

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2025,  
Volumen 9, Número 3.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1)

**EVALUACIÓN DE LA TONALIDAD Y PUREZA  
DE COLOR CIE L\*A\*B DE UNA BEBIDA  
ALCOHÓLICA DE PITAHAYA (HYLOCEREUS  
UNDATUS) CON MAÍZ MORADO (ZEA MAYS L)  
Y FLOR DE JAMAICA (HIBISCUS  
SABDARIFFA)**

**EVALUATION OF THE CIE L\*A\*B COLOR HUE AND PURITY  
OF AN ALCOHOLIC BEVERAGE MADE FROM PITAHAYA  
(HYLOCEREUS UNDATUS) WITH PURPLE CORN (ZEA MAYS  
L) AND HIBISCUS FLOWER (HIBISCUS SABDARIFFA)**

**Maritza Elizabeth Cabezas Vergara**  
Investigador independiente

**Ruby Estefania Uribe Campaña**  
Investigador independiente

**Oscar Manuel Albarracin Campaña**  
Investigador independiente

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i3.17800](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.17800)

## Evaluación de la tonalidad y pureza de color CIE L\*a\*b de una bebida alcohólica de pitahaya (*Hylocereus undatus*) con maíz morado (*Zea mays L*) y flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)

**Maritza Elizabeth Cabezas Vergara**[maritzakbzas95@gmail.com](mailto:maritzakbzas95@gmail.com)<https://orcid.org/0009-0003-2900-6887>

Investigador independiente

Ecuador

**Ruby Estefania Uribe Campaña**[reuc0596@gmail.com](mailto:reuc0596@gmail.com)<https://orcid.org/0009-0001-4100-6391>

Investigador independiente

Ecuador

**Oscar Manuel Albarracin Campaña**[oscar.albarracin87@gmail.com](mailto:oscar.albarracin87@gmail.com)<https://orcid.org/0009-0007-0616-2368>

Autor independiente

Ecuador

### RESUMEN

Las bebidas alcohólicas de frutas de descarte para exportación son una alternativa viable para el desarrollo agroindustrial, incorporando variantes al sistema tradicional de producción dan valor agregado cuando se logra estandarizar parámetros colorimétricos, sensométricos y físico químicos. Así, esta investigación permitió evaluar el color de una bebida alcohólica no destilada de pitahaya (*Hylocereus undatus*) diluida en una infusión de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y maíz morado (*Zea mays L*) a través del espacio CIE L\*a\*b. El diseño experimental partió de un arreglo factorial A\*B\*C, siendo A (12.5%, 15%, 17.5% y 20% de pulpa de pitahaya), B (levadura de cerveza y levadura de vino) y el C (maíz morado y flor de Jamaica) con 3 repeticiones siendo 48 las unidades experimentales. El maíz morado fue sometido a cocción para obtener una infusión, del mismo modo la flor de Jamaica y en líquido resultante se añadió la pulpa de pitahaya, licuando, filtrando y ajustando el mosto a 21 °Brix. Las respuestas experimentales se sometieron a un test de normalidad, demostrando que no se distribuye de forma normal, se aplicó test no paramétricos de Friedman y Holm. El mejor tratamiento fue la combinación de factores a0b1c0 (12.5% de pulpa + levadura de cerveza + maíz morado), estableciéndose los indicadores de color como luminosidad (35.83), tonalidad (19.59) y pureza (1.28), definiendo que la tonalidad de color está dentro del plano cromático +b\*+a\* es decir rojo. Además, se definió indicadores físicos químicos y sensométricos de la bebida alcohólica, el rendimiento es del 88.95%, para el mejor tratamiento de la bebida alcohólica, obteniendo así que por cada 12.5% de pulpa en 4 litros de agua obtendremos 3.558 L de bebida alcohólica fermentada. El mejor tratamiento fue sometido a análisis de metanol y polifenoles.

**Palabras claves:** bebida alcohólica, pitahaya, cromatografía, metanol, polifenoles

## **Evaluation of the CIE L\*a\*b color hue and purity of an alcoholic beverage made from pitahaya (*Hylocereus undatus*) with purple corn (*Zea mays L*) and hibiscus flower (*Hibiscus sabdariffa*)**

### **ABSTRACT**

Alcoholic beverages made from discarded fruits for export are a viable alternative for agroindustrial development, incorporating variants to the traditional production system that give added value when colorimetric, sensometric and physical-chemical parameters can be standardized. Thus, this research allowed evaluating the color of a non-distilled alcoholic beverage of red pitahaya (*Hylocereus undatus*) diluted in an infusion of Jamaica flower (*Hibiscus sabdariffa*) and purple corn (*Zea mays L*) through the CIE L\*a\*b space. The experimental design was based on a factorial arrangement A\*B\*C, I feel A (12.5%, 15%, 17.5% and 20% of pitahaya pulp), B (brewer's yeast and wine yeast) and C (purple corn and Jamaica flower) with 3 replicates being 48 experimental units. The purple corn was subjected to cooking to obtain an infusion, likewise the flower of Jamaica and the resulting liquid was added to the pitahaya pulp, liquefying, filtering and adjusting the must to 21°Brix. The experimental responses were subjected to a normality test, demonstrating that they were not normally distributed, and the Friedman and Holm non-parametric tests were applied. The best treatment was the combination of factors a0b1c0 (12.5% pulp + brewer's yeast + purple corn), establishing the color indicators as luminosity (35.83), tonality (19.59) and purity (1.28), defining that the color tonality is within the chromatic plane +b\*+a\*. red. In addition, physical, chemical and sensometric indicators of the alcoholic beverage were defined, the yield is 88.95%, for the best treatment of the alcoholic beverage, thus obtaining that for each 12.5% of pulp in 4 liters of water we will obtain 3.558 L fermented alcoholic beverage. The best treatment was subjected to methanol and polyphenol analysis.

**Keywords:** alcoholic beverage, pitahaya, chromatography, methanol, polyphenols

*Artículo recibido 19 abril 2025*

*Aceptado para publicación: 20 mayo 2025*



## INTRODUCCIÓN

Esta investigación se encamina a evaluar la eficiencia fermentativa, propiedades físico químicas y sensoriales de una bebida alcohólica no destilada de Pitahaya *Hylocereus undatus*, analizando la calidad sensorial, los parámetros físico químicos para el mejor tratamiento. Dado que la pitahaya tiene diversas propiedades medicinales que se pueden consumir de diversas formas, ya sea sola o en combinación para obtener productos con diferentes características físico químicas que sean seguros para el consumo humano, esta fruta con alto contenido de sólidos solubles, es ideal para la elaboración de bebidas alcohólicas destiladas y no destiladas [1].

En los procesos tecnológicos de obtención de bebidas alcohólicas fermentada se pueden mezclar con otras frutas, cereales y flores [2]; en contexto este trabajo incluye por consiguiente, el uso de un cereal tradicional en nuestra región, en este caso el maíz morado; La operación de infusión con frutas se utiliza para obtener un mosto, con el fin de combinar la pitahaya con la levadura y así transformarla en una bebida alcohólica con un sabor afrutado y refrescante, junto con la flor de Jamaica, permitiendo así ofrecer una bebida atractiva al consumidor. Las variables independientes a considerarse en el presente trabajo son: Porcentaje de la pulpa (12.5%, 15%, 17.5% y 20%); tipo de levadura (de vino y cerveza); con adjuntos (maíz morado y flor de Jamaica).

La pitahaya es una fruta comúnmente conocida como "fruta del dragón" es una fruta exótica, cuya reputación se está extendiendo por todo el mundo, su popularidad se debe a sus características físico químicas y nutricionales y a sus compuestos bioactivos, siendo considerada como un alimento funcional, siendo ampliamente utilizada por sus excelentes características organolépticas y por su valor comercial agregado, es una fruta excelente desde el punto de vista nutricional debido que contiene antioxidantes, mucílagos, ácido ascórbico, fenoles, es rica en vitamina C, también contiene vitaminas del grupo B, minerales como el calcio, el fósforo, el hierro, y tiene un alto contenido en agua y posee proteínas vegetales y fibra soluble [3].

Se considera que los factores y causas que conducen al no aprovechamiento de la pitahaya se deben mayormente a la falta de conocimientos de parte de los productores por este motivo se estableció realizar esta combinación de materias primas, para elaborar una bebida alcohólica que aporte ingresos extra. Existe gran variedad de bebidas fermentadas de distintas frutas y cereales, pero básicamente con



la utilización de la pitahaya no existe competitividad a nivel del mercado. El cultivo de pitahaya en Ecuador está creciendo lentamente. Se han desarrollado algunas iniciativas para aumentar la presencia de esta fruta en el mercado nacional. La asociación ASOPITAHAYA es un digno ejemplo de cómo se busca el desarrollo sostenible de estos cultivos [4].

El Oriente ecuatoriano, específicamente la región de Palora, cuenta con alrededor de 160 hectáreas de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), que permiten la cosecha de más de mil toneladas al año, la mayor parte de las cuales se exporta a los mercados internacionales y la parte restante se distribuye en el mercado interno a los locales Supermaxi, Megamaxi, mercados mayoristas, entre otros destinos [4].

La Pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), es la especie más cultivada de este fruto. Al igual que *Selenicereus megalanthus*, la especie

*H. undatus* es un cactus trepador que requiere de un soporte o tutor para su sustento, sus raíces corren paralelas al suelo y desarrollan raíces para sostener las vainas que se adhieren al soporte para maximizar la absorción de agua del medio. Sus flores son nocturnas y miden de 26 a 36 centímetros. Su fruto es verde antes de madurar y luego adquiere un color rojo violáceo. Su forma es ovoide, de hasta 7.74 centímetros de diámetro, pesa hasta 450 gramos y el color de la pulpa es blanco con semillas negras mate [4].

El maíz morado (nombre común) es una planta originaria de Ecuador, Perú, Bolivia, México y otros países ubicados en los bajos de los Andes, utilizada como alimento hace miles de años. Por su parte, el Ministerio de Agricultura y Riego (2017), en relación al maíz morado, señala que su nombre científico es *Zea mays* (L) y pertenece a la familia de las Gramíneas [13]. En la actualidad, el maíz morado ha cobrado singular importancia como antioxidante debido a su alto contenido en antocianinas, pudiendo utilizarse para controlar la hipertensión arterial. Estos efectos sugieren que las antocianinas presentan interesantes propiedades antioxidantes y, por tanto, podría representar una prometedora clase de compuestos útiles en el tratamiento de patologías en las que la producción de radicales libres desempeña un papel importante. La ingestión regular de esta planta peruana podría ser útil para las personas que sufren de hipertensión [15].



Las aplicaciones de la flor de Jamaica son diversas, se utiliza en la elaboración de colorantes alimentarios para zumos, mermeladas, vino, salsas y también para producir tintes textiles, las propiedades de la flor de hibisco pueden utilizarse con fines decorativos, industriales o comestibles, puede disfrutarse en sopas, ensaladas, té o agua fresca, en cualquier caso, es una flor llena de beneficios y especialmente importante para la salud [18].

La destilación del alcohol era relativamente poco conocida hasta finales del siglo XVI. Tanto los griegos como los romanos solo sabían hacer vino, entre las cuales había algunos que perfumaban, con hierbas aromáticas, posiblemente, entre ellos, sea el precursor de lo que conocemos hoy con el nombre de Vermut, que tiene demanda en todo el mundo, simplemente sorprendente, también hacían ciertos tipos de bebidas con altas concentraciones de azúcar y jugo de frutas, similar a los que conocemos hoy con el nombre de jarabes[23].

El modelo CIE  $L^*a^*b$  se basa en la respuesta de los observadores estándar a un estímulo luminoso, es decir, intenta imitar la respuesta humana media a las longitudes de onda de la luz y cómo una persona promedio ve el color en todo el espectro visible. Este modelo se ha utilizado ampliamente para el control de calidad de otros productos en las industrias textil, de pinturas, alimentaria y en otras frutas y verduras, debido a su facilidad para diferenciar el color de la muestra del color estándar. [29].

El espacio de color CIE  $L^*a^*b$  es un sistema cartesiano formado por 3 ejes, un eje vertical ( $L^*$ ) y dos ejes horizontales ( $a^*$  y  $b^*$ ). El eje vertical  $L^*$ , representa la medida de luminosidad de un color que varía desde cero para un negro hasta 100 para un blanco. El eje horizontal  $a^*$  representa una medida del contenido de rojo o verde de un color. Si un color tiene rojo, un  $a^*$  será positivo, mientras que, si un color tiene verde, un  $a^*$  será negativo. El eje horizontal  $b^*$ , perpendicular al eje  $a^*$ , representa una medida del contenido de amarillo o azul de un color. Los valores positivos de  $b^*$  indican contenido de amarillo, mientras que los valores negativos de  $b^*$  indican contenido de azul [9].

La investigación sobre la obtención de la bebida alcohólica se realizó con la extracción de jugos de especias y cáscara de piña más el maíz morado por 60 minutos, más un filtrado estandarizando con ácido cítrico y azúcar para así luego realizar su almacenado, para luego realizar la mezcla con aguardiente rectificado y llegar a concentraciones de 3, 6, 9, 12, 15 y 18°GL hasta obtener el producto final. Donde en la investigación se formuló un diseño experimental completamente al azar. Y así



estandarizar el proceso, utilizando bebida de maíz morado y adicionando alcohol rectificado 3,6,9,12,15 y 18°A, se determinaron pH donde el promedio más alto fue para T5 con 4.57 y el más bajo para T1 con 4.38 la acidez fue 0.20 T4 y 0.333 para T2, T5 y T6, los sólidos solubles 5.76 °Brix T1 10.80 para T6, densidad 1.023 T6 y 1,038 T1 y la viscosidad de 1.151 T1 y 1.691 T6; se realizó la evaluación organoléptica para identificar las mejores características sensoriales y mayor aceptación para el consumidor [35].

En la naturaleza existe una gran variedad de compuestos que presentan una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o más anillos fenólicos. Estos compuestos pueden denominarse polifenoles. Se originan principalmente en las plantas, que los sintetizan en grandes cantidades como producto de su metabolismo secundario. Algunos son indispensables para las funciones fisiológicas de las plantas. Otros intervienen en funciones de defensa en situaciones de estrés y estímulos diversos (agua, luz, etc.) [31].

Los compuestos fenólicos constituyen uno de los grupos de micronutrientes presentes en el reino vegetal, siendo parte importante de la dieta tanto humana como animal. Estos compuestos tradicionalmente han sido considerados como anti nutrientes, debido al efecto adverso de uno de sus componentes mayoritarios, los taninos, sobre la digestibilidad de la proteína. Sin embargo, actualmente se ha despertado un reciente interés por estos compuestos debido a sus propiedades antioxidantes y sus posibles implicaciones beneficiosas en la salud humana, tales como en el tratamiento y prevención del cáncer, enfermedad cardiovascular y otras patologías de carácter inflamatorio [32].

## **METODOLOGÍA**

### ***Localización***

La materia prima básica para la experimentación, se obtuvo de los siguientes lugares:

- La pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya roja), se obtuvo desde el Centro de Acopio Exportadora Ecuador Divine Pitahaya ubicada en la parroquia San Carlos, cantón Quevedo Provincia de Los Ríos.
- El maíz morado y la flor de Jamaica se obtuvieron en Tienda de Comestibles NUGGFRUTS ubicada en la ciudad de Quito.



El proceso de elaboración de la bebida alcohólica fermentada se realizó en el cantón Valencia, Provincia de Los Ríos. Los análisis físicos químicos se realizaron en el laboratorio de Bromatología del Campus la María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

El análisis de Metanol se lo realizó en LABOLAB (análisis de alimentos, aguas y afines) ubicado en la ciudad de Quito. El análisis de Polifenoles se le realizó en INIAP (laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos) en la ciudad de Quito.

Los análisis de esta investigación se los realizó en el Laboratorio de Bromatología, ubicado en la Finca Experimental "La María" de la Universidad Técnica del Estado de Quevedo, situada en el km 7 ½ de la vía Quevedo - El Empalme, Campus San Felipe, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Entre las coordenadas geográficas de 01°06' de latitud sur y 79°29' de longitud oeste, a una altitud de 74 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 25.8 °C. Se encuentra a 1° 20' 30" de latitud sur y 79° 28' 30" de longitud oeste, dentro de una zona subtropical.

### ***Tipos de investigación***

Se denomina experimental a esta investigación ya que se ejecutó ensayos que ayudo a establecer el efecto producido de la bebida de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en combinación con maíz morado (*Zea mays L*) y flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) con diferentes concentraciones de pulpa para la obtención de una bebida alcohólica fermentada de características sensoriales aceptables. Y, la investigación analítica, está relacionado con la interpretación y el análisis de los datos obtenidos sobre las características físico químico y sensorial de la bebida alcohólica fermentada de pitahaya en combinación con maíz morado y flor de Jamaica. A través de la investigación bibliográfica, se obtuvo información de libros, artículos científicos, informes, fichas técnicas y normas relacionadas con la producción de bebidas fermentadas y vino para poder realizar una comparación válida con los resultados obtenidos.

### ***Métodos de investigación***

Se utilizó un método deductivo-inductivo para comparar los resultados obtenidos de los factores de estudio de la bebida alcohólica fermentada de pitahaya en combinación con maíz morado y flor de Jamaica, y el producto final, así como para evaluar las hipótesis y determinar las conclusiones de los objetivos de la investigación. Se utilizó el método analítico para determinar el mejor tratamiento en



cuanto a las características físicas químicas de la bebida fermentada de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya roja), con maíz morado (*Zea mays* L) y flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*).

### ***Métodos Estadísticos***

Los datos obtenidos mediante el análisis se cuantificaron, se ordenaron y tabularon, lo que condujo a los resultados presentados en este documento.

### ***Fuentes de recopilación de información***

Los datos recogidos se obtuvieron de artículos científicos, libros, pdf, fichas técnicas, tesis y reglamentos de normalización (INEN, CODEX STAN), lo que demuestra que esta investigación se ha desarrollado con apoyo científico y normativo.

### ***Diseño de la investigación***

Los experimentos de la investigación se desarrollaron bajo un diseño A\*B\*C. En general, los diseños experimentales se programan al azar para que los errores no se propaguen de un experimento a otro y garantizar la replicabilidad de las experiencias. Las respuestas experimentales fueron sometidas a pruebas de normalidad mediante Kolmogorov- Smirnov ( $p < 0.05$ ) con el uso respectivo de software estadístico (IBM SPSS Statistics Editor de datos). Una vez demostrado que los datos no se distribuyen de forma normal se aplicaron test no paramétricos de Friedman y Holm.

