Potencial fermentativo de mieles finales para la producción de etanol en las destilerías

My-Lai Ibáñez-Fuentes*, Gustavo Saura-Laria, Roxana García-Gutiérrez, Emilia Carrera-Bocourt, Nancy Herrera-Marrero, Magdalena Lorenzo-Izquierdo, Arlyn Reyes-Linares
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca # 804 y Carretera Central, Apartado 4026, La Habana, Cuba.
*mylai.ibanez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Se evaluó el potencial fermentativo de 4 mieles, a través de una prueba de fermentación, debido a la imposibilidad que tenía una destilería de producir etanol con eficiencia en el proceso fermentativo, a causa de los niveles elevados de alcoholes superiores. En este estudio se analizó el comportamiento de variables como: grado alcohólico, rendimiento y alcoholes superiores, estos últimos tienen una incidencia en la eficiencia del proceso fermentativo y están estrechamente relacionados con la calidad de la materia prima, en este caso, la miel final. Los resultados se procesaron estadísticamente, mediante el programa Statgraphics®-Centurion XV, para determinar diferencias significativas entre medias muestrales, para un nivel de confianza de un 95 %. Los resultados obtenidos demostraron que existen diferencias significativas entre los parámetros analizados de las diferentes mieles, por lo que se necesita efectuar este ensayo fermentativo para tener criterios de la calidad de la materia prima que la fábrica utiliza en el proceso fermentativo para la producción de etanol.
Palabras clave: mieles, test de fermentación, etanol, rendimiento, eficiencia.

ABSTRACT

Due to the impossibility that had an alcohol factory to produce ethanol with efficiency in the fermentative process caused for the higher levels of higher alcohol, 4 types of molasses were analyzed by a biological test. In this study the behavior of variables as: alcohol grade, yield and higher alcohols which they have an impact on the organoleptic characteristics of *aguardiente* and are closely related to the quality of the raw material in this case, the molasses. The results were processed statistically by Statgraphics® -Centurion V program, and the analysis showed significant differences between sample means for a confidence level of 95 %. The results showed significant differences between the parameters analyzed from different molasses so it is necessary to realize this biological test in order to have many opinions about the quality of the distillers which are directed towards to the production of the ethanol.
Key words: molasses, biological test, ethanol, higher alcohols, yields.

INTRODUCCIÓN

Las mieles de caña y, especialmente las finales, han sido la materia prima principal para la producción de alcohol. Constituyen un sustrato de una elevada heterogeneidad y pueden cambiar su composición, incluso, para un mismo productor, dentro de una campaña determinada. La composición de las mieles finales no es uniforme y en ellas pueden influir diferentes factores. Entre los factores más importantes se encuentran: procedencia de la caña, tipo de suelo, métodos de cosechas y las especificaciones propias del proceso particular aplicado a cada fábrica.

Cuando se emplea la miel final de caña en la industria alcoholera, no deben tenerse en cuenta solamente sus composiciones químico-físicas (1) sino, también, su comportamiento desde el punto de vista fermentativo, debido al carácter biológico de este proceso. En este sentido juega un papel muy importante la interacción levadura-materia prima, la calidad del proceso de fermentación y las características de la levadura.

En la producción de etanol se obtienen compuestos como glicerol, ácidos orgánicos, aldehídos, alcoholes superiores, que impiden que se alcancen valores elevados de eficiencia alcohólica y eficiencia fermentativa (2). Estos compuestos afectan, además, la producción de aguardientes y su calidad. Los aguardientes tienen diferentes fines: constituyen las materias primas principales para la elaboración de rones. Por lo que resulta muy beneficioso conocer la presencia de estos compuestos que le pueden cambiar el sabor a las bebidas y, por consiguiente, su calidad sensorial.

