





**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y LA PRODUCCIÓN**  
**CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Proyecto de Investigación previo a la  
obtención del título de Ingeniero en  
Alimentos.

**Título del Proyecto de Investigación:**

**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa L.*)  
FRESCA Y DESHIDRATADA SOBRE EL COLOR CIE  $L^*a^*b^*$  Y LAS  
PROPIEDADES SENSORIALES DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA”**

**Autor:**

**Erick Joel Sánchez Bravo**

**Director del Proyecto de Investigación:**

**Ing. Ángel Fernández Escobar MSc.**

**Quevedo – Los Ríos – Ecuador**

**2021**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Erick Joel Sánchez Bravo**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

.....  
Erick Joel Sánchez Bravo  
C.I. 1250335070  
AUTOR



## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, Ingeniero Ángel Oliverio Fernández Escobar MSc. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Erick Joel Sánchez Bravo, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“EFECTO DE LA ADICIÓN DE FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) FRESCA Y DESHIDRATADA SOBRE EL COLOR CIE L\*a\*b\* Y LAS PROPIEDADES SENSORIALES DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA”**, previo a la obtención del título de ingeniería en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

ANGEL  
OLIVERIO  
FERNANDEZ  
ESCOBAR

Firmado digitalmente  
por ANGEL OLIVERIO  
FERNANDEZ ESCOBAR  
Fecha: 2021.10.22  
21:53:57 -05'00'

---

**Ing. Ángel Fernández Escobar, M.Sc.**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## **CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADEMICO**

El suscrito Ingeniero Ángel Oliverio Fernández Escobar M.Sc, mediante el presente compro en presentar a usted el informe del Proyecto de Investigación titulado “EFECTO DE LA ADICIÓN DE FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa L.*) FRESCA Y DESHIDRATADA SOBRE EL COLOR CIE L\*a\*b\* Y LAS PROPIEDADES SENSORIALES DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA”, presentado por el Sr. estudiante Erick Joel Sánchez Bravo, egresado de la carrera de Ingeniería en Alimentos, que fue revisado bajo mi dirección según la resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual evalúa los niveles de originalidad en un 93% y similitud 7% de trabajo investigativo.



### **Document Information**

Analyzed document	Teisis Erick Sánchez;.docx (D116011061)
Submitted	2021-10-22 06:35:00
Submitted by	
Submitter email	erick.sanchezb2016@uteq.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	afernandez.uteq@analysis.urkund.com

Atentamente;

ANGEL  
OLIVERIO  
FERNANDEZ  
ESCOBAR

Firmado digitalmente  
por ANGEL OLIVERIO  
FERNANDEZ ESCOBAR  
Fecha: 2021.10.22  
21:54:17 -05'00'

.....  
**Ing. Ángel Fernández Escobar, MSc.**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa L.*)  
FRESCA Y DESHIDRATADA SOBRE EL COLOR CIE L\*a\*b\* Y LAS  
PROPIEDADES SENSORIALES DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA”**

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos.

Aprobado por:



Firmado electrónicamente por:  
**JAIME  
FABIAN VERA**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Jaime Fabián Vera Chang

**Daniela  
Coello** Firmado digitalmente por Daniela Coello

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Carol Daniela Coello Loor

**ROSSY  
LISBETH  
RODRIGUEZ  
CASTRO** Firmado digitalmente por ROSSY LISBETH RODRIGUEZ CASTRO

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Rossy Lisbeth Rodríguez Castro

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2021

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios por darme la fortaleza para siempre seguir adelante en los momentos más complejos de mi carrera.

A mi familia principalmente a mi madre por ser quien ha estado conmigo siempre impulsándome para seguir esforzándome por mis metas, quien me ha ayudado a sobrellevar y reaccionar de la manera más sabia y correcta ante las diferentes situaciones de la vida

Al ing. Ángel Fernández mi director de tesis por su guía, paciencia y enseñanzas en todo el desarrollo de este trabajo investigativo que ha culminado con éxito.

***Erick Sánchez Bravo***

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a Dios por permitirme lograr esta meta de terminar mis estudios Universitarios, a mi madre por ser mi motor y apoyo incondicional en todos los ámbitos de mi vida, a mi familia en general y cada una de las personas que estuvieron a mi lado dándome su apoyo, para poder consolidar este logro de mi vida profesional que está iniciando.

*Erick Sánchez Bravo*

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

La Jamaica contiene dos pigmentos coloridos: la hibiscina y la gossipitina, que son usados en jarabes y para dar tonalidades coloridas a los licores, pero que son poco conocidas por los cañicultores productores de alcohol etílico en el Ecuador. El objetivo fue determinar el efecto de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) fresca y deshidratada en el color a través del espacio CIE L\*a\*b\* y propiedades sensoriales de una bebida alcohólica. El arreglo factorial fue A\*B, siendo A el estado de la flor de Jamaica (deshidratada, fresca y combinación deshidratada – fresca) y B la dosis (6,5 y 10 g/L de alcohol etílico) y sus variables dependientes fueron la colorimetría a través del espacio CIE L\*a\*b\*, sensometría y propiedades físico químicas. El alcohol etílico producido en el cantón Pangua, de la provincia de Cotopaxi – Ecuador, fue redestilado en un destilador de 4 platos teóricos de capacidad nominal de 50 L, obteniéndose un alcohol etílico de 83 °GL, se diluyó hasta 60 °GL y se añadió la flor de Jamaica para seguidamente calentar hasta 64,7 °C por 5 minutos, se tamizó, luego se rebajó con agua tratada hasta 17 °GL y se envaso en vidrio transparente de 750 mL. Los valores RGB se obtuvieron mediante un colorímetro marca Lutron RGB-1002, que se convirtió a L\*a\*b\* y luego a luminosidad, pureza y tono. Las respuestas experimentales fueron analizadas estadísticamente mediante test de Friedman y Holm, concluyendo que, el mejor tratamiento fue la combinación a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (10 gramos de flor deshidratada/L de alcohol etílico) presentando los siguientes indicadores: L\* 21,76; C\* 47,75; h<sub>ab</sub>\* 34,71.

**Palabras clave:** tonalidad, flor de Jamaica, bebida alcohólica, flavonoides.

## SUMMARY AND KEY WORDS

Jamaica contains two colorful pigments: hibiscin and gossipitin, which are used in syrups and to give colorful hues to liqueurs, but which are little known by sugarcane growers producing ethyl alcohol in Ecuador. The objective was to determine the effect of fresh and dehydrated Jamaica flower (*Hibiscus sabdariffa* L.) on the color through the CIE L\*a\*b\* space and sensory properties of an alcoholic beverage. The factorial arrangement was A\*B, with A being the state of the Jamaica flower (dehydrated, fresh and dehydrated combination - fresh) and B the dose (6,5 and 10 g / L of ethyl alcohol) and its dependent variables were the colorimetry through the L\*a\*b\* space, sensometry and physicochemical properties. The ethyl alcohol produced in the Pangua canton, in the province of Cotopaxi - Ecuador, was redistilled in a distiller with 4 theoretical plates with a nominal capacity of 50 L, obtaining an ethyl alcohol of 83 °GL, it was diluted up to 60 °GL and Jamaica flower was added to subsequently heat up to 64,7 °C for 5 minutes, sieved, then lowered with treated water to 17 °GL and packaged in 750 mL transparent glass. RGB values were obtained using a Lutron RGB-1002 colorimeter, which was converted to L\*a\*b\* and then to luminosity, purity and tone. The experimental responses were statistically analyzed using the Friedman and Holm test, concluding that the best treatment was the combination a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (10 grams of dehydrated flower /L of ethyl alcohol) presenting the following indicators: L\* 21,76; C\* 47,75; h<sub>ab</sub>\* 34,71.

**Key words:** hues, Jamaica flower, alcoholic beverage, flavonoids.

## CÓDIGO DUBLIN

<b>Título:</b>	<b>EFECTO DE LA ADICIÓN DE FLOR DE JAMAICA (<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>) FRESCA Y DESHIDRATADA SOBRE EL COLOR CIE L*a*b* Y LAS PROPIEDADES SENSORIALES DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA</b>			
<b>Autor:</b>	<u>Sánchez Bravo, Erick Joel</u>			
<b>Palabras Claves:</b>	Tonalidad	Flor de Jamaica	Bebida Alcohólica	Flavonoides
<b>Fecha de Publicación:</b>	2021			
<b>Editorial:</b>	Quevedo, UTEQ-2021.			
<b>Resumen</b>  <b>Abstract</b>	<p>La Jamaica contiene dos pigmentos coloridos: la hibiscina y la gospitina, que son usados en jarabes y para dar tonalidades coloridas a los licores, pero que son poco conocidas por los cañicultores productores de alcohol etílico en el Ecuador. El objetivo fue determinar el efecto de la flor de Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>) fresca y deshidratada en el color a través del espacio CIE L*a*b* y propiedades sensoriales de una bebida alcohólica. El arreglo factorial fue A*B, siendo A el estado de la flor de Jamaica (deshidratada, fresca y combinación deshidratada – fresca) y B la dosis (6,5 y 10 g/L de alcohol etílico) y sus variables dependientes fueron la colorimetría a través del espacio CIE L*a*b*, sensometría y propiedades físico químicas. El alcohol etílico producido en el cantón Pangua, de la provincia de Cotopaxi – Ecuador, fue redestilado en un destilador de 4 platos teóricos de capacidad nominal de 50 L, obteniéndose un alcohol etílico de 83 °GL, se diluyó hasta 60 °GL y se añadió la flor de Jamaica para seguidamente calentar hasta 64,7 °C por 5 minutos, se tamizó, luego se rebajó con agua tratada hasta 17 °GL y se envaso en vidrio transparente de 750 mL. Los valores RGB se obtuvieron mediante un colorímetro marca Lutron RGB-1002, que se convirtió a L*a*b* y luego a luminosidad, pureza y tono. Las respuestas experimentales fueron analizadas estadísticamente mediante test de Friedman y Holm, concluyendo que, el mejor tratamiento fue la combinación a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (10 gramos de flor deshidratada/L de alcohol etílico) presentando los siguientes indicadores: L* 21,76; C* 47,75; h<sub>ab</sub>* 34,71.</p> <p>Jamaica contains two colorful pigments: hibiscin and gossipitin, which are used in syrups and to give colorful hues to liqueurs, but which are little known by sugarcane growers producing ethyl alcohol in Ecuador. The objective was to determine the effect of fresh and dehydrated Jamaica flower (<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>) on the color through the CIE L* a*b* space and sensory properties of an alcoholic beverage. The factorial arrangement was A*B, with A being the state of the Jamaica flower (dehydrated, fresh and dehydrated combination - fresh) and B the dose (6,5 and 10 g / L of ethyl alcohol) and its dependent variables were the colorimetry through the L*a*b* space, sensometry and physicochemical properties. The ethyl alcohol produced in the Pangua canton, in the province of Cotopaxi - Ecuador, was redistilled in a distiller with 4 theoretical plates with a nominal capacity of 50 L, obtaining an ethyl alcohol of 83 °GL, it was diluted up to 60 °GL and Jamaica flower was added to subsequently heat up to 64,7 °C for 5 minutes, sieved, then lowered with treated water to 17 °GL and packaged in 750 mL transparent glass. RGB values were obtained using a Lutron RGB-1002 colorimeter, which was converted to L*a*b* and then to luminosity, purity and tone. The experimental responses were statistically analyzed using the Friedman and Holm test, concluding that the best treatment was the combination a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (10 grams of dehydrated flower /L of ethyl alcohol) presenting the following indicators: L* 21,76; C* 47,75; h<sub>ab</sub>* 34,71.</p>			
<b>Descripción:</b>	85 hojas A4s: dimensiones 21 x 29,7 cm + CD - ROM			
<b>URL:</b>				

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. ....	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN. ....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Colorante.....	9
2.1.2. Luminosidad.....	9
2.1.3. Tonalidad.....	9
2.1.4. Saturación o Pureza de Color.....	10
2.1.5. Aditivos Alimentarios.....	10
2.2. Marco Referencial.....	11
2.2.1. Flor de Jamaica.....	11
2.2.2. Propiedades de la flor de Jamaica.....	11
2.2.3. Taxonomía de la flor de Jamaica y descripción de la planta.....	12
2.2.4. Variedades de flor de Jamaica.....	13
2.2.5. Composición química de la flor de Jamaica.....	13
2.2.6. Usos de la flor de Jamaica en la industria.....	15
2.2.7. Colorantes alimentario.....	15
2.2.8. Clasificación de los colorantes.....	16
2.2.8.1. Colorantes naturales.....	16
2.2.8.2. Colorantes artificiales.....	18
2.2.9. Espacio de color CIE L*a*b*.....	19
2.2.10. Flavonoides.....	19

2.2.11.	Catequinas.....	20
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>21</b>
<b>MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>		<b>21</b>
3.1.	<b>Localización.....</b>	<b>22</b>
3.2.	<b>Tipos de investigación.....</b>	<b>22</b>
3.2.1.	<b>Investigación exploratoria.....</b>	<b>22</b>
3.2.2.	<b>Investigación descriptiva.....</b>	<b>23</b>
3.2.3.	<b>Investigación explicativa.....</b>	<b>23</b>
3.3.	<b>Métodos de investigación.....</b>	<b>23</b>
3.3.1.	<b>Método inductivo-deductivo.....</b>	<b>23</b>
3.3.2.	<b>Método estadístico.....</b>	<b>23</b>
3.4.	<b>Fuentes de recopilación de información.....</b>	<b>23</b>
3.5.	<b>Diseño de la investigación.....</b>	<b>24</b>
3.5.1.	<b>Procedimiento experimental.....</b>	<b>25</b>
3.5.1.1.	<b>Descripción del proceso.....</b>	<b>26</b>
3.6.	<b>Instrumentos de investigación.....</b>	<b>27</b>
3.6.1.	<b>Análisis de colorimetría.....</b>	<b>27</b>
3.6.2.	<b>Análisis sensorial.....</b>	<b>27</b>
3.6.3.	<b>Análisis de flavonoides totales.....</b>	<b>28</b>
3.6.4.	<b>Análisis físico químicos.....</b>	<b>28</b>
3.6.4.1.	<b>Determinación pH.....</b>	<b>28</b>
3.6.4.3.	<b>Determinación acidez total.....</b>	<b>29</b>
3.6.4.4.	<b>Determinación de viscosidad.....</b>	<b>29</b>
3.7.	<b>Tratamiento de datos.....</b>	<b>30</b>
3.8.	<b>Recursos humanos y materiales.....</b>	<b>31</b>
3.8.1.	<b>Materia Prima.....</b>	<b>31</b>
3.8.2.	<b>Equipos.....</b>	<b>31</b>
3.8.3.	<b>Materiales.....</b>	<b>31</b>
3.8.4.	<b>Instrumento de Laboratorio.....</b>	<b>32</b>
3.8.5.	<b>Reactivos.....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>33</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>		<b>33</b>
4.1.	<b>Análisis fisicoquímicos.....</b>	<b>34</b>
4.1.1.	<b>Test de normalidad.....</b>	<b>34</b>
4.2.	<b>Análisis sensorial.....</b>	<b>38</b>

