



ESTUDIO DE LA AIREACIÓN Y LA TASA DE DILUCION EN LA FERMENTACIÓN EN CONTINUO DE JUGO DE AGAVE COMPLEMENTADO CON EXTRACTO DE LEVADURA

Hernández Cortés G., Córdova López J., Herrera López E.J., Díaz Montaña D.M.* CIATEJ: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Av. Normalistas 800. 44270, Guadalajara Jalisco, México, correo electrónico: *dmdm@ciatej.net.mx

Palabras clave: cultivo en continuo, tequila, *S. cerevisiae*

Introducción. Los cultivos en continuo representan una estrategia tecnológica que ha mostrado mayores productividades y menores costos de producción comparada con las fermentaciones tradicionales por lotes utilizadas en la producción de bebidas alcohólicas. Sin embargo, los estudios reportados sobre estos sistemas en la producción del tequila son muy escasos [1]. Es importante mencionar que, la tasa de dilución (D) máxima alcanzada en estos estudios fue baja (0.08 h^{-1}) comparada con la D máxima teórica (0.28 h^{-1}). Lo anterior podría deberse a una limitación nutricional, por lo que en este trabajo se empleó un jugo de agave enriquecido con extracto de levadura (EL), para aumentar la D y para estudiar el efecto de la adición de aire y de un medio estéril o no, sobre la capacidad fermentativa y aromática de *S. cerevisiae*.

Metodología. El medio de fermentación empleado fue jugo de agave ajustado a $100 \pm 10 \text{ g/L}$ de azúcares reductores (AR), enriquecido con 4 gN/L de extracto de levadura, 1 g/L de sulfato de amonio y 4 g/L de fosfato de amonio. Se efectuaron cultivos en continuo de *S. cerevisiae* (S1) a 30°C , 250 rpm y a tasas de dilución (D) desde 0 a 0.12 h^{-1} . El efecto de alimentar medio estéril (SM) o no estéril (NSM) a los cultivos; así como, de airear (0.02 vvm) o no, fueron estudiados. En el estado estacionario de cada condición estudiada, se determinó en los mostos fermentados, las concentraciones de: N amoniacal por el método de Chaney; así como, ácidos orgánicos, etanol, glicerol, glucosa, fructosa, acetoina y diacetilo por HPLC. Los mostos fermentados fueron destilados y evaluados sensorialmente por jueces entrenados. La huella aromática del tequila se obtuvo por cromatografía de gases (CG-FID).

Resultados y discusión. En los cultivos en continuo alimentados con jugo de agave suplementado con extracto de levadura (EL), la D fue gradualmente incrementada desde 0 hasta 0.1 h^{-1} , observando un consumo casi total de azúcares ($93 \pm 1 \text{ g/L}$) y una concentración similar de etanol ($45 \pm 2 \text{ g/L}$). Después, a medida que se incrementó D ($>0.1 \text{ h}^{-1}$), los consumos de azúcares y las concentraciones de etanol fueron disminuyendo. Por lo que se determinó una D_{max} de 0.1 h^{-1} , cuando el cultivo no fue aireado. Sin embargo, cuando el cultivo se aireó a 0.02 vvm , se pudo alcanzar una D_{max} de 0.12 h^{-1} . Asimismo, se observó una mayor producción de biomasa, un menor valor de pH (2.58) y un mayor consumo de N amoniacal cuando los cultivos fueron aireados (Tabla 1). La producción de etanol no

mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) para las diferentes condiciones estudiadas. Tampoco hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) en la producción de biomasa y etanol de los cultivos alimentados con NSM, comparados con los cultivos con SM (Tabla 1).

El consumo de azúcares fue mayor en los cultivos alimentados con SM que con los alimentados con NSM. Diferentes perfiles aromáticos y sensoriales se obtuvieron entre las fermentaciones con o sin adición de aire. Al airear, la producción de acetato de etilo se redujo; mientras que, la mayoría de los compuestos volátiles regulados por la NOM-006-SCFI-2005 aumentó.

Tabla 1. Concentración de compuestos en los mostos fermentados, cuando los cultivos continuos fueron alimentados con medio estéril (SM) y no estéril (NSM), y cuando fueron o no aireados.

	$Q_{\text{aire}} = 0 \text{ vvm } D=0.1 \text{ h}^{-1}$		$Q_{\text{aire}} = 0.02 \text{ vvm } D=0.12 \text{ h}^{-1}$	
	SM	NSM	SM	NSM
Biomasa	6.57 ± 0.68	6.42 ± 0.23	8.16 ± 0.70	8.28 ± 0.90
N/amonio	1.16 ± 0.12	1.59 ± 0.51	0.94 ± 0.05	0.77 ± 0.13
Glucosa	0.06 ± 0.04	0.41 ± 0.19	nd	0.57 ± 0.00
Fructosa	3.56 ± 0.19	5.03 ± 0.32	2.91 ± 0.55	6.63 ± 0.04
Succínico	0.08 ± 0.06	0.14 ± 0.02	0.08 ± 0.06	0.12 ± 0.04
Glicerol	2.76 ± 0.17	3.93 ± 0.17	3.00 ± 0.08	3.14 ± 0.06
Etanol	42.95 ± 2.86	46.22 ± 3.20	45.11 ± 0.49	46.92 ± 1.87
pH	2.83 ± 0.04	2.71 ± 0.03	2.56 ± 0.00	2.63 ± 0.07

nd: Compuesto no detectado; Concentraciones en g/L

Conclusiones. La adición de extracto de levadura al jugo de agave, mostró tener un efecto positivo sobre la productividad del proceso, en comparación con los cultivos sin EL previamente reportados [1]. El análisis sensorial indicó que el tequila obtenido a partir de estos cultivos, presentó una alta aceptabilidad. No se encontró contaminación microbiana cuando se alimentó NSM, debido probablemente al bajo valor de pH de los cultivos (entre 2.4 y 2.8), lo que favoreció la proliferación de la cepa inoculada. En efecto, la población celular de *S. cerevisiae* encontrada durante los cultivos en continuo de jugo de agave fue muy alta (3.05×10^8 células/ml). Estos resultados sugieren la factibilidad de escalar el proceso de fermentación en continuo alimentando un NSM, lo que contribuiría a la reducción de los costos de producción del tequila.

Bibliografía.

1. Hernández-Cortés, G., et al., *Effect feeding non-sterilized agave juice in a continuous tequila fermentation*, in *3rd International Congress in Food Science and Food Biotechnology in Developing Countries*. 2008: Querétaro, Mexico.