



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniera Agroindustrial

Título de Proyecto de Investigación:

**“EFECTO DE LA CRIOMACERACIÓN DE LA FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus
sabdariffa*) Y GUAYABA (*Psidium guajava*) EN EL COLOR DE UNA BEBIDA
ALCOHÓLICA EN EL ESPACIO CIE L*a*b”**

Autor:

Sandy Enid Aguirre Moreno

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Ángel Oliverio Fernández Escobar MSc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2021



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Aguirre Moreno Sandy Enid**, 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 normatividad institucional vigente.

.....
Aguirre Moreno Sandy Enid
C.I: 1206305144



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. MSc. Ángel Oliverio Fernández Escobar**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Aguirre Moreno Sandy Enid, , realizó el proyecto de investigación de grado titulado **“EFECTO DE LA CRIOMACERACIÓN DE LA FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*) Y GUAYABA (*Psidium guajava*) EN EL COLOR DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA EN EL ESPACIO CIE L*a*b”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, 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
22:28:56 -05'00'

.....
Ing. Ángel Oliverio Fernández Escobar MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGATION



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, Ángel Oliverio Fernández Escobar, MSc, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe del Proyecto de Investigación titulado **“EFECTO DE LA CRIOMACERACIÓN DE LA FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*) Y GUAYABA (*Psidium guajava*) EN EL COLOR DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA EN EL ESPACIO CIE L*a*b”**, presentado por la estudiante Aguirre Moreno Sandy Enid, egresada de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Industria y producción, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual evalúa los niveles originalidad en un 92% y similitud 8% de trabajo investigativo.

URKUND	
Documento	urkund.docx (D116007120)
Presentado	2021-10-21 21:23 (-05:00)
Presentado por	sandy.aguirre2015@uteq.edu.ec
Recibido	afernandez.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	tesis para urkund Mostrar el mensaje completo
8% de estas 22 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.	

ANGEL
OLIVERIO
FERNANDEZ
ESCOBAR

Firmado digitalmente
por ANGEL OLIVERIO
FERNANDEZ
ESCOBAR
Fecha: 2021.10.22
22:28:56 -05'00'

Ing. Ángel Oliverio Fernández Escobar MSC.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGATION



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EFECTO DE LA CRIOMACERACIÓN DE LA FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*)
Y GUAYABA (*Psidium guajava*) EN EL COLOR DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA EN EL
ESPACIO CIE L*a*b”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Agroindustrial.

Aprobado por:

**GINA
MARIUXI
GUAPI ALAVA**

Firmado digitalmente por GINA
MARIUXI GUAPI ALAVA
DN: cn=GINA MARIUXI GUAPI ALAVA
gn=GINA MARIUXI c=EC l=QUEVEDO
ou=Certificado de Clase 2 de Persona
Física EC e=guapigina99@gmail.com
Motivo: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2021-11-27 01:24-05:00

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Gina Mariuxi Guapi Álava

**JOSE VICENTE
VILLARROEL
BASTIDAS**

Firmado digitalmente por
JOSE VICENTE VILLARROEL
BASTIDAS
Fecha: 2021.11.27 07:38:38
-05'00'

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. José Vicente Villarroel Bastidas

**LUIS ALBERTO EGAS
ASTUDILLO**

Firmado digitalmente por LUIS
ALBERTO EGAS ASTUDILLO
Fecha: 2021.11.25 21:58:33 -05'00'

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

PhD. Luis Alberto Egas Astudillo

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2021

AGRADECIMIENTO

A Dios que fue el soporte más grande a lo largo de mi carrera universitaria y en este proyecto de investigación y por permitirme hacer este sueño realidad.

A mis padres Mayra y Jefferson por ser ese pilar fundamental. Por su apoyo, confianza y esfuerzo para poder alcanzar esta meta, quienes me inspiran a ser mejor cada día.

A mi hermana por ser mi apoyo incondicional, por siempre estar presta en ayudarme con sus consejos, confianza, por creer en mí, por sus regaños, aquellos que me motivan a ser mejor cada día.

A mis abuelos María y Miguel (QEPD) por su ayuda y apoyo en momentos difíciles, sé que, desde arriba, están orgullosos de este triunfo porque también son parte de aquello.

A mis eternos amigos de curso, en especial a mis dos amigas incondicionales en toda la universidad, Ruby y Maritza ya que estamos juntas desde el pre universitario, a las personas que estuvieron prestas en ayudarme en todo el proceso universitario y más en este proyecto investigativo.

A el amor de mi vida, que, con su ayuda, pude lograr lo que más quería, la culminación de este proyecto investigativo, gracias por no dejarme sola en este proceso.

Mi eterno agradecimiento a la Universidad Técnica Estatal De Quevedo por la acogida y permitirme formar como profesional, a los docentes de la carrera que influyeron positivamente a lo largo de mi vida universitaria, a mi tutor el Ing. Ángel Fernández por haber guiado el desarrollo de esta tesis y llegar a la culminación de la misma.

Sandy Enid Aguirre Moreno

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño a mis padres por darme el apoyo incondicional por ese trabajo y sacrificio en todos estos años por cada palabra de aliento que me llenaban de fortaleza y que me hicieron una mejor persona, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

A mi hermana por estar siempre llena de cariño, apoyo, por cada consejo y palabras de aliento.

A mi compañero de vida, que a pesar de todo, estuvo a mi lado apoyandome en el transcurso y finalización de este trabajo.

A mis amigos y demás personas especiales, con quienes compartí a lo largo de la carrera universitaria los cuales me brindaron su apoyo y colaboración en cualquier momento.

Sandy Enid Aguirre Moreno

RESUMEN

La criomaceración es una técnica que se utiliza para mejorar los caracteres sensoriales después de la vendimia, previo a la fermentación del mosto para obtención de vinos blancos y tintos; pero es poco utilizado en otro tipo de bebidas alcohólicas no destiladas. Se buscó evaluar el efecto de la criomaceración de la *Hibiscus sabdariffa* y *Psidium guajava* en el color a través del espacio cie $L^*a^*b^*$ de una bebida alcohólica. Se aplicó un experimento factorial aumentado ($A*B + 3$) con arreglo (2×3) con 6 tratamientos, 3 réplicas con patrón de comparación. Al alcohol etílico de 60 °GL se añadió frutas troceadas de guayaba (280 g/L), flor fresca de Jamaica picada (38.67 g/L) y la mezcla de guayaba (140 g/L) con flor de Jamaica (20 g/L), las que fueron criomaceradas a 5 °C por 96 y 144 horas, luego de este tiempo las muestras fueron calentadas a 64.7 °C por 5 minutos, tamizadas, diluidas a 12 °GL y envasadas en vidrio transparente. Para el análisis de color se usó el colorímetro marca lutron RGB-1002 dando valores RGB, que se convirtió a $L^*a^*b^*$ y luego a luminosidad, pureza y tono; también se realizó análisis físico químicos, sensoriales y polifenoles (al mejor tratamiento). Los resultados se analizaron estadísticamente con test no paramétricos de Friedman y Holm, llegando a la conclusión que la mejor combinación de tratamientos fue la combinación a1b1 (guayaba criomacerada por 144 horas a 5 °C), los indicadores fueron: luminosidad (34.73), tonalidad (h_{ab}^*) (31.56) y pureza (C^*) (30.37), 167.63 mg ácido gálico/L.

Palabras clave: Tonalidad, pureza, luminosidad, licor, redestilación, polifenoles.