<b>4.2.1.</b>	<b>Test de normalidad.</b>	38
<b>4.3.</b>	<b>Análisis de colorimetría</b>	42
<b>4.3.1.</b>	<b>Test de normalidad.</b>	42
<b>4.4.</b>	<b>Análisis de flavonoides.</b>	45
<b>CAPÍTULO V</b>		46
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>		46
<b>5.1.</b>	<b>Conclusiones.</b>	47
<b>5.2.</b>	<b>Recomendaciones.</b>	48
<b>CAPÍTULO VI</b>		49
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>		49
<b>CAPITULO VII</b>		55
<b>ANEXOS.</b>		55

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción de la taxonomía de la flor de Jamaica ( <i>Hibiscus Sabdariffa L.</i> ). 12
<b>Tabla 2.</b> Tabla de la composición química de la flor de Jamaica en diferentes bases de análisis. .... 14
<b>Tabla 3.</b> Composición química de diferentes tipos de cálices de flor de Jamaica. .... 14
<b>Tabla 4.</b> Colorantes naturales más utilizados. .... 17
<b>Tabla 5.</b> Colorantes sintéticos permitidos en los alimentos. .... 18
<b>Tabla 6.</b> Esquema experimental del arreglo de los tratamientos. .... 30
<b>Tabla 7.</b> Test de Normalidad ..... 34
<b>Tabla 8.</b> Test de Friedman. .... 35
<b>Tabla 9.</b> Test de Holm. .... 35
<b>Tabla 10.</b> Test de Normalidad. .... 38
<b>Tabla 11.</b> Test de Friedman. .... 38
<b>Tabla 12.</b> Test Holm. .... 39
<b>Tabla 13.</b> Test de Normalidad. .... 42
<b>Tabla 14.</b> Test de Friedman. .... 43
<b>Tabla 15.</b> Test Holm. .... 43
<b>Tabla 16.</b> Resultados de colorimetría. .... 44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estructura básica del esqueleto de las clases de flavonoides.....	20
<b>Figura 2.</b> Diagrama de bloques del proceso de elaboración de una bebida alcohólica con flor de Jamaica.....	25

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Evidencias fotográficas.....	56
<b>Anexo 2.</b> Datos experimentales del análisis físico químicos. ....	58
<b>Anexo 3.</b> Datos experimentales del análisis sensorial.....	59
<b>Anexo 4.</b> Datos experimentales del análisis de colorimetría.....	60
<b>Anexo 6.</b> Test normalidad de los parámetros fisicoquímicos .....	62
<b>Anexo 7.</b> Test de normalidad de los parámetros de sensoriales .....	63
<b>Anexo 8.</b> Test de normalidad de los parámetros de colorimetría .....	64
<b>Anexo 9.</b> Análisis de flavonoides.....	65
<b>Anexo 10.</b> Balance de materia.....	66
<b>Anexo 11.</b> Ficha de catación. ....	68

# INTRODUCCIÓN

El color es una de las propiedades sensoriales en los alimentos que mayor influencia tiene al momento de aceptar o rechazar un alimento, por lo cual en la industria alimentaria a más del valor nutritivo que puede tener un alimento se cuida mucho la impresión que este pueda dar a primera vista, en la actualidad existen 2 tipos de colorantes, los de origen natural que no requieren certificación y se los asocia con inocuidad y los artificiales que causan exitismo en los consumidores, por ser relacionados con enfermedades, para ellos los colorantes naturales son una buena opción por su origen de extractos de plantas, frutas o de algunos invertebrados del reino animal [1].

El color de un alimento se describe generalmente utilizando el espacio del color CIE  $L^*a^*b^*$  en base a 3 atributos de color: luminosidad, tonalidad y pureza de color. La luminosidad es el atributo de la sensación visual según la cual una superficie emite más o menos luz; el tono es el atributo de la sensación visual según la cual una superficie parece similar a uno, de los colores percibidos rojo, naranja, amarillo, verde, azul y púrpura; y la pureza de color es el atributo de la sensación visual según la cual una superficie parece mostrar más o menos tonalidad, o lo que es lo mismo, contenido de color de una superficie evaluado en proporción a su luminosidad [2].

El espacio de color CIE  $L^*a^*b^*$  es el espacio más utilizado y uniforme para evaluar el color en el área de alimentos, este correlaciona los valores numéricos de color consistentes con la percepción visual humana. Investigaciones y fabricantes lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias y establecer tolerancias de color. La tolerancia de color, podemos definirla como la máxima diferencia de color admitida de los productos en relación a un estándar que el consumidor considera ideal, lo cual debe ser minuciosamente estudiando para control de calidad del alimento [3].

La (*Hibiscus sabdariffa L.*), es una planta que crece en regiones tropicales y subtropicales, como China, Egipto, Indonesia, México, Nigeria, Tailandia y Arabia Saudita, tiene origen en Asia y África Tropical y fue introducida a América en épocas coloniales, es apreciada por los carnosos cálices de sus flores grandes, rojos y de refrescante sabor, llegó a Jamaica a principios del siglo XVIII. La Flor de Jamaica crece como arbusto y alcanza de 1.5 m a 3 m de altura, se comercializa en base húmeda y deshidratada [4].

La flor de Jamaica, brinda características organolépticas agradables a los productos, en la industria alimentaria también se la utiliza para elaboración de bebidas, mermeladas en menor medida su principal uso es la infusión de aguas aromáticas. Los compuestos químicos responsables de la coloración en la flor de Jamaica son las antocianinas (hibiscina y la gositina,) que pertenecen al grupo de los flavonoides. [5].

En esta investigación se determinó el efecto de la flor de Jamaica en una bebida alcohólica, sus características sensoriales, físico químicas y en el color a través del espacio CIE  $L^*a^*b^*$ , además del contenido de flavonoides totales en el mejor tratamiento, para incentivar el consumo y utilización de la flor de Jamaica como colorante natural, la cual también tiene inferencia en el sabor, y más propiedades organolépticas del producto.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

## **1.1. Problema de investigación.**

### **1.1.1. Planteamiento del problema.**

En el Ecuador existe muy poca industrialización de la materia prima, por lo que se necesita darle un valor agregado al producto, tal como sucede con la flor de Jamaica que tiene propiedades beneficiosas que no son aprovechadas como deberían serlo esto se da debido al desconocimiento de las personas acerca de sus diferentes propiedades y aplicaciones, también la poca innovación, ya que se limita el uso de esta maravillosa planta a infusiones de agua aromática además que su cultivo en el Ecuador es casi imperceptible.

En la industria alimentaria se utilizan los colorantes artificiales que a largo plazo pueden afectar la salud, una alternativa para colorante natural es la flor de Jamaica que tiene un alto poder tintor mejorando las características sensoriales de los productos.

### **Diagnóstico.**

En Ecuador la información sobre la producción, industrialización y consumo de la flor de Jamaica aún es escasa una gran parte de población la desconoce. A diferencia de otros países donde su consumo y producción muestra una mayor demanda. Los colorantes artificiales son extraídos de los derivados del petróleo, por lo que existe la presunción de ser los generadores de diversos tipos de enfermedades e inconvenientes. Las personas que ingieren habitualmente alimentos con dichos aditivos, pueden llegar a consumir hasta medio kilo de colorantes a lo largo de su vida.

### **Pronosticó.**

El uso de colorantes artificiales pueden afectar a largo plazo la salud de los consumidores si no se buscan alternativas más saludables. El colorante natural a partir de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*), es una opción innovadora para el mercado.

### **1.1.2. Formulación del problema.**

- ¿Qué efecto tendrá la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) en el color a través del espacio CIE L\*a\*b\* de una bebida alcohólica potable y sus características sensoriales?

### **1.1.3. Sistematización del problema.**

- ¿Cuál de las flores de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) fresca, deshidratada o la mezcla de ellas, tendrá la mejor tonalidad y pureza de color a través del espacio CIE L\*a\*b\* de una bebida alcohólica potable?
- ¿Qué concentración de flor por litro de alcohol rectificado dará la mejor luminosidad, tonalidad y pureza de color a través del espacio CIE L\*a\*b\* de una bebida alcohólica potable?

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo General.**

- Determinar el efecto de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) fresca y deshidratada en el color a través del espacio CIE L\*a\*b\* y sus propiedades sensoriales de una bebida alcohólica.

### **1.2.2. Objetivos Específicos.**

- Evaluar el efecto de la adición de flor de Jamaica fresca, deshidratada y la mezcla de ellas en la tonalidad y pureza de color a través del espacio CIE L\*a\*b\* de una bebida alcohólica potable.
- Determinar la concentración de flor de Jamaica fresca, deshidratada y la mezcla de ellas por litro de alcohol rectificado para evaluación de la luminosidad, tonalidad, pureza de color a través del espacio CIE L\*a\*b\* y sus características sensoriales de una bebida alcohólica potable.
- Determinar el contenido de flavonoides totales mediante el método propuesto por Zhishen et al. para aportar con un dato de interés investigativo de antioxidantes.

### **Hipótesis general de la investigación.**

La hipótesis se plantea como la premisa de los posibles resultados tomando en cuenta las variables a medir.

**(H<sub>0</sub>):** Cualquier concentración que se use de flor Jamaica en su estado seco o húmedo conferirá iguales características físico químicas y sensoriales a una bebida alcohólica.

**(H<sub>1</sub>):** Cualquier concentración que se use de flor Jamaica en su estado seco o húmedo no conferirá iguales características físico químicas y sensoriales a una bebida alcohólica.

### **Hipótesis del test de normalidad de las respuestas experimentales físico químicas.**

**(H<sub>0</sub>):** Los datos de pH, sólidos solubles, acidez titulable y viscosidad **se distribuyen de forma normal.**

**(H<sub>1</sub>):** Los datos de pH, sólidos solubles, acidez titulable y viscosidad **no se distribuyen de forma normal.**

### **Hipótesis de test de normalidad de las respuestas experimentales de sensometría.**

**(H<sub>0</sub>):** Los datos de color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad **se distribuyen de forma normal.**

**(H<sub>1</sub>):** Los datos de color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad **no se distribuyen de forma normal.**

### **Hipótesis del test de normalidad de las respuestas experimentales a través del espacio de color CIE L\*a\*b\*.**

**(H<sub>0</sub>):** Los datos de luminosidad, tonalidad y pureza de color **se distribuyen de forma normal.**

**(H<sub>1</sub>):** Los datos de luminosidad, tonalidad y pureza de color **no se distribuyen de forma normal.**

### **1.3. Justificación.**

El presente proyecto pretendió dar conocer el posible potencial que tiene la flor de Jamaica como colorante natural, ya que generalmente se limita su uso a aguas aromáticas, existen muy poca innovación en la industrialización de esta planta, es por esto que se realizó una bebida a alcohólica para dar un valor agregado utilizando la flor de Jamaica rica en antioxidantes que tienen varios beneficios para salud, y son responsables de la coloración caracterísca de esta planta.

Para determinar de manera numérica y específica el color de un alimento a más de la percepción visual, se necesita realizar análisis de colorimetría por lo cual mediante el método CIE  $L^*a^*b^*$  se determinó una característica sensorial de gran calidad como lo es el color, estableciendo parámetros tales como luminosidad, tonalidad y pureza de color, ya que esta es una de las primeras características que se toma en cuenta al momento de consumir un producto y lo que llama la atención al consumidor.

El color es una propiedad intrínseca del alimento que debe ser tomada en cuenta como control de calidad en la elaboración de alimentos, bebidas refrescantes y bebidas alcohólicas, la gran mayoría de las empresas recurren a los colorantes naturales y artificiales para mejorar la sensometría del alimento. El uso de aditivos alimentarios como colorantes naturales es cada vez más popular en la industria alimentaria y otros campos de producción, porque al ser extraídos de plantas y tener otros orígenes naturales no requiere certificación, crean mayor confianza al consumidor por lo que no representa un mayor riesgo a su salud.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

## **2.1. Marco conceptual.**

### **2.1.1. Colorante.**

Los colorantes, desde el punto de vista de la legislación Europea, son: “sustancias que dan color a un alimento o le devuelven su color original”; pueden ser componentes de alimentos y sustancias naturales que se pueden obtener mediante una extracción física o química, conducente a la separación o pueden ser colorantes sintetizados en laboratorio [7].

### **2.1.2. Luminosidad.**

Se hace referencia al término luminosidad para describir que tan claro u oscuro es un color, es la cantidad de luz percibida. Independientemente de los valores propios de los colores, puesto que se puede modificar mediante la adición de blanco que lleva el color a claves o valores de luminosidad más elevados, disminuyendo su tonalidad oscura [6].

### **2.1.3. Tonalidad.**

Atributo fundamental tradicionalmente definido como el que nos permite clasificar a los colores como rojizos, amarillentos, etc, o aquél que permite diferenciar un color respecto al gris del mismo brillo, denominado estímulo acromático. Está relacionado con las diferencias de absorbancia de la energía radiante a diferentes longitudes de onda [7].

Formula de tonalidad ( $h_{ab}$ )

$$h_{ab}^* = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (1)$$

#### **2.1.4. Saturación o Pureza de Color.**

El termino saturación hace referencia intensidad de color, sus valores se expresan desde un color muy vivo o puro, en maximo estado de pureza, hasta un minimo lo que corresponderia un tono mas oscuro o gris [8].

