

## APROVECHAMIENTO DE LA NARANJILLA (*SOLANUM QUITOENSE L.*) PARA LA PRODUCCIÓN DE APERITIVO VÍNICO

### USE OF THE LULO (*SOLANUM QUITOENSE L.*) FOR APPETIZER WINE PRODUCTION

García-Mujica Robert<sup>1\*</sup>; Rivadeneira-Mendoza Bryan<sup>1</sup>; Palacios-Antón María<sup>1</sup>; Quiñónez-Carvajal Raúl<sup>1</sup>; Benavides-Cedeño Génesis<sup>1</sup>; Vélez-Marín Jonathan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Manabí, Departamento de Procesos Químicos, Portoviejo, Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ingeniería, Santo Domingo, Ecuador.

\*Correo: robertdaniel@live.com.ar

#### Resumen

---

La producción de alcohol etílico de naranjilla (*Solanum quitoense L.*) se llevó a cabo mediante fermentación anaeróbica, utilizando como sustrato una mezcla de agua, azúcar y naranjilla, y como agente biológico *Saccharomyces cerevisiae*. El diseño experimental contó con 5 matraces de 250 ml, para calcular el tiempo que toma la fermentación hasta llegar a 10 °GL (grados de alcohol); se realizó un muestreo de cada matraz para medir pH, °Brix y °GL. El contenido de azúcares disueltos (°Brix) se determinó mediante el refractómetro, tanto al inicio como al final del proceso; el potenciómetro se empleó para medir el pH durante la fermentación y mediante una destilación simple se calcularon los °GL en cada muestra tomada. De estas pruebas se obtuvieron los siguientes resultados: el proceso se desarrolló durante 137 horas aproximadamente hasta llegar a 10 °GL, momento en que se detuvo la fermentación; el pH del medio fermentativo se mantuvo prácticamente constante con un valor en promedio de 3,25. Al inicio, el medio fermentativo tenía 19 °Brix, mientras que cuando se detuvo la fermentación, resultaron 4 °Brix. El °GL fue el parámetro de mayor control en el proceso, ya que de este depende el rendimiento de la fermentación, así que el resultado final fue 10 °GL. Los resultados obtenidos fueron de mucha utilidad para verificar la viabilidad de la investigación.

**Palabras clave:** Mistela; fermentación; etanol; naranjilla; *Saccharomyces cerevisiae*.

#### Abstract

---

The production of ethyl alcohol of lulo (*Solanum quitoense L.*) was carried out by anaerobic fermentation, using as a substrate a mixture of water, sugar and lulo, and as a biological agent *Saccharomyces cerevisiae*. The experimental design had 5 flasks of 250 ml, to calculate the time it takes for fermentation to reach 10 °GL (degrees of alcohol); each flask was sampled to measure pH, °Brix and °GL. The content of dissolved sugars (°Brix) was determined by the refractometer, both at the beginning and at the end of the process; the potentiometer was used to measure the pH during fermentation and by a simple distillation the °GL in each sample taken was calculated. From these tests the following results were obtained: the process was carried out for approximately 137 hours until it reached 10 °GL, at which time the fermentation was stopped; the pH of the fermentation medium remained practically constant with an average value of 3,25; at the beginning, the fermentative medium had 19 °Brix, while when the fermentation stopped, it resulted 4 °Brix. The °GL was the parameter of greater control in the process, since on this depends the fermentation performance, so the final result was 10 °GL. The results obtained were very useful to verify the feasibility of the investigation.

**Keywords:** Acetic acid; fermentation; mucilage; *Theobroma Cacao L.*

## 1. Introducción

El fruto del *Solanum quitoense* L., se conoce popularmente como lulo. Este fruto goza de un gran mercado internacional, en el cual Colombia, junto con Ecuador, son los mayores productores, estimándose que juntos pueden alcanzar una producción anual de 100000 toneladas. Por su parte, Estados Unidos es el mayor comprador mundial (Fundación Codesarrollo, 2006). El árbol de lulo es poco conocido, y es cultivado en Ecuador, Colombia, Costa Rica, Honduras, Panamá y Perú (Flórez et al., 2008). Este se cultiva exclusivamente en zonas tropicales, donde se produce normalmente durante todo el año, con una gran variabilidad en el rendimiento, en el espacio y el tiempo. El fruto es de color verde, cuando está biche y varía de amarillo a rojo opaco cuando alcanza la madurez fisiológica, su epidermis es fina, suave y contiene cuatro celdas llenas de semillas envueltas en un mucílago claro, con un número promedio de 800 semillas por fruto. Además, tiene un pH ácido entre 3,5 a 4,5, y puede llegar a 8 cm de diámetro y de 4 a 6 cm de largo, con un peso promedio de 180 a 320 gramos (Arrázola, 1997).

