

ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA FERMENTADA A BASE DE MELAZA DE CAÑA ENRIQUECIDA CON PASA (*Vitis vinífera*).

PREPARATION OF A FERMENTED ALCOHOLIC DRINK BASED ON CANEED RICE MELAZA WITH PASS (*Vitis vinífera*).

Ambrocio-Moreno, L¹., Castro-Flores., Gonzalez-López J¹., Juárez-Martínez, E¹., Evangelista- Cogque, P¹., Lezama-Salas, J¹., Huerta-Gutiérrez, A^{1*}

¹Ingeniería en Procesos Bioalimentarios de la Universidad Tecnológica de Tehuacán. Prolongación de la 1 sur No. 1101, San Pablo Tepetzingo C.P. 75859, Tehuacán, Puebla, México. *anai.huerta@uttehuacan.edu.mx

Resumen

La melaza de caña es un subproducto procedente de la industria azucarera en México, sus principales características radican en su gran abundancia y su alto contenido de azúcares que sirven como sustrato de levaduras para la producción de etanol. Otro producto que es abundante y no aprovechado en México es la pasa que además de rica, conserva muchas propiedades nutricionales y un alto contenido de azúcar. Por lo mencionado se desarrolló una bebida fermentada a base de melaza de caña enriquecida con pasa (*Vitis vinífera*). Las formulaciones de desarrollaron mediante un diseño factorial 2^k teniendo como factores el sustrato (melaza y pasa) y la concentración de levadura (g/L, *Saccharomyces cerevisiae*, Red Start[®]). El mejor tratamiento el cual se utilizó 48 °Brix y 1 g/L de levadura, y se realizó una cinética de fermentación midiendo cada 6 h por un periodo de 72 h azúcares reductores, °Brix, etanol, densidad, acidez, pH, biomasa y cuantificación de acetaldehídos. Se obtuvo un producto con contenido de etanol de 23%, que de acuerdo a la NOM-142-SSA1/SCFI-2014 se encuentra bajo la clasificación como bebida de contenido alcohólico alto.

Palabras clave: Melaza, uva pasa, fermentación.

Abstract

Cane molasses is a byproduct from the sugar industry in Mexico, its main characteristics lie in its great abundance and its high sugar content that serve as a yeast substrate for the production of ethanol. Another product that is abundant and not used in Mexico is the raisin that, besides being rich, retains many nutritional properties and high sugar content. For this reason, a fermented beverage based on cane molasses enriched with raisin (*Vitis vinifera*) was developed. The formulations were developed using a 2^k factorial design having as factors the substrate (molasses and raisin) and the concentration of yeast (g / L, *Saccharomyces cerevisiae*, Red Start[®]). The best treatment which was used 48 ° Brix and 1 g / L of yeast, and a fermentation kinetics was performed measuring every 6 h for a period of 72 h reducing sugars, ° Brix, ethanol, density, acidity, pH, biomass and quantification of acetaldehydes. A product with an ethanol content of 23% was obtained, which according to NOM-142-SSA1 / SCFI-2014 is classified as a high alcoholic beverage.

Keywords: Molasses, raisins, fermentation.

Key words: Fermentation, waste, stems of maize.

1* Autor responsable

Recibido: Mayo 2019. Aceptado: Agosto 2019

Publicado como ARTÍCULO en la Revista Tecnológica Agroalimentaria 3(1): 7-11, 2019, ISSN 2395-8332

I. INTRODUCCIÓN

La melaza es el residuo de cristalización final del azúcar, del que no se puede obtener más azúcar por métodos físicos. Se elabora mediante la cocción del jugo de la caña de azúcar hasta la evaporación parcial del agua que éste contiene, formándose un producto meloso semi-cristalizado. El sabor es dulce, agradable, según los expertos, cuanto más oscura sea, más sabor y nutrientes tendrá (CONADESUCA, 2016).

Los usos a los que se destina la melaza o miel final son múltiples. Entre los dos principales tenemos la obtención de alcohol y su utilización como suplemento en la alimentación de ganado rumiante a base de pastoreo o forrajes con poco contenido proteico y alimenticio. La melaza, tiene un alto contenido de azúcares y es un insumo de bajo costo (CONADESUCA, 2016).

La melaza contiene de 26 a 40% de sacarosa y de 12 a 25% de azúcares reductores, con un contenido total de azúcar de más de 50%. El valor nutritivo de la melaza estriba en: Importante fuente de hidratos de carbono y por lo tanto de un alto contenido energético (CONADESUCA, 2016).

Las uvas pasas son el producto preparado con uvas secas sanas de variedades que se ajustan a las características de *Vitis vinifera L.* (con exclusión de las pasas de Corinto) elaboradas en una forma apropiada para obtener uvas pasas comercializables, con o sin recubrimiento con ingredientes facultativos adecuados (CODEX STAN 67).