### ***Factores de estudio***

En la siguiente tabla, se detallan los factores planteados para la investigación.

**Tabla 1**  
*Descripción Factores de estudios*

<b>Factores</b>	<b>Simbología</b>	<b>Descripción</b>
A: Concentración de pulpa	a <sub>0</sub>	Pulpa 12.5%
	a <sub>1</sub>	Pulpa 15%
	a <sub>2</sub>	Pulpa 17.5%
	a <sub>3</sub>	Pulpa 20%
B: Levaduras	b <sub>0</sub>	Levadura de vino
	b <sub>1</sub>	Levadura de cerveza
C: Combinación	c <sub>0</sub>	Maíz morado
	c <sub>1</sub>	Flor de Jamaica

*Nota.* Elaboración propia

## Tratamientos

En la siguiente tabla se muestra la interacción de los factores A, B y C, con los niveles en A = 4, B = 2, C = 2 y R = 3 dando como resultado un total de 48 tratamientos.

Número	Simbología	Descripción
1	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Pulpa 12.50% + Levadura de vino + Maíz morado
2	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Pulpa 12.50% + Levadura de vino + Flor de Jamaica
3	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Pulpa 12.50% + Levadura de cerveza + Maíz morado
4	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Pulpa 12.50% + Levadura de cerveza + Flor de Jamaica
5	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Pulpa 15% + Levadura de vino + Maíz morado
6	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Pulpa 15% + Levadura de vino + Flor de Jamaica
7	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Pulpa 15% + Levadura de cerveza + Maíz morado
8	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Pulpa 15% + Levadura de cerveza + Flor de Jamaica
9	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Pulpa 17.50% + Levadura de vino + Maíz morado
10	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Pulpa 17.50% + Levadura de vino + Flor de Jamaica
11	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Pulpa 17.50% + Levadura de cerveza + Maíz morado
12	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Pulpa 17.50% + Levadura de cerveza + Flor de Jamaica
13	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Pulpa 20% + Levadura de vino + Maíz morado
14	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Pulpa 20% + Levadura de vino + Flor de Jamaica
15	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Pulpa 20% + Levadura de cerveza + Maíz morado
16	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Pulpa 20% + Levadura de cerveza + Flor de Jamaica

*Nota.* El tamaño de cada unidad experimental fue de: 4 litros. Elaboración propia

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso comenzó con la recepción de 2 kg de flor de Jamaica y 5 kg de maíz morado desde la Tienda de Comestibles NUGGFRUTS ubicada en la ciudad de Quito. Los 24 kg de Pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) desde el Centro de Acopio de la Exportadora Ecuador Divine Pitahaya ubicada en la parroquia San Carlos.

### *Infusión de maíz morado con frutas*

La infusión a base de maíz es un alimento funcional, junto con frutas para así llegar a obtener un mosco con aroma frutal donde se realizó lo siguiente:

- Se recibió la materia prima (maíz morado) y se desgranó para su posterior lavado. En una olla se procedió a hervir el agua, especias y cáscara de piña, durante 10 minutos, luego el maíz morado y frutas picadas como las manzanas y piñas, durante 10 minutos más, seguidamente se agregó la frutilla



y la uva, en total esta preparación hirvió 30 minutos, después de ser apagado, se le agrega el zumo de un limón, se dejó enfriar para proceder a colar el preparado, la infusión tuvo un valor inicial de sólidos solubles de 5 °Brix.

### ***Infusión de flor de Jamaica***

La infusión de flor de Jamaica es un alimento funcional, junto con canela para así llegar a obtener un mosco con aroma floral donde se realizó lo siguiente:

- Se receiptó la materia prima (flor de Jamaica), se ha lavado. Luego en una olla se procedió a hervir el agua para agregar la flor de Jamaica y canela por 10 minutos, se dejó enfriar para proceder a colar, la infusión tuvo un valor inicial de sólidos solubles de 0 °Brix.

### ***Descripción del proceso de elaboración de una bebida alcohólica de Pitahaya (Hylocereus undatus) con Maíz morado (Zea mays L) y Flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa)”.***

Para todas las pruebas experimentales y de proceso se utilizó el maíz en estado seco. Para la elaboración de la bebida alcohólica fermentada a partir del maíz morado (Zea mays L.) con pitahaya (Hylocereus undatus) y flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) se realizó el siguiente procedimiento.

### ***Recepción materia prima***

- Se realizó la cosecha manual de la pitahaya proveniente del cantón San Carlos de la empresa Juan Pitahaya, donde fueron transportadas al cantón Valencia.

### ***Selección y clasificación***

- Se seleccionó las frutas en buen estado, en esta operación se retirará las pitahayas, que estén con cortes, picaduras, y defectos en su color, o con daños fisiológicos que afecten en el proceso de fermentación pudiendo contaminar el producto.

### ***Lavado***

- El lavado se realizó con el fin de quitar todas las impurezas como tierra, que las frutas llegan a tener y seguidamente se procedió a un lavado con agua clorada (130 ppm).

### ***Descortezado***

- Se realizó el respectivo pelado de la fruta sacando las cortezas de pitahayas para iniciar su respectivo proceso.



### ***Troceado***

- Se trocearon cortándola en cuadritos pequeños para que puedan ser trituradas en la licuadora y así obtener el extracto de pitahaya.

### ***Preparación del mosto***

- Se realizó la mezcla para la obtención del mosto, el cual consiste en 4 litros de infusión de maíz morado y flor de Jamaica, luego se corrige los sólidos solubles a 21°Brix con azúcar comercial Valdez, posteriormente se agrega la pulpa de pitahaya en cada tratamiento con su respectiva concentración de 12.5%, 15%, 17.5% y 20%.

### ***Inoculación***

- En este proceso se utilizó levaduras de cerveza (Safale SF-04) y de vino (Lalvin D47) según el tratamiento empleado, estas levaduras se disolverán en el agua caliente ( $\pm 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) que contenga una pequeña cantidad de azúcar y se deja por 20 minutos para que se activen. Luego se inocula esta levadura en el mosto y se coloca en los respectivos recipientes limpios.

### ***Fermentación***

- La mezcla se dejó fermentar en botellas de plástico cubiertas con fundas negras y las tapas contarán con un orificio por la cual se introducirá una manguera para liberar CO<sub>2</sub>, se sella correctamente con cinta, para que actúe como trampa de aire (no permite el ingreso de aire al interior de la botella) y a su vez elimina el CO<sub>2</sub> para lograr que el mosto se transforme en alcohol.

### ***Maduración***

- El proceso de maduración es la etapa de la cual la bebida adquiere una mayor intensidad de sus aromas y sabores este proceso tardó al menos 10 días, la maduración entre más días tenga los vinos alcanzan su mayor intensidad de sus sabores, aromas y coloración.

### ***Trasiego***

- Consistió en separar de la bebida aquellas materias sólidas depositadas en el fondo de los recipientes, durante la fermentación y durante las diferentes etapas de la crianza o maduración.

### ***Esterilización de envases***

- Este proceso reduce las posibilidades de contaminación y de crecimiento de los microorganismos, que se encuentran en el ambiente, se seleccionó frascos de vidrio transparente para



observar su coloración, previamente esterilizados dejando un espacio libre para que el producto pueda desarrollar vacío.

### ***Embotellado***

- Es la etapa más crítica en el proceso de fermentación la cual logra mantener la calidad de la bebida alcohólica, el cual se realizó en las botellas de vidrio de 750 mL de capacidad taponadas con corchos de maderas para su posterior almacenamiento y para sus respectivos análisis.

### ***Almacenado***

- Consiste en almacenar las botellas en lugares adecuados pueden ser en refrigeración o en perchas a temperatura ambiente.

### ***Análisis físico químico***

#### ***Determinación de sólidos solubles (°Brix).***

Según la Norma NTE INEN 380 (1985-12) indica el uso del refractómetro para productos líquidos: se mezcló bien la muestra y se usó directamente para la determinación, que consistió en colocar 2 gotas de la muestra en el prisma fijo del refractómetro y ajustar inmediatamente el prisma movable. Leer el valor del índice de refracción.

#### ***Determinación de pH.***

El procedimiento para la determinación del pH se hizo siguiendo lo propuesto por la Norma NTE INEN 389 (1985-12). En la determinación del pH se colocó la muestra en un vaso de precipitación, para determinar el pH se introdujo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente, se espera unos minutos para recolectar el resultado de la muestra.

#### ***Determinación de Acidez titulable***

Siguiendo lo propuesto por la Norma NTE INEN 341 (1978 - 03) para productos líquidos. Se añadió 10 mL de muestra, luego se adicionó 50 mL de agua destilada en un matraz Erlenmeyer añadiendo 5 gotas de fenolftaleína, se añadió la solución 0.1 N de hidróxido de sodio, agitando hasta alcanzar pH 7, determinado con el potenciómetro; se continuó añadiendo lentamente solución de 0.1 N de hidróxido de sodio hasta obtener pH 8.1 aproximadamente. La acidez para productos líquidos se determina mediante la ecuación siguiente:



$$(\% \text{ Acidez}) = [V_{NaOH} * N_{NaOH} * F_{acido}] \times 100$$

$V_m$

Siendo:

$V_{NaOH}$  = Volumen consumido del hidróxido de sodio.