Este trabajo tiene como objetivo el empleo de una prueba biológica o fermentativa, que sea utilizada como una herramienta para conocer el potencial fermentativo de las mieles para producir etanol. Además, que le permita a la fábrica tener criterios de calidad que le facilite decidir el destino de sus destilados dígase en la producción de aguardiente y, también, en otros surtidos como: alcohol rectificado o alcohol fino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se disolvieron 0.016 g de levadura seca activa (*Saccharomyces cerevisiae*), SAFOENOS® (SAF-MEX, S.A de C.V, México) por mililitro de medio. Se analizaron 4 mieles a las cuales se les determinaron azúcares reductores totales (ART), por el método de Eynon-Lane y se preparó una batición de miel final con una concentración inicial de 120 g/l de ART y un volumen efectivo de 300 ml, se ajustó el pH del medio 4.5 ± 0.2. Se añadieron 2.5 g de $(NH4)_2$ SO_4 y 0.52 g de $(NH4)_2HPO_4$, así como la levadura seca activa. Esta batición se transfirió a frascos de 1L y se les colocaron trampas de CO_2, este procedimiento se hizo por triplicado. Los frascos fueron colocados en una estufa a 30 º C, alrededor de 24 horas. Cuando finalizó la fermentación se tomó una muestra para determinarles la concentración de ART y calcular el rendimiento de la fermentación (2). Además, se tomaron 250 mL de batición para destilarlos en un equipo de destilación semiautomático, determinar el grado alcohólico y los alcoholes superiores (3). El grado alcohólico se efectuó según norma cubana NC 290: 2007 (4) y los alcoholes superiores según la norma cubana NC 508: 2011 (5). Los resultados se procesaron estadísticamente, utilizando el programa Statgraphics®-Centurion XV y se determinaron diferencias significativas entre medias muestrales, con un nivel de confianza de un 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mieles que mostraron un mayor grado alcohólico (figura 1) en el ensayo de fermentación, resultaron las denominadas 2 y 4, con valores de 6.3 % (v/v) y la de una concentración menor resultó la 1. Esta miel 1 es una mezcla de diferentes mieles, provenientes de distintos tributarios y se emplea también en la fermentación. La miel 3 rindió una concentración de etanol con un valor intermedio diferente estadísticamente, al resto de las mieles evaluadas.

Los alcoholes superiores totales (AST) se determinaron cromatográficamente (AST: sumatoria de alcoholes propílico, isobutílico, isoamílico y amílico activo), el experimento demostró que la miel tributaria puede ser un factor que incida significativamente sobre la formación de estos componentes mayoritarios. Fueron detectados tres grupos de homología para AST entre las mieles ensayadas, destacó la miel 1 como la de menor síntesis del alcohol amílico activo (217.23 g/100 L AA) y las

nombradas 1 y 2 con concentraciones significativamente mayores (por encima de 350.00 g/100 L AA) que, prácticamente duplicaron a la miel 1.

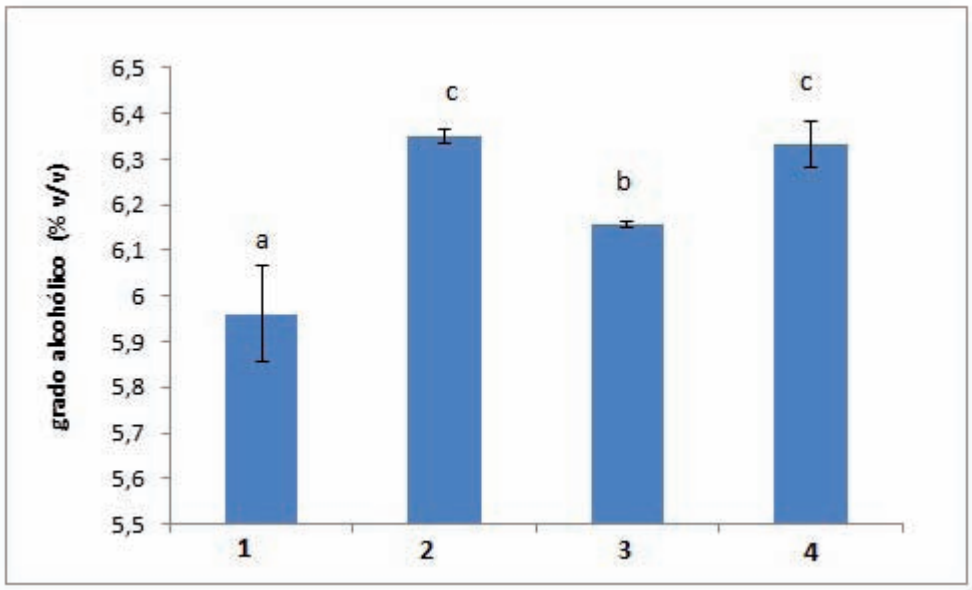

Figura 1. Grados alcohólicos.