ABSTRACT

Cryomaceration is a technique used to improve sensometric characters after the grape harvest, prior to fermentation of the must to obtain white and red wines; but it is little used in other types of non-distilled alcoholic beverages. We sought to evaluate the effect of cryomaceration of *Hibiscus sabdariffa* and *Psidium guajava* on the color through the cielab space of an alcoholic beverage. An augmented factorial experiment ($A*B + 3$) with arrangement (2x3) with 6 treatments, 3 replicates with comparison pattern was applied. Chopped guava fruit (280 g/L), chopped fresh Jamaican flower (38.67 g/L) and the mixture of guava (140 g/L) with Jamaican flower (20 g/L) were added to 60 °GL ethyl alcohol, cryomacerate at 5 °C for 96 and 144 hours, after which the samples were heated to 64.7 °C for 5 minutes, sieved, diluted to 12 °GL and packaged in clear glass. For color analysis, a lutron RGB-1002 colorimeter was used, giving RGB values, which were converted to $L^*a^*b^*$ and then to luminosity, purity and hue; physical-chemical, sensory and polyphenol analysis (to the best treatment) was also performed. The results were analyzed statistically with Friedman and Holm's nonparametric test, reaching the conclusion that the best combination of treatments was the combination a1b1 (guava cryomacerate for 144 hours at 5 °C), the indicators were: luminosity (34.73), tone (h_{ab}^*)(31.56) and purity (C^*) (30.37), 167.63 mg gallic acid/L.

Keywords: Tonality, purity, luminosity, liquor, redistillation, polyphenols.

INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INDICE.....	x
INDICE DE TABLA	xv
INDICE DE ILUSTRACIÓN.....	xvii
INDICE DE FIGURA	xviii
INDICE DE ANEXOS	xix
CODIGO DUBLIN	xx
INTRODUCCIÓN.....	1
1 CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Problema de la investigación.	3
1.1.1 Planteamiento del problema.	3
1.1.2 Formulación del problema.....	4
1.1.3 Sistematización del problema.....	4
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivos General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos	5
Hipótesis	5

1.3	Justificación	7
2	CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1	Marco conceptual.....	9
2.1.1	Colorimetría.....	9
2.1.2	Tonalidad	9
2.1.3	Pureza	10
2.1.4	Luminosidad	10
2.1.5	Licor.	10
2.1.6	Redestilación.	10
2.1.7	Polifenoles.	11
2.1.8	Análisis sensorial.....	11
2.2	Marco referencial.....	11
2.2.1	Criomaceración.....	11
2.2.2	Guayaba	12
2.2.3	Flor de Jamaica.....	15
2.2.4	Bebida alcohólica.	17
2.2.5	Destilación.....	19
2.2.6	Redestilación del alcohol.....	20
2.2.7	El color en los alimentos.	21
2.2.8	Color a través del espacio cie $L^*a^*b^*$	22
2.2.9	Polifenoles.	24
2.2.10	Fundamentos del análisis sensorial.	25
2.2.11	Estudio comparativo de los compuestos volátiles de vinos de tempranillo sometidos a maceración pre fermentativa en frío.....	27
2.2.12	Estudio del proceso de criomaceración de uva a diferentes temperaturas.	27
2.2.13	Efecto de la temperatura y la duración de la maceración sobre el color y las propiedades sensoriales del vino tinto: una revisión.....	28
3	CAPÍTULO III	30
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.1	Localización.....	31
3.2	Tipo de Investigación.....	32
3.2.1	Investigación Exploratoria.....	32

3.2.2	Investigación Descriptiva.	32
3.2.3	Investigación Experimental.	32
3.3	Método de Investigación.	32
3.3.1	Método Inductivo – Deductivo.	32
3.3.2	Método Estadístico.	33
3.3.3	Método Experimental.	33
3.4	Fuentes de recopilación de la información.	33
3.4.1	Fuentes Primarias	33
3.4.2	Fuentes Secundarias	33
3.5	Diseño de la Investigación.	34
3.6	Manejo específico del experimento.	34
3.6.1	Características del experimento de elaboración de la bebida alcohólica.	34
3.6.2	Factores de estudio.	34
3.6.3	Tratamientos.	35
3.6.4	Mediciones experimentales	36
3.7	Análisis físico químico, sensorial y colorimetría de la bebida alcohólica	36
3.7.1	pH	36
3.7.2	Solidos Solubles (°Brix)	36
3.7.3	Acidez	36
3.7.4	Viscosidad	37
3.7.5	Perfil sensorial de la bebida alcohólica	38
3.7.6	Análisis de color	39
3.8	Balance de materia	40
3.8.1	Rendimiento del alcohol redestilado.	40
3.8.2	Rendimiento de la bebida criomacerada.	41
3.9	Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida alcohólica criomacerada.	42
3.10	Proceso de elaboración de la bebida alcohólica criomacerada.	43
3.10.1	Recepción materia prima.	43
3.10.2	Selección y clasificación.	43
3.10.3	Lavado.	43
3.10.4	Troceado	43
3.10.5	Recepción del alcohol etílico.	43

3.10.6	Redestilación	44
3.10.7	Estandarización de grado alcohólico.	44
3.10.8	Proceso de criomaceración	44
3.10.9	Tratamiento térmico	44
3.10.10	Filtrado.	44
3.10.11	Dilución y edulcorado de la bebida	45
3.10.12	Envasado	45
3.11	Recursos materiales y humanos.	45
3.11.1	Recursos humanos.	45
3.11.2	Materia Prima e insumos	45
3.11.3	Equipos usados para la elaboración de la bebida y en el laboratorio	46
3.11.4	Materiales usados para la elaboración de la bebida y en el laboratorio.	46
3.11.5	Reactivos	47
4	CAPÍTULO IV	48
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1	Resultados y Discusión.	49
4.1.1	Resultados.	49
4.1.2	Análisis de colorimetría cie $L^*a^*b^*$ (Luminosidad; L^* , tonalidad (h_{ab}^*), pureza C^*) de la bebida alcohólica criomacerada.	51
4.1.3	Diferencia de color entre los tratamientos y el patrón.	53
4.1.4	Análisis sensorial de la bebida alcohólica criomacerada.	54
4.1.5	Resultado de análisis de polifenoles a la bebida criomacerada con flor de Jamaica y guayaba (mejor tratamiento).	57
4.1.6	Balance de materia del alcohol redestilado.	58
4.1.7	Balance de la bebida criomacerada en base al mejor tratamiento.	59
4.2	Discusión.	60
4.2.1	Discusión de Resultados de análisis físico químicos.	60
4.2.2	Discusión de Resultados de colorimetría.	61
4.2.3	Discusión de Resultados de análisis sensoriales.	62
4.2.4	Discusión de Resultados de polifenoles.	62
5	CAPÍTULO V	63
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63

5.1	Conclusiones.....	64
5.2	Recomendación.....	65
6	CAPÍTULO VI.....	66
	BIBLIOGRAFÍA.....	66
6.1	Bibliografía	67
7		73
8	CAPÍTULO VII.....	73
	ANEXOS.....	73