$N_{NaOH}$  = Normalidad del hidróxido de sodio (0.1).

$F(\text{acido})$  = Factor del ácido predominante (0.090).

$V_m$  = Volumen de la muestra (mL).

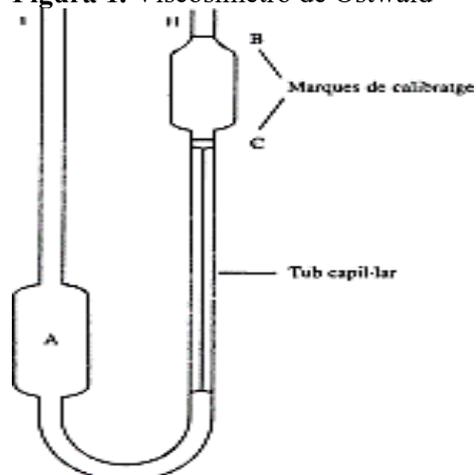
### ***Determinación de Grado alcohólico***

El procedimiento para la determinación de grado alcohólico se realizó siguiendo lo propuesto por la Norma NTE INEN 360 (1978– 04), se utilizó una probeta en la cual se adicionó 100 mL, a 20 °C de cada tratamiento de la bebida alcohólica, y se introdujo el alcoholímetro dejando que éste flote en el centro, y así se realizó la lectura de la graduación alcohólica.

### ***Determinación de viscosidad***

El procedimiento para la determinación de viscosidad se efectuó siguiendo lo propuesto por la Norma ISO 3105 - 1994 de Cinemática del viscosímetro capilar de cristal de especificaciones y modo de empleo. Para medir la viscosidad de la bebida, se procedió a realizarlo por el método de viscosímetro de Ostwald.

**Figura 1.** Viscosímetro de Ostwald



Nota. Fuente [42]

Con una pipeta, se introduce la muestra en la ampolla A, con la ayuda de una manguera de 3.5 cm de diámetro, insufla aire de modo que el líquido de la segunda ampolla quedando un poco más arriba del

enrase B. Se deja caer el líquido poniendo en marcha el cronómetro en el momento en que la superficie del líquido pasa por B y deteniéndolo al momento de llegar que pasa por C, registrando el tiempo de caída del fluido.

Para determinar la viscosidad de la muestra se aplica la siguiente fórmula.

$$N_2 = \frac{[N_1 * \rho_2 * t_2]}{\rho_1 * t_1}$$

Siendo:

N1: Viscosidad de agua.

p1: densidad del agua.

t1: tiempo de caída del agua.

N2: Viscosidad de la muestra.

p2: Densidad de la muestra.

t2: Tiempo de caída en el viscosímetro.

### ***Determinación de colorimetría***

Siguiendo lo propuesto por la Norma NTE INEN-IEC 61966-2-1 Equipos y sistemas multimedia. Medición y gestión del color. Parte 2-1: gestión del color. Espacio cromático RGB. El color se determinó mediante el equipo analyzer lutron RGB - 1002 midiendo los valores en RGB para posterior transformarlos en L\*a\*b. donde L indica la luminosidad, mientras que, a\* y b\* representan la cromaticidad donde, cada uno de los tratamientos se los hizo por triplicado, tomando 200 ml de muestra ubicado en un matraz erlenmeyer, ubicándolo por encima del sensor externo para luego arrojar los valores de color.

Se utilizaron los valores de Cromaticidad a\* y b\* para calcular el índice de saturación del color (C) con la ecuación 1 y el ángulo de tono (H) con la ecuación 2.

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

$$h_{ab}^* = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (2)$$

En la presente investigación no se encontró referencia respecto al producto que se realizó, en tal virtud quedan los datos de los indicadores establecidos tanto en los parámetros físico químicos, CIEL a\*b y sensorial, como base para futuras investigaciones. Los indicadores físico químicos son los siguientes

(°Brix, pH, acidez, grados alcohólicos), CIE L\*a\*b\* (luminosidad, L\*; tonalidad, h\*; pureza, C\*) y análisis sensorial (fases de color, translucidez, aroma, sabor y aceptabilidad).

**Resultados de los análisis físico químicos de una bebida alcohólica fermentada (*Hylocereus undatus*) con maíz morado (*Zea mays L*) y flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*).**

Para una mejor interpretación de los resultados, se parte de un análisis estadístico, (prueba de normalidad) para la aplicación de técnicas paramétricas o no paramétricas.

**Tabla 2.** Resultados de la tabla de normalidad de los análisis físico químicos

	Estadístico	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> gl	Sig.
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.187	15	0.003
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.276	15	0.003
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.219	15	0.001
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.177	15	0.004
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.123	15	0.002
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.271	15	0.004
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.201	15	0.004
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.288	15	0.002
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.296	15	0.001
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.182	15	0.004
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.238	15	0.002
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.294	15	0.001
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.280	15	0.003
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.154	15	0.002
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.235	15	0.002
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.276	15	0.003

*Nota.* Valor calculado por el programa SPSS. Elaboración propia

Se observa que los valores de significancia de Kolmogorov-Smirnov son menores que 0.05 en consecuencia, la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) es rechazada porque las respuestas experimentales no se distribuyen de forma normal. Una vez mostrados los resultados e interpretación se proceden a emplear un conjunto de test no paramétricos para identificar al mejor tratamiento.

Seguido en la Tabla 3, se evidencia el resultado del test de Friedman a partir de la hipótesis planteada en esta investigación. De la misma manera se detallan los valores de ranking de cada uno de los tratamientos estudiados.



**Tabla 3.** Test de Friedman aplicado a las respuestas experimentales de los análisis físicos químicos de una bebida alcohólica fermentada

Algorithm	Ranking
$a_0 b_0 c_0$	3.233
$a_0 b_0 c_1$	8.0
$a_0 b_1 c_0$	0.999
$a_0 b_1 c_1$	8.5
$a_1 b_0 c_0$	2.133
$a_1 b_0 c_1$	9.966
$a_1 b_1 c_0$	10.799
$a_1 b_1 c_1$	12.200
$a_2 b_0 c_0$	10.900
$a_2 b_0 c_1$	10.200
$a_2 b_1 c_0$	11.366
$a_2 b_1 c_1$	11.266
$a_3 b_0 c_0$	5.366
$a_3 b_0 c_1$	8.633
$a_3 b_1 c_0$	13.433
$a_3 b_1 c_1$	9.0

Nota. Valor calculado por el Test de Friedman:  $6.59 \cdot 10^{-11}$ . Elaboración propia

Analizando la tabla, se evidencia que el valor computado de P calculado del test de Friedman es: 6.59 cuyo valor es menor que 0.05, en consecuencia, quiere decir que, existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que es necesario reportar el test de Holm.

**Tabla 4.** Test de Holm ( $\alpha = 0.05$ ) aplicado a las respuestas experimentales de los análisis físico químicos de una bebida alcohólica.

<i>i</i>	algorithm	$z = (R_0 - R_i) / SE$	<i>P</i>	Holm/Hochberg
15	$a_3 b_1 c_0$	7.15194	$8.56 \cdot 10^{-13}$	$3.3 \cdot 10^{-3}$
14	$a_1 b_1 c_1$	6.44250	$1.18 \cdot 10^{-10}$	$3.5 \cdot 10^{-3}$
13	$a_2 b_1 c_0$	5.96315	$2.47 \cdot 10^{-9}$	$3.8 \cdot 10^{-3}$

12	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	5.90563	3.51*10 <sup>-9</sup>	4.1*10 <sup>-3</sup>
11	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	5.69471	1.24*10 <sup>-8</sup>	4.5*10 <sup>-3</sup>
10	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	5.637192	1.728E-8	5*10 <sup>-3</sup>
9	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	5.29205	1.21*10 <sup>-8</sup>	5.5*10 <sup>-3</sup>
8	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	5.157839	2.49*10 <sup>-7</sup>	6.2*10 <sup>-3</sup>
7	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	4.601789	4.19*10 <sup>-6</sup>	7.1*10 <sup>-3</sup>
6	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	4.390874	1.13*10 <sup>-5</sup>	8.3*10 <sup>-3</sup>
5	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	4.314178	1.60*10 <sup>-5</sup>	1*10 <sup>-2</sup>
4	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	4.026566	5.66*10 <sup>-5</sup>	1.25*10 <sup>-2</sup>
3	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	2.511810	0.0120	1.66*10 <sup>-2</sup>
2	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	1.284666	0.1989	2.5*10 <sup>-2</sup>
1	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.651920	0.5144	5*10 <sup>-2</sup>

Nota. Valor calculado por el Test de Friedman. Elaboración propia

Según el reporte del test de Holm demostrado en la tabla 4 indica que el mejor tratamiento en el análisis físico químico es el a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub> que corresponde a la combinación de factores (Pulpa 12.5% + Levadura de cerveza + Maíz morado). Además, el referido test indica que existe diferencia significativa del a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub> frente a los tratamientos a<sub>3</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>; pero, no existe diferencia significativa frente a a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub> y a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>.