Formula de Pureza de color (C)

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

#### **2.1.5. Aditivos Alimentarios.**

Los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden a los alimentos para mantener o mejorar su inocuidad, frescura, sabor, textura o su aspecto [9].

## 2.2. Marco Referencial.

### 2.2.1. Flor de Jamaica.

Flor de Jamaica de nombre científico (*Hibiscus sabdariffa L.*), es una planta que crece en regiones tropicales y subtropicales, como China, Egipto, Indonesia, México, Nigeria, Tailandia y Arabia Saudita, tiene origen en Asia y África Tropical y fue introducida a América en épocas coloniales, puede, alcanza alturas de 1,5 a 3m según la variedad . La flor de Jamaica tiene una diversidad de usos, de los cuales más destacan en el ámbito, alimenticio, botánicos, y para elaboración de cosméticos y medicinas. Este último de gran impacto por los efectos diuréticos, coleréticos, analgésicos, antitusivos, antihipertensivos, antimicrobianos, inmunomoduladores, hepatoprotectores, antioxidantes y anticancerígenos. Estas propiedades terapéuticas se han atribuido a los compuestos bioactivos de la planta, principalmente ácidos fenólicos, flavonoides, antocianinas y ácidos orgánicos [10].

Los cálices de (*Hibiscus sabdariffa L.*) son prolíficos en muchas mezclas comerciales modernas de frío y calor, bebidas por su agradable sabor, además de tener usos decorativos, culinarios y medicinales [11].

### 2.2.2. Propiedades de la flor de Jamaica.

La flor de Jamaica presenta diversos beneficios entre los que desacatan:

- **Excelente antioxidante:** Esta propiedad permite al ser humano reducir los niveles de sustancias grasas en la sangre, ideal para personas con niveles altos de colesterol. Regular los niveles de insulina en personas con diabetes. Combatir las células malignas de diversas formas de cáncer sin afectar a las células sanas, lo que lo hace ideal para prevenir esta enfermedad de la que aún no se ha encontrado cura. [12].
- **Diurético:** Es beneficioso para personas que retienen líquidos o sufren problemas renales; Además, al ser rico en sales minerales, puede convertirse en una bebida hidratante ideal para deportistas [13].
- **Relajante:** Relaja el sistema nervioso central, no produce sueño pero ayuda a nivelar el SNC ayudando a controlar el estrés permitiendo un descanso natural [13].

- **Efecto antimicrobiano:** las antocianinas presentes en los extractos de (*Hibiscus Sabdariffa L.*) inhiben el crecimiento de *Candida Albicans* y previenen la formación de biofilm, lo cual es muy interesante para prevenir infecciones recurrentes del tracto urinario [5]

### 2.2.3. Taxonomía de la flor de Jamaica y descripción de la planta.

**Tabla 1.** Descripción de la taxonomía de la flor de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa L.*).

Reino	Plantae
Sub-reino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Dieniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Género	Hibiscus
Especie	Sabdariffa L.

Fuente: [50]

La flor de Jamaica es típica de climas secos subtropicales, montanos, con matorrales espinosos y reacciona muy bien a los largos días de sequía. Tiene tallos, cálices y pecíolos de color rojo. Sus tallos rojos, suaves y cilíndricos, producen una fibra que se utiliza para reemplazar el yute en la fabricación de cordeles y sacos. Las hojas que pueden ser tri o pentalobuladas miden 15 cm de largo, alternos en el tallo, lanceolados y palmeados. El peciolo tiene una forma alargada, fina y en la base de la hoja se torna más ancho. Las flores, rojas en la base y más pálidas en los extremos, miden de 8 a 10 cm de diámetro; nacen solitarios en las axilas de la hoja; Lo más destacado de la planta es el cáliz, carnoso y de un color rojo intenso, que se recoge cuando alcanza un tono vinoso y se deja secar para su uso [13].

#### **2.2.4. Variedades de flor de Jamaica.**

Según Ordoñez [13] las variedades de flor de Jamaica más conocidas son:

**Víctor:** Es la variedad con mayor intensidad de color (rojo), altamente productora de flores y frutos. Tiene tallos y cálices vigorosos y rojizos; sus hojas son uniformes cuando la planta es joven, se transforman en hojas de hasta cinco lóbulos en el período de floración.

**Rico:** Es la variedad más pequeña pero más productiva. Tiene tallos y cálices de color rojo oscuro y hojas de color verde oscuro con vetas rojizas. El cáliz es similar a la variedad anterior, pero con un diámetro superior a los cinco centímetros aproximadamente.

**Ancher:** Se distingue por ser la única variedad que produce cálices blancos. Tiene tallos verdes y una flor amarilla con un color rojizo en el centro.

**Temprana:** Se considera una de las variedades más tempranas, aunque sus rendimientos florales y frutales son aceptables.

**Muy alto:** Se cultiva para utilizar su fibra en la fabricación de bramante y sacos, siendo análogo al yute y al kenaf. Es poco ramificado y tiene hojas estrechas.

#### **2.2.5. Composición química de la flor de Jamaica.**

Se recopilan los resultados obtenidos en el análisis de macronutrientes de los cálices rojos del (*Hibiscus sabdariffa L.*), los valores se envían en base húmeda o fresca, en base parcialmente seca (reducción de su contenido de agua para aumentar su vida útil), en base parcialmente seca y desgrasada, como pretratamiento de la muestra para la determinación de fibra bruta y, en base seca donde se anula el contenido de agua y solo se utiliza como referencia de cálculo [14].

**Tabla 2.** Tabla de la composición química de la flor de Jamaica en diferentes bases de análisis.

<b>Componente (%)</b>	<b>Base húmeda</b>	<b>Base parcial. seca</b>	<b>Base parcialm. seca desgrasada</b>	<b>Base seca</b>
Agua	87,92	5,56	7,56 *	0,00
Sólidos totales	12,08	94,44	92,44	100,00
Proteína cruda	1,04	8,11	7,94	8,59
Grasa cruda	0,14	1,06	0,00	1,12
Fibra cruda	3,89	30,41	29,79	32,23
Cenizas	0,80	6,23	6,10	6,60
Carbohidratos disponibles	6,21	48,54	47,57	51,46
Carbohidratos Totales	10,10	79,00	77,36	83,69

Fuente: [14]

Con respecto al color los cálices de flor de Jamaica pueden presentar diferencias en su composición química como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Composición química de diferentes tipos de cálices de flor de Jamaica.

<b>Elemento</b>	<b>Tipos de Cálices</b>			
	<b>Frescos</b>	<b>Rojos</b>	<b>Rojo-Oscuros</b>	<b>Blancos</b>
Humedad (%)	9,20	86,50	85,30	9,30
Proteína cruda (%)	1,15	17,40	8,60	7,88
Extracto etéreo (%)	2,61	2,10	2,90	0,12
Fibra cruda (%)	12,00	8,50	9,80	12,00
Cenizas (%)	6,90	6,50	6,80	9,50
Carbohidratos (%)	68,15	65,50	71,90	61,55
Ácido ascórbico (mg/100g)	6,70	63,50	54,80	15,50
Caroteno (mg/100g)	0,03	-	-	-
Tiamina (mg/100g)	0,12	-	-	-
Niacina (mg/100g)	3,77	-	-	-
<i>En base seca</i>				

Fuente: [15]

### **2.2.6. Usos de la flor de Jamaica en la industria.**

*Hibiscus sabdariffa L.* es uno de los productos botánicos con mayor demanda en el comercio internacional, mientras que sus hojas y semillas se utilizan, en gran medida, para alimentar animales y extraer fibra, los cálices que sobresalen, en cambio, constituyen la parte de la planta que ha obtenido mayor interés tanto para los mercados locales como internacionales por sus propiedades medicinales y estéticas, en general, por su composición bromatológica que no solo la transforma en una planta medicinal sino también en un alimento funcional [16].

De acuerdo con Ibarra [17] la flor de Jamaica ha sido utilizada con múltiples fines, algunos de ellos se describen a continuación:

- De los extractos de las flores de hibisco se obtienen colorantes que sustituyen a los colorantes artificiales en los alimentos, también se utilizan para la preparación de bebidas refrescantes, mermeladas y jaleas.
- Los pigmentos naturales utilizados en la industria farmacológica se pueden extraer de las flores secas de Jamaica.
- La fibra de la Jamaica se utiliza en la producción de cuerdas, bolsas y cestas.
- De las semillas se obtiene un aceite de cocina considerado como una invaluable fuente de alimento por su alto contenido proteico y calórico, además de su importante contenido en fibra (aproximadamente 14%).
- Los tallos tiernos, hojas y cálices se utilizan en la elaboración de sopas y salsas.

### **2.2.7. Colorantes alimentario.**

Un colorante es un aditivo alimentario que se usa principalmente para agregar o restaurar el color de un alimento. Esto incluye cualquier componente natural de un alimento y cualquier colorante que provenga de una fuente natural. En la alimentación se utilizan cada vez más colorantes naturales. Suelen ser pigmentos de frutas y verduras (como jugo de remolacha y zanahoria o también productos sintéticos, como tartrazina) [18].

Según Eufic [18] los principales motivos por los que se añaden colorantes a los alimentos son:

- Restaurar la apariencia original de los alimentos cuyo color se ha visto afectado por el procesamiento, almacenamiento, envasado, distribución, y su atractivo visual puede haber disminuido.
- Intensifica el color normal de los alimentos y mejora su apariencia. El color suele ser uno de los factores más importantes en el mercado para el consumidor a la hora de elegir alimentos. Los consumidores están acostumbrados al color estandarizado de un producto alimenticio y no aceptarían que varíe sustancialmente, incluso si no afectara al alimento en nada más.
- Conservar las características asociadas a la comida. El color, de hecho, está asociado con el sabor y el aroma (los colores sugieren la identificación de sabores): el amarillo está relacionado con el aroma del limón o plátano, el rojo con la fresa, el marrón con el chocolate.
- Protegen las vitaminas sensibles a la luz, actuando como protector solar.

### **2.2.8. Clasificación de los colorantes.**

La clasificación de los colorantes se puede realizar de varias formas: origen, color, estructura química, etc. La clasificación más habitual se basa en su origen y color. Así, existen colorantes naturales obtenidos a partir de productos naturales y colorantes sintéticos obtenidos por síntesis química dentro de ellos tenemos: amarillo, rojo, verde, azul, etc. Esta clasificación es de interés en el campo de la alimentación ya que el término natural tiende a tener una percepción favorable, mientras que el de sintético o artificial tiende a ser considerado negativamente [7].

#### **2.2.8.1. Colorantes naturales.**

Los colorantes naturales son aquellos que se obtienen o se extraen de materia animal, vegetal o mineral. A este grupo pertenecen las antocianinas, caramelo, clorofila y ácido carmínico [13].

**Tabla 4.** Colorantes naturales más utilizados.

Nombre	Obtención	Aplicación	Efectos y límite
Curcumin a	Rizoma de la cúrcuma (Curcuma longa)	Color amarillo intenso (curry). Confituras, mermeladas, etc. Embutidos picados (crudos y cocidos).	Baja absorción en el intestino, Toxicidad reducida.
Cochinilla Carmín Ácido carmínico	Hembras del insecto Dactylopus coccus, parásitos de algunas especies de cactus	Color rojo muy variable, utilizándose en conservas vegetales, mermeladas, helados, productos cárnicos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas	Se han señalado respuestas alérgicas en sujetos que han consumido bebidas con este colorante. IDA: sin asignar.
Clorofilas	Algas	Color verde característico aplicado a chicle, helados y bebidas refrescantes.	Baja absorción intestinal. IDA: sin asignar.
Caramelo	Calentamiento de azúcar (sacarosa y otros)	Productos de bollería, repostería y helados. Bebidas de cola y alcohólicas (ron, Coñac, etc.).	El 50% del caramelo son azúcares asimilables. Dosis de hasta 18 g/día tienen un ligero efecto laxante IDA: sin asignar.
Carotenoi des	Capsantina: pimiento rojo y del pimentón Licopeno: tomate.	Fabricación de embutidos Bebidas refrescantes	Absorción intestinal muy baja. IDA: 5 mg/Kg peso.

Fuente: [19]

### 2.2.8.2. Colorantes artificiales.

Los colorantes artificiales son aquellos que tienen origen por medio de síntesis químicas y no se los encuentra en la naturaleza. Se puede señalar que los colorantes sintéticos no juegan ningún papel tecnológico; sin embargo, presentan excelentes propiedades en cuanto a la capacidad de disolución y la gama de colores que ofrecen, su resistencia a los diferentes tratamientos térmicos y su poder colorante, así como un menor costo resultando ser más asequibles, por lo que su uso en la industria se ha extendido ampliamente [20].