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la guayaba	13
Tabla 2. Composición Química de la guayaba	14
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la flor de Jamaica.	16
Tabla 4. Propiedades organolépticas atribuidas a los compuestos fenólicos	24
Tabla 5. Condiciones meteorológicas aproximadas del cantón Mocache.	31
Tabla 6. Factores de estudio que intervienen en la elaboración de la bebida.	34
Tabla 7. Combinación de los tratamientos propuestos para la obtención de la bebida.	35
Tabla 8. Perfiles sensoriales para la catación del producto	39
Tabla 9. Materia prima e insumos que se usaron en la elaboración de la bebida criomacerada	45
Tabla 10. Equipos utilizados para la preparación de la bebida y en el laboratorio	46
Tabla 11. Materiales utilizados para la preparación de la bebida criomacerada y en el laboratorio.....	46
Tabla 12. Reactivos usados en el laboratorio	47
Tabla 13. Prueba de normalidad de las respuestas experimentales del análisis Físico químico aplicado a la bebida alcohólica.	49
Tabla 14. Test de Friedman para los resultados fisicoquímicos de la bebida criomacerada.	49
Tabla 15. Resultados del test de Holm ($\alpha=0.05$) aplicado a los resultados fisicoquímicos de la bebida alcohólica criomacerada.....	50
Tabla 16. Indicadores de los parámetros físico químicos establecidos para el mejor tratamiento.	50
Tabla 17. Prueba de normalidad de los Análisis de Colorimetría	51
Tabla 18. Test de Friedman para los resultados del análisis de colorimetría	51
Tabla 19. Resultados del test de Holm ($\alpha=0.05$) aplicado a los resultados de colorimetría de la bebida alcohólica criomacerada.....	52
Tabla 20. Indicadores de los parámetros de CIE L*a*b* establecidos al mejor tratamiento de la bebida alcohólica criomacerada.....	53
Tabla 21. diferencia de color entre el mejor tratamiento y el patrón.....	53
Tabla 22. Prueba de normalidad para el Análisis Sensorial	54
Tabla 23. Test de Friedman para los resultados del análisis sensorial.	54

Tabla 24. Resultados del test de Holm ($\alpha=0.05$) aplicado a los resultados de sensometría de la bebida alcohólica criomacerada.....	55
Tabla 25. Indicadores sensoriales establecidos por el panel de cata en el mejor tratamiento ...	56
Tabla 26. Resultado de análisis de polifenoles a la bebida criomacerada	57

INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. modelo de color cie $L^*a^*b^*$	9
Ilustración 2. Viscosímetro de Ostwald.....	37

INDICE DE FIGURA

Figura 1. perfil sensorial de la bebida criomacerada.....	56
---	----

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. análisis de varianza (test de Holm y test de Friedman) para los parámetros físicoquímicos.....	74
Anexo 2. análisis de varianza (test de Holm y test de Friedman) para los parámetros de colorimetría.....	75
Anexo 3. análisis de varianza (test de Holm y test de Friedman) para los parámetros sensoriales.....	76
Anexo 4. Medias de los análisis estadísticos por repetición	77
Anexo 5. Datos utilizados en el análisis estadístico de la bebida alcohólica criomacerada con flor de Jamaica y guayaba.	78
Anexo 6. Proceso de elaboración de bebida alcohólica criomacerada con flor de Jamaica y guayaba.	80
Anexo 7. Análisis realizados a la bebida alcohólica criomacerada con flor de Jamaica y guayaba.	83
Anexo 8. Análisis sensoriales de la bebida criomacerada.	84
Anexo 9. Resultados de contenido de polifenoles en el mejor tratamiento.....	85
Anexo 10. Estructura de encuesta para la evaluación sensorial de los tratamientos.	86

CODIGO DUBLIN

Título:	“EFECTO DE LA CRIOMACERACIÓN DE LA FLOR DE JAMAICA (<i>Hibiscus sabdariffa</i>) Y GUAYABA (<i>Psidium guajava</i>) EN EL COLOR DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA EN EL ESPACIO CIE L*a*b*”					
Autor:	<u>Aguirre Moreno, Sandy Enid</u>					
Palabras clave:	Tonalidad	Pureza	Luminosidad	Licor	Redestilación	Polifenoles.
Fecha de publicación:	Diciembre. 2021					
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2021.					
Resumen:	La criomaceración es una técnica que se utiliza para mejorar los caracteres sensoriales después de la vendimia, previo a la fermentación del mosto para obtención de vinos blancos y tintos; pero es poco utilizado en otro tipo de bebidas alcohólicas no destiladas. Se buscó evaluar el efecto de la criomaceración de la <i>Hibiscus sabdariffa</i> y <i>Psidium guajava</i> en el color a través del espacio cie L*a*b* de una bebida alcohólica. Se aplicó un experimento factorial aumentado (A*B + 3) con arreglo (2x3) con 6 tratamientos, 3 réplicas con patrón de comparación. Al alcohol etílico de 60 °GL se añadió frutas troceadas de guayaba (280 g/L), flor fresca de Jamaica picada (38.67 g/L) y la mezcla de guayaba (140 g/L) con flor de Jamaica (20 g/L), las que fueron criomaceradas a 5 °C por 96 y 144 horas, luego de este tiempo las muestras fueron calentadas a 64.7 °C por 5 minutos, tamizadas, diluidas a 12 °GL y envasadas en vidrio transparente. Para el análisis de color se usó el colorímetro marca lutron RGB-1002 dando valores RGB, que se convirtió a L*a*b* y luego a luminosidad, pureza y tono; también se realizó análisis físico químicos, sensoriales y polifenoles (al mejor tratamiento). Los resultados se analizaron estadísticamente con test no paramétricos de Friedman y Holm, llegando a la conclusión que la mejor combinación de tratamientos fue la combinación a1b1 (guayaba criomacerada por 144 horas a 5 °C), los indicadores fueron: luminosidad (34.73), tonalidad (h_{ab}^*) (31.56) y pureza (C^*) (30.37), 167.63 mg ácido gálico/L. Abstract.- Cryomaceration is a technique used to improve sensorial characters after the grape harvest, prior to fermentation of the must to obtain white and red wines; but it is little used in other types of non-distilled alcoholic beverages. We sought to evaluate the effect of cryomaceration of <i>Hibiscus sabdariffa</i> and <i>Psidium guajava</i> on the color through the CIELAB space of an alcoholic beverage. An augmented factorial experiment (A*B + 3) with arrangement (2x3) with 6 treatments, 3 replicates with comparison pattern was applied. Chopped guava fruit (280 g/L), chopped fresh Jamaican flower (38.67 g/L) and the mixture of guava (140 g/L) with Jamaican flower (20 g/L) were added to 60 °GL ethyl alcohol, cryomacerate at 5 °C for 96 and 144 hours, after which the samples were heated to 64.7 °C for 5 minutes, sieved, diluted to 12 °GL and packaged in clear glass. For color analysis, a lutron RGB-1002 colorimeter was used, giving RGB values, which were converted to L*a*b* and then to luminosity, purity and hue; physical-chemical, sensory and polyphenol analysis (to the best treatment) was also performed. The results were analyzed statistically with Friedman and Holm's nonparametric test, reaching the conclusion that the best combination of treatments was the combination a1b1 (guava cryomacerate for 144 hours at 5 °C), the indicators were: luminosity (34.73), tone (h_{ab}^*) (31.56) and purity (30.37), 167.63 mg gallic acid/L.					
Descripción:	106 hojas : dimensiones 29 x 21 cm + CD-ROM 6162					
URI:						

INTRODUCCIÓN

Los licores son las bebidas alcohólicas obtenidas tras procesos de destilación y que fueron aromatizadas y saborizadas dulces. Son de colores vivos, brillantes y su sabor dulce y fuerte suele ocultar su alta graduación alcohólica, la que varía entre los 27 °GL y 55 °GL según sea la mezcla y el productor [1].

Existen diversos procesos para la elaboración de una bebida alcohólica, sin embargo, ninguno está destinado al estudio de la coloración de las mismas, debido a que el color es un atributo de calidad que juega un papel importante en los alimentos, en flores y frutos se presentan tonalidades que van desde rosa hasta azul y morado, esto se debe a la presencia de antocianinas [2].

La criomaceración es un proceso que se realiza a la vendimia antes de que empiece el proceso fermentativo este tipo de maceración se usa en la industria vinícola, para potenciar las características y colorimetría de la uva, este proceso se aplica para vinos tintos y blancos [3].