**Tabla 5.** Cuadro de parámetros del análisis físico químico del mejor tratamiento de una bebida alcohólica fermentada.

Tratamiento	Ph	°Brix	Acidez (%)	Viscosidad (cP)	°GL
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	4.4 ± 0.36	8.7 ± 0.89	0.69 ± 0.12	2.56 ± 0.55	13.39 ± 1.44

Nota. Elaboración propia

**Discusión de los análisis físico químicos de una bebida alcohólica de pitahaya (*Hylocereus undatus*) con maíz morado (*Zea mays L*) y flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*).**

En cuanto a los resultados obtenidos de la bebida alcohólica fermentada de pitahaya con maíz morado y flor de Jamaica, se destacó como mejor tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub>, en el cual se evidenció un pH con valor

de 4.4, por otro lado, se obtuvo un valor de 8.7 °Brix, en cuanto a viscosidad dio como resultado 2.56, el valor obtenido en acidez fue de 0.69%, el valor alcohólico del mejor tratamiento fue 13.39 °GL.

Los valores obtenidos de la medición de grados alcohólicos de todos los tratamientos estuvieron en un rango de 9.0 a 13.56 °GL, estos resultados están dentro de lo establecido por la NTE INEN 374 los valores van de entre 5.0 a 18.0 °GL. Para bebidas fermentadas. Los valores entre los tratamientos varían entre sí, esto se debe a ciertos factores que se dan durante la elaboración y fermentación de la bebida alcohólica, estos pueden ser: temperatura, tipo de levadura, tiempo de fermentación, crianza de la bebida, la concentración de fruta, estado de madurez, sus características sensoriales y físico químicas, entre otros.

El tratamiento que presentó los valores más bajo en el Test de Holm fue a3b1c0, con un valor de pH de 3.1, se obtuvo un valor de 6.3 °Brix, en cuanto a viscosidad dio como resultado 0.24, el valor obtenido en acidez fue de 1.22%, y el alcanzado en grado alcohólico fue de 9.3 °GL. Para una mejor interpretación de los resultados, se parte de un análisis estadístico, (prueba de normalidad) para la aplicación de técnicas paramétricas o no paramétricas.

**Tabla 6.** Prueba de normalidad de los análisis de colorimetría a través del espacio CIE L\*a\*b\*

	Estadístico	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> gl	Sig.
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.293	9	0.002
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.350	9	0.003
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.343	9	0.003
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.303	9	0.001
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.355	9	0.002
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.315	9	0.001
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.210	9	0.002
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.352	9	0.002
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.351	9	0.002
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.352	9	0.002
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.316	9	0.001
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.365	9	0.001
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.304	9	0.004
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.326	9	0.004
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.300	9	0.003
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.351	9	0.002

Nota. Valor calculado por el programa SPSS. Elaboración propia

Se demuestra que los valores de significancia de Kolmogorov-Smirnov son menores que 0.05 en consecuencia, la hipótesis nula ( $H_0$ ) es rechazada porque las respuestas experimentales no se distribuyen de forma normal.

Una vez mostrados los resultados e interpretación se proceden a emplear un conjunto de test no paramétricos para identificar al mejor tratamiento.

Seguido en la Tabla 6, se evidencia el resultado del test de Friedman a partir de la hipótesis planteada en esta investigación. De la misma manera se detallan los valores de ranking de cada uno de los tratamientos estudiados.

**Tabla 7.** Test de Friedman aplicado a las respuestas experimentales de Colorimetría de una bebida alcohólica fermentada.

<i>Algorithm</i>	<i>Ranking</i>
$a_0 b_0 c_0$	7.666
$a_0 b_0 c_1$	12.111
$a_0 b_1 c_0$	1.444
$a_0 b_1 c_1$	9.445
$a_1 b_0 c_0$	4.888
$a_1 b_0 c_1$	12.222
$a_1 b_1 c_0$	9.111
$a_1 b_1 c_1$	10.055
$a_2 b_0 c_0$	7.444
$a_2 b_0 c_1$	12.666
$a_2 b_1 c_0$	9.444
$a_2 b_1 c_1$	6.555
$a_3 b_0 c_0$	6.0
$a_3 b_0 c_1$	9.333
$a_3 b_1 c_0$	9.777
$a_3 b_1 c_1$	7.833

*Nota.* Valor calculado por el Test de Friedman:  $1.14 \cdot 10^{-5}$ . Elaboración propia

Se puede evaluar que el valor computado por el test de Friedman es:  $1.14 \cdot 10^{-5}$ , cuyo valor es menor que 0.05 eso quiere decir que estadísticamente existe diferencia significativa, es decir que es necesario reportar el test de Holm, para determinar el mejor tratamiento.



**Tabla 8.** Test de Holm ( $\alpha = 0.05$ ) de colorimetría de una bebida alcohólica fermentada

<i>i</i>	<i>algorithm</i>	$z = (R0 - Ri) / SE$	<i>P</i>	<i>Holm /Hochberg</i>
15	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	5.00024	5.73*10 <sup>-7</sup>	3.33*10 <sup>-3</sup>
14	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	4.80221	1.57*10 <sup>-6</sup>	3.57*10 <sup>-3</sup>
13	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	4.75270	2.01*10 <sup>-6</sup>	3.84*10 <sup>-3</sup>
12	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	3.83682	1.25*10 <sup>-4</sup>	4.16*10 <sup>-3</sup>
11	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	3.71305	2.04*10 <sup>-4</sup>	4.54*10 <sup>-3</sup>
10	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	3.56453	3.65*10 <sup>-4</sup>	5*10 <sup>-3</sup>
9	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	3.56453	3.65*10 <sup>-4</sup>	5.5*10 <sup>-3</sup>
8	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	3.51502	4.39*10 <sup>-4</sup>	6.25*10 <sup>-3</sup>
7	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	3.41600	6.35*10 <sup>-4</sup>	7.14*10 <sup>-3</sup>
6	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	2.84667	0.0044	8.33*10 <sup>-3</sup>
5	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	2.77241	0.0055	1*10 <sup>-2</sup>
4	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	2.67339	0.0075	1.25*10 <sup>-2</sup>
3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	2.27733	0.0227	1.66E-2
2	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	2.02980	0.0423	2.5*10 <sup>-2</sup>
1	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	1.53472	0.1248	5*10 <sup>-2</sup>

Nota. Valor calculado por el Test de Friedman. Elaboración propia

Este test ordena a los tratamientos de forma descendente teniendo en cuenta su magnitud. En la Tabla 8 se puede observar los valores de p y Holm indica que el mejor tratamiento en el análisis de colorimetría es el a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub> que corresponde a la combinación de factores (Pulpa 12.5% + Levadura de cerveza + Maíz morado). Además, el referido test indica que existe diferencia significativa del a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub> frente a los tratamientos a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>; pero no existe diferencia significativa frente a a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub> y a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>.

**Tabla 9.** Cuadro descriptivo del color a través del espacio CIE L\*a\*b de una bebida alcohólica fermentada al mejor tratamiento.

Tratamiento	R	G	B	L*	A*	B*	Luminosidad	Tonalidad	Pureza
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	67.04	65.01	65.05	35.83	6.56	9.68	35.83±3.11	19.59±2.81	1.28±1.01

Nota. Elaboración propia



***Discusión del análisis colorimétrico a través del espacio CIE L\*a\*b\* (luminosidad, L\*; matiz, h\*; pureza, C\*) de las bebidas alcohólicas fermentadas***

Se constató en los resultados de colorimetría que el tratamiento a0b1c0 obtuvo en luminosidad un valor de 35.83, lo cual indica que mientras más se acerque el valor a 100, más brillante será, y cuanto más cerca esté el valor de 0, será más oscuro, respecto a la tonalidad en la investigación se obtuvo el valor de 19.59 inclinándose a una tonalidad púrpura - rojo, por lo tanto, en pureza, dio como resultado 1.28 generando un desplazamiento hacia tonalidades rojas; en cuanto al tratamiento a2b0c1 se obtuvo un valor de 25.16 en luminosidad mientras que el valor de tonalidad fue 19.48 por consiguiente el valor de pureza fue 0.79, por lo tanto este tratamiento presentó los valores más bajos en cuanto a la bebida alcohólica fermentada.

***Resultados y discusión del análisis sensorial***

***Fases de color, translucidez, aroma, sabor y aceptabilidad) de la bebida alcohólica fermentada***

Para una mejor interpretación de los resultados, se parte de un análisis estadístico, (prueba de normalidad) para la aplicación de técnicas paramétricas o no paramétricas.

**Tabla 10.** Prueba de normalidad de los análisis sensoriales

	Estadístico	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> gl	Sig.
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.270	15	0.004
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.284	15	0.002
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.402	15	0.000
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.334	15	0.000
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.286	15	0.002
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.295	15	0.001
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.321	15	0.000
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.312	15	0.000
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.289	15	0.001
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.274	15	0.004
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.285	15	0.002
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.283	15	0.002
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	0.306	15	0.001
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0.286	15	0.002
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.331	15	0.000
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0.271	15	0.004

Nota. Valor calculado por el programa SPSS. Elaboración propia

Se observa que los valores de significancia de Kolmogorov-Smirnov son menores que 0.05 en consecuencia, la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) es rechazada porque las respuestas experimentales no se

distribuyen de forma normal. Una vez mostrados los resultados e interpretación se proceden a emplear un conjunto de test no paramétricos para identificar al mejor tratamiento. Seguido en la Tabla 11, se evidencia el resultado del test de Friedman a partir de la hipótesis planteada en esta investigación. De la misma manera se detallan los valores de ranking de cada uno de los tratamientos estudiados.

