



OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE LACTOSUERO DESPROTEINIZADO

Lucila Jácquez-Velázquez, Nicolás O. Soto-Cruz, Olga M. Rutiaga-Quiñones, Jesús B. Páez-Lerma
Instituto Tecnológico de Durango; Unidad de Posgrado de Investigación y Desarrollo Tecnológico.
Durango, Dgo. , 34080
ljacquezv@hotmail.com

Palabras clave: central compuesto, superficie de respuesta, modelo

Introducción. El lactosuero desproteínizado es un residuo que aún contiene lactosa pero no proteína y no tiene ningún uso. Recientemente ha sido explorado su potencial biotecnológico, por lo que el aprovechamiento de la lactosa para fermentación alcohólica, promete ser una alternativa económica y disponible en México. La optimización de procesos permite aumentar el nivel de competencia de procesos [1].

El objetivo de este trabajo fue optimizar la producción de etanol a partir de lactosuero desproteínizado.

Metodología. En la optimización del proceso de producción de etanol se evaluaron tres variables (temperatura, pH y agitación), cada una a tres niveles. Para esto se creó una matriz experimental mediante el diseño estadístico central compuesto con tres puntos centrales diseñado mediante el Software Design-Expert versión 7.0.0. Se realizaron un total de 17 fermentaciones, tres de ellas como puntos centrales. Se tomaron muestras a las 0, 6 y 12 h y, posteriormente, cada 12 h, hasta las 72 h. Las cinéticas de fermentación fueron evaluadas en función de consumo de lactosa y producción de etanol, determinados por HPLC por el método descrito por [2].

Resultados. Se calcularon los efectos de los parámetros de la función de respuesta y se observó que X_1 (Temperatura), X_1X_2 (Temperatura. pH), X_1X_3 (Temperatura. Agitación) y X_1^2 (temperatura al cuadrado) fueron los parámetros que mostraron efecto significativo ($p < 0.05$) en el proceso. En la siguiente ecuación es el modelo de ajuste hasta su nivel cuadrático:

$$Y = 22.66 - 0.58X_1 + 0.33X_2 + 0.26X_3 + 0.83X_1X_2 + 0.81X_1X_3 - 0.17X_2X_3 - 1.06X_1^2 - 0.21X_2^2 + 0.14X_3^2 + \varepsilon$$

$$R^2 = 0.8744$$

La ecuación representa la superficie de respuesta de la Figura 1. Se identificaron las concentraciones óptimas para maximizar la concentración de etanol para los tres factores. Los valores óptimos son: temperatura de 38.5°C, pH de 5.1 y una agitación a 165 rpm, los cuales permiten obtener la producción máxima de etanol a una concentración de 23.264 g/L. Las condiciones óptimas para la producción de etanol por *K. marxianus* en

lactosuero permeado son valores de pH de 4.8 y temperatura de 30 ° C según lo reportado por [3]. En la Figura 2 se muestran los valores predichos por el modelo frente a los datos observados que evidencia una correlación fiable.

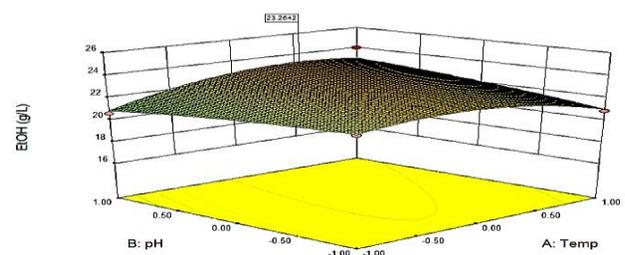


Figura 1. Superficie de respuesta que muestra los efectos de las variables independientes más importantes sobre la producción de etanol

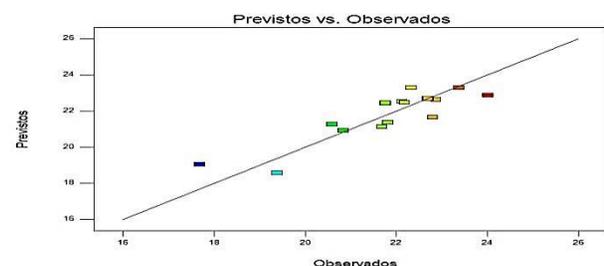


Figura 2. Comparación de los valores experimentales observados y los previstos de la concentración de etanol

Conclusiones. El uso de un diseño central compuesto permitió optimizar el proceso de fermentación de lactosuero desproteínizado para alcanzar una producción máxima de etanol de 23.264 g/L. Esto resulta en la posibilidad de desarrollar una tecnología de aprovechamiento de este residuo, que es altamente contaminante.

Bibliografía.

1. Toro B., Girón J., Fernández P., López J., Besada E. (2004). Multiobjective optimization and multivariable control of the beer fermentation process with the use of evolutionary algorithms. *Journal of Zhejiang University Science*; 5(4):378-389.
2. Aguirre E., Aguilar J., Ramírez A., Álvarez M. (2010). Production of probiotic biomass (*Lactobacillus casei*) in goat milk whey: comparison of batch, continuous and fed -batch cultures. *Bioresource Technology*; 101: 2837-2844.
3. Koushki M., Jafari M., Azizi M. (2012). Comparison of ethanol production from cheese whey permeate by two strains. *J Food Sci Technol*; 49(5): 614-619.