumo de gases de combustión de actividades industriales, como fuente de carbono [2]. Actualmente, la tecnología que se utiliza para la producción de biomasa tiene el inconveniente de que resulta en bajos rendimientos y altos costos de producción [3]. Por tal motivo, en el presente trabajo se estudia la cinética de crecimiento a diferentes concentraciones de CO₂ para lograr el diseño optimizado de los fotobiorreactores a nivel industrial.

Metodología

La cepa de *C. muelleri* fue adquirida del laboratorio de microbiología acuícola del Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (DICTUS). Las microalgas fueron activadas mediante resiembras sucesivas en matraces Erlenmeyer y colocadas en un cepario, en un cultivo estático utilizando agua de mar enriquecida con medio *Guillard f*. El estudio cinético se inoculó ($\approx 200,000$ cel/ml) en un bioreactor cilíndrico de vidrio (*Microferm-New Brunswick*) con un volumen de 3 L, temperatura de 24 °C y agitación de 400 rpm. La aireación se llevó a cabo de manera constante con adición a distintas mezclas de CO₂ y aire. La iluminación fue de manera continua y proporcionada por 2 luminarias extraplanas LED de luz blanca. El crecimiento fue monitoreado tomando alícuotas del cultivo cada 12 h midiendo densidad óptica (DO) a 560 nm. Se realizaron curvas de calibración de la DO vs la densidad celular (cel/ml) y la biomasa celular (mg). La densidad celular se obtuvo por conteo directo en el microscopio usando un hematocitómetro de 0.1mm de profundidad a 10X. La velocidad específica de crecimiento (μ) y el crecimiento máximo (X_{∞}) fueron obtenidos por medio de una aproximación de la ecuación logística integrada (ec. 1) [4]. Los parámetros del modelo se determinaron por medio de regresión no lineal (*nlinfit*) en *Matlab v2014*. También se consideró el tiempo de doblado (t_d), que representa el tiempo en que la población se duplica en un orden de magnitud.

$$X = \frac{X_0 e^{\mu t}}{1 - \frac{X_0}{X_{\infty}} (1 - e^{\mu t})} \quad (\text{ec. 1})$$

Resultados

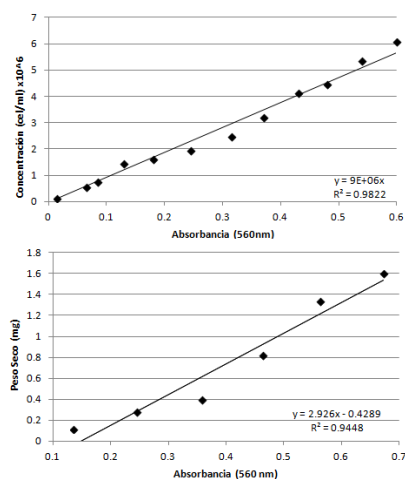


Figura 1. Correlación de la densidad óptica del cultivo de *C. muelleri* contra la concentración celular (a) y del peso seco (b).

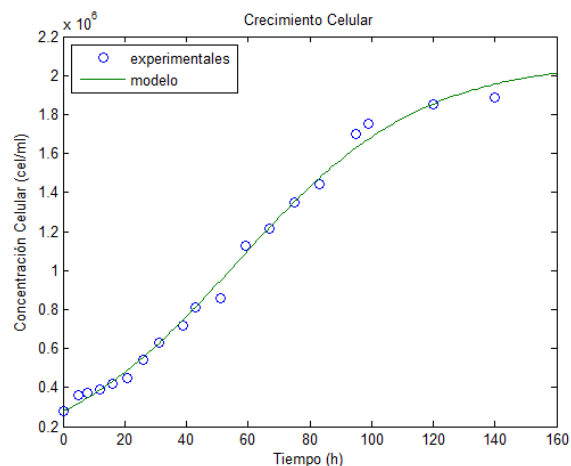


Figura 2. Se muestra la comparación entre el ajuste del modelo y los datos experimentales en función del tiempo.

Se encontró una excelente correlación (Figura 1) entre la concentración celular y la densidad óptica ($R^2=0.98$), mientras que para el peso seco se obtuvo una bondad de ajuste lineal aceptable (0.94). Por lo que es posible determinar la producción de biomasa indirectamente con la DO. La figura 2 muestra que el cultivo inicia su crecimiento sin mostrar una fase de retraso significativa y que el modelo propuesto presenta un ajuste correcto a los datos experimentales. Con este modelo fue posible determinar con precisión los parámetros de crecimiento ($\mu = 0.031 \text{ h}^{-1}$, $t_d = 22.35 \text{ h}$, $X_\infty = 2.07 \times 10^6 \text{ cel/ml}$).

Conclusiones

Los modelos cinéticos propuestos permiten hacer el seguimiento de la cinética de crecimiento. La simulación de la evolución temporal de las células fue muy similar al crecimiento experimental. De esta forma los parámetros cinéticos determinados permiten establecer las bases para el diseño de fotobiorreactores para el escalamiento del proceso a nivel industrial.

Referencias

1. Contreras, C. *Avances en el diseño conceptual de fotobiorreactores para el cultivo de microalgas*. Instituto Tecnológico de Celaya, México. (2003).
2. Concas, A. Pisu, M. Cao, G. Experimental analysis and novel modeling of semibatch photobioreactors operated with *Chlorella vulgaris* and fed with 100% (v/v) CO_2 , *Chem. Eng. J.* 213, 203-213. (2012).
3. Grobbelaar, J. Factors governing algal growth in photobioreactors: the “open” versus “closed” debate. *J Appl Phycol* 21:489-492. (2009).
4. Shuler, M. Kargi, F. *Bioprocess Engineering*. Prentice Hall, Inc. 180-181. (2008).