Ecuador es un país que cuenta con recursos naturales suficientes para explotar la gran diversidad que posee en productos agrícolas, por consiguiente, en la presente investigación se evaluó el efecto de la criomaceración de la Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y Guayaba (*Psidium guajava*) en el color de una bebida alcohólica a través del espacio cie $L^*a^*b^*$, permitiendo conocer cuál será el tiempo de criomaceración necesarios para extraer sus componentes colorantes (luminosidad, tonalidad (h_{ab}^*) y pureza (C^*) de color), aromas y sabores de la flor de Jamaica, guayaba y la mezcla de ambos.

Se realizaron pre-ensayos y pruebas pilotos, donde se sujeta a un experimento factorial aumentado ($A \times B + 3$), dando a conocer los resultados de nuestra investigación. De tal manera que permita estimar la viabilidad en la obtención del producto final, si es viable sería una alternativa de emprendimiento innovadora del producto indicado, proyectándola hacia el mercado, de este modo permitirle al consumidor degustar de la bebida alcohólica propuesta.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de la investigación.

1.1.1 Planteamiento del problema.

Actualmente, el uso de guayaba y flor de Jamaica como subproducto para la elaboración de licor está sobrevalorado, debido a los efectos climáticos y el tiempo de cosecha de cada uno, la guayaba en algunas provincias solo se comercializa como producto primario, a comparación de la flor de Jamaica.

En Ecuador, el consumo de licor a base de frutas en el mercado es muy bajo, lo que permite que los productos que se importan de otros países ganen terreno en suelos ecuatorianos, distribuyéndolo a menor precio, sin contar que las bebidas alcohólicas destiladas elaboradas en el país tienen mala reputación, debido a la venta de bebidas adúlteras.

Por ello, esta investigación se centra en evaluar el efecto de la criomaceración de dos materias primas distintas a la habitual y la aplicación de alcohol etílico destilado a las mismas para la evaluación de componentes de color (luminosidad, tonalidad (h_{ab}^*) y pureza), aromas y sabores. de la bebida obtenida, mediante un proceso controlado, para tener una bebida final libre de metanol

1.1.1.1 Diagnóstico

La producción de licores en el Ecuador a escala artesanal e industrial es mega diversa, en la actualidad la criomaceración se le realiza solo a las uva, por tanto, no se encuentran estudios que hagan referencia a verificar el efecto de la misma en una materia prima diferente a la usual, por ende no hay una estandarización de la coloración en los mismos, se han realizado estudios, pero estos apuntan a realizar los respectivos análisis sensoriales con cata sin experiencia. Lo cual no establece los parámetros de luminosidad, tonalidad (h_{ab}^*) y pureza (C^*) del color de una materia prima distinta como los determinados en un colorímetro.

1.1.1.2 Pronóstico

Ecuador es un país que cuenta con recursos naturales suficientes para explotar la gran diversidad que posee en productos agrícolas, como la guayaba y la flor de Jamaica, en la actualidad aún sigue existiendo los licores adulterados en el mercado que pueden llegar a afectar la salud del consumidor, de manera que la presente investigación propone una bebida alcohólica baja en metanol, a su vez, se pretende estandarizar los parámetros de luminosidad, tonalidad (h_{ab}^*) y pureza (C^*) de color y componentes del mismo, en función a la aplicación de la criomaceración, para verificar el efecto que esta produce en la bebida obtenida.

1.1.2 Formulación del problema.

Se plantea la siguiente incognita: ¿Qué efecto tendrá la criomaceración de la flor de Jamaica (*hibiscus sabdariffa*) y Guayaba (*Psidium guajava*) sobre el color de una bebida alcohólica potable y sus características sensoriales?

1.1.3 Sistematización del problema.

La producción artesanal e industrial de bebidas alcohólicas potables son especiales por su principal característica de coloración y aromatización, por lo tanto, empíricamente se usan diferentes tipos de frutas, flores o aditivos como colorantes y aromatizantes naturales o sintéticos, por lo que, para cumplir el fin propuesto se delimitan las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál será el tiempo de criomaceración de la flor de Jamaica y guayaba necesarios para extraer sus compuestos colorantes?
- ¿Qué materia prima adjunta al alcohol etílico, dará un licor potable con características de luminosidad, tonalidad (h_{ab}^*), pureza (C^*) de color y sensoriales aceptables?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivos General

- Evaluar el efecto de la criomaceración de la Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y Guayaba (*Psidium guajava*) en el color de una bebida alcohólica a través del espacio cie $L^*a^*b^*$.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el tiempo de criomaceración de la flor de Jamaica y guayaba, que permitan obtener un licor con una pureza y tonalidad de color aceptables.
- Evaluar el efecto de la adición de la flor de Jamaica, guayaba y la mezcla de éstas al alcohol etílico en la tonalidad, pureza de color a través del espacio cie $L^*a^*b^*$ del licor obtenido.
- Establecer las características físico químicos y sensoriales del licor obtenido a base de la criomaceración con flor de Jamaica y guayaba para la determinación del mejor tratamiento.

Hipótesis

Se plantean las hipótesis, mismas que se desarrollan sobre la base de la investigación, considerando de esta manera hipótesis nula (H_0) e hipótesis alternativa (H_1).

Hipótesis general de la investigación.

(H_0): El tiempo de criomaceración y el tipo de materia prima (flor de Jamaica y la guayaba) añadida al alcohol etílico dan iguales características físico químicos, colorimetría y sensoriales en la bebida alcohólica.

(H_a): El tiempo de criomaceración y el tipo de materia prima (flor de Jamaica y la guayaba) añadida al alcohol etílico no dan diferentes características físico químicos, colorimetría y sensorial en la bebida alcohólica.

Hipótesis del test de normalidad para los análisis físico químico

La hipótesis a contrastarse es:

(H₀): Los datos de pH, °Brix, acidez y viscosidad de la bebida producida utilizando distintos tiempos de criomaceración y diferentes materias primas **se distribuyen de forma normal.**

(H_a): Los datos de pH, °Brix, acidez y viscosidad de la bebida producida utilizando distintos tiempos de criomaceración y diferentes materias primas **no se distribuyen de forma normal.**

Hipótesis del test de normalidad para los análisis de colorimetría a través del espacio cie L*a*b*

La hipótesis a contrastarse es:

(H₀): Los datos de luminosidad, tonalidad (h_{ab}*) y pureza (C*) de la bebida producida utilizando distintos tiempos de criomaceración y diferentes materias primas **se distribuyen de forma normal.**

(H_a): Los datos de luminosidad, tonalidad (h_{ab}*) y pureza (C*) de la bebida producida utilizando distintos tiempos de criomaceración y diferentes materias primas **no se distribuyen de forma normal.**

Hipótesis del test de normalidad para los análisis sensoriales.

La hipótesis a contrastarse es:

(H₀): Los datos de color, limpidez, sabor, olor y aceptabilidad de la bebida producida utilizando distintos tiempos de criomaceración y diferentes materias primas **se distribuyen de forma normal.**

(H_a): Los datos de color, limpidez, sabor, olor y aceptabilidad de la bebida producida utilizando distintos tiempos de criomaceración y diferentes materias primas **no se distribuyen de forma normal.**

1.3 Justificación

Una de las razones por las que se va a realizar este trabajo investigativo, viene dado a que existe una alta tasa de consumo de bebidas alcohólicas en el Ecuador, tal es el caso que se han llegado a elaborar y consumir licores adulterados afectando la salud de las personas, ya que son licores que no cuentan con el debido registro sanitario para su respectiva distribución y consumo, para lo cual se pretende dejar un proceso tecnológico establecido para su adecuado uso.