**Tabla 11.** *Test de Friedman aplicado a las respuestas experimentales de análisis sensoriales de una bebida alcohólica fermentada.*

<i>Algorithm</i>	<i>Ranking</i>
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	4.10
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	11.60
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.99
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	7.13
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	4.00
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	11.13
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	9.76
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	11.40
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	10.93
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	12.36
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	7.76
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	8.83
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	6.30
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	10.53
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	10.36
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	8.76

*Nota.* Valor calculado por el Test de Friedman:  $7.46 \cdot 10^{-11}$ . Elaboración propia

Se observa en la tabla 11 que el valor calculado por el Test de Friedman:  $7.46 \cdot 10^{-11}$ , es < 0.05 (valor  $-P < 0.05$ ); es decir que existe diferencia significativa, ya que existe diferencia entre los valores de las siguientes fases: color, translucidez, aroma, sabor y aceptabilidad en el conjunto de los tratamientos, por lo tanto, se realizó el test de Holm para determinar el mejor tratamiento.



**Tabla 12.** Test de Holm ( $\alpha = 0.05$ ) de análisis sensoriales de una bebida alcohólica fermentada

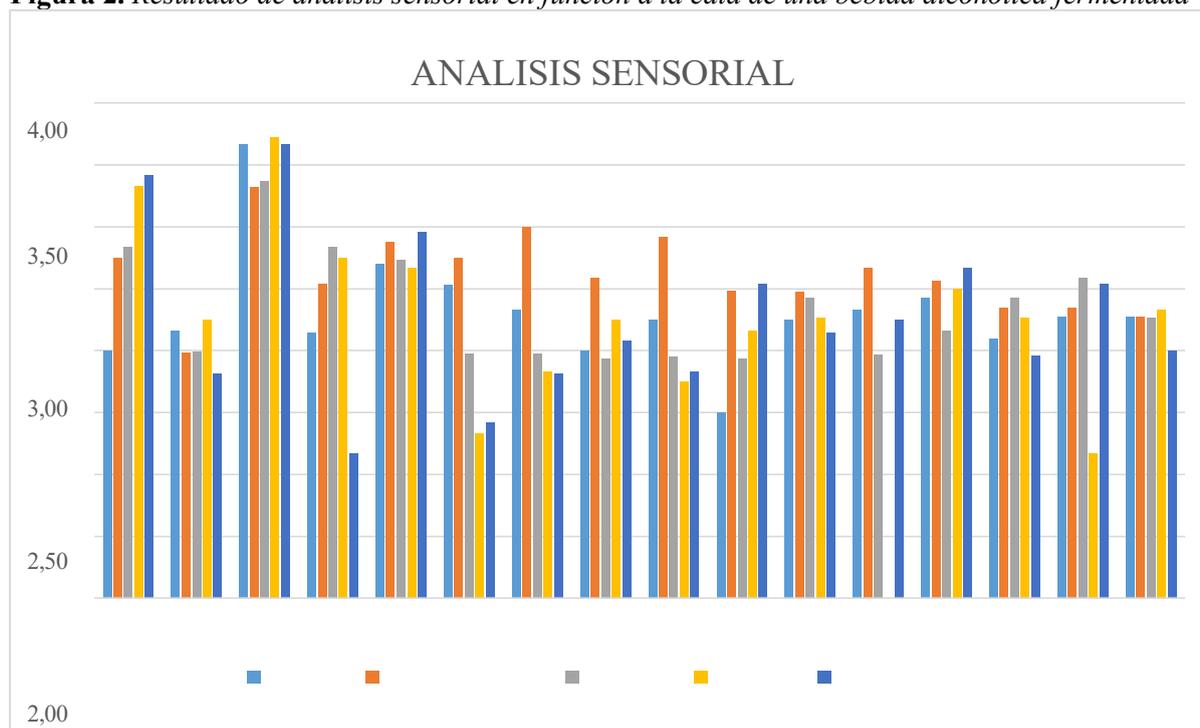
<i>i</i>	<i>algorithm</i>	$z = (R0 - Ri) / SE$	<i>P</i>	<i>Holm / Hochberg</i>
15	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	6.538	6.22*10 <sup>-11</sup>	3.3*10 <sup>-3</sup>
14	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	6.097	1.09*10 <sup>-9</sup>	3.5*10 <sup>-3</sup>
13	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	5.982	2.19*10 <sup>-9</sup>	3.8*10 <sup>-3</sup>
12	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	5.828	5.58*10 <sup>-9</sup>	4.1*10 <sup>-3</sup>
11	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	5.713	1.10*10 <sup>-8</sup>	4.5*10 <sup>-3</sup>
10	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	5.483	4.16*10 <sup>-8</sup>	5*10 <sup>-3</sup>
9	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	5.387	7.13*10 <sup>-7</sup>	5.5*10 <sup>-3</sup>
8	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	5.042	4.59*10 <sup>-7</sup>	6.25*10 <sup>-3</sup>
7	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	4.505	6.61*10 <sup>-6</sup>	7.1*10 <sup>-3</sup>
6	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	4.467	7.91*10 <sup>-6</sup>	8.3*10 <sup>-3</sup>
5	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	3.892	9.93*10 <sup>-5</sup>	1*10 <sup>-2</sup>
4	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	3.528	4.18*10 <sup>-4</sup>	1.25*10 <sup>-2</sup>
3	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	3.048	0.0022	1.66*10 <sup>-2</sup>
2	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	1.783	0.0745	2.5*10 <sup>-2</sup>
1	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	1.725	0.0844	5*10 <sup>-2</sup>

Nota. Valor calculado por el Test de Friedman. Elaboración propia

En la tabla 12 se observa en el Test de Holm que el mejor tratamiento en análisis sensoriales es el a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub> que corresponde a la combinación de factores (Pulpa 12.5% + Levadura de cerveza + Maíz morado). Además, el referido test indica que existe diferencia significativa del a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub> frente a los tratamientos a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub>; a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>; pero no existe diferencia significativa frente a a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub> y a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>.



**Figura 2.** Resultado de análisis sensorial en función a la cata de una bebida alcohólica fermentada



**Tabla 13.** Cuadro de análisis sensoriales establecidos por el panel de cata en el mejor tratamiento

Tratamiento	Color	Translucidez	Sabor	Aroma	Aceptabilidad
	3.57±0.54	3.36±0.45	3.53±0.65	3.45±0.47	3.56±0.67
<b>a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub></b>	Rojo Carmesí	Característico	Intenso	Agradable frutal	Agrada moderadamente

Nota. Elaboración propia

**Discusión del análisis sensorial (fases de color, translucidez, aroma, sabor y aceptabilidad) de la bebida alcohólica fermentada**

- Las características organolépticas de una bebida alcohólica fermentada se determinaron mediante una escala de 4 puntos para el color, translucidez, sabor, aroma y aceptabilidad.
- La degustación del producto fue realizada por una selección de 15 catadores entre las edades 20 y 40 años, y cada persona con un volumen de muestras de 30 mL recibiendo 3 muestras diferentes.
- Los resultados obtenidos de los análisis organolépticos, representa la calificación proporcionada por los catadores de una bebida alcohólica fermentada en el cual se obtiene la

formulación del mejor tratamiento vía catación y en base a los resultados expresados por el Test de Holm, en  $a_0b_1c_0$ , donde están los siguientes atributos:

- Color: Entre los factores y tratamientos estudiados por el Test de Holm, se observa un mayor valor de (3.57) en el T3  $a_0b_1c_0$ , como “Rojo carmesí” considerando como un color muy bueno, seguido del T5  $a_1b_0c_0$ , con un valor de (2.85) considerándolo como un color regular con tendencia a bueno.
- Translucidez: Entre los factores y tratamientos estudiados por el Test de Holm, se catalogó un mayor valor de (3.36) en el T3  $a_0b_1c_0$ , denominado “Característico” considerando que tiene una translucidez brillante, seguido del T5  $a_1b_0c_0$ , con un valor de (2.75) considerándolo como una translucidez regular.
- Sabor: Entre los factores y tratamientos estudiados por el Test de Holm, se captó un mayor valor de (3.53) en el T3  $a_0b_1c_0$ , como “Intenso” considerando que tiene un sabor fuerte, seguido del T5  $a_1b_0c_0$ , con un valor de (2.77) considerándolo como un sabor regular.
- Aroma: Entre los factores y tratamientos estudiados por el Test de Holm, se observó un mayor valor de (3.45) en el T3  $a_0b_1c_0$ , expreso en “Frutal” considerando que tiene un aroma agradable, seguido del T5  $a_1b_0c_0$ , con un valor de (2.73) considerándolo como un aroma suave.
- Aceptabilidad: Entre los factores y tratamientos estudiados por el Test de Holm, se obtuvo un mayor valor de (3.56) en el T3  $a_0b_1c_0$ , denominado “Agrada” considerando que tiene una aceptabilidad modernamente agradable, seguido del T5  $a_1b_0c_0$ , con un valor de (2.78) considerándolo como ni agrada ni desagrada.