**Tabla 5.** Colorantes sintéticos permitidos en los alimentos.

N °E	Denominación	Tonalidad	IDA(mg/Kg*/d)
E 102	Tartrazina	Amarillo limón	7,5
E 104	Amarillo de quinoleína	Amarillo	0,5
E 110	Amarillo Ocaso FCF/Anaranjado S	Anaranjado	4
E 122	Azorrubina, carmoisina	Rojo	4
E 123	Amaranto	Rojo oscuro	0,15
E 124	Goncea 4R rojo cochinilla A	Rojo	0,7
E 127	Eritrosina	Rojo	0,1
E 129	Rojo Allura AC	Rojo	7
E 131	Azul patente V	Azul oscuro	5
E 132	Indigotina, carmín índigo	Índigo	5
E 133	Azul brillante FCF	Azul	6
E 142	Verde S	Verde	5

Fuente: [7]

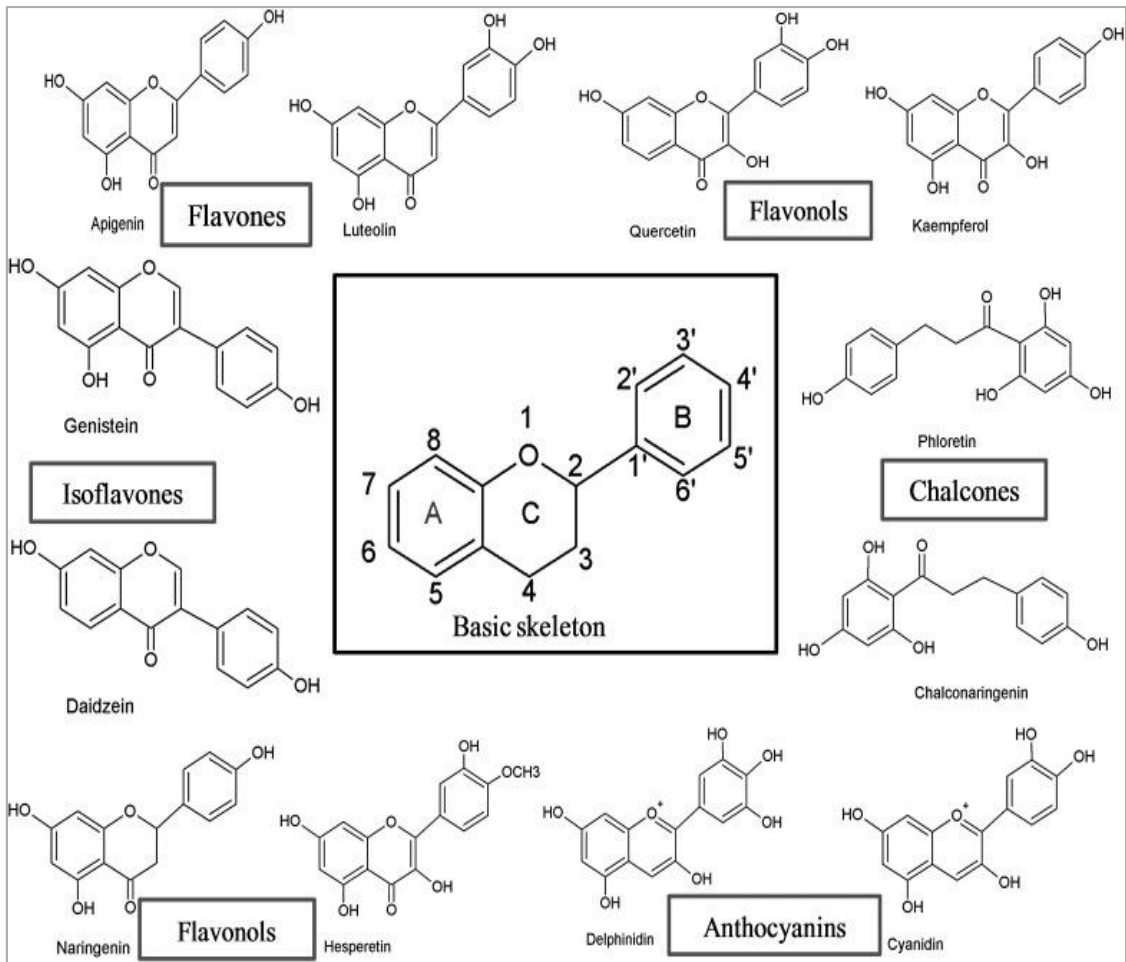
### **2.2.9. Espacio de color CIE L\*a\*b\*.**

El color de los alimentos, y en general de los materiales sólidos y semisólidos de diversa naturaleza, se representa tradicionalmente utilizando el espacio de color CIE L\*a\*b\* (o CIE 1976 L\*a\*b), un estándar internacional para medir el color. Adecuado por la Commission Internationale d'Eclairage (CIE) en el año de 1976. El color es una característica cualitativa de gran importancia, ya que es el primer aspecto percibido por los consumidores o usuarios, y puede determinar la aceptación o rechazo de un producto y su valor. En esta representación de color, L \* representa la luminosidad de una muestra, a \* representa la variación de verde a rojo y b \* representa la variación de azul a amarillo [21].

### **2.2.10. Flavonoides.**

Los flavonoides son fitonutrientes que tienen bajo peso molecular, los cuales son producidos por la mayor parte de plantas vasculares [22]. Los flavonoides son importantes compuestos naturales; en particular, pertenecen a una clase de metabolitos secundarios vegetales que tienen una estructura polifenólica, que se encuentran ampliamente en frutas, verduras y ciertas bebidas. Tienen diversos efectos bioquímicos y antioxidantes favorables asociados para la prevención de diversas enfermedades como el cáncer, la enfermedad de Alzheimer (EA), la aterosclerosis, etc. En las plantas, se sabe desde hace mucho tiempo que los flavonoides se sintetizan en sitios particulares y son responsables del color y aroma de las flores, y en las frutas para atraer a los polinizadores y, en consecuencia, la dispersión de la fruta para ayudar a la germinación de semillas y esporas, y al crecimiento y desarrollo de las plántulas [23].

Los flavonoides se pueden subdividir en diferentes subgrupos según el carbono del anillo C al que está unido el anillo B y el grado de insaturación y oxidación del anillo C. Los flavonoides en los que el anillo B está enlazado en la posición 3 del anillo C se denominan isoflavonas. Aquellos en los que el anillo B está enlazado en la posición 4 se denominan neoflavonoides, mientras que aquellos en los que el anillo B está enlazado en la posición 2 pueden subdividirse en varios subgrupos sobre la base de las características estructurales del anillo C. Estos subgrupos son: flavonas, flavonoles, flavanonas, flavanonoles, flavonoles o catequinas, antocianinas y calcona [24]



Fuente: [24]

**Figura 1.** Estructura básica del esqueleto de las clases de flavonoides.

### 2.2.11. Catequinas.

Las catequinas son flavonoides, cuyas actividades antioxidantes resultan de la neutralización de los radicales libres de nitrógeno y oxígeno, así como de la capacidad quelante con iones metálicos en reacciones redox. Numerosos estudios científicos indican los efectos antitumorales de los antioxidantes [25].

Las catequinas están presentes en muchas plantas alimenticias, las más populares son; granos de cacao, té, arándanos y vino. El efecto astringente en la boca después de comer productos de chocolate o beber té verde o vino se debe a la presencia de catequinas [26].

**CAPÍTULO III**  
**MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **3.1. Localización.**

La presente investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, campus "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme. Se encuentra entre las coordenadas geográficas de 01° 06' de latitud Sur y 79° 29' de longitud Oeste y una altura de 77 metros sobre el nivel del mar.

La Flor de Jamaica se adquirió en la empresa TA&TA CACAO del Ing. Andrés Tapia quien produce chocolate artesanal y también flor de Jamaica, ubicada en la parroquia San Camilo, perteneciente a la ciudad de Quevedo, Provincia de los Ríos.

El alcohol etílico se obtuvo de trapiches del Señor Galo Carrillo ubicado a 1000 msnm en el Recinto Tablería de la Parroquia el Corazón, Cantón Pangua en la Provincia de Cotopaxi.

Mientras que los análisis físico-químicos, colorimétricos y sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Bromatología.

El análisis de flavonoides totales se lo realizó en "INIAP" en el laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos de la estación Santa Catalina, ubicada en Av. Quito Km 1 Vía Santo Domingo.

### **3.2. Tipos de investigación.**

Los tipos de investigación a emplear serán: Exploratoria, Descriptiva y Explicativa.

#### **3.2.1. Investigación exploratoria.**

La investigación de tipo exploratoria se realizó para conocer el tema que se abordó, lo que permitió relacionarnos con el tema de estudio. Entre sus propósitos podemos citar la posibilidad de formular el problema de investigación, extraer datos y términos que nos permitan generar las preguntas necesarias.

### **3.2.2. Investigación descriptiva.**

La investigación descriptiva examino las características del objeto en estudio, definirlo y poder seleccionar la técnica para el proceso de obtención de la bebida que permitió la recolección de datos y las fuentes a consultar.

### **3.2.3. Investigación explicativa.**

La investigación explicativa, estableció las causas en el presente estudio, para realizar las conclusiones en base a los objetivos planteados.

## **3.3. Métodos de investigación**

### **3.3.1. Método inductivo-deductivo.**

Se empleó el método inductivo-deductivo para buscar la solución en base al problema analizado, permitiendo la observación, manipulación, registro de las variables (dependiente e independiente) que afectarán el objeto de estudio.

### **3.3.2. Método estadístico.**

Mediante el método estadístico, se ordenaron, tabularon, cuantificaron y procesaron los datos obtenidos en los análisis físico químicos, colorimétricos y sensoriales de la bebida alcohólica con colorante natural Flor de Jamaica.

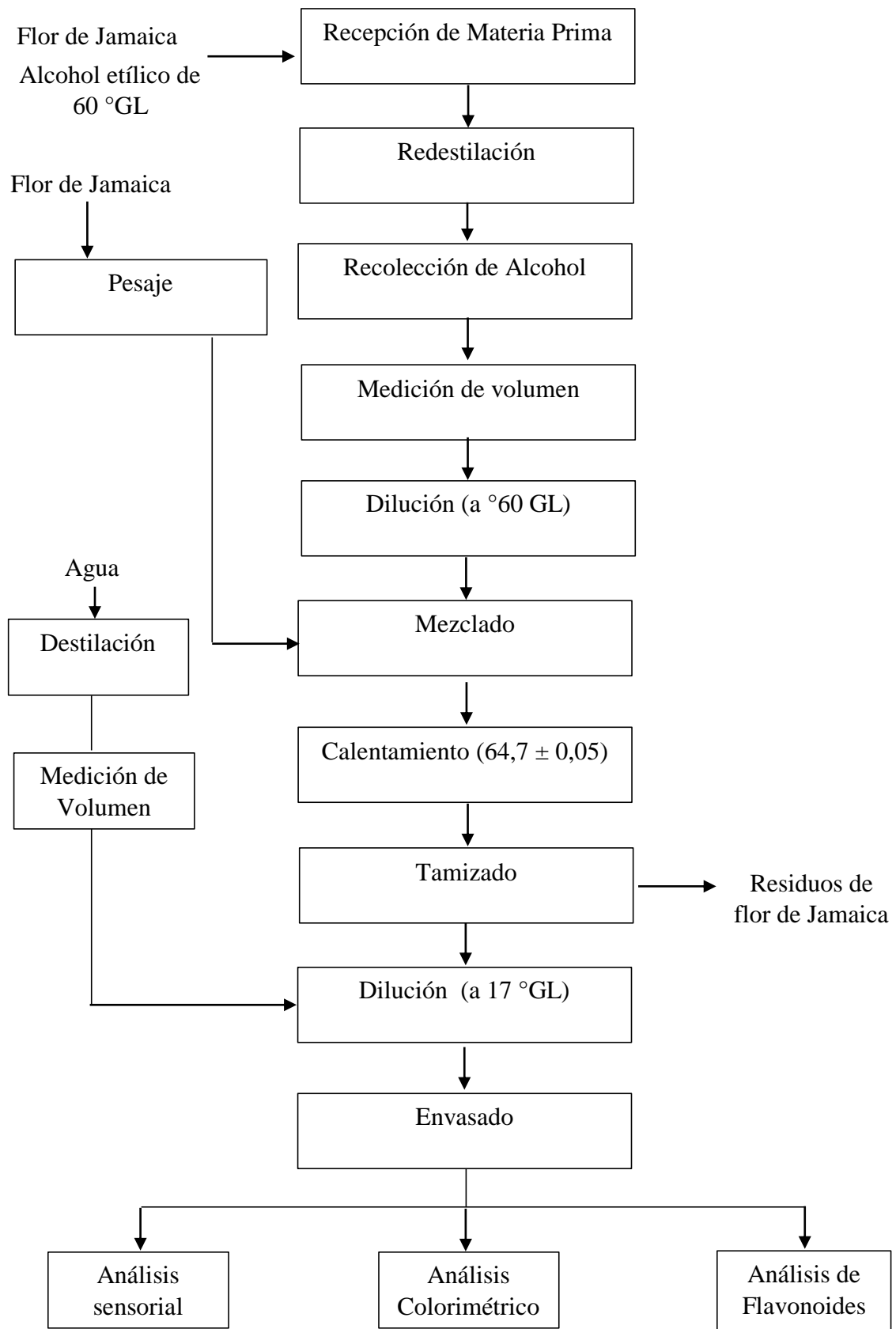
## **3.4. Fuentes de recopilación de información.**

La presente investigación se redactó utilizando como fuente primaria información obtenida de los resultados de los análisis físico químicos, colorimétricos y sensoriales de la bebida. Las fuentes secundarias fueron en base a la revisión bibliográfica proveniente de libros, internet, artículos de revistas científicas, tesis relacionadas al tema de investigación e informes oficiales.

### **3.5. Diseño de la investigación.**

Se aplicó test de normalidad. Una vez demostrado que los datos no se distribuyen de forma normal se empleó test no paramétricos los cuales fueron el test de Friedman y el de Holm, una de las ventajas de estos test es que el primero indica si existe o no diferencia significativa de forma general, para luego aplicar el test de Holm el cual ordena los datos de forma descendente, y permite comparar el valor p calculado y el valor de Holm determinando en qué tratamientos existe diferencias significativas y en cuales no existe diferencia significativa, para la identificación del el mejor tratamiento es este fue aquel que no apareció desplegado en la tabla.

### 3.5.1. Procedimiento experimental.



**Figura 2.** Diagrama de bloques del proceso de elaboración de una bebida alcohólica con flor de Jamaica.

### **3.5.1.1. Descripción del proceso.**

#### **Recepción de alcohol.**

Se realizó la recepción del alcohol etílico a 60 °GL en canecas de capacidad de 20 L para su posterior redestilación en el laboratorio de operaciones unitarias de Agroindustria.

#### **Redestilación.**

En la redestilación del alcohol etílico de 60 °GL, se procedió de la siguiente forma: se mezcló con agua en una relación 20 L alcohol etílico / 12 L de agua, que fueron colocados en un destilador con capacidad nominal de 50 L. Una vez colocada la mezcla en el tanque del destilador, se procedió a calentar hasta que empiece a destilar el equipo, lo que ocurre en tiempo aproximado de 40 minutos.

#### **Recolección de Alcohol.**

Mediante el balance de materia previamente calculado se recogió 3,5 % de puntas lo cual fue separado y se recolectó el alcohol destilado hasta cuando se registró 50 °GL. Las puntas fueron desechadas, este procedimiento se repitió hasta cumplir con el volumen de los tratamientos del diseño experimental.

#### **Medición de volumen de alcohol etílico.**

Se procedió a la medición del volumen del redestilado y su grado alcohólico.