Es importante recalcar el uso de un instrumento para la determinación del color, debido a que, a diferencia de cualquier aplicación, estos arrojan valores exactos de color, no solo es un método eficiente, sino que, además, no son destructivos para la muestra a analizar, además ciertas empresas hacen uso de estos equipos para verificar la calidad del color en un producto finalizado. Cabe resaltar también que, dentro de cualquier investigación, es de suma importancia aplicar análisis sensorial ya que es una herramienta imprescindible para obtener información sobre ciertos aspectos de calidad y la aceptabilidad de un producto, a través, de un panel de cata experimentado y sin experiencia.

La criomaceración o maceración pre fermentativa en frío se la realiza antes que los mostos sean inoculados y puestos a fermentar, aunque no se conoce bien el efecto exacto de dicha maceración sobre los caracteres sensoriales del vino, si se sigue el consejo de muchos enólogos, esta operación permite obtener vinos más aromáticos, resaltando más los aromas varietales propios de la variedad de uva empleada [4]. De manera que se procura realizar la criomaceración con materias primas diferentes a las originales.

Por lo que se propone elaborar una bebida, considerando una alternativa diferente para la materia prima planteada que actualmente la mayoría de personas no consume. Este proyecto también está orientado a la estimación de la viabilidad en la obtención del licor final, para permitirle al consumidor degustar de un producto con un aroma y coloración aceptable.

CAPÍTULO II

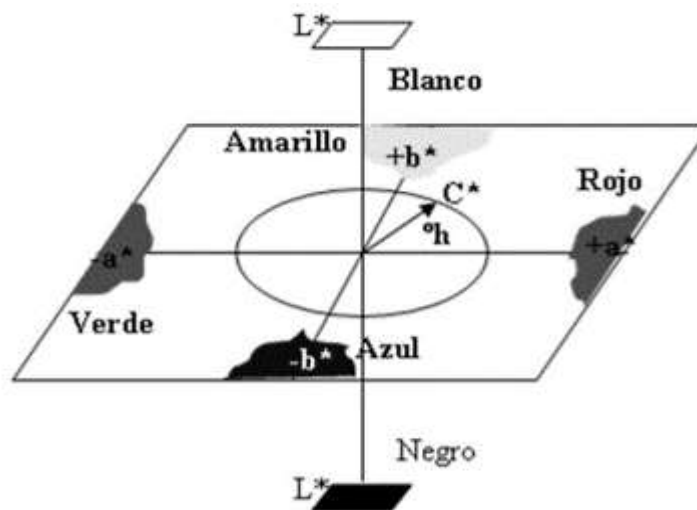
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco conceptual.

2.1.1 Colorimetría.

La colorimetría se realiza con el fin de determinar qué tan turbio está el líquido, además de los colores que toma y poder compararlo con muestras, para ello se trabaja con un colorímetro, el cual da valores de L, a y b, que muestra un espectro en función de los colores (L: blanco o negro, a: rojo o verde y b: azul o amarillo) hacia los que se dirige la muestra. Existen otras variables como: c y h que muestran la saturación del color [5].

*Ilustración 1. modelo de color cie $L^*a^*b^*$.*



Fuente: [6]

2.1.2 Tonalidad

Cuando se habla coloquialmente de color, lo primero que se viene a la cabeza es el tono, técnicamente podríamos decir que el tono es la longitud de onda dominante del color que vemos, y simplemente diríamos que es cada uno de los colores en su forma más pura [7].

El tono permite que un color tenga efectos variados sobre quién observa ese color, los valores tonales de graduación alta son los más iluminados, generando la sensación de grandeza y lejanía,

a diferencia de los valores tonales de graduación baja, es decir, menos iluminados que insinúan cercanía y aproximación [8].

2.1.3 Pureza

La saturación define la intensidad o el grado de pureza de cada color. Sus valores se mueven desde su máximo, hasta su mínimo que correspondería a una tonalidad de gris, popularmente cuando decimos que un color es muy vivo o intenso, significa que está muy saturado [7].

La saturación es el estado puro del color, sin el blanco y negro añadido, es el atributo de color que permite diferenciar el rojo del azul, por ejemplo, esto quiere decir que se refiere al color puro y al camino que hace un tono a un lado u otro de la rueda cromática, así verde amarillento y verde azulado son tonos distintos del verde [8].

2.1.4 Luminosidad

La luminosidad o brillo es la cantidad de luz emitida o reflejada por un objeto, y en un color sería su claridad u oscuridad, un color al 100% de saturación tendrá su máxima pureza con un 100% de luminosidad, y con una luminosidad del 0% será negro absoluto, y gris que se convertirá blanco absoluto por un valor del 100% de luminosidad y negro absoluto por un valor de luminosidad del 0% [7].

2.1.5 Licor.

Es la bebida alcohólica obtenida por mezcla o redestilación de alcohol etílico extra neutro rectificado o licor de caña rectificado, con aditivos alimentarios de uso permitido, elaborado por destilación, infusión, percolación o maceración, pudiendo ser endulzado con azúcares o mieles, y coloreado con sustancias de uso permitido [9].

2.1.6 Redestilación.

Se trata de la fase parte más importante del proceso, ya que es donde se incrementa el contenido alcohólico y se rectifican las posibles impurezas [10].

La segunda destilación debe realizarse lentamente para tener un buen control sobre el proceso, de lo contrario, ya que es una mezcla con un alto contenido del alcohol, las cabezas, los centros y las colas no se pueden separar correctamente, también la temperatura del destilador debe controlarse en todo momento [10].

El grado alcohólico de cada etapa debe considerarse como una guía, ya que que no todas los alcoholes tienen lo mismo contenido de etanol, no todos los alambiques tienen la misma capacidad para rectificación [10].

2.1.7 Polifenoles.

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas, con diversas funciones fisiológicas, varias estructuras químicas caracterizan a este grupo de moléculas, Su amplia distribución, así como su capacidad de captar especies reactivas de oxígeno y nitrógeno asociadas con el padecimiento de enfermedades, perfila a los extractos naturales ricos en compuestos fenólicos como ingredientes que pueden ser utilizados para el desarrollo de nuevos productos en la industria farmacéutica, de alimentos y cosméticos [11].

2.1.8 Análisis sensorial.

El análisis sensorial se puede aplicar en el desarrollo y mejora de productos, control de calidad, estudios de almacenamiento y desarrollo de procesos, hoy en día, el análisis sensorial se considera una herramienta básica en la industria alimentaria. Cuando se obtengan resultados fiables y válidos, el panel se forma y se trata como un instrumento científico y toda la prueba debe realizarse en condiciones controladas, utilizando diseños y análisis estadísticos adecuados, de esta forma se obtendrán resultados fiables [12].

2.2 Marco referencial.

2.2.1 Criomaceración

La criomaceración consiste en bajar la temperatura de la vendimia recién estrujada, justo después de la separación de la uva del tallo, de esta forma se consigue aumentar la solubilización

de los aromas del mosto, sin extraer demasiada astringencia ya que no hay alcohol como disolvente [3].

La criomaceración o maceración a baja temperatura es una técnica que se utiliza para potenciar las características aromáticas y la colorimetría de las frutas (uvas) después de la vendimia, antes de que comience el proceso de fermentación, este proceso se utiliza tanto para los vinos blancos como para los tintos [3].

2.2.1.1 Tiempo y temperatura de criomaceración

Se recomiendan temperaturas y tiempos variables, entre 0 a 10 °C y entre 1 a 8 días respectivamente, en ausencia de oxígeno (O₂) o presencia de este [13].

El resultado final tiende a producir vinos aromáticamente muy interesantes, con una alta intensidad olfativa, destacando el conjunto de aromas primarios provenientes de la uva [3].