**Tabla 14.** Cuadro de análisis de metanol y polifenoles para el mejor tratamiento

Tratamiento	Metanol	Polifenol
$a_0b_1c_0$	0.95	0.46526

Nota. Elaboración propia



La cantidad de metanol obtenida en la bebida fue de 0.95 mg/100 ml para el mejor tratamiento, T3 (a0b1c0) lo que está significativamente por debajo del rango de concentración máxima de metanol según la norma INEN 374 para bebidas alcohólicas fermentada.

La concentración total de polifenoles de la bebida alcohólica fermentada se encuentra dentro del rango normal, que varía entre 1.8 y 4.0 gramos por litro equivalentes en ácido gálico, con un promedio de 2.57 g/litro, para bebida fermentada según Sepúlveda [43] en la presente investigación se obtuvo un valor de 465.26 mg de Ác. Gálico/L, (0.465 g/L) en consecuencia se creó una bebida alcohólica apta para el consumo humano.

### ***Discusión de la Levadura Lalvin ICV 47 y Levadura SafAle S-04 de la bebida alcohólica fermentada***

La cantidad de levadura empleada fue del 2%, para cada tratamiento se usó 1.28g/L. La evaluación de la levadura se la realizó por el método de atenuación donde todos los tratamientos fueron estandarizados a 21°Brix, en las primeras 24 horas la levadura del T3 que corresponde al de la cerveza presentó un valor de sólidos solubles de 14°Brix, mientras que la levadura del T5 de levadura de vino presentó 16°Brix. La levadura del T3 presentó un valor de sólidos solubles de 9 °Brix al sexto día, en cuanto al T5 presentó un valor de 9°Brix al octavo día. Los últimos tratamientos en el que las levaduras dejaron de fermentar fueron T13 y T14 con valores de 7 y 6 °Brix respectivamente. La cantidad de espuma que se formó en la fermentación varía de acuerdo a la levadura y al % de fruta los tratamientos que más espuma produjeron fueron el T15 y T16 los cuales corresponden a la levadura de cerveza con el 20% de pulpa de pitahaya, en cuanto a la levadura de vino con la misma concentración de fruta no presentó tanta diferencia.

### ***Análisis del rendimiento mediante balance de materiales para identificar su factibilidad en la industria***

#### ***Rendimiento mediante balance de materiales para identificar la factibilidad de las concentraciones de pitahaya al mejor tratamiento***

12.5% (a0 b1 c0)

Rendimiento =

peso de la pulpa obtenida



peso total de la fruta

x100

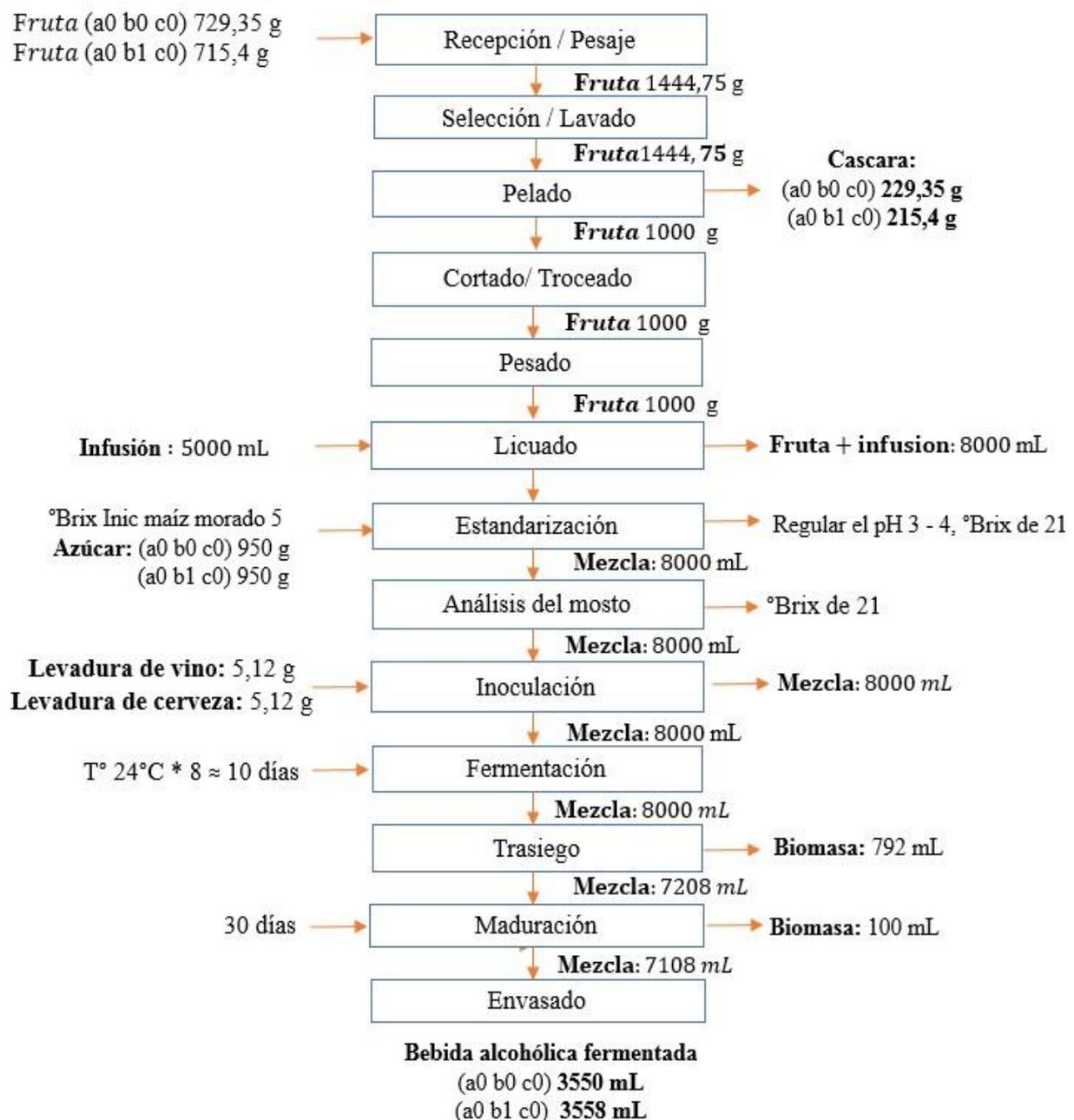
500 g

$$\text{Rendimiento} = \frac{715.46 \text{ g}}{500 \text{ g}} \times 100$$

**Rendimiento = 70.87%**

**Rendimiento mediante balance de materiales para identificar la factibilidad de las combinaciones del mejor tratamiento**

### Pitahaya con Maíz morado 12,5% (a0 b0 c0 - a0 b1 c0)



Rendimiento: Se calculó en base al cociente del peso de la materia prima que ingresa (pulpa, agua base, azúcar y levadura) sobre el peso de salida de la bebida alcohólica.

**R:** Rendimiento

**P.F:** Peso final

**P.I:** Peso inicial

**a0 b0 c0**

**a0 b1 c0**

P. I

P. I

*Rendimiento* =

P. F

x100

*Rendimiento* =

P. F

x100

*Rendimiento* =

3550 mL

4000 mL

x100

*Rendimiento* =

3558 mL

4000 mL

x10

***Rendimiento*** = 88.75%      ***Rendimiento*** = 88.95%

## CONCLUSIONES

- Se concluye que la colorimetría de la bebida alcohólica fermentada se destacó el tratamiento a0b1c0, con una luminosidad ( $35.83 \pm 3.11$ ), tonalidad ( $19.59 \pm 2.81$ ), pureza ( $1.28 \pm 1.01$ ), en el espacio CIE L\*a\*b\*, además de la fase olfativa, gustativa e impresión de la bebida fermentada.



- Se concluye que en la elaboración de una bebida alcohólica fermentada tiene un rendimiento de 88.95% para el mejor tratamiento dando como resultado los siguientes valores:  $(8.7 \pm 0.89)$  °Brix, pH  $(4.4 \pm 0.36)$ , acidez  $(0.69 \pm 0.12)$ , viscosidad  $(2.56 \pm 0.55)$  y con una graduación alcohólica de  $13.39 \pm 1.44$  °GL, se logró generar una bebida alcohólica fermentada con un rendimiento considerado para su producción.

- En el presente trabajo se concluyó que dado el efecto de las levaduras en la bebida alcohólica de pitahaya en combinación con maíz morado y flor de Jamaica, se pudo determinar que las dos variedades de levadura dieron buenos resultados en los tratamientos de maíz morado y flor de Jamaica, el T3 (a0b1c0) obtuvo los mejores resultados, seguido de los tratamientos T5 (a1 b0 c0), T1 (a0 b0 c0), siendo el maíz morado el que mostró mayor capacidad en la bebida alcohólica fermentada junto con la levadura de vino y la de cerveza. Los tratamientos con 12.5% de pulpa obtuvieron el mejor rendimiento y el mejor tratamiento fue el T3, que obtuvo el 88.95% del rendimiento en el balance de materia; asimismo, y también como resultado de la aceptación de los catadores, se indicó que el tratamiento 3 era su preferencia.