#### **Dilución de grado alcohólico a 60°GL.**

En base a cuadrados de Pearson se añadió agua destilada para regular el grado alcohólico a 60 °GL, pues el redestilado tuvo un valor promedio superior a 60 °GL

#### **Mezclado.**

En un recipiente acerado se colocó alcohol etílico más la flor de Jamaica.

## **Calentamiento**

De conformidad a los tratamientos establecidos en el diseño experimental, el alcohol etílico conteniendo la flor de Jamaica fue calentado a  $64,7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ , este se calentó hasta obtener un color desde el punto de vista sensorial aceptable aproximadamente 5 minutos.

## **Tamizado.**

Extraído el color, se procedió a pasar por un lienzo o tamiz para separar los sólidos que dejen las flores de Jamaica en el licor.

## **Dilución del grado alcohólico a 17°GL.**

Mediante cuadrado de Pearson se determinó las cantidades necesarias de agua destilada para diluir el alcohol hasta 17 °GL.

## **Envasado.**

Se envaso en botellas de vidrio de 750 mL.

## **3.6. Instrumentos de investigación.**

### **3.6.1. Análisis de colorimetría.**

Mediante la utilización del colorímetro de Marca LUTRON BOLUMETRIC (RGB-1002) se procedió a determinar los parámetros  $L^*a^*b^*$ , que fueron transformados a través de la aplicación de fórmulas matemáticas a luminosidad, tonalidad y pureza de color.

### **3.6.2. Análisis sensorial.**

El análisis sensorial se efectuó con un grupo de 12 panelistas no expertas en análisis sensoriales los cuales recibieron una inducción sobre el tema tratado para este procedimiento, y pudieran evaluar los atributos de:

- Color
- Olor
- Sabor
- Apariencia
- Aceptabilidad

### **3.6.3. Análisis de flavonoides totales.**

Para determinar el contenido de flavonoides totales se utilizó el método descrito por Zhishen et al. Donde se colocó la muestra en un matraz aforado de 10 mL. Se añadió 5 mL de agua destilada y se añadieron 0,3 mL de  $\text{NaNO}_2$ . Posteriormente añadieron 3 mL de  $\text{AlCl}_3$ . Después de 6 min, se añadieron 2 mL de 1 mol litro de  $\text{NaOH}$  y el total se completó hasta 10 mL con agua destilada. La solución se mezcló homogéneamente y se midió la absorbancia frente a un blanco a 510 nm con un espectrofotómetro UV-VISIBLE M8500 [28].

### **3.6.4. Análisis físico químicos.**

#### **3.6.4.1. Determinación pH.**

El pH es un parámetro muy importante en la elaboración de los productos alimentarios, tanto como indicador de las condiciones higiénicas como para el control de los procesos de transformación, en la presente investigación se utilizó un pH-metro digital marca ECO TESTR, calibrado con buffer de pH 7.

Primero se midió 10 mL de muestra en un vaso de precipitación de 50 mL, luego se calibro el pH-metro marca ECO TESTR con solución buffer, el cual fue limpiado con agua destilada utilizando una piseta, posteriormente se introdujo el electrodo en la muestra, esperando hasta que el valor se mantenga estable, para registrar los datos.

#### **3.6.4.2. Determinación de Sólidos Solubles.**

La determinación de sólidos solubles se la realizo mediante la utilización de un refractómetro ATAGO DE 0 – 32%, en el cual se colocó 2 mL de muestra, para posteriormente tomar lectura de los datos.

### 3.6.4.3. Determinación acidez total.

La determinación de acidez se realizó mediante valoración volumétrica, expresada en porcentaje (%) del ácido predominante en la muestra.

Se colocó 50 mL de agua destilada y 10 mL de muestra en un matraz, también se le añadió 10 gotas de fenolftaleína, luego se homogenizó, posteriormente mediante titulación se añadió Hidróxido de sodio NaOH al 0,01 % hasta que la muestra cambio de color.

#### Calculo.

$$\% \text{ Acidez}(\acute{\text{a}}\text{c. acético}) = \frac{(A * B * C)}{D} * 100 \quad (3)$$

*Dónde:*

- A = Volumen consumido de NaOH
- B = Normalidad del NaOH (0,01)
- C = Peso molecular de Ácido predominante de la muestra
- D = Volumen de la muestra

### 3.6.4.4. Determinación de viscosidad.

La viscosidad es el comportamiento de fluidez o resistencia de la muestra de bebida alcohólica. El viscosímetro de Ostwald está conformado por dos entradas (A y B) con La entrada A cuenta con una ampolla (L), mientras que la entrada B presenta una ampolla superior (K) y dos marcas de niveles ( $m_1$  y  $m_2$ ).

#### Procedimiento.

Se llenó con agua destilada la ampolla L del viscosímetro por la entrada A y se aspiró por la entrada B hasta que sobrepase la ampolla K. se deja caer el agua y se toma el tiempo que tarda en pasar entre los niveles  $m_1$  y  $m_2$ . Se realiza este proceso 3 veces y se toma la media de los tiempos. Se realizó el mismo procedimiento con la bebida alcohólica y se calcula la viscosidad.

## Cálculos.

$$n_1 = \frac{\rho t'}{\rho_{agua} * t} * n_{Agua} \quad (4)$$

*Dónde:*

- $n_1$ : es la viscosidad de la muestra
- $n_{Agua}$ : viscosidad del agua
- $\rho$ : densidad de la muestra
- $t'$ : tiempo de recorrido de la sustancia
- $t$ : tiempo de recorrido del agua

### 3.7. Tratamiento de datos.

El tamaño de la muestra fue de 1 Litros

El esquema experimental se detalla en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Esquema experimental del arreglo de los tratamientos.

Tratamiento	Código	Descripción	Repeticiones
T1	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	Flor deshidratada; 10 g/L de alcohol	3
T2	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Flor deshidratada; 6,5 g/L de alcohol	3
T3	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	Flor fresca; 10 g/L de alcohol	3
T4	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Flor fresca; 6,5 g/L de alcohol	3
T5	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	Flor fresca + Flor deshidratada; 10 /L de alcohol	3
T6	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	Flor fresca + Flor deshidratada; 6,5 g/L de alcohol	3

Elaborado: Autor

### **3.8. Recursos humanos y materiales.**

- Erick Joel Sánchez Bravo, Tesista.
- Ing. Ángel Fernández Escobar, Director de la Unidad de Integración Curricular.
- Ing. Lourdes Ramos encargada del Laboratorio de Bromatología.
- Ing. Amado Coello encargado del Laboratorio de Agroindustria.

#### **3.8.1. Materia Prima.**

- Flor de Jamaica (Fresca y Deshidratada).
- Alcohol etílico rectificado.

#### **3.8.2. Equipos.**

- Alcoholímetro FRANCE 0 - 100 % Alc.
- Colorímetro LUTRON BOLUMETRIC (RGB-1002).
- Balanza gramera CAMRY 1 - 5000 g.
- Termómetro BENETECH -50 -350 °C.
- pH-metro ECO TESTR.
- Refractómetro ATAGO DE 0 – 32%.

#### **3.8.3. Materiales.**

- Ollas Aceradas.
- Fundas Ziploc.
- Cucharas.
- Tamiz.
- Guantes.
- Cofia.
- Papel Aluminio.
- Botellas de vidrio de 750 mL.
- Mandil.

#### **3.8.4. Instrumento de Laboratorio.**

- Picnómetro.
- Probeta.
- Bureta.
- Pinzas.
- Matraz.
- Vasos de precipitación.
- Viscosímetro de Oswald.
- Piseta.
- Desecador.

#### **3.8.5. Reactivos.**

- Fenolftaleína.
- Hidróxido de Sodio.
- Agua destilada.
- Solución Buffer.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIONES.**

## 4.1. Análisis fisicoquímicos.

### 4.1.1. Test de normalidad.

**Tabla 7.** Test de Normalidad

Algoritmo	Shapiro-Wilk							
	pH		Acidez		° Sólidos Solubles		Viscosidad	
	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	3	,000	3	,637	3	,000	3	,013
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	3	,780	3	1,000	3	,030	3	,033
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	3	,000	3	,726	3	,000	3	,010
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3	,037	3	1,000	3	,000	3	,019
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	3	,000	3	1,000	3	,016	3	,001
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	3	,002	3	,363	3	,000	3	,044
	No		SI		No		No	

Fuente: Autor

En base al test de normalidad aplicado a las repuestas experimentales que se reportan en la tabla 7, se observa que los valores de los parámetros físico químicos; pH, Sólidos Solubles Viscosidad no se distribuyen de forma normal, aceptándose la hipótesis nula ( $H_0$ ), Por el contrario los datos de acidez titulable se distribuyen de forma normal, rechazándose la hipótesis nula. En vista de que se encuentran parámetros que se distribuyen de forma normal y otros no, se justifica la aplicación de test no paramétricos, En concordancia con la definición de calidad propuesta por Kramer y Twigg (1962) "conjunto de características que diferencian las unidades individuales del producto y determinan el grado de aceptabilidad de estas unidades por el usuario o consumidor" [35].

**Tabla 8.** Test de Friedman.

Algorithm	Ranking
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	1,92
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	2,46
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	4,0
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4,42
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	3,75
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	4,45

Elaborado: Autor

En concordancia con los resultados de la tabla 8, se observa que P valor calculado del test de Friedman es  $1,61 \times 10^{-3}$ , cuyo valor está por debajo de 0,05; lo que da como resultado que exista diferencia significativa en los datos del análisis físico químicos por lo que es necesario realizar test de Holm.

**Tabla 9.** Test de Holm.

Table 2: Holm / Hochberg Table for $\alpha = 0:05$				
i	algorithm	$z = (R_0 - R_i) = SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
5	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	3,33	$8,75 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-2}$
4	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3,27	$1,63 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-2}$
3	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	2,73	$6,38 \times 10^{-3}$	$3,33 \times 10^{-2}$
2	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	2,40	$1,64 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$
1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	$7,1 \times 10^{-1}$	$4,78 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-2}$

Elaborado: Autor

En el test de Holm que se muestra en la tabla 9, el algoritmo que no aparece en la tabla, es el mejor tratamiento que corresponde al tratamiento 1 de codificación a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (10 g de flor de Jamaica deshidratada/L de alcohol etílico rectificado).

También mediante el test de Holm se puede establecer que existe diferencia significativa de a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> en relación a los tratamientos a<sub>3</sub>b<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>, a<sub>3</sub>b<sub>0</sub>, excepto a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>

De esta manera se establecen los parámetros físico químicos para este producto siendo los siguientes: pH  $3,8 \pm 0,05$ ; Sólidos Solubles  $3,9 \pm 0,01$ ; Acidez Titulable (Ácido Acético %)  $0,08 \pm 0,005$ ; Viscosidad  $1,7 \pm 0,02$  cP.

## **Discusión.**

### **pH.**

Montoya & Londoño [29] presentan valores de pH similares en su investigación (Licor de mora de castilla (*Rubus Glaucus Benth*) con diferentes porcentajes de pulpa) obtuvieron valores en un rango de (3,01 - 3,46) los cuales están dentro del pH óptimo (3 - 4) para licores de alta calidad. Datos que también coinciden con los expuestos por González, Hincapié, Patiño, Alzate, & Benavides [30] los cuales obtuvieron resultados de pH  $3,7 \pm 0,07$ . Mientras que en esta investigación se determinó valores de pH para el mejor tratamiento de  $3,8 \pm 0,05$ .

### **Acidez Titulable.**

Los valores reportados por Mejía & Díaz [31] en su investigación Caracterización fisicoquímica y sensorial de licor de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth.*) producido en el municipio de Aránzazu, en un rango de 0,75 - 0,99 difieren a los reportados en la presente investigación. Mientras que Rios, Villanueva, & Cortina [32] reportaron valores de acidez titulable en un rango de 0,22 - 0,28; valores que siguen siendo superiores a los de la presente investigación, Pero existe similitud con los datos reportados por González, Hincapié, Patiño, Alzate, & Benavides [30] en su trabajo Desarrollo de un licor de piña a partir de subproductos de la empresa Picados San Juan, con valores de  $0,0516 \pm 0,003$  de acidez. Los datos obtenidos en la presente investigación en la variable en acidez titulable para el mejor tratamiento fueron  $0,08 \pm 0,005$ .

### **Viscosidad.**

(Ferreya & Schwab, 2014)[33] reportan resultados que muestran similitud con los de la presente investigación con valores de 1,75 cP en su trabajo de investigación titulado Comportamiento reológico del “vino de naranja”: Influencia de la temperatura y la composición. Müller (1979), comenta que los alimentos fluidos están sujetos a diferentes temperaturas durante su procesamiento, almacenamiento, transportación, venta y consumo. Por esta razón, las propiedades reológicas son estudiadas como una función de la temperatura. Generalmente la viscosidad desciende muy acusadamente al aumentar la temperatura [34]. El valor obtenido del análisis de viscosidad al mejor tratamiento de esta investigación fue; Viscosidad  $1,71 \pm 0,02$  cP.

### **Sólidos Solubles.**

Los datos obtenidos en la presente investigación difieren con los presentados por (López, González Gallardo, Mariño, Jácome, & Beltrán Sinchiguano, 2019) quienes obtuvieron valores más altos  $15,11 \pm 0,014^\circ$  Brix, esto se puede atribuir a la diferencia de proceso de obtención del etanol en el cual ellos utilizaron la fermentación donde los sólidos solubles tuvieron una ligera disminución con el pasar de los días. Mientras que el valor de sólidos solubles del mejor tratamiento en este trabajo investigativo fue  $3,86 \pm 0,01$ .

## 4.2. Análisis sensorial.

### 4.2.1. Test de normalidad.

**Tabla 10.** Test de Normalidad.

Algoritmo	Shapiro-Wilk									
	Color		Olor		Sabor		Apariencia		Aceptabilidad	
	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	3	,000	3	,005	3	,048	3	,000	3	,007
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	3	,014	3	,018	3	,019	3	,005	3	,019
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	3	,006	3	,002	3	,020	3	,006	3	,013
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3	,000	3	,018	3	,000	3	,000	3	,003
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	3	,033	3	,000	3	,045	3	,028	3	,000
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	3	,044	3	,004	3	,009	3	,006	3	,003
	No		No		No		No		No	

Elaborado: Autor

Analizando el test de normalidad de la tabla 10, se observa que los datos de los diversos tratamientos de sensometría que corresponden a los parámetros de color, olor, sabor apariencia y aceptabilidad no se distribuyen de forma normal, en consecuencia se rechaza la (H<sub>0</sub>).