El tiempo y la temperatura influyen bastante al realizar la criomaceración debido a que permite obtener vinos con mejor color y aroma y menos astringencia [14].

2.2.1.2 Origen de la criomaceración

El origen de la maceración prefermentativa como técnica destinada a mejorar la extracción polifenólica proviene de Borgoña, como consecuencia de las bajas temperaturas habituales en la región, era habitual que la vendimia llegara muy fría y que el inicio de la fermentación se retrasara unos días, los borgoñones apreciaron rápidamente los beneficios de este retraso y comenzaron a buscar sistemas que les permitieran alargar aún más el inicio de la fermentación, en ese momento aún no existían equipos de frío, por lo que la única solución era aumentar las dosis de dióxido de azufre, lo cual es completamente inaceptable en la actualidad [15].

2.2.2 Guayaba

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es un cultivo originario de América y actualmente se encuentra muy difundido en todo el mundo, pertenece a la familia de las Myrtáceas, frondoso

que alcanza de 5 a 6 metros de altura como promedio, pero si se maneja adecuadamente con podas, no sobrepasa los 3 metros de altura, los tallos cuando están tiernos son angulosos, las hojas nacen en pares, de color verde pálido, de forma alargada, terminan en punta aguda con una longitud que oscila entre 10 y 20 cm de largo con 8 cm de ancho; posee pelos finos y suaves en ambos lados, con una nervadura central y varias secundarias que resaltan a simple vista. Estas variedades empiezan a producir a los pocos meses; desde que aparece la flor hasta la cosecha se tardan solo 4 meses [16].

2.2.2.1 Origen de la guayaba

La guayaba es el fruto más conocido de las miráceas, su origen es incierto, pero se ubica en Mesoamérica, fue difundida por españoles y portugueses a todos los trópicos del mundo donde se ha naturalizado con la ayuda de las aves, su área ecológica se ubica en la franja paralela al Ecuador, con límites que no van más allá de los 30° en cada hemisferio, hace siglos fue traído a África, Asia e India y actualmente se encuentra en más de 50 países con regiones tropicales y subtropicales por sus frutos nutritivos y abundantes [17].

2.2.2.2 Taxonomía de la guayaba

La clasificación taxonomica del fruto de la guayaba se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la guayaba

Reino:	Plantael
Nombre Científico:	Psidium guajava
Nombres Comunes:	Guayabo, guayaba, goiaba, guava
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Magnolophyta
Orden:	Myrtales
Familia:	Myrtaceae
Género:	Psidium

Fuente: [18]

Elaborado: Autora.

2.2.2.3 Composición Química de la guayaba

La composición química de la guayaba varía significativamente con la variedad, el estado de madurez y la estación climática, el ecotipo guayaba de pulpa rosa, presenta un contenido de nutrientes en 100 gramos de fruta entera que se describe en la tabla 2 [19].

Tabla 2. Composición Química de la guayaba

Nutriente	Valor
Humedad	76.84 g
Ceniza	0.70 g
Vitamina C	177.77 mg
Acidez titulable	0.76 mg
pH	3.95
Taninos	3.87 mg
Sólidos solubles	10.07 °Brix
Azucares totales	4.37 g
Azucares reductores	3.86 g

Fuente: [19]

Las frutas son una excelente fuente de compuestos antioxidantes, tales como: ácido ascórbico, carotenoides, tocoferoles, flavonoides y polifenoles; Este es el caso de la guayaba, que tiene una alta concentración de vitaminas A y C, polifenoles y otros componentes que podrían ejercer un efecto antioxidante eficaz [20].

2.2.2.4 Zonas de Producción de la guayaba.

La producción de guayaba ocurre desde que comienza a aparecer la flor hasta que la cosecha respectiva dura cuatro meses [21].

Por lo general esta fruta se puede encontrar en el Oriente Ecuatoriano en lugares como Tena, Mera, Puyo, Macas, también se puede encontrar en la costa ecuatoriana y en la sierra norte, se adapta a una amplia gama de suelos [21].

2.2.2.5 Variedades de guayaba en el Ecuador

En el Ecuador se producen dos variedades reconocidas de guayaba, estas son:

2.2.2.5.1 Guayaba de pulpa rosada.

Forma redonda alargada como pera, color de piel amarillo rosado, tamaño pequeño y pulpa rosada [22].

2.2.2.5.2 Guayaba de pulpa blanca.

De forma redonda, piel de color verde pálido a amarillo y pulpa blanca cremosa [22].

2.2.2.6 Usos.

Tienen potencial para la elaboración de pectinas y aceites con sus semillas, el potencial industrial deriva de su aptitud para la pulpa, pure, en polvo para reconstituir como néctar, mermeladas, jaleas y dulces, el extracto de guayaba se usa principalmente en jugos y néctares, también hay demanda en la industria para bebés [23].

En general, en Ecuador, la demanda de los consumidores de la fruta madura se destaca en jugos naturales, en estado natural o en dulces procesados industrial o artesanalmente [23].

2.2.3 Flor de Jamaica

Es una planta herbácea anual propia de climas secos subtropicales, montañosos, de matorral espinoso. Sus flores, de color rojo en la base y más pálido en los extremos, contienen un cáliz carnosos y generalmente de un color rojo intenso, los cálices son lo más destacable de la planta. Se recogen en el momento en que alcanzan un tono vinoso y se dejan secar para su uso principalmente como colorante alimentario [24].

2.2.3.1 Localidad de producción de la Flor de Jamaica en el Ecuador.

El cultivo de la flor de Jamaica no se ha difundido en nuestro medio y solamente se lo siembra en ciertas áreas de la Amazonía donde existen pequeñas áreas de producción en las provincias de Napo, Morona Santiago y Pastaza, este es un cultivo temporal y en el país se cultiva para aprovechar los frutos y cálices carnosos, de color rojo intenso (morado) [25].

2.2.3.2 Taxonomía de la Flor de Jamaica

La taxonomía de la flor de Jamaica se describe en la tabla 3.

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la flor de Jamaica.

Reino:	Plantae
Sub-reino:	Tracheobionta
Super-division:	Spermatophyta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub-clase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Género:	Hibiscus
Especie:	Sabdariffa L

Fuente: [26]

2.2.3.3 Usos de la Jamaica en la Industria de Alimentos.

A la Jamaica se le dan varios usos en la nutrición humana y animal dependiendo de la parte anatómica de la planta utilizada [26].

Las hojas tiernas y los tallos se pueden consumir en ensaladas y en la alimentación animal como forraje para el ganado mayor, si bien las semillas se consumen tostadas y contienen un aceite comestible que se ha utilizado como sustituto del ricino o del aceite de ricino, este aceite también se incorpora en preparaciones cosméticas y en perfumería, otro uso de la semilla de Jamaica es en la alimentación de aves debido a las considerables cantidades de proteínas que presentan [26].

En cuanto a los cálices carnosos, se utilizan principalmente en la preparación de bebidas refrescantes o infusiones calientes; aunque también se prepara como jaleas, mermeladas, salsas, dulces, conservas, vinos de mesa, helados, como colorante alimentario, entre otros [26].

2.2.4 Bebida alcohólica.

Se entiende por bebida alcohólica aquella en cuya composición está presente el etanol en forma natural o adquirida y cuya concentración sea igual o superior al 1% de su volumen, existen tres tipos de bebidas alcohólicas, no destiladas, destiladas y maceradas [27].

2.2.4.1 Bebida alcohólica no destilada

Son bebidas que no sufren ningún tipo de destilado y se producen por la fermentación de los azúcares de las frutas o cereales, por lo general, tienen una graduación alcohólica de 4 °GL y 15 °GL, tales como el vino. Cerveza, sake, sidra, etc [28].