Las características que más llaman la atención del lulo son el sabor, aroma y

color atractivo de la pulpa. La acidez y el contenido de sólidos solubles son los parámetros que se relacionan con el sabor del lulo, y la coloración verde de su pulpa y exquisito sabor le brinda grandes posibilidades para la agroindustria. La fruta madura puede procesarse con epidermis, obteniendo de esta forma mayores contenidos de minerales y fibra (Bermeo, 2005).

Apoiados en la información anteriormente descrita, teniendo en cuenta la heterogeneidad físico-química de la fruta y analizando su gran producción a nivel nacional, se desarrolló el presente trabajo basado en una fermentación biológica a partir del lulo mediante la utilización de la levadura *S. Cerevisiae*, para obtener una bebida alcohólica con propiedades similares a las del vino y que cumpla con los requerimientos descritos en la norma NTE INEN 1837.

## 2. Materiales y métodos

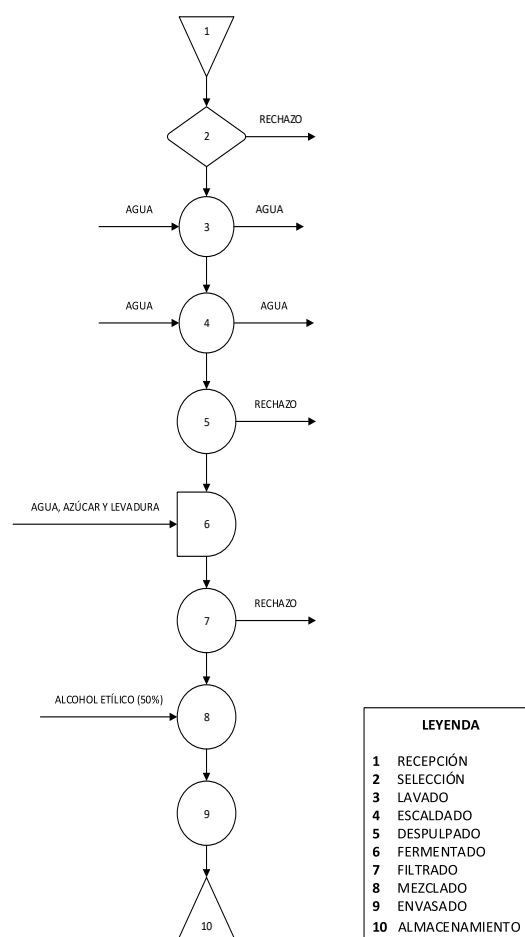
### 2.1. Diseño experimental

La transformación de materia prima se llevó a cabo en 5 matraces de 250 ml cada uno, para la fermentación de lulo (todos los recipientes mantuvieron las mismas propiedades). Diariamente se controlaron los parámetros de

operación: contenido de azúcares disueltos ( $^{\circ}$ Brix) mediante un refractómetro, el pH con un potenciómetro y los grados de alcohol-Gay Lussac ( $^{\circ}$ GL) con un alcoholímetro tipo boya. De este último parámetro depende que el proceso fermentativo se detenga, por lo cual el fermentado se destiló para poder medir los grados de alcohol, valor que no puede exceder los 10  $^{\circ}$ GL. Una vez obtenido el producto de la fermentación se determinó la relación producto/sustrato para el cálculo del dato experimental.

## 2.2. Obtención de la pulpa de lulo

Luego del proceso de escaldado (FAO, 2013) se retira la cáscara y las semillas del fruto obteniendo la pulpa con un rendimiento del 66,7 %, la cual debe poseer aproximadamente, 7 unidades de grados Brix medidos con un refractómetro y un pH de 3,4. Posteriormente, se mezclaron 100 ml de pulpa de naranjilla con 15 gramos de azúcar, midiendo  $^{\circ}$ Brix, esto con el objetivo de alcanzar una concentración de 20  $^{\circ}$ Brix. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo del proceso aplicado en esta investigación. En total, el proceso se compone de 10 operaciones unitarias, tomando como punto de partida la recepción del producto.



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de producción de aperitivo vínico de naranjilla

## 2.3. Activación de la levadura

La levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizada en la industria de panificación, se activó agregándola en 100 ml de agua caliente (30-38  $^{\circ}$ C), durante un periodo de 10 minutos.