Al particularizar sobre la contribución individual de los alcoholes *fusel* (figura 2) en esta sumatoria (AST), se encontró que, de forma proporcionada, la miel 1 mostró valores significativamente menores, para cada uno de los compuestos contribuyentes, con respecto a las otras 3 mieles evaluadas.

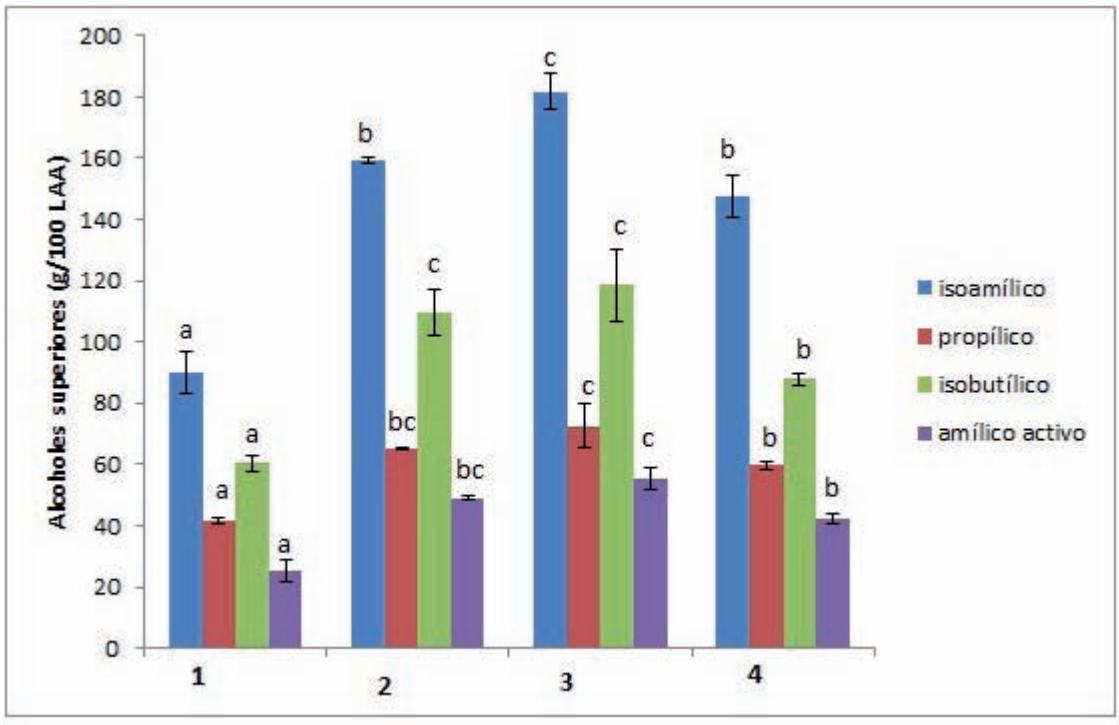

Figura 2. Contribución de alcoholes fusel mayoritarios en la fracción de alcoholes superiores totales.

Es necesario destacar que para el caso del alcohol isoamílico (mayoritario dentro de la fracción de alcoholes superiores en fermentaciones alcohólicas), la miel 3 duplicó su concentración, con respecto a la miel1; hecho que determina la respuesta obtenida para AST. Con respecto a este alcohol las mieles 2 y 4 mostraron un comportamiento sin diferencias significativas, con valores intermedios dentro del rango detectado.

Al analizar la síntesis del alcohol isobutílico, se obtuvo una mayor concentración de este alcohol de cadena ramificada, al fermentar con las mieles 2 y 3, a diferencia de la miel mezclada (1), que mostró una concentración aproximadamente 2 veces menor. La miel 4 mostró una síntesis de este alcohol diferente estadísticamente, de las restantes evaluadas, con un valor intermedio

Tanto el alcohol propílico, como el amílico activo, mostraron idénticos patrones para las cuatro mieles en cuanto a los grupos homólogos, de acuerdo con el análisis estadístico realizado. Fueron observadas diferencias significativas entre las mieles de 1, 4 y 3 (en orden ascendente de concentración). La fermentación con la miel 2 rindió concentraciones similares que las obtenidas, tanto con las muestras 4 como con la 3.

