



ESTUDIO CINÉTICO EN BIORREACTOR DE CULTIVOS MIXTOS DE LEVADURAS AISLADAS DE FERMENTOS ESPONTÁNEOS EN LA ELABORACION DE MEZCAL

Elia Pérez¹, Ma. del Carmen Chávez¹, Juan Carlos González²

¹División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, C.P. 58030. ²Laboratorio de Bioquímica del Departamento de Ing. Bioquímica del Instituto Tecnológico de Morelia. Email: ely_ph@hotmail.com

Palabras clave: levadura, fermentación, diseño experimental.

Introducción.

En la fermentación alcohólica, la levadura y el método utilizado en el proceso, así como el contenido de azúcares y otros componentes adicionados al mosto son variables que influyen en la productividad y características de una bebida [1]. La fermentación espontánea (sin inoculación externa) es una práctica común en la elaboración de mezcal y se ha traducido en un menor rendimiento y baja calidad sensorial, ocasionado por la presencia de una sucesión de especies y cepas de levaduras diferentes, los cuales generan gran variedad de compuestos orgánicos. En estas fermentaciones, las levaduras pertenecientes a otros géneros diferentes a *S. cerevisiae* llamadas no convencionales son particularmente importantes, ya que sintetizan una gran variedad de compuestos volátiles que contribuyen de manera determinante a las propiedades sensoriales de la bebida [2].

El objetivo es mejorar la eficiencia de la fermentación, caracterizando cinéticamente las cepas en consorcio mediante un diseño experimental y evaluar así la producción de compuestos volátiles generados, además de seleccionar el consorcio de levaduras y las condiciones de cultivo más ideales para el proceso de producción de mezcal.

Metodología. Se seleccionaron tres cepas: *K. marxianus*, *Z. bailii* y *S. cerevisiae*, y como sustrato *Agave cupreata*. Durante las cinéticas experimentales se determinó el crecimiento celular en cámara de Neubauer; el consumo de azúcares por DNS (con ácido 3,5-dinitrosalicílico), la cuantificación de etanol por cromatografía de gases y el monitoreo de pH con potenciómetro. Finalmente se destiló y rectificó el producto (mezcal joven) mediante un Rotavapor Buchi® y se procedió a su determinación del grado alcohólico mediante un alcoholímetro (NMX-V-013-NORMEX-2005). Se determinó el extracto seco y cenizas de los destilados (NMX-V-017-NORMEX-2005). La cuantificación de metanol y alcoholes superiores se realizará mediante CG (NMX-V-005-NORMEX-2005, NMX-V-014-S). Tanto el diseño experimental como los análisis estadísticos se abordaron mediante el software Sthographics®.

Resultados. Las condiciones experimentales para el desarrollo del diseño Simplex-Reticular fueron: 35 °C, 14 °Brix, pH = 5.5, 150 rpm y 1 vvm. Los ensayos se realizaron en un Biorreactor Applikon® con agitador Rushton.

Tabla 1. Matriz de ensayos del diseño experimental Simplex-Reticular.

Ensayo	S. <i>cerevisiae</i>	K. <i>marxianus</i>	Z. <i>bailii</i>	Variables Respuesta	
				% Alc. Vol.	Cél/mL
1	0	1	0	43	1.85x10 ⁸
2	0.5	0.5	0	41	2.38x10 ⁸
3	0	0	1	32	3.23x10 ⁸
4	0.5	0	0.5	12	3.76 x10 ⁸
5	1	0	0	10	3.31x10 ⁸
6	0.333333	0.333333	0.333333	13	3.55 x10 ⁸
7	0	0.5	0.5	11	1.98x10 ⁸
8	0.333333	0.333333	0.333333	37	2.61x10 ⁸
9	0.333333	0.333333	0.333333	30	2.04x10 ⁸

Tabla 2. Modelo completo del diseño experimental Simplex-Reticular.

Modelo	ES	R ²	R ² ajustada
Lineal	11.456	37.28	16.38
Cuadrático	5.73556	92.14	79.04
Cúbico Especial	3.21455	98.35	93.42

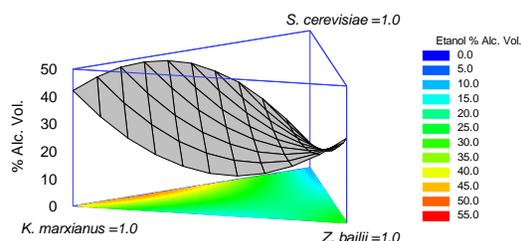


Fig. 1. Diagrama de superficie de respuesta para etanol.

Ecuación del modelo: $9.0001 \cdot Sc + 42.0001 \cdot Km + 31.0001 \cdot Zb + 78.0027 \cdot Sc \cdot Km - 5.9973 \cdot Sc \cdot Zb - 85.9973 \cdot Km \cdot Zb$.

Conclusiones. De acuerdo con los gráficos de superficie de respuesta obtenidos del modelo cuadrático, se observó que para obtener mayores concentraciones de alcohol es recomendable utilizar cultivos que involucren mezclas entre *K. marxianus* y *Z. bailii*, obteniéndose destilados con un % de alcohol en volumen de 45.

Agradecimiento. A CONACyT; al Posgrado de la Facultad de Ingeniería Química (UMSNH); al Instituto Tecnológico de Morelia y al CIC-UMSNH.

Bibliografía.

- López A., Díaz P. y Campos G. (2012). *Ciencia Nicolaita*. Vol (57): 41-52.
- M. Díaz, E. Délia, Espinosa M. y P. Strehaiano. (2008). *International peer-reviewed journal Enzyme and Microbial Technology*. Vol (4): 608-616.