- Las concentraciones de metanol en el mejor tratamiento fueron favorables en su producción con un promedio de 0.95 mg/100 mL, lo que estuvo significativamente por debajo de los rangos máximos de concentración de metanol según la norma INEN la cantidad de polifenoles es de 465.26 mg de Ác. gálico/L, lo que según la investigación de Casares da como resultado una bebida alcohólica apta para el consumo humano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

J. A. Montesinos Cruz, L. Rodríguez Larramendi, R. Ortiz Pérez, M. d. I. Á. Fonseca Flores, G. Ruíz Herrera y F. Guevara Hernández, «PITAHAYA (*Hylocereus* spp.) UN RECURSO FITOGENÉTICO CON HISTORIA Y FUTURO PARA EL TRÓPICO,»

*SciElo*, vol. 32, p. 68, 2015.

J. A. Rivera, O. Muñoz Hernández, M. Rosas Peralta, C. A. Aguilar Salinas, B. M. Popkin y W. C. Willett, «Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana,» *SciElo*, vol. 50, n° 2, Abril 2008.



- L. Penelo, «La Vanguardia,» *Pitaya: propiedades, beneficios y valor nutricional*, 19 Septiembre 2020.
- R. Fernandez, W. Teran, N. Valencia, A. Reyes, E. Valdivieso , K. Cando y J. Alvarado, Producción de Pitahaya en el Ecuador, taxonomía y resultados recientes de investigaciones científicas, Guayaquil: Grupo Compás, 2019.
- J. Guillén Sánchez, S. Mori Arismendi y L. M. Paucar Menacho, «Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. subnigroviolaceo.,» *Scientia Agropecuaria*, vol. 5, nº 4, pp. 211-213, 2014.
- S. G. Sayago Ayerdi y I. Goñi, «Hibiscus sabdariffa L: Fuente de fibra antioxidante,» *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, vol. 60, nº 1, p. 79, 2010.
- C. Suárez Machín, N. A. Garrido Carralero y C. A. Guevara Rodríguez, «Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol,» *ICIDCA (Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar)*, vol. 50, nº 1, 2016.
- INEN 338, *Bebidas alcohólicas definiciones*, Ecuador.
- P. T. Oliag, Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIEL, España: Universitat Politècnica de València, 2017.
- J. I. Piñeiro Di Blasi , J. Martínez Torres, J. S. Pozo Antonio , C. Iglesias Comesaña,
- L. Cuesta, J. Taboada Castro, P. Gajino Núñez y E. Tresaco Vidaller, «Desarrollo de una aplicación para la comparación rápida de pigmentos a partir de sus coordenadas colorimétricas,» *DYNA*, vol. 81, nº 184, p. 50, 2013.
- A. Verona Ruiz, J. Urcia Cerna y L. M. Paucar Menacho, «Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos.,» *Scientia Agropecuaria*, vol. 11, nº 3, pp. 440-441, 3 Agosto 2020.
- «El Diario Vasco,» La fruta del dragón (pitaya) y sus beneficios y propiedades, 1 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.diariovasco.com/gastronomia/despensa/fruta-dragon-beneficios-20190723135346-nt.html>.
- E. P. Urquizo Cruz y N. d. J. Sánchez Salcán, *CHAKIÑAN (Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades)*, vol. 9, Riobamba, 2019, pp. 92-104.



- M. G. E. D. Valeria Sánchez, «Perumorado,» Maiz Morado Peru, 2011. [En línea]. Available: [http://perumorado.blogspot.com/2011/06/producto-y-mercado\\_23.html](http://perumorado.blogspot.com/2011/06/producto-y-mercado_23.html). [Último acceso: 2021].
- S. E. Chiluita Moposita, *APLICACIÓN MIXOLÓGICA DE UNA BEBIDA FERMENTADA A BASE DE MAÍZ NEGRO (Zea Mays)*, RIOBAMBA: Repositorio ESPOCH, 2014.
- M. L. Barral González, *HIBISCUS SABDARIFFA: PROPIEDADES TERAPÉUTICAS*, 2018.
- R. Ariza Flores, V. Serrano Altamirano, A. C. Michel Aceves, A. Barrios Ayala, M. A. Otero Sánchez, C. H. Avendaño Arrazate y D. H. Noriega Cantú, «Características bioquímicas y calidad nutracéutica de cinco variedades de jamaica cultivadas en México,» *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 8, nº 2, pp. 70-71, 31 Marzo 2017.
- S. Cid Ortega y J. A. Guerrero Beltrán, «Propiedades funcionales de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.),» *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, pp. 48-54, 2012.
- «Yazio,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.yazio.com/es/alimentos/flor-de-jamaica.html>.
- Y. M. González Salazar y E. N. Sandoval Carvajal, *ELABORACION DE VINO DE JAMAICA (Hibiscussabdariffa)*, Nicaragua: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, 2015.
- M. T. C. HURTADO, *Elaboración de una bebida a partir del maíz morado (Zea mays L.) como alternativa para el consumo diario.*, GUAYAQUIL: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2015.
- H. J. Vázquez y O. Dacosta, «Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas,» *SciElo (Ingeniería Investigación y Tecnología)*, vol. VIII, nº 4, 2007.
- W. Z. Malliquinga, *ELABORACIÓN DE VINO DE FRUTAS (PITAHAYA *Hylocereus triangularis* Y CARAMBOLA *Averrhoa* L.) EN 3 DIFERENTES CONCENTRACIONES DE MOSTO Y CON 2 TIPOS DE LEVADURAS DEL*

GÉNERO SACCHAROMICES (*S. cereviceae* y *S. ellipsoideus*), Latacunga: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2011.

A. Casas Acevedo, C. N. Aguilar González, . H. De la Garza Toledo, J. A. Morlett Chávez, D. Montet y . R. Rodríguez Herrera, «Importancia de las levaduras no- *Saccharomyces* durante la fermentación de bebidas alcohólicas,» *Investigacion y Ciencia*, vol. 65, nº 23, p. 74, 2015.

P. O. Gibrana , *Bebidas, Destilados, Fermentados*, 2016.

INEN, *BEBIDAS ALCOHOLICAS. VINO DE FRUTAS. REQUISITOS*, Quito, 2016.

Fermentis, *Ficha Tecnica de la levadura SafAle S-04*, 2016.

Vignoble, *Lalvin ICV D47*.

J. J. Carvajal Herrera, . I. D. Aristizábal Torres, C. E. Oliveros Tascón y J. W. Mejía Montoya, «Colorimetría del Fruto de Café (*Coffea arabica* L.) Durante su Desarrollo y Maduración,» *SciElo*, p. 6230, 2011.

A. J. Ruiz, *Reacciones electroquímico luminiscentes y parametros CIEL ab*, España Sevilla: Universidad de Sevilla, 2018.

M. Quiñones, M. Miguel y A. Aleixandre, «Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular,» *Nutrición Hospitalaria*, p. 77, 2012.

I. Martínez Valverde, M. J. Periago y G. Ros, «Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta,» *SciElo ALAN*, vol. 50, nº 1, p. 5, 2000.

A. B. Casares Faulín, *Análisis de polifenoles en los vinos mediante técnicas de separación*, Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, 2010, p. 40.

P. E. Oscanoa, . L. M. Sierra y J. Miyahira, «Características clínicas y evolución de los pacientes con intoxicación por metanol atendidos en un hospital general,» *Revista Medica Herediana*, vol. 21, nº 2, p. 71, 2010.

J. S. Alcívar Martínez, *EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA A BASE DE MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.) CON ADICIÓN DE AGUARDIENTE RECTIFICADO*, Quevedo: Biblioteca Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, 2020.



- L. Peck y L. Páramo, «Determinación de parámetros a nivel de laboratorio para la producción de vinos a partir de frutas tropicales producidas en Nicaragua,» *Nexo Revista Científica*, vol. 19, nº 2, p. 101, 2006.
- . J. J. Bravo Castro, *BEBIDA CON BASE EN MAÍZ MORADO (Zea mays L.) EDULCORADA CON STEVIA (Stevia rebaudiana Bertoni)*, vol. 12, Quevedo: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, 2020.
- G. M. GALECIO NARANJO y C. F. HARO NAZATI, *Bebidas fermentadas en base a “Maíz negro” Zea mays L. Poaceae; con el eco tipo “racimo de uva” y la variedad “mishca” de la serranía ecuatoriana.*, QUITO: Dspace UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 2012.
- C. E. Ochoa Velasco , V. García Vidal , . J. J. Luna Guevara, M. L. Luna Guevara , P. Hernández Carranza y J. Á. Guerrero Beltrán , «Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp),» *Scientia Agropecuaria*, vol. 3, nº 4, p. 279, 2012.
- C. López, C. González Gallardo, M. Guerrero Ochoa, G. Mariño, B. Jácome y E. Beltrán Sinchiguano, «ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LOS



ANTIOXIDANTES DEL VINO DE FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L) EN

EL ALMACENAMIENTO,» *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, vol. 29, nº 1, p. 105,  
2019.

M. Friedman, «Ann. Matemáticas. Estadístico,» *The Annals of Mathematical Statistics*, vol.  
11, nº 1, 1940.

A. Triadú, J. Sanz, M. Sánchez Juny, D. Niñerola y A. Andreu, *Determinación experimental  
de la viscosidad de una salmuera*, Coruña, 2017, p. 3.

Á. SEPÚLVEDA SOTO, “*CARACTERÍSTICAS DE VINOS TINTOS PINOT NOIR,  
PRODUCIDOS CON CEPAS AUTOCTONAS DE *Saccharomyces cerevisiae*  
AISLADAS DEL VALLE DEL MAULE*, Santiago: UNIVERSIDAD DE CHILE, 2009,  
p. 39.