La pasa es un alimento altamente energético, que contiene azúcares naturales, potasio, fibra y ácido tartárico. Constituye una fuente de compuestos necesarios para mantener un sistema digestivo saludable. Ensayos realizados por el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) sitúan a las pasas de uva, y otras frutas secas, entre los alimentos con las más altas capacidades antioxidantes. Por tal razón, las pasas son consideradas alimentos funcionales (Huquillas, 2010).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se utilizó melaza de caña de azúcar del ingenio de Calipan, la pasa (*Vitis vinifera*), se adquirió en supermercados de la ciudad de Tehuacán y la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) se usó la marca RED STAR.

Acondicionamiento de la materia

La melaza de caña se filtró previamente en un tamiz de acero de malla #40 y posteriormente se esterilizó el producto en autoclave a 15 libras de presión.

La pasa se escaldó usando 150 g en 250 mL de agua a 80 °C por 5 min, posteriormente se licuó en una licuadora casera, se filtró en un tamiz malla #20 y se ajustó a los °Brix deseados usando sacarosa.

Fermentación en micro fermentadores

Para poder realizar la fermentación a escala piloto, se realizó un diseño experimental de superficie de respuesta con la ayuda del software MINITAB 17, se analizó con un diseño factorial 2^k, el cual consta de dos niveles y dos factores (°Brix y levadura, tabla 1). Cada tratamiento se llevó a cabo en recipientes de vidrio previamente esterilizados. A cada tratamiento se les midió °Brix, etanol, azúcares reductores y biomasa al término de la fermentación.

Tabla 1. Diseño experimental para la optimización del mejor tratamiento.

Tratamiento	°Brix	Levadura
1	45	2.5
2	70	1
3	80	2.5
4	45	.37
5	45	4.6
6	70	4
7	20	4
8	9.6	2.5
9	20	1
10	45	1
11	35	4
12	69	2.5
13	45	.97

Fermentación en bioreactor

El tratamiento que obtuvo mayor contenido de alcohol y menor contenido de azúcares, se escaló a escala piloto para ser fermentado en un bioreactor elaborado para este trabajo.

Se construyó un bio-rreactor tipo Bach con capacidad de 15 L, con agitador automatizado y temporizado a 60 rpm cada 30 min por 5 min, elaborado en acero inoxidable grado alimenticio.

Durante la fermentación, se realizó la cinética tomando muestras cada 4 h y se determinó °Brix, biomasa, etanol, densidad y azúcares reductores.

Obtención de parámetros cinéticos

Lo datos obtenidos de la cinética cada 4 h por 72 h de fermentación, se realizaron mediante la ecuación de Lineweaver-Burke (ec 1) y se calculó la velocidad máxima (V_{max}), velocidad específica de crecimiento (μ), la constante de velocidad de consumo de sustrato (K_s) y el rendimiento de producto respecto al sustrato ($Y_{p/s}$).

$$\frac{1}{v} = \frac{K_m}{V_{max}} \cdot \frac{1}{S} + \frac{1}{V_{max}} \quad \text{Ec. 1}$$

Determinación de aldehídos

A la bebida alcohólica fermentada se realizó la determinación de aldehídos siguiendo el método establecido en la NMX-V-005-S-1980.

Determinación de pH

Para la determinación de pH, en la bebida alcohólica fermentada se llevó acabo la metodología descrita en NMX-F-317-S-1978.

Determinación de solidos solubles

Para la determinación de solidos solubles, en la bebida alcohólica fermentada se llevó acabo la metodología descrita en NMX-F-103-1982.

Densidad

Para la determinación de densidad en la bebida alcohólica fermentada se hizo en análisis con el método indicado en la NOM-142-SSA1-1995.

Azúcares reductores

Para la determinación de los azúcares reductores en la bebida alcohólica fermentada se realizaron mediante el método de la NMX-F-312-1978.

Cuantificación de producción de etanol por el método colorimétrico del dicromato de potasio

Preparación de soluciones

De acuerdo con lo descrito por Oviedo *et al.*, (2009), se preparó una solución oxidante la cual consistió en una mezcla formada por 4.165 g de dicromato de potasio y 250 mL de ácido sulfúrico y posteriormente se aforó con agua destilada a 1 L (solución b), se preparó una solución satudara de carbonato de potasio (reactivo grado técnico, solución c). En tubos de ensayo se adicionaron 4 mL de la solución b y 2 mL de la solución c, esto gota a gota hasta que finalizó el burbugeo (solución d).

Cuantificación de etanol

En tubos de ensayo de 16 mL se agregaron 2 mL de la solución a (muestra clarificada) y 2 mL de la solución d, se calentaron en baño María a temperatura entre 80 y 90°C durante 20 min, despues del tiempo transcurrido se enfriaron a chorro de agua fria. La lectura se realizó en un espectrofotómetro (Thermo Scientific modelo Genesys 10S uv-vis) a 440 nm.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseño experimental

De acuerdo al diseño experimental realizado, la optimización de la bebida fermentada fue de 48 °Brix y 1.0 g/L de inóculo, alcanzando un contenido de etanol de 23.7 °GL (ver figura1).