## 2.4. Fermentación

Se mezclaron las cantidades señaladas de pulpa de lulo, azúcar y agua en cada uno de los 5 matraces hasta completar un volumen aproximado de 250 ml. Se esterilizaron los matraces en la autoclave para después en la cabina de

flujo laminar proceder a inocular las muestras con la levadura activada. Se cierran correctamente los recipientes dejando un volumen vacío de aire despreciable.

Los matraces fueron cerrados herméticamente, dejando un volumen vacío de aire despreciable.

Finalmente, los recipientes se ubicaron en un lugar con escaso ingreso de luz. Diariamente se midió el contenido de azúcares disueltos (°Brix) y el pH del proceso hasta alcanzar los 10 °GL.

### 2.5. Preparación del aperitivo vínico

El producto fermentado se mezcló con alcohol etílico al 50%, hasta llegar a un grado alcohólico entre 15 y 16 % v/v, con el objetivo de inhibir la actividad biológica de las levaduras y detener el proceso de fermentación.

## 3. Resultados y Discusión

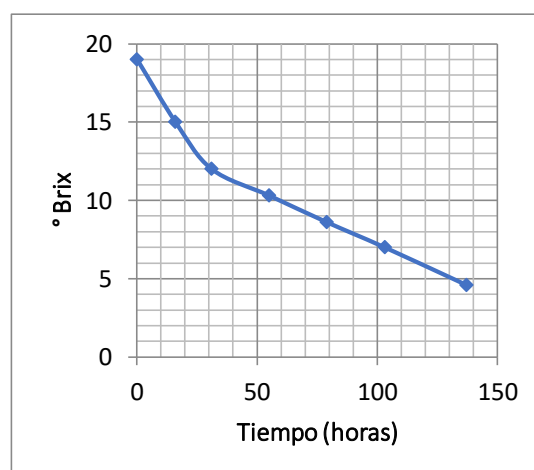
### 3.1. Rendimiento de la fruta

El rendimiento de lulo o naranjilla (*Solanum quitoense* L.) es de aproximadamente el 66,7%, es decir, que más de la mitad de la fruta es pulpa y está disponible para formar parte del medio fermentativo para la producción del aperitivo vínico de naranjilla; en la investigación realizada por Camacho

(1992) se obtuvo un rendimiento del 65%, es decir, en la presente investigación se alcanzó un rendimiento de pulpa superior.

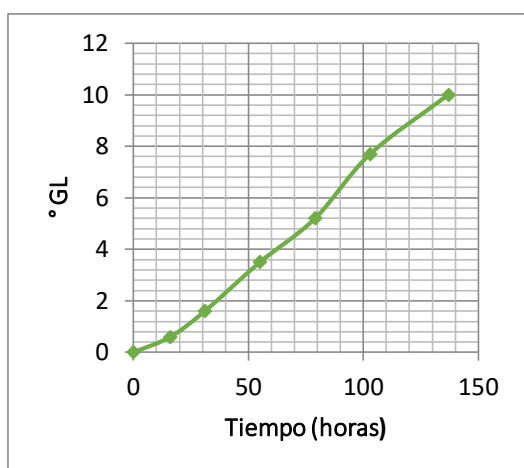
### 3.2. Etapa fermentativa

A medida que transcurrió el tiempo se observó un descenso en la concentración °Brix, ello se debe a que este parámetro, entendido como cantidad de azúcares en el medio fermentativo, es el sustrato que *S. Cerevisae* utiliza como fuente de carbono para producir mayor biomasa y metabolito primario, que es el alcohol etílico. La relación entre ambas variables es inversamente proporcional por lo explicado anteriormente (figura 2). El proceso arrancó con 19 °Brix y finalizó con 4,6 °Brix, por lo tanto, se consumió el 75,79% del contenido de sólidos solubles totales.



**Figura 2.** Cambios en el contenido de sólidos solubles totales (°Brix) respecto al tiempo

En lo que respecta al grado alcohólico, esta variable tiene una relación inversamente proporcional en el tiempo; esto debido a que durante el proceso fermentativo, la biomasa activa se reproduce y aumenta su concentración con el paso del tiempo, lo que conduce a la disminución del sustrato y el aumento del metabolito primario (alcohol etílico).