2.2.4.2 Bebida alcohólica destilada

Las bebidas destiladas (coñac, brandy, whisky, ron, ginebra, vodka, etc.) son el resultado de la eliminación mediante calor, a través de la destilación, de parte del agua contenida en las bebidas fermentadas, el principio básico de esta acción reside en que el alcohol se evapora a 78 grados y el agua a 100 grados; por consiguiente, contienen más alcohol que las bebidas fermentadas [27].

2.2.4.2.1 Clasificación

Las bebidas alcohólicas que incluyen el proceso de destilación durante su elaboración podemos dividirlos en tres principales grupos:

Aguardiente: son las obtenidas por destilación de vino, orujo, cereales, caña u otras sustancias similares, entre ellos se encuentran whisky, coñac, ginebra, ginebra, ron, cañas y anís [29].

Licores: Bebida alcohólica obtenida por destilación de mostos fermentados, mezcla de aguardientes, alcohol etílico rectificado (neutro o extra neutro), bebidas alcohólicas destiladas o sus mezclas, con o sin sustancias de origen vegetal, extractos obtenidos por infusiones, maceraciones o destilaciones, de los productos mencionados, o con sustancias aromatizantes, edulcoradas o no, a las que se pueden añadir ingredientes y aditivos alimentarios aptos para el consumo humano [30].

Licor seco. Producto que tiene un contenido de azúcar de hasta 50 gramos por litro.

Licor semiseco. Producto que tiene un contenido de azúcar entre 51 gramos por litro hasta 100 gramos por litro.

Licor dulce. Producto que tiene un contenido de azúcar entre 101 gramos por litro hasta 250 gramos por litro.

Licor crema o crema. Producto de consistencia viscosa que tiene un contenido de azúcar superior a 251 gramos por litro.

Licor escarchado. Producto que está sobresaturado con azúcar y muestra la formación de cristales de azúcar [30].

Bebidas aperitivas: se obtienen indistintamente por destilación o acondicionamiento de alcohol en mezclas de diversas sustancias aromáticas y hierbas amargas, esta bebida se toma generalmente como estimulante del apetito [29].

2.2.4.3 Bebida alcohólica macerada.

Son bebidas alcohólicas aromatizadas, están hechas con frutas o hierbas seleccionadas que subsiguientemente son mezcladas y maceradas en alcohol, o en bebidas de alta graduación alcohólica, a su vez, combinadas con endulzantes, dando como resultado una bebida dulce [31].

2.2.5 Destilación.

La destilación es un proceso natural que consiste en variar la temperatura para separar de un líquido uno o más componentes que se encuentren juntos, la destilación se utiliza mucho en las industrias que refinan petróleo, para desalinizar agua, para producir licor, cerveza o vino [32].

La destilación es una operación unitaria ampliamente utilizada para separar mezclas líquidas, cuyo funcionamiento se basa en el equilibrio líquido-vapor; esto considerando que en la fase gaseosa existe una alta concentración de componentes ligeros y en la fase líquida una alta concentración de componentes pesados, su objetivo es la separación de una mezcla para obtener los compuestos de la mezcla con un cierto grado de pureza [33].

2.2.5.1 Antecedentes.

La destilación de el alcohol era relativamente poco conocida hasta fines del siglo XVI, tanto griegos como romanos solo conocia la elaboracion del vino, entre los cuales habia algunos que perfumaban con hierbas aromáticas [29].

Posiblemente, entre ellos, está el precursor de lo que hoy conocemos con el nombre de Vermouth (vino macerado), cuya demanda en todo el mundo es sorprendente, también elaboraban cierta clase de bebidas con alta concentración de azúcar y zumo de frutas, similares a las que hoy conocemos con el nombre de jarabes [29].

Antiguamente, el secreto de cada productor era el sistema de destilación que le permitía lograr en su producto el sabor deseado para la bebida, debido a esto, el proceso de destilación vario en tipos y funcionamientos, aunque todos se basaban en el mismo objetivo común de separar el alcohol de un fermento para llevarlo a una bebida [29].

Para esto, existieron diversos métodos de calentar recipientes y de coleccionar los vapores condensados en alguna superficie fría destinada a convertir nuevamente el vapor en líquido, coleccionarlo y transportarlo a otro recipiente de baja temperatura que servia como depósito del espíritu destilado [29].

2.2.5.2 Factores influyentes en el proceso de destilación.

2.2.5.2.1 Temperatura

El efecto de un aumento de temperatura, suele disminuir las diferencias relativas de las volatilidades entre los componentes de una mezcla dada; de manera similar, una disminución en la temperatura de vaporización comúnmente aumenta las diferencias en las volatilidades [34].

2.2.5.2.2 Presión de vapor

La presión o tensión del vapor de un líquido, es la presión de su valor a una temperatura dada en la que las fases vapor y líquida de la sustancia pueden existir en equilibrio, si la temperatura se mantiene constante y el vapor se comprime sobre el líquido puro, se producirá condensación hasta que no se desprenda vapor. Recíprocamente, si se ensancha el espacio ocupado por el vapor, se produce la evaporación [34].

2.2.6 Redestilación del alcohol

La redestilación o rectificación de los alcoholes sirve para separar los aromas más desagradables (metanol, originado por las levaduras a partir de aminoácidos) de los aromas más finos, durante la segunda destilación el vapor que desprende del ordinario se divide en tres facciones [35].

Cabezas. Esta primera facción, por lo general, se encuentran los alcoholes más volátiles que el etanol, como el acetato de etilo, además arrastra las colas procedentes de la última destilación realizada [35].

Corazón. Esta es la parte del destilado que contiene mas porporción de alcohol puro (etanol) y que no son dañinas para el consumo humano [35].

Colas. Esta tercera facción contiene el resto de compuestos químicos y alcoholes no deseados, contiene mucha agua [35].

Las cabezas y colas obtenidas con este proceso no podrán usarse para la fabricación de bebidas alcohólicas [36].

2.2.6.1 Alcoholes rectificados.

Son aquellos que se han obtenido por destilación y rectificación de aguardientes y alcoholes destilados, su riqueza alcohólica sea igual o superior a 96 °GL, dentro de esta categoría se incluyen rectificados de vinos, orujos, frutas, cereales y melazas [37].

2.2.6.2 Alcoholes superiores.

Estos alcoholes son los responsables de generarnos aunque sea pequeñas cantidades, de aromas a solventes como por ejemplo la acetona, tienen un umbral de percepción entre los 50 y 100 miligramos por litro en producto de fermentación primaria, estos alcoholes si son ingeridos por el hombre puede causar daños irreparables al organismo como por ejemplo, ceguera, daños cerebrales e incluso hasta la muerte [38].

2.2.6.3 Graduación de alcoholes redestilados.

Chancay 2019, en el proceso de redestilación del aguardiente proveniente del cantón Pangua, provincia del Cotopaxi, utilizó una mezcla de aguardiente:agua de 55:45 %, siendo el alcohol etílico conocido como aguardiente de caña con un grado alcohólico inicial de 60 °GL y obtuvo un rendimiento del 64% de alcohol etílico de 83 °GL, asimismo, el análisis de cromatografía para determinar el contenido de metanol presente en el alcohol rectificado fue de 4.68 mg/100 cm³, lo cual se encuentra debajo de los rangos máximos de concentración de metanol de normas establecidas y sobre todo en la rectificación de la norma INEN 375 de alcohol etílico rectificado [39].