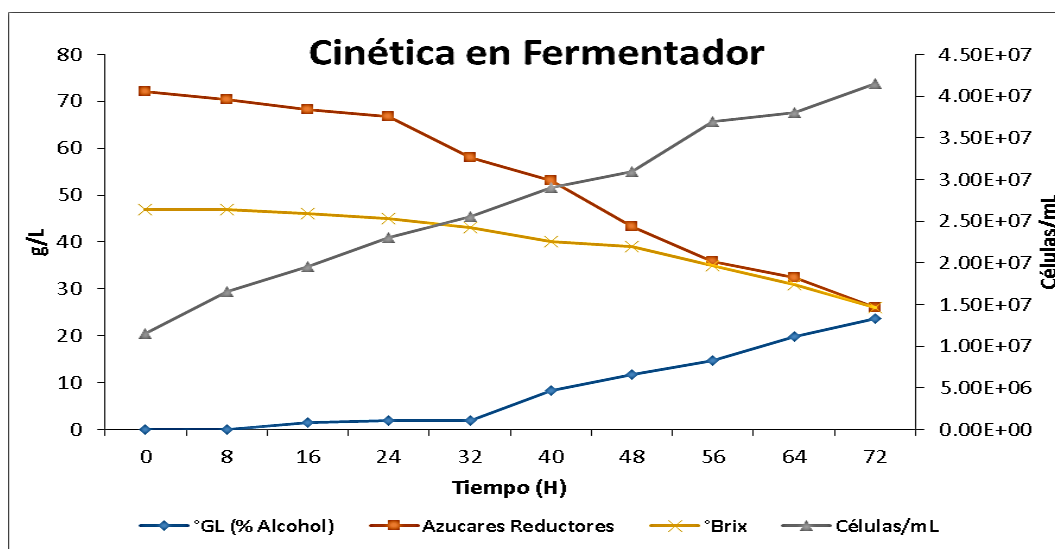


Tabla 2. Contenido de acetaldehído en la bebida fermentada a base de melaza y uva pasa.

De acuerdo a estudios realizados por Valdés *et al.*, 2015, la producción de etanol utilizando levadura *S. cerevisiae* se reportaron valores de 50.5 g/L a las 24 horas de la fermentación. Nuestros datos reportan 23.7 g/L de etanol que es menor a lo reportado, debido a que se utilizó un sustrato diferente como es la melaza y la uva pasa, sin embargo, es una buena alternativa para la producción de etanol debido al bajo precio que tiene en el mercado de esta región Poblana.

En la tabla 2 se muestran los resultados de acetaldehído de la bebida fermentada a base de melaza y uva pasa. La NOM-142-1995SSA-01 establece como límite 40 mg/mL de acetaldehídos en las bebidas alcohólicas fermentadas. Rivera *et al.*, 2016, encontraron en algunas bebidas alcohólicas 20.58 mg/ 100 mL alcohol anhidro, mencionando que límites superiores podrían causar daños a la salud como: tos, enrojecimiento de piel y ojos, diarrea y vómito.

Tabla 2. Contenido de acetaldehído en la bebida fermentada a base de melaza y uva pasa.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS mg/mL
ACETALDEHÍDO	10.72

IV. CONCLUSIÓN

El diseño experimental permitió determinar la mejor formulación que consiste en usar una concentración de 48 °Brix y 1 g de levadura por cada litro de mosto, dando como resultado un producto con 23.7 g de alcohol/L. La bebida fermentada presento una cantidad de acetaldehído por debajo de los límites permitidos por la norma NOM-142-1995SSA-01, además de ser una bebida con alto contenido de etanol.

V. REFERENCIAS

Monge, A., Cardozo, T., Barreiro, E.J., Huenchunir, P., Pinzón, R., & Mora, G. (2008). Mercado, C. (2006). Rendimiento de etanol y producción de vinaza con cuatro sustratos para la fermentación de melaza con *Saccharomyces cerevisiae*. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería EN Agroindustria, Zamorano, Honduras. 34p.

CONADESUCA. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, Zafras 2016-2007/2015-2015.

Carolina Uquillas H, PASAS, UN PRODUCTO AGROINDUSTRIAL CON PROYECCIONES, INIA, Enero-Febrero 2010)

- Ramírez, M.J., Salgado-Aristizabal, N., & Orrego-Alzate, C.E. (2012). Conservación de polifenoles en un jugo de fruta modelo secado por aspersión y liofilización. *Viate*, 19(1), S87-S89.
- Monge, A., Cardozo, T., Barreiro, E.J., Huenchuir, P., Pinzón, R., & Mora, G. (2008). Functional foods. Reflexions of a scientist regarding a market in expansion. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 39(2), 81-85.
- Y., Truong, N., Shin, S., & Jeong, S. (2013). A robust experimental design method to optimize formulations of retinol solid lipid nanoparticles. *Journal of microencapsulation*, 30(1), 1-9.
- García, J.; Sáenz, T. Levadura *Saccharomyces*. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. Tercera Edición. Capítulo 4.12, pág.239-242. (2000).
- Gutiérrez-Pulido H. y de la Vara-Salazar R.N. (2008). Análisis y diseño de experimentos, McGraw Hill Interamericana. México. 545 pp.
- Valdés, A., Bruno, D., Mota., Cristóbal, N. (2015). Cinética para la producción de bioetanol usando levadura *Sacharomyces cerevisiae*. Guadalajara: ICIDCA.