Estos resultados obtenidos, en cuanto a la fracción de alcoholes *fusel* en la composición del destilado, evidencian que el destino de una fermentación en fábrica, para la producción de aguardiente, debe ser tratado de forma diferencial, en cuanto a los indicadores de calidad deseados, cuidando de que las variaciones tecnológicas (miel tributaria, formulación nutricional, cepa, entre otros) (6) no vayan en detrimento de los indicadores fermentativos vitales para la eficiencia de la fábrica, como son: el grado, el rendimiento alcohólico y los ciclos de fermentación.

En este estudio la miel 1 mostró una composición significativamente menor en cuanto a AST (ideal para producción de aguardiente); sin embargo, no resultó la de mejor desempeño en cuanto a los criterios fermentativos (grado). Este resultado advierte sobre la necesidad de ajustar correctamente el esquema productivo, en dependencia del producto final (7).

Por otra parte, se analizó el rendimiento calculado sobre la base de los azucares consumidos. El cálculo indicó que las mieles que rindieron una mayor cantidad de etanol con el mínimo consumo de azucares fueron las mieles 2 y1, resultado que potencia la calidad de ambas si se tiene en cuenta que también alcanzaron los mayores grados alcohólicos. La miel 4 de forma paralela, también compartió grado de homología en cuanto a Yp/s en base a azucares consumidos, con las mieles 3 y 1 consideradas estadísticamente ambas de un menor rendimiento. Discernir con claridad a que grupo homogéneo (donde no existen diferencias significativas) pertenece este tributario, requeriría quizá el montaje del test con un número mayor de réplicas (> 3), diseño que no fue considerado en este estudio, pero pudiera tenerse en cuenta para detectar diferencias con una mayor certidumbre.

CONCLUSIONES

Los resultados confirman la necesidad de implementar el ensayo de fermentación bajo condiciones estandarizadas en los laboratorios de destilerías (8), no solo como prueba biológica predictiva, sino también, para tener criterios de calidad de los destilados dirigidos hacia la producción de etanol.

El estudio realizado concluye que, no solo los parámetros fermentativos pueden estar afectados por la variación de la materia prima fundamental en la producción de alcohol, sino también, la síntesis de alcoholes superiores, denominados mayoritarios dentro del perfil aromático (alcohol propílico, isobutílico, isoamílico y amílico-activo), pueden resultar alterados o modularse por el empleo de una miel.

RECOMENDACIONES

Es recomendable que el laboratorio de la fábrica realice el ensayo de fermentación, como técnica rutinaria, ante la llegada de cada lote de miel tributaria, para conformar records históricos y para la miel de proceso diaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Espinosa, E. Influence of nitrogen supply on the production of higher alcohols/esters and expression of flavour-related genes in cachaça fermentation. *Food Chemistry,* 2013, 138, 701-708.
2. NC 715: 2009. Miel final (melaza)- Especificaciones.
3. K.A, J. The alcohol textbook. A reference for the beverage, fuel and industrial alcohol industries .Nottingham University , 4th Edition,2003, ISBN 1-897676-13-1
4. NC 290: 2007. Bebidas alcohólicas -Determinación del grado alcohólico en alcoholes.
5. NC 508: 2011: Bebidas alcohólicas-Determinación de componentes volátiles mayoritarios en bebidas alcohólicas destiladas, aguardientes y alcohol etílico por cromatografía gas líquido.
6. Otero, M. Producción de bioetanol a partir de mezclas de jugos –melazas de caña de azúcar. ICIDCA sobre losd erivados de la caña de azúcar, pp 17-22, Vol 43, No. 1. enero-abril, 2009.
7. Otero, M. Las mieles finales de caña. Composición, propiedades y usos. La Habana.1997. ICIDCA.
8. Vázquez, M. Manual de Técnicas Analíticas para Destilerías. La Habana: Editorial ICIDCA, 2013, 7-55, ISBN 978-959-71-65-35-4.