

# MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DE LA FERMENTACION ALCOHOLICA DEL JUGO DE AGAVE TEQUILANA WEBER VAR. AZUL A ALTA CONCENTRACION DE AZUCAR POR MEDIO DE LA ACTIVACION DEL TRANSPORTE DE LOS AZUCARES

Javier Arrizon G., Anne Gschaedler M.  
CIATEJ, Av. Normalistas n° 800, Colinas de La Normal, 44270 Guadalajara, Tel/Fax: 38240034  
[agschaedler@ciatej.net.mx](mailto:agschaedler@ciatej.net.mx)

Palabras claves: *tequila, fermentación, eficiencia*

**Introducción:** En este trabajo se compara el comportamiento de una levadura *Saccharomyces cerevisiae* (aislada de jugos de *Agave tequilana* Weber var. azul) durante la fermentación sobre jugos de Agave a diferentes concentraciones de azúcar con o sin adición de nitrógeno durante la fase exponencial de crecimiento de la levadura. Se ha demostrado en vinos que el principal elemento limitante de la fermentación alcohólica es la capacidad de transporte de los azúcares por la levadura (1) en donde la concentración de nitrógeno juega un papel importante.

El objetivo de este trabajo es tratar de demostrar que el caso del tequila es factible fermentar un jugo a alta concentración de azúcar obteniendo una alta eficiencia de fermentación por medio de la activación del transporte de los azúcares.

**Metodología.** Se llevaron a cabo 5 fermentaciones a nivel biorreactor de 3 litros con una *Saccharomyces cerevisiae* aislada de jugo de agave. La composición del medio fue jugo de agave diluido para obtener 3 concentraciones de azúcares: 30 g/l (4°Bx), 80 g/l (12°Bx) y 170 g/l (20°Bx) y sulfato de amonio (1 g/l). En los cultivos a 4 y 20°Bx se adiciono una fuente adicional de nitrógeno (mezcla amino ácidos sulfato de aminio) después de 6 horas de cultivo. Se tomaron muestras cada dos horas para medir la concentración de azúcares reductores (2), la concentración de etanol (3) y el peso seco. A partir de los datos obtenidos se calcularon los parámetros cinéticos incluyendo el Ks que refleja la afinidad del cultivo por el sustrato.

**Resultados y Discusión.** En el cuadro 1 se presentan los diferentes parámetros de las fermentaciones. Se puede observar que cuando no se adiciona nitrógeno en la fase exponencial la eficiencia la mas alta se obtiene a baja concentración de azúcares. Este fenómeno esta ligado a la inhibición por el sustrato (4). Además existe una relación lineal entre la eficiencia de fermentación y el Ks que refleja la afinidad para el sustrato. Eso demuestra que como en el caso de los vinos el principal elemento limitante es la capacidad de transporte de los azúcares (1). En el transporte de los azúcares en las levaduras están involucradas una serie de proteínas que actúan como transportadores. Cuando el nitrógeno disponible se reduce la producción de proteínas también y por ende una serie de actividades de la célula como por ejemplo el transporte.

Cuadro 1: parámetros cinéticos y eficiencia a diferentes concentraciones de azúcar con o sin adición de nitrógeno.

	$\mu$ max (h <sup>-1</sup> )	rs max (g/l.h)	Ks	rp max (g/l.h)	Eficiencia (%)
20°Bx sin N	0.34	7.3	442	2.0	73.0
20°Bx con N	0.45	8.0	32	4.2	94.5
4°Bx sin N	0.45	4.4	11	1.6	88.0
4°Bx con N	0.47	5.1	36	1.8	92.6
12°Bx sin N	0.36	6.3	207	2.5	80.0

Debido a la importancia de la composición de la fuente de nitrógeno se escogió adicionar una mezcla de nitrógeno orgánico (30%) e inorgánico (70%) para favorecer la producción de etanol y no de glicerol. Otro elemento clave el tiempo al cual se realiza la adición: a las 6 horas de cultivo cuando todavía permanece nitrógeno en el medio. Si se espera mas tiempo la activación del transporte no es tan eficiente. El resultado obtenido es un aumento del  $\mu$ max, de la velocidad máxima de transporte de los azúcares (rs max) y de producción de etanol (rp max) y sobre todo en el caso de la fermentación a 20°Bx la afinidad por el sustrato aumenta de manera espectacular (disminución del Ks) y se alcanza una eficiencia de fermentación del 94.5%.

**Conclusiones.** A un grado brix alto es posible activar el transporte de los azúcares por medio de la inyección de una fuente adicional de nitrógeno y así obtener una alta eficiencia de fermentación.

## Bibliografía

1. Salmon, J.M., Vincent, O., Mauricio, J.C., Bely M. y Barre P. (1993). Sugar transport inhibition and apparent loss of activity in *Saccharomyces cerevisiae* as a major limiting factor of enological fermentations. *Am. J. Enol. Vitic.* 44 (1): 56-64.
2. Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31 (3): 426-428.
3. Bohringer, P. y Jacob, L. (1964). The determination of alcohol using chromic acid. *Zeitschr. Flussiges Abst.* 31: 233-236.
4. Ivorra, C., Pérez-Ortín, J. y del Olmo M. (1999). An inverse correlation between stress resistance and stuck fermentation in wine yeast. *Biotechnol. Bioeng.*, 64 (6): 698-708.