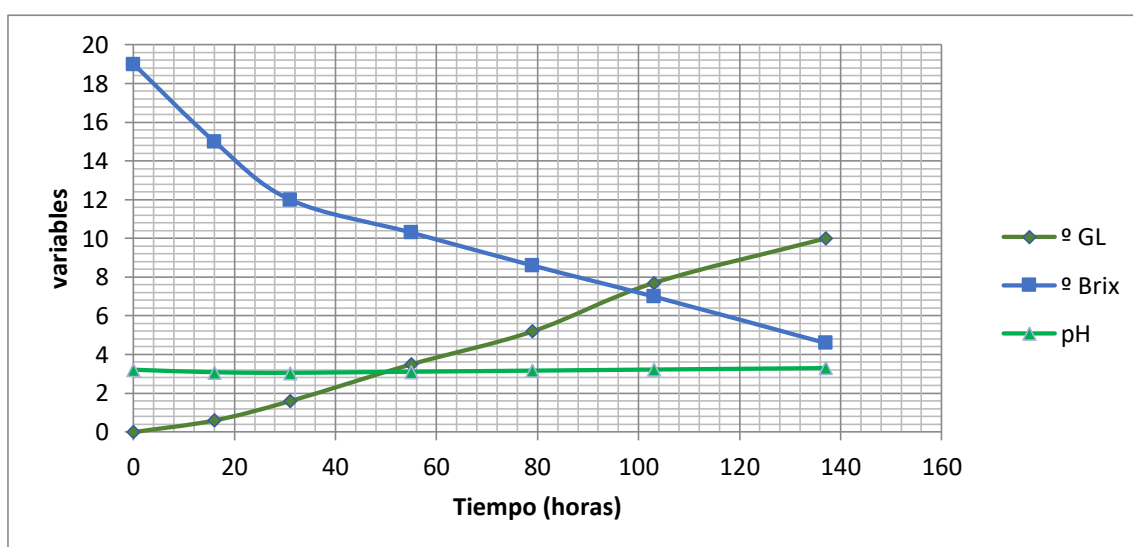


**Figura 3.** Cambios en la concentración de alcohol (°GL) en función del tiempo

En las figuras 2 y 3, se observa la disminución de la concentración de

sólidos solubles y el aumento en los grados de alcohol, respectivamente; estos resultados se corroboran en la investigación realizada por Camacho (1992) y Granados et al., (2013); por lo tanto, se concluye que la naranjilla es un sustrato que puede ser aprovechado por levaduras en la producción de aperitivo vínico.

La figura 4 muestra la relación entre las variables operacionales de la fermentación. Se puede observar que el pH a través del tiempo se mantiene constante mientras que la concentración de azúcares disminuye y los grados de alcohol aumentan, provocándose un equilibrio entre estos dos últimos (°Brix y °GL) a las 103,7 horas, es decir que en el punto en el que los °Brix tenían un valor de 7 unidades, los °GL también lo tenían.



**Figura 4.** Relación de las variables involucradas en la fermentación respecto al tiempo

Mediante la figura 4 se realiza una comparación entre las variables de operación más importantes dentro de la etapa de fermentación alcohólica. Al comparar estos parámetros con los obtenidos por Granados et al., (2013), se denota que existe una escasa diferencia entre los parámetros de ambos procesos a diferencia de la variable tiempo. Se puede observar que Granados et al., (2013) obtiene al final un aperitivo vínico con un porcentaje volumétrico de alcohol del 11% (11 °GL) durante 10 días de fermentación con *S. Cerevisae*, mientras que en el presente trabajo se alcanzó un grado alcohólico similar (10 °GL) en tan solo 6 días, existiendo así una diferencia importante en el tiempo, ya que desde el punto de vista técnico, un menor tiempo en la etapa de fermentación vínica representa un mayor rendimiento en el desarrollo productivo del proceso. Cabe resaltar que la diferencia señalada se puede atribuir al cambio efectuado en las proporciones de mezcla para la obtención del medio fermentativo y a la activación previa que se le realizó a la levadura, entendiéndose así la disminución en el tiempo de adaptación y/o aclimatación del microorganismo.

**Tabla 1.** Parámetros de operación en la producción de aperitivo vínico de naranjilla

Parámetros	Investigación	Granados et al. 2013
Tiempo (días)	6	10
°Brix inicial	19	20
°Brix final	4,6	-
°GL	10	11
pH inicial	3,2	3,4
pH final	3,3	3,44

Por otra parte, Machado et al., 2013 obtuvo vinos tintos mediante dos procedimientos de vinificación y obtuvo valores promedio de contenido de alcohol de 9,7 a 12,5 y pH de 3,3 a 3,4. Por consiguiente, los valores obtenidos en el presente trabajo se encuentran entre los rangos reportados en la investigación referenciada; así como en los reportes de Seung-Joo et al., 2006 y Bindon et al., 2013.