**Tabla 11.** Test de Friedman.

Algorithm	Ranking
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	1,07
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	4,17
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	4,50
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	2,80
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	4,37
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	4,11

Elaborado: Autor

En base a los resultados reportados en la tabla 11, se observa que el P-valor calculado del test de Friedman es  $3,095 \times 10^{-7}$ , cuyo valor es inferior que 0,05; en consecuencia existe diferencia significativa en los datos del análisis sensorial, por lo que es necesario realizar el test de Holm.

**Tabla 12.** Test Holm.

Table 2: Holm / Hochberg Table for $\alpha = 0:05$				
i	algorithm	$z = (R_0 - R_i)/SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
5	$a_2b_0$	5,03	$5,01 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{-2}$
4	$a_2b_1$	4,83	$1,36 \times 10^{-6}$	$1,25 \times 10^{-2}$
3	$a_2b_0$	4,54	$5,68 \times 10^{-6}$	$1,66 \times 10^{-2}$
2	$a_3b_0$	4,44	$8,98 \times 10^{-6}$	$2,5 \times 10^{-2}$
1	$a_1b_1$	2,54	$1,12 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$

Elaborado: Autor

Revisando el test de Holm cuyos datos se reportan en la tabla 12 se observa que el mejor tratamiento es  $a_1b_0$  que corresponde al tratamiento 1 (10 g de flor de Jamaica deshidratada/L de alcohol etílico redestilado).

Además, demuestra que  $a_1b_0$  tiene diferencia significativa con  $a_2b_0$ ,  $a_3b_0$ ,  $a_1b_1$ ,  $a_3b_1$ ,  $a_2b_1$

De esta forma se establece los indicadores de sensometría para este producto que son los siguientes: Color  $3,8 \pm 0,08$ ; Apariencia  $3,8 \pm 0,10$ ; Olor  $3,8 \pm 0,17$ ; Sabor  $3,7 \pm 0,08$  y Aceptabilidad  $3,6 \pm 0,13$ ; siendo la máxima calificación 4 establecida en la ficha de cata.

## Discusión.

- Color.

Los resultados de la percepción de la variable color se asemejan a los reportados por (López, González Gallardo, Mariño, Jácome, & Beltrán Sinchiguano, 2019) [36] en su Estudio de la estabilidad de los antioxidantes del vino de flor de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa L.*) con una media de color de  $3,5 \pm 0,005$ . De acuerdo con los datos reportados en el análisis sensorial de la variable color reporta valores de  $3,8 \pm 0,08$ , donde el citado valor se aproxima a la Escala de 4 que corresponde a la característica de rojo oscuro, en relación con los resultados del colorímetro se ubica en las siguientes coordenadas luminisidad ( $L^*$ ) 21,76; tonalidad ( $h_{ab}^*$ ) 34,71; Pureza de color ( $C^*$ ) 47,75. El valor de tonalidad 34,71 grados se ubica el tono rojo dentro del cuadrante ( $+a^* 0^\circ +b^* 90^\circ$ ) del espacio de color CIE  $L^*a^*b^*$ , en estos resultados se observa un alto grado pureza de color y menor grado luminisidad al ser un color oscuro los datos concuerdan con el color (rojo oscuro) reportado en el mejor tratamiento.

- Apariencia.

La apariencia de un alimento es un factor muy importante al momento que un consumidor decide adquirirlo el impacto visual que genera un producto en el potencial consumidor incide en la decisión de compra [37]. Los datos reportados por Quispe & Olivares [38] difieren con los obtenidos en esta investigación con valores de 6,9 para el atributo de apariencia en su mejor tratamiento. Mientras que en este trabajo investigativo se registraron valores de;  $3,8 \pm 0,10$ , para el mejor tratamiento siendo este el más favorable para percepción de los catadores, T<sub>1</sub> (10 gramos de flor deshidratada/L de alcohol étílico rectificado) el cual presento diferencia estadística significativa con los demás tratamientos, donde el mencionado valor corresponde a la escala de 4 (Brillante atractivo).

- Olor.

Los datos obtenidos son similares a los que presenta Tipán [39] en su investigación vino de piña (*Ananas comosus L.*) con tres concentraciones de miel de abeja, en su tratamiento más destacado en con promedio de 3,65 reportado una buena aprecian sensorial en el atributo de Olor. En la caracterización del licor de Jamaica en la variable olor, se observa una media de  $3,8 \pm 0,17$ , aproximándose a la escala de 4 (Intenso).

- Sabor.

El atributo de sabor en comparación con los datos obtenidos por Cedeño [40] en su mejor tratamiento difieren con los de la presente investigación al obtener una media de 4,23 en su trabajo titulado Efecto de las semillas de moringa (*Moringa Oleífera*) sobre la clarificación de una bebida alcohólica a base de flor de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa .L*) y pétalos de rosa, existe similitud con el nivel de aceptación del atributo sabor reportado por Alcívar [41] con una media de 3,58 en su mejor tratamiento, mientras que en la presente investigación se reporta valores de  $3,7 \pm 0,08$  para el atributo sabor.

- Aceptabilidad.

El nivel de aceptación se da debido al conjunto de todas las variables color, olor, sabor, apariencia que forma un criterio en el catador para determinar su aceptación por el producto, Ocaña [42] obtuvo como mejor tratamiento el vino a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> con un valor promedio de 5,688 en el parámetro de aceptabilidad , siendo este mayor a los demás vinos analizados, considerado así como el mejor tratamiento con casi todos los atributos superiores a los demás, valores de aceptación son superiores a los la presente investigación donde el valor de aceptación para el mejor tratamiento T1 (10 g de flor deshidratada /L de alcohol etílico rectificado) es de  $3,6 \pm 0,13$  aproximándose a la escala 4 (Me gusta mucho).

### 4.3. Análisis de colorimetría

#### 4.3.1. Test de normalidad.

**Tabla 13.** Test de Normalidad.

Algoritmo	L*		h <sub>ab</sub> *		C*		L*		Shapiro-Wilk				R	G		B		
	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	3	,012	3	,032	3	,048	3	,001	3	,000	3	,003	3	,000	3	,016	3	,019
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	3	,000	3	,005	3	,000	3	,000	3	,042	3	,000	3	,043	3	,005	3	,000
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	3	,006	3	,001	3	,040	3	,006	3	,011	3	,000	3	,000	3	,008	3	,033
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3	,034	3	,006	3	,009	3	,034	3	,000	3	,002	3	,033	3	,047	3	,001
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	3	,002	3	,016	3	,022	3	,002	3	,010	3	,047	3	,037	3	,008	3	,000
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	3	,005	3	,000	3	,008	3	,005	3	,002	3	,027	3	,001	3	,044	3	,000
	No		No		No		No		No		No		No		No		No	

Elaborado: Autor

Se observa que los valores de significancia de Shapiro - Wilk son menores a 0,05 en consecuencia, la hipótesis nula es rechazada, en efecto se demuestra que los valores de colorimetría no se distribuyen de forma normal, por lo cual se procede a emplear test no paramétricos.

**Tabla 14.** Test de Friedman.

Algorithm	Ranking
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	2,56
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	3,12
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	3,67
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	2,67
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	3,45
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	5,56

Elaborado: Autor

De acuerdo con los resultados reportados en la tabla 14, se observa que el P valor calculado del test de Friedman es  $8,74 \times 10^{-3}$ , cuyo valor es menor a 0,05; en consecuencia existe diferencia significativa en los datos del análisis de colorimetría por lo que resulta necesario aplicar el test de Holm.

**Tabla 15.** Test Holm.

Table 2: Holm / Hochberg Table for $\alpha = 0:05$				
i	algorithm	$z = (R_0 - R_i) = SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
5	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	3,40	$6,697 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-2}$
4	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	1,26	$2,1 \times 10^{-1}$	$1,25 \times 10^{-2}$
3	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	1,00	$3,1 \times 10^{-1}$	$1,6 \times 10^{-2}$
2	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	$6,3 \times 10^{-1}$	$5,3 \times 10^{-1}$	$2,5 \times 10^{-2}$
	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	$1,3 \times 10^{-1}$	$9 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-2}$

Elaborado: Autor

En los datos obtenidos en el test de Holm (tabla 15), se observa que el mejor tratamiento es a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> que corresponde al tratamiento al tratamiento 1 (10 g de flor de Jamaica deshidratada /L de alcohol etílico redestilado).

También, demuestra que a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> tiene diferencia significativa con a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> pero no existe diferencia significativa con a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>, a<sub>3</sub>b<sub>0</sub>, a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>.

Por lo cual se establece los indicadores de colorimetría que se detallan en la tabla 16:

**Tabla 16.** Resultados de colorimetría.

L*	21,76	L*	21,76	R	107
C*	47,65	a*	39,15	G	13
h <sub>ab</sub> *	34,71	b*	27,16	B	12

Elaborado: Autor

Los datos de colorimetría obtenidos en la presente investigación (ver tabla 16) dentro del espacio CIE L\*a\*b\* muestran un color rojo oscuro, valores que se asemejan a los reportados por Torres, Gélvez, & Magda, [44] en su trabajo investigativo Elaboración de una bebida de flor de Jamaica con pretratamiento de sonicación (*Hibiscus sabdariffa*) endulzada con estevia (*Stevia Rebaudiana B.*) y enriquecida con aloe vera, presentando valores (L\*) 34,41; (a\*) 22,48; (b\*) 32,36 expresados en L\* C\* h<sub>ab</sub>\* tonalidad (h<sub>ab</sub>\*) 55,21 grados que dentro del espacio CIE L\* a\* b\* se ubica en la tonalidad roja la cual es característica de la flor de Jamaica, con un grado de pureza de color (C\*) 39,40 y luminosidad (L\*) 34,41.

También se encuentra relación con datos reportados por Vankar & Shukla [45] en su investigación Natural Dyeing with Anthocyanins from *Hibiscus Rosasinensis* Flowers (Teñido natural con antocianinas de flores de *Hibiscus Rosasinensis*), donde los valores L\*a\*b\* expresados en L\* C\* h<sub>ab</sub>\* fueron los siguientes luminosidad (L\*) 20,39 pureza de color (C\*) 55,95 y tonalidad (h<sub>ab</sub>) 34,90, valores que dentro del espacio de color CIE L\*a\*b\* muestran una tonalidad roja.

#### 4.4. Análisis de flavonoides.

De acuerdo con el análisis sensorial aplicado a las muestras experimentales se determinó que el mejor tratamiento fue el T<sub>1</sub> (10 gramos de flor deshidratada /L de alcohol rectificado) al cual se le realizó análisis de flavonoides totales. Los valores reportados por Preciado [46] son superiores en su trabajo titulado Desarrollo, caracterización y evaluación in vitro de una bebida funcional a base de extractos optimizados de Jamaica y té verde en cual presenta valores de  $(16,30 \pm 0,87 \text{ mg/mL})$ . Los resultados expuestos por Vila [47] también difieren con valores que oscilan entre (131-213 mg/L) en su investigación Efecto del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de vinos Cabernet Sauvignon y Malbec, la cantidad flavonoides totales resultado de esta investigación es 29,53 mg/ L, siendo menor a otros trabajos de investigación lo cual puede atribuirse a la dilución que se realiza para regular el grado alcohólico.

**Tabla 17.** Análisis de flavonoides.

ANÁLISIS		**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	Zhishen,Mengcheng y Jianming 1998	
METODO REF.		
UNIDAD	mg Catequina/ L	
21-1031	29,63	Licor de Jamaica

Elaborado: Autor.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

## 5.1. Conclusiones.

- El mejor tratamiento fue establecido a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (10 g de flor deshidratada/L alcohol etílico rectificado) el cual tuvo un color rojo oscuro que dentro del espacio CIE L\*a\*b\* se ubica en las coordenadas Luminosidad (L\*) 21,76; Tonalidad (h<sub>ab</sub>\*) 34,71; Pureza de color (C\*) 47,75; (L\*) 21,76; (a\*) 39,15; (b\*) 27,16; RGB; (R\*) 106; (G\*) 13,91; (B\*) 13,22; la flor de Jamaica fresca confiere menor intensidad de color, olor, sabor a la bebida alcohólica en lo que respecta a color se muestran colores de baja intensidad como rosado y rosado claro, a diferencia de la flor de Jamaica deshidratada que proporciona mayor intensidad de color, olor y sabor , los colores que se presentan usando flor deshidratada son color rojo y rojo oscuro, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa H<sub>1</sub>.
- Para la bebida alcohólica según el diseño experimental aplicado debe utilizarse 10 g de flor deshidratada/L de alcohol etílico rectificado.
- El contenido de flavonoides totales aplicado al mejor tratamiento mediante el método desarrollado por Zhishen, fue de 29,63 mg Catequina/ L, valores que están dentro de la ingesta diaria recomendada de flavonoides que es de 20 – 34 mg/día.

