



AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL POR LA ADICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN JUGO DE *Agave tequilana* WEBER VAR. AZUL

Castillo-Castillo Ricardo, Ramírez-Córdova Jesús, Herrera-López Enrique, Barrera-Cortés Josefina y Melchor Arellano (Av. Normalistas 800, Guadalajara CP. 44260, Tel/fax (33) 3345-5200, marellano@ciatej.net.mx)

Tequila, fermentación alcohólica, ácidos grasos

Introducción. El proceso de producción de tequila se caracteriza por ser artesanal utilizando sistemas de producción que impiden obtener rendimientos elevados. Entre los problemas más comunes se encuentra la baja producción de etanol durante la fermentación (de 3 al 5% v/v), provocando altos costos de producción para la separación del producto. La baja producción de etanol se debe entre otras cosas a la carencia de levaduras resistentes a concentraciones elevadas de etanol o a la falta de nutrientes que le ayuden a la levadura aumentar su resistencia.

Dado que el efecto inhibitorio del etanol afecta la membrana celular, ocasiona una alteración del flujo de electrones incrementando la permeabilidad (1). A pesar que la genética de la tolerancia a etanol involucra más de 250 genes (2). La adición de ácidos grasos en la fermentación con *S. cerevisiae* aumentó su tolerancia y por tanto su producción (3).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la adición de ácidos grasos en la producción de etanol durante la fermentación para la producción de tequila 100% agave.

Metodología. Se realizó un diseño experimental 2^k ($k = 4$) con 2 puntos al centro para determinar el efecto en la producción de etanol por la adición de ácido oléico (A), ácido linoléico (B), ácido linoléico (C) y palmitoléico (D). La variable de respuesta fue la producción de etanol y la velocidad de producción de etanol. Las fermentaciones se realizaron a nivel matraz, con 500 mL de jugo de agave a una concentración de 250 g/L de azúcares reductores directos, provenientes sólo del agave, al jugo se le adicionó 1 g/L de fosfato de amonio, 1 g/L de cloruro de magnesio y 0.3 g/L de fosfato de calcio. Se determinó etanol por cromatografía de gases, azúcares reductores directos por la técnica de ácido dinitrosalicílico (DNS) y población viable.

Resultados y discusión. En la tabla 1 se resumen los resultados obtenidos. Se observó que todos los factores y sus interacciones influyeron en la producción de etanol excepto la interacción triple entre el ácido oléico, linoléico y linolenico (ABC) así como la interacción doble entre linoléico y linoléico (BC) y el bloqueo.

En la figura 1 se esquematiza el análisis de cubo bloqueando el efecto del ácido oléico, se apreció que la producción de etanol aumenta a una concentración de 124 g/L cuando se adicionó el ácido palmítico en el nivel alto, así como la adición de ácido linoléico y linoléico a niveles altos con una producción de 122 g/L de etanol. La adición en los

niveles mencionados de ácidos grasos incrementó un 45% la producción de etanol.

Tabla 1. Análisis de varianza para la producción de etanol

FACTORES	SUMA DE CUADRADOS	G. L.	CUADRADO MEDIO	PROPORCIÓN-F	VALOR P
A:Oleico	178.133	1	178.133	10.66	0.0041
B:Linoleico	261.633	1	261.633	15.66	0.0008
C:Linolenico	114.383	1	114.383	6.85	0.0170
D:Palmitoleico	1194.38	1	1194.38	71.49	0.0000
AB	56.4453	1	56.4453	3.38	0.0817
AC	565.32	1	565.32	33.84	0.0000
AD	31.0078	1	31.0078	1.86	0.1890
BC	5.69531	1	5.69531	0.34	0.5662
BD	438.82	1	438.82	26.27	0.0001
CD	187.695	1	187.695	11.23	0.0034
ABC	130.008	1	130.008	7.78	0.0117
ABD	122.07	1	122.07	7.31	0.0141
ACD	297.07	1	297.07	17.78	0.0005
BCD	99.7578	1	99.7578	5.97	0.0245
ABCD	7.50781	1	7.50781	0.45	0.5107
Bloques	61.3611	1	61.3611	3.67	0.0705
Total error	317.43119	16.70			
Total (corr.)	4068.72	35			

R-cuadrada = 92.1983 %
R-cuadrada (ajustada para d.f.) = 86.3469 %

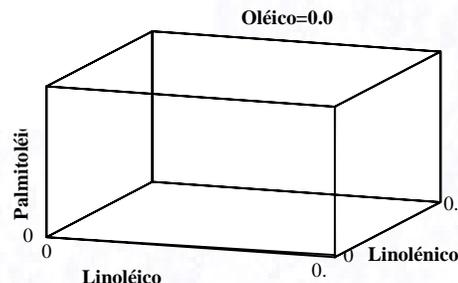


Figura 1. Análisis de cubo para la producción de etanol a 250 g/L de azúcares reductores directos.

Conclusiones. La adición de ácido palmitoléico, así como, la de linoleico y linoléico disminuyeron la inhibición del etanol, aumentando su producción sustancialmente.

Bibliografía.

- Walker. G. M. (1998). En *Yeast Physiology and Biotechnology*. Wiley. New York.
- Boulton, B. Singleton, V. Bisson, L. and Kunkee, R. (1996). *Yeast and biochemistry of ethanol fermentation*. En *Principles and practices of winemaking*. Boulton, B. Singleton, V. Bisson, L. and Kunkee, R. Chapman and Hall. New York. 139 – 172.
- Mishra, P. and Prasad R. (1989). Role of phospholipid head groups in ethanol tolerance in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of general microbiology*. 134. 3205 – 3211.