Finalmente, la acumulación de biomasa en el fondo del recipiente es un factor que incide directamente en el rendimiento del proceso, ya que la mala distribución de los microorganismos y un escaso contacto homogéneo con el sustrato generan eficiencias relativamente bajas. Es por esta razón que para el diseño del reactor fue necesario considerar los cálculos reológicos y así incluir un sistema de

mezclado que permita la correcta homogenización del medio fermentativo durante todo el proceso, con la misiva de alcanzar rendimientos superiores a los obtenidos en los experimentos realizados a escala laboratorio en el proceso de producción del aperitivo vínico de naranjilla.

### Conclusiones

Se desarrolló a escala de laboratorio la fermentación alcohólica de la naranjilla, dándole a la levadura las condiciones físicas y químicas necesarias para su inoculación; se alcanzó una conversión del 79% produciendo un aperitivo vínico con 10 °GL en un periodo de 137 horas.

Mediante el balance parcial de la ecuación biológica y el balance general del proceso de producción del aperitivo vínico, se concluye que las cantidades requeridas para formulación del medio fermentativo son las siguientes: por cada 100 litros de aperitivo vínico se requieren 20 kg de azúcar, 0,42 kg de levadura, 12 kg de pulpa de lulo y 61,33 L de agua.

Una vez analizados los resultados se determinó que, aunque el producto está dentro del rango establecido por las normas NTE INEN 1837 y 1932, el

proceso de fermentación sigue realizándose, lo que puede provocar problemas de desestabilización a mediano plazo.

### Bibliografía

- Arrázola, G. (1997). Agroindustrialización del corozo (*Bactris minor*). *Revista Temas Agrarios*, 4(2), 58-64.
- Bermeo, A. (2005). Caracterización de la variabilidad morfológica y algunos atributos químicos de los frutos en una colección de lulo (*Solanum quitoense* L.) y especies relacionadas de la sección *Lasiocarpa*. Tesis de titulación, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Medellín-Colombia.
- Bindon, K., Varela, C., Kennedy, J., Holt, H. & Herderich, M. (2013). Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 1. Grape and wine chemistry. *Food chemistry*, 138(2-3), 1696-1705. Doi: 10.1016/j.foodchem.2012.09.146
- Camacho, G. (1992). Obtención y conservación de pulpas de frutas. Memorias del curso de extensión Universidad Nacional (ICTA). Bogotá - Colombia.
- Machado, M., Gonçalves, M., Conti-Silva, A. & Del Bianchi, V. (2013).

- Influence of two different vinification procedures on the physicochemical and sensory properties of Brazilian non-*Vitis vinifera* red wines. *LWT-Food Science and Technology*, 54(2), 360-366. Doi: 10.1016/j.lwt.2013.06.020
- FAO. (2013). Fichas Técnicas. Procesado de Frutas. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-au168s.pdf>. Revisado el: 22/02/2019).
- Flórez, S., Miranda, D., Chaves, B., Fischer, G. & Magnitskiy, S. (2008). Growth of lulo (*Solanum quitoense* Lam.) plants affected by salinity and substrate. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(2), 402–408.
- Fundación Codesarrollo. (2006) Alianza Productiva de Lulo. Obtenido de: <http://www.codesarrollo.org.co/alianzas/alianzas/risaralda/productos/lulo/preinversion/PREINVERSION%20LULO%20DOSQUEBRAS%20SANTA%20ROSA%20RISARALDA.pdf>. Acceso: 11 de Julio de 2018.
- Granados, C., Torrenegra, M., Acevedo, D. & Romero, P. (2013). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del aperitivo vínico de lulo (*Solanum quitoense* L.). *Información tecnológica*, 24(6), 35-40. Doi: 10.4067/S0718-07642013000600006
- INEN. (1991). NTE INEN 1837. Bebidas alcohólicas. Licores. Requisitos. Quito-Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
- INEN. (1992). NTE INEN 1932. Bebidas alcohólicas. Licores de frutas. Requisitos. Quito-Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
- Seung-Joo, L., Jang-Eun, L., Hyeon-Wee, K., Sung-Soo, K. & Kyung-Hee, K. (2006). Development of Korean red wines using *Vitis labrusca* varieties: instrumental and sensory characterization. *Food Chemistry*, 94(3), 385-393. Doi:10.1016/j.foodchem.2004.11.035