## **5.2. Recomendaciones.**

- Realizar un estudio de estabilidad del color en distintos tipos de envases, ya sea de vidrio o plástico, de preferencia color ámbar que protege las características sensoriales a bebidas fotosensibles.
- Difundir las propiedades de la flor de Jamaica, y promover su utilización en los diferentes campos de la industria alimentaria y fuera de ella, también realizar un estudio de la capacidad antioxidante de la flor de Jamaica en base húmeda, deshidratada y semi-deshidrata.
- La bebida obtenida, sirva como base para hacer cocteles y elaboración de nuevas bebidas.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA.**

- [1] R. Sánchez, «redalyc,» Diciembre 2013. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>.
- [2] P. T. Oliag, «Universidad Politécnica de Valencia,» 2017. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83392/Talens%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20color%20y%20tolerancia%20de%20color%20en%20alimentos%20a%20trav%C3%A9s%20del%20espacio%20CIELAB.pdf?sequence=1>.
- [3] J. Zarrazín, «El color en los alimentos un criterio de calidad medible,» *Agro Sur*, 2014 .
- [4] S. S. y I. Goñi, *Scielo*, Marzo 2010.
- [5] M. Barragal, Junio 2018. [En línea]. Available: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/MARIA%20LUISA%20BARRAL%20GONZALEZ.pdf>.
- [6] J. Pezzuchi, 2014. [En línea]. Available: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77857/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77857/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [7] I. M. Aparicio, *Aditivos Alimentarios*, Madrid: Dextra, 2017, p. 115.
- [8] E. Selva, 17 Agosto 2011. [En línea]. Available: <https://naturapixel.com/2011/08/17/tono-saturacion-y-luminosidad/>.
- [9] OMS, «Organización mundial de la Salud,» 31 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>.
- [10] J. Izquierdo, . D. Arteaga, . M. Sánchez, L. Delgado, E. M. L. Olivadres y J. Castro, «Organic Acids from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.)—A Brief Review of Its Pharmacological Effects,» *Biomedicines*, Abril 2020.
- [11] N. Ukwuani, «Antihypertensive activity of Hibiscus Sabdariffa aqueous calyx extract in Albino,» *Researchgate*, 2015.
- [12] L. Diaz, Marzo 2012. [En línea]. Available: <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/05/INI/ADTESDE0001468.pdf>.
- [13] Z. Ordóñez, «Universidad de Cuenca Repositorio Institucional,» 2016. [En línea]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23488>.
- [14] S. Ortiz, «COMPOSICIÓN EN MACRONUTRIENTES, MINERALES Y METALES PESADOS EN CÁLCICES DE JAMAICA CULTIVADA EN EL ESTADO MONAGAS,» *Tecnología y Pensamiento*, p. 68, 2008.

- [15] S. Cid y J. Guerrero, «Researchgate,» 2012. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/321759327\\_Roselle\\_Hibiscus\\_sabdarif\\_fa\\_L\\_in\\_Sudan\\_Cultivation\\_and\\_Their\\_Uses](https://www.researchgate.net/publication/321759327_Roselle_Hibiscus_sabdarif_fa_L_in_Sudan_Cultivation_and_Their_Uses).
- [16] J. Ramirez y J. Nicolls , «UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA,» 2014. [En línea]. Available: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2727>.
- [17] C. Ibarra, Julio 2016. [En línea]. Available: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/21502/1/67071\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/21502/1/67071_1.pdf).
- [18] Eufic , «The European Food Information Council,» 01 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.eufic.org/es/que-contienen-los-alimentos/articulo/aditivos-alimentarios/>.
- [19] F. Ibañez, P. Torre y A. I. , Febrero 2003. [En línea]. Available: <http://muybio.com/wp-content/uploads/2012/10/aditivos-alimentarios.pdf>.
- [20] A. Cordero, «Sistemas de Bibliotecas documentación e información,» 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4339/1/41641.pdf>.
- [21] S. Goñi y V. Saldovari, «Repositorio institucional de la UNLP,» 2015. [En línea]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45660>.
- [22] R. Estrada y A. Araujo, «Scielo,» 5 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.mx/pdf/sm/v35n5/v35n5a4.pdf>.
- [23] A. Diwan, S. Chandra y A. Panche, «Flavonoids: an overview,» *Journal of Nutritional Science*, 2016.
- [24] P. Karak, «BIOLOGICAL ACTIVITIES OF FLAVONOIDS: AN OVERVIEW,» *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, pp. 1568-1569, Abril 2019.
- [25] C. Musial, A. Jankowska y M. Ponikowska , «Beneficial Properties of Green Tea Catechins,» *International Journal of Molecular Science*, Marzo 2020.
- [26] M. Peñarrieta, L. Tejeda, P. Mollinedo, J. L. Vila y . J. A. Bravo , «Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos,» *Revista Boliviana de Química*, vol. 31, 2014.
- [27] Departamento Agrometeorológico del INIAP, «Información Agrometeorológica del campus "La María",» Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo, 2019.

- [28] J. Zhishen, T. Mengcheng y W. Jianming, «The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals,» *ScienceDirect.*, vol. 64, pp. 555-5559, 1999.
- [29] Á. Montoya y J. L. Londoño, *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 2005.
- [30] D. González, S. Hincapié, S. Patiño, L. Alzate y Y. Benavides, «Desarrollo de un licor de piña a partir de subproductos de la empresa Picados San Juan,» *journal of engineering and technology*, vol. 4, n° 1, 05 Mayo 2015.
- [31] L. Mejía y F. Díaz, «Caracterización fisicoquímica y sensorial de licor de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) producido en el municipio de Aránzazu,» *Vector*, p. 56, 2015.
- [32] M. Rios, A. Villanueva y G. Cortina, «Page 1 | 1Características fisicoquímicas y organolépticas de licor de coco: efecto de pasta de coco, leche descremada y pisco,» *Ciencia UNEMI*, pp. 01 -10, 2019.
- [33] M. Ferreyra y M. Schvab, «Rheological behavior of the "orange wine": Influence of temperature and composition,» *researchgate*, p. 11, 2014.
- [34] J. Ramos, «UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN,» 2013. [En línea]. Available: [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/523/TFAI\\_10.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/523/TFAI_10.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [35] J. G. y P. Martínez, 2019. [En línea]. Available: <https://biblioteca.org.ar/libros/2403.htm>.
- [36] C. López, C. González Gallardo, 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,» *CIENCIAS DE LA VIDA*, 2019.
- [37] A. Arévalo, «UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO,» 2011. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3212/1/P.AL243%20.pdf>.
- [38] L. Quispe y S. Olivares, 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1291/Luz%20Maribel%20Quispe%20Sanchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [39] C. Tipán, 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2284/1/T-UTEQ-0047.pdf>.
- [40] G. Cedeño, «UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR,» 2021. [En línea]. Available: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CEDE%20C3%91O%20ALCIVAR%20GEMA%20JANETH.pdf>.

- [41] J. Alcívar, 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5230/1/T-UTEQ%20-088.pdf>.
- [42] I. Ocaña, 2012. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3071/1/AL496.pdf>.
- [43] L. Cuatrecasas, «Researchgate,» 2010. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/40942857\\_Gestion\\_integral\\_de\\_la\\_calidad\\_implantacion\\_control\\_y\\_certificacion#:~:text=Para%20Cuatrecasas%20\(1999\)%20%2C%20la,del%20usuario%22.%20...](https://www.researchgate.net/publication/40942857_Gestion_integral_de_la_calidad_implantacion_control_y_certificacion#:~:text=Para%20Cuatrecasas%20(1999)%20%2C%20la,del%20usuario%22.%20...)
- [44] N. Torres, V. Gélvez y A. Magda, «ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE FLOR DE JAMAICA CONPRETRATAMIENTO DE SONICACIÓN (Hibiscus sabdariffa) ENDULZADA CON ESTEVIA (Stevia rebaudiana B.) Y ENRIQUECIDA CON ALOE VERA,» *Infométrica*, vol. 1, p. <http://www.infometrica.org/index.php/syh/article/view/62/123>, 01 Enero 2019.
- [45] P. Vankar y D. Shukla, «Natural Dyeing with Anthocyanins from Hibiscus rosa sinensis Flowers,» *Researchgate*, 2018.
- [46] A. Preciado, «Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.,» Diciembre 2016. [En línea]. Available: [https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/766/1/Preciado-Salda%20C3%B1a%20A%20M\\_MC\\_2016.pdf](https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/766/1/Preciado-Salda%20C3%B1a%20A%20M_MC_2016.pdf).
- [47] H. Vila, «Universidad Nacional de Cuyo,» 2002. [En línea]. Available: [https://cvl.bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/587/Tesis%20Hern%20C3%A1n%20Vila.pdf](https://cvl.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/587/Tesis%20Hern%20C3%A1n%20Vila.pdf).
- [48] A. M. J. Z.-M. L. C. N. & M. C. Salous, 2017. [En línea]. Available: <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/722>.
- [49] M. Ulloa, «<https://dspace.uniandes.edu.ec/>,» 2017. [En línea]. Available: <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/7529/1/TUAEXCOMESC001-2018.pdf>.
- [50] F. Moposa, 19 Marzo 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12546/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-147.PDF>.
- [51] Y. Vega y M. Rosel, Manual de laboratorio de diseño de experimentos, Baja California: Universidad Autónoma de Baja California, 2016.
- [52] M. Merizalde, «El licor adulterado afectó a 24 personas,» 26 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/licor-adulteracion-decomiso-policia-sanblas.html>.
- [53] L. Jirón y M. Rivas, «CEDINA,» Marzo 2020. [En línea].

[54] C. Coto, Febrero 2014. [En línea]. Available:  
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2786/1/36536.pdf>.

**CAPITULO VII**  
**ANEXOS.**

**Anexo 1. Evidencias fotográficas.**



Alcohol de 60 °GL



Ingreso del alcohol al destilador



Alcohol rectificado de 83° GL



Alcohol a  $64.7^{\circ}\text{C} \pm 0.5/5$  min + flor de Jamaica



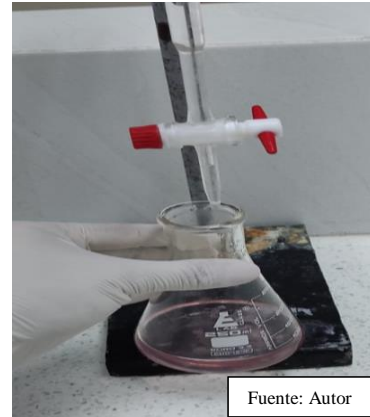
Análisis de pH



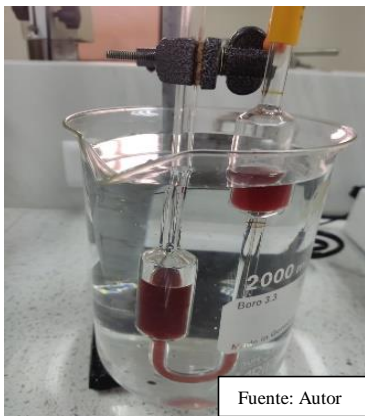
Análisis de Sólidos Solubles



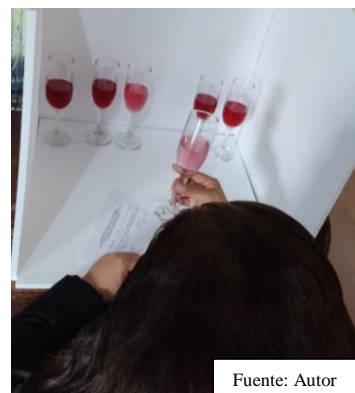
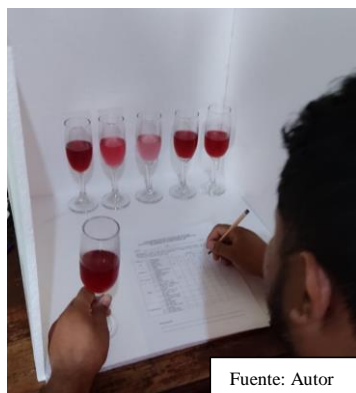
Análisis de densidad  
en Picnómetros



Análisis de acidez  
Titulable



Análisis de Viscosidad



Análisis Sensorial de los Tratamientos.

**Anexo 2.** Datos experimentales del análisis físico químicos.

Propiedades Físicoquímicas	Combinaciones de los tratamientos					
	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>
pH	3,78	3,94	3,48	3,91	3,68	3,76
	3,92	4,04	3,66	3,88	3,69	3,74
	3,89	3,98	3,59	3,89	3,76	3,67
SÓLIDOS SOLUBLES	3,87	3,86	3,85	3,85	3,87	3,85
	3,85	3,87	3,85	3,86	3,86	3,85
	3,85	3,85	3,86	3,86	3,87	3,86
ACIDEZ TITULABLE	0,08	0,07	0,03	0,02	0,07	0,04
	0,08	0,07	0,02	0,03	0,07	0,05
	0,09	0,07	0,03	0,04	0,07	0,06
VISCOSIDAD	1,68	1,80	1,71	1,68	1,81	1,69
	1,71	1,76	1,72	1,69	1,80	1,72
	1,73	1,78	1,73	1,69	1,78	1,71

Fuente: Autor  
Elaborado: Autor

**Anexo 3.** Datos experimentales del análisis sensorial.

Atributos	Combinaciones de los tratamientos					
	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>
COLOR	3,67	3,83	3,50	1,67	3,42	3,08
	3,83	3,58	3,08	1,75	3,08	3,25
	3,75	3,33	2,92	1,83	3,08	3,00
ASPECTO	3,75	3,00	2,58	3,25	2,58	2,25
	3,75	3,25	2,67	3,33	2,67	2,92
	3,92	2,75	2,92	3,17	2,92	2,75
OLOR: AROMA	3,83	2,00	2,25	3,25	2,25	2,42
	3,92	2,33	2,42	3,00	2,67	2,25
	3,58	2,42	2,08	3,17	2,25	2,33
SABOR	3,67	2,42	2,50	3,33	2,08	2,58
	3,83	2,67	2,33	3,50	2,17	2,42
	3,73	2,25	2,50	3,25	2,67	2,83
ACEPTABILIDAD	3,58	2,25	2,50	3,15	2,50	2,83
	3,50	2,17	2,25	3,00	2,50	2,58
	3,75	2,33	2,58	3,33	2,58	2,50

Fuente: Autor  
Elaborado: Autor

**Anexo 4.** Datos experimentales del análisis de colorimetría.

Colorimetría	Combinaciones de los tratamientos					
	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>
Luminosidad	20,574	19,74	28,04	47,17	23,89	32,69
	22,964	20,81	32,88	46,68	23,58	35,99
	21,744	20,81	31,20	44,31	26,10	34,68
Tonalidad	35,17	37,09	30,78	16,66	34,92	36,50
	33,45	34,31	29,78	14,11	35,78	37,06
	35,50	36,21	30,45	14,70	35,85	36,79
Pureza	48,50	54,75	57,43	35,01	54,44	71,78
	44,50	53,09	57,85	36,89	54,48	78,80
	49,96	51,36	57,84	35,99	57,45	77,16

Fuente: Autor  
Elaborado: Autor

Colorimetría	Combinaciones de los tratamientos					
	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>
L*	20,57	19,74	28,04	47,17	23,89	32,69
	22,96	20,81	32,88	46,68	23,58	35,99
	21,74	20,81	31,20	44,31	26,10	34,68
a*	39,65	43,67	49,34	33,55	44,64	57,71
	37,13	43,85	50,21	35,77	44,20	62,88
	40,67	41,44	41,44	34,81	46,56	61,79
b*	27,94	33,02	29,40	10,04	31,16	42,70
	24,53	29,93	28,73	8,99	31,85	47,48
	29,02	30,34	29,31	9,13	33,65	46,22

Fuente: Autor  
Elaborado: Autor

Colorimetría	Combinaciones de los tratamientos					
	$a_1b_0$	$a_1b_1$	$a_2b_0$	$a_2b_1$	$a_3b_0$	$a_3b_1$
R	104	106	135	168	119	160
	108	109	151	169	118	166
	108	107	107	128	128	171
G	8	0	8	88	6	0
	22	22	26	85	6	0
	10	10	21	80	9	0
B	8	0	24	96	11	10
	20	5	35	97	9	0
	9	3	31	91	12	8

Fuente: Autor

Elaborado: Autor

**Anexo 6.** Test normalidad de los parámetros fisicoquímicos.

# Results

October 11, 2021

## 1 Tables of Friedman, Bonferroni-Dunn, Holm, Hochberg and Hommel Tests

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
a1b0	1.9166666666666667
a1b1	2.4583333333333326
a2b0	4.0
a2b1	4.416666666666666
a3b0	3.7500000000000001
a3b1	4.4583333333333334

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 5 degrees of freedom: 19.41666666666671. P-value computed by Friedman Test: 0.001607128673289715.

Iman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 5 and 55 degrees of freedom: 5.2628336755647. P-value computed by Iman and Daveport Test: 5.087654181226824E-4.

Table 2: Holm / Hochberg Table for  $\alpha = 0.05$

i	algorithm	$z = (R_0 - R_i) / SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
5	a3b1	3.327822826098884	8.752751264168114E-4	0.01
4	a2b1	3.2732683535398843	0.0010631149171586199	0.0125
3	a2b0	2.727723627949904	0.006377301421688237	0.01666666666666666
2	a3b0	2.400396792595917	0.01637730834149484	0.025
1	a1b1	0.7092081432669741	0.4781953208405868	0.05

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value  $\leq 0.01$ .

Holm's procedure rejects those hypotheses that have a p-value  $\leq 0.05$ .

Hochberg's procedure rejects those hypotheses that have a p-value  $\leq 0.025$ .

**Anexo 7.** Test de normalidad de los parámetros de sensoriales.

# Results

October 11, 2021

## 1 Tables of Friedman, Bonferroni-Dunn, Holm, Hochberg and Hommel Tests

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
a1b0	1.0666666666666667
a1b1	4.1666666666666667
a2b0	4.5
a2b1	2.8
a3b0	4.3666666666666667
a3b1	4.1000000000000005

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 5 degrees of freedom: 38.42857142857144. P-value computed by Friedman Test: 3.094829562622081E-7.

Iman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 5 and 70 degrees of freedom: 14.710937500000007. P-value computed by Iman and Daveport Test: 7.578996319423936E-10.

Table 2: Holm / Hochberg Table for  $\alpha = 0.05$

i	algorithm	$z = (R_0 - R_i) / SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
5	a2b0	5.025885375684047	5.011151507625229E-7	0.01
4	a3b0	4.830705361005241	1.360502078140409E-6	0.0125
3	a1b1	4.53793533921068	5.680767190324229E-6	0.016666666666666666
2	a3b1	4.440345331915827	8.981463634218966E-6	0.025
1	a2b1	2.5373401896661862	0.011698353100141	0.05

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value  $\leq 0.01$ .

Hochberg's procedure rejects those hypotheses that have a p-value  $\leq 0.05$ .

# Results

October 11, 2021

## 1 Tables of Friedman, Bonferroni-Dunn, Holm, Hochberg and Hommel Tests

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
a1b0	2.5555555555555556
a1b1	3.1111111111111116
a2b0	3.6666666666666666
a2b1	2.666666666666667
a3b0	3.4444444444444446
a3b1	5.555555555555556

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 5 degrees of freedom: 15.412698412698438. P-value computed by Friedman Test: 0.008737093768002357.

Iman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 5 and 40 degrees of freedom: 4.167381974248937. P-value computed by Iman and Davenport Test: 0.003847537329867756.

Table 2: Holm / Hochberg Table for  $\alpha = 0.05$

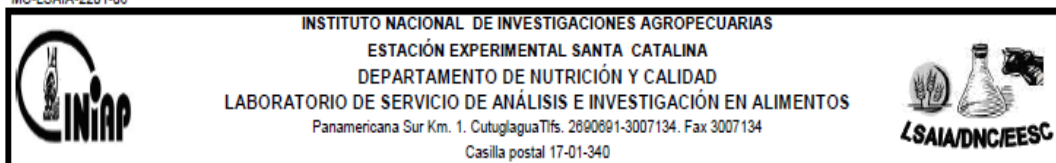
i	algorithm	$z = (R_0 - R_i) / SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
5	a3b1	3.4016802570830453	6.697294469218119E-4	0.01
4	a2b0	1.2598815766974232	0.2077120857275571	0.0125
3	a3b0	1.0079052613579391	0.3134999455835881	0.016666666666666666
2	a1b1	0.6299407883487124	0.5287332251214299	0.025
1	a2b1	0.12598815766974247	0.8997412986871713	0.05

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value  $\leq 0.01$ .

Holm's procedure rejects those hypotheses that have a p-value  $\leq 0.0125$ .

## Anexo 9. Análisis de flavonoides.

MC-LSAIA-2201-06



### INFORME DE ENSAYO No: 21-0187

<p><b>**NOMBRE PETICIONARIO:</b> Sr. Sánchez Bravo Erick Joel  <b>**DIRECCIÓN:</b> Av. Quito Km 1 Vía Santo Domingo  <b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 05/10/2021  <b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> Del 24 de septiembre al 05 de octubre del 2021</p>	<p><b>**INSTITUCIÓN:</b> Universidad Técnica Estatal de  <b>**ATENCIÓN:</b> Sr. Sánchez Bravo Erick Joel  <b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 24/09/2021  <b>HORA DE RECEPCIÓN:</b> 8h15  <b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> Flavonoides</p>
--	--

ANÁLISIS	Flavonoides	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	Zhishen, Mengcheng y Jianming 1998	
METODO REF.		
UNIDAD	mg Catequina/ L	
21-1031	29,63	Licor de Jamaica

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



Firmado electrónicamente por:  
**IVÁN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA**

**Dr. MSc. Iván Samaniego**  
 RESPONSABLE TECNICO

#### RESPONSABLES DEL INFORME



Firmado electrónicamente por:  
**BLADIMIR EFRAIN ORTIZ RAMOS**

**Ing. Bladimir Ortiz**  
 RESPONSABLE CALIDAD

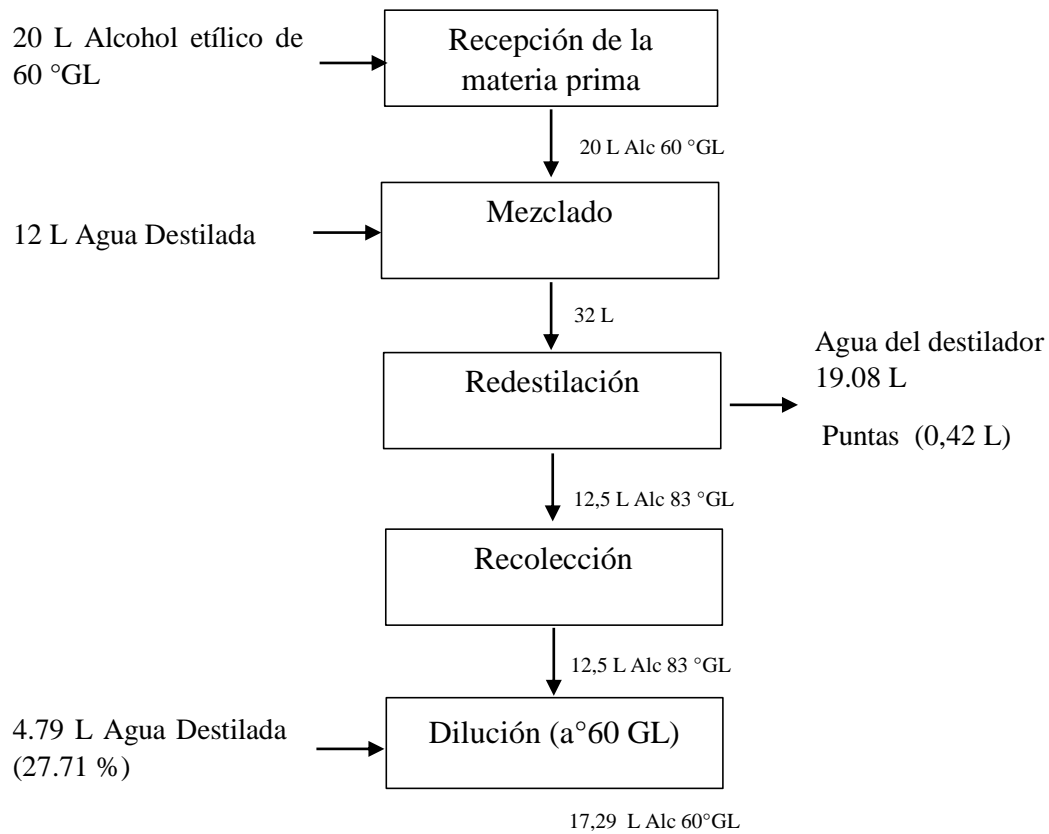
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

**NOTA DE DESCARGO:** La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, esta dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con \*\* son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

## Anexo 10. Balance de materia.

### Redestilación



El rendimiento se calcula con la siguiente expresión matemática:

$$R = \frac{V_f}{V_i}$$

Donde:

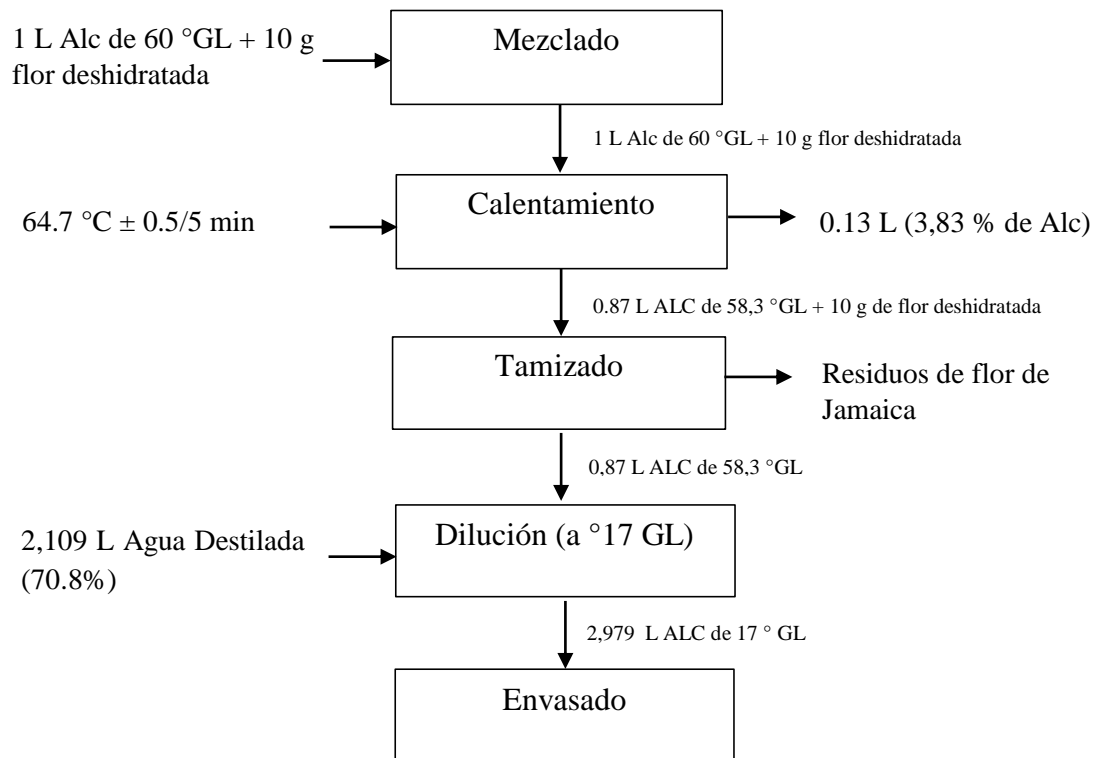
- $V_i$  = Volumen inicial
- $V_f$  = Volumen final

$$R = \frac{17,29 \text{ L de Alc de } 60^\circ\text{GL rectificado}}{20 \text{ L de Alc de } 60^\circ\text{GL}}$$

$$R = 86,15 \%$$

Fuente: Autor  
Elaborado: Autor

## Elaboración de Licor



$$R = \frac{2,979 \text{ L de Alc de } ^\circ 17 \text{ GL}}{1 \text{ L de Alc de } 60 ^\circ \text{GL}}$$

$$R = 297,9 \%$$

Fuente: Autor  
Elaborado: Autor

**Anexo 11.** Ficha de catación.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN  
INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Catador: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Producto: \_\_\_\_\_

**Indicaciones:** Por favor pruebe cada una de las muestras de la bebida alcohólica que se le presentan marcadas con número de tratamiento y marque con una x en la casilla que corresponda su apreciación sobre ellas.

Atributos	Alternativas	Muestras					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Color	1 Rosa pálido						
	2 Rosado						
	3 Rojo Claro						
	4 Rojo Oscuro						
Apariencia	1 Opaco						
	2 Turbio						
	3 Ligeramente brillante, Limpidez.						
	4 Brillante atractivo						
Olor: Aroma	1 Inapreciable						
	2 Suave						
	3 Fuerte						
	4 Intenso						
Sabor	1 Leve Alcohol, con ligero sabor Jamaica						
	2 Moderado Alcohol con moderado sabor a Jamaica						
	3 Medio Alcohol con apreciable sabor a Jamaica						
	4 Equilibrado Alcohol con agradable sabor Jamaica						
Aceptabilidad	1 Me disgusta ligeramente						
	2 No me gusta, ni me disgusta						
	3 Me gusta poco						
	4 Me gusta mucho						

**Observaciones**

---



---

Fuente: Autor  
Elaborado: Autor