2.2.7 El color en los alimentos.

El color es un atributo muy importante al medir la calidad de un alimento, de hecho, es el primer contacto que el consumidor tiene con los productos y luego, los juzga por sus otras características sensorial como textura, sabor, etc; cuando cambia el color de un alimento (manteniendo su forma, sabor, aroma, etc.), puede existir respuesta de rechazo por parte de los consumidores, o incluso catadores capacitados [40]

2.2.8 Color a través del espacio cie $L^*a^*b^*$.

El color corresponde a una percepción e interpretación subjetiva, dos personas que miran el mismo objeto pueden usar diferentes puntos de referencia y expresar el mismo color con una amplia variedad de palabras diferentes, lo que genera confusión y falta de comunicación internamente o a través de la cadena de suministro, para evitar esto y asegurar que una muestra cumpla con la norma, el color debe expresarse en términos numéricos y objetivos [41].

Cuando se clasifican los colores, se pueden expresar en términos de tono (color), luminosidad (brillo) y saturación (pureza), al crear escalas para estos atributos, podemos expresar el color con precisión [41].

El espacio de color $L^*a^*b^*$ se modeló en base a una teoría del color del oponente que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo, como se muestra a continuación, L^* indica luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas cromáticas [41].

L^* = luminosidad

a^* = coordenadas rojo / verde (+ a^* indica rojo, - a^* indica verde)

b^* = coordenadas amarillo / azul (+ b^* indica amarillo, - b^* indica azul)

Los instrumentos de medición de color, incluidos los espectrofotómetros y colorímetros, pueden cuantificar estos atributos de color y mostrar los valores para cada coordenada L^* , a^* y b^* [41].

Este modelo queda definido por tres variables que se representan en sistemas cartesianos o por tres variables que se representan en sistemas cartesianos o polares; en el primero se utilizan los valores de luminosidad (L^*) y las coordenadas a^* y b^* ; en el segundo, los parámetros L^* , saturación (C^*) y tono (h_{ab}^*), en un sistema ortogonal se lo representa mediante un eje vertical (L^*), que indica claridad u oscuridad, y un plano horizontal conformado por los ejes a^* b^* , el eje a^* refleja la variación rojo-verde, siendo positivo para el primero (+ a^*) y negativo para el segundo (- a^*); el b^* la variación amarillo-azul, siendo positivo para el primero (+ b^*) y negativo

para el otro (-b*) por otro lado, la saturación está asociada a que tan vivo es un color y el tono (h_{ab}*) es el ángulo que indica si el color rojo (0°), amarillo (90°), verde (180°) o azul (270°) [6].

La ecuación 1 y 2 muestran como calcular la pureza y tono

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

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

Donde las variables medidas L*, a* y b* son transformadas a valores de L, C*, y h_{ab}* para corregir el angulo del tono, el croma o saturación y la luminosidad [6].

Para comparar las diferencias de color entre diferentes muestras, evaluar la similitud o realizar la reproducción del color, primero se calcula el parámetro de diferenciación de color total (ΔE), este último permite juzgar los niveles de diferencia de color percibidos por el ojo humano y desde 1931 se lo ha ido perfeccionando para acercarse a la realidad con mayor precisión [6].

Este fenómeno ocurre cuando los objetos son visualizados por un observador adaptado a un campo de cromaticidad, que no es muy diferente de la medición de la luz en un entorno idéntico de blanco a gris [6].

La Ecuación (3) calcula esta magnitud vector.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

ΔL*= L*_{M1}- L*_{M2} (diferencia de luminosidad: más claro o más oscuro)

Δa*= a*_{M1}- a*_{M2} (diferencia de coordenada a*: más claro o más oscuro)

Δb*= b*_{M1}- b*_{M2} (diferencia de coordenada b*: más claro o más oscuro)

2.2.9 Polifenoles.

En la naturaleza existe una amplia variedad de compuestos que tienen una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o más anillos fenólicos, estos compuestos se pueden llamar polifenoles, se originan principalmente en los planos, que los sintetizan en gran cantidad, como producto de su metabolismo secundario [42].

Los compuestos fenólicos son un amplio grupo de sustancias con diferentes estructuras químicas y actividad, son constituyentes importantes de las plantas y que a su vez les otorgan múltiples efectos beneficiosos, generalmente se encuentran presentes en forma de glucósidos en los extractos de frutas, hierbas, hortalizas, cereales y otros materiales vegetales ricos en polifenoles, lo que ha permitido su uso por parte de la industria alimentaria no solo por las características organolépticas que confieren a las frutas y vegetales, pero ralentizan la oxidación de los lípidos y mejoran la calidad nutricional de los alimentos [43].

2.2.9.1 Propiedades organolepticas

Las propiedades organolepticas se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Propiedades organolépticas atribuidas a los compuestos fenólicos

ATRIBUTOS	COMPUESTOS FENÓLICOS
Color	Como las antocianidinas, responsables de los tonos rojos, azules y voláceos de muchas frutas, hortalizas y derivados: fresas, ciruelas, uvas, berenjena, col lombarda, rabano, vino tinto, etc.
Sabor amargo	Como las flavanonas de los citricos (naringina del pomelo, neohesperidina de la naranja) o la oleuropeina en las aceitunas.
Astringencia	Como las proantocianidinas (taninos condensados) y los taninos hidrolizables, por ejemplo, en el vino.
Aroma	Fenoles simples como el augenol en los plátanos

Fuente: [44]

Elaborado: Autora.

2.2.9.2 Características químicas generales.

Lo más destacable de los compuestos fenólicos son sus propiedades antioxidantes, por un lado, son muy susceptibles a oxidarse y por otro, evitan que los metales catalicen reacciones de oxidación, así, los grupos hidroxilo, al estar unidos a un anillo bencénico, presentan la posibilidad de que el doblete del átomo de oxígeno interactúe con los electrones del anillo, lo que le confiere unas características especiales con respecto al resto de alcoholes, por otro lado, pueden actuar como quelantes (especialmente fenoles no flavonoides) y formar complejos con metales di o trivalentes, especialmente con hierro y aluminio, lo que también puede tener implicaciones nutricionales [44].

En cuanto a sus características organolépticas, se sabe que los taninos dan una sensación de astringencia (por ejemplo, en el vino), ya que son capaces de unirse a las proteínas lubricantes de la saliva mediante enlaces de hidrógeno [44].

2.2.10 Fundamentos del análisis sensorial.

El análisis sensorial (SA) consiste en la realización de diversas pruebas con el fin de evaluar diferentes propiedades o atributos de un producto utilizando los sentidos [45].

El análisis sensorial se realiza mediante pruebas según una serie de procedimientos rigurosos, fiables y coherentes con objetivos perfectamente definidos, debe distinguirse de otras actividades lúdicas-socioculturales, a menudo llamadas degustaciones, que, aunque utilizan los sentidos para evaluar los alimentos, no siempre siguen métodos científicos [45].

2.2.10.1 Aplicaciones del análisis sensorial.

- **Estudios de aceptabilidad.** El propósito de la comida es su consumo. Además de su seguridad higiénico-sanitaria y valor nutricional, las propiedades sensoriales son muy importantes para la aceptación de los alimentos por parte de los consumidores, desde este punto de vista es una herramienta importante en el desarrollo de nuevos productos [45].

- **Control de procesos.** En ocasiones resulta ser una herramienta rápida e informativa en la toma de decisiones para el control de determinados procesos (tostado de café, elaboración de vino y bebidas alcohólicas, selección y clasificación de frutas) [45].
- **Control de calidad.** Ampliamente utilizado en la industria del aceite de oliva, elaboración de yogur. Suele servir como indicador de la calidad de productos cuyos atributos sensoriales más importantes no son fáciles de caracterizar instrumentalmente (aroma del vino) [45].

2.2.10.2 Pruebas degustativas.

Las pruebas de cata son naturales en el hombre, porque en cuanto prueba un producto empieza a emitir juicios sobre él, si le gusta o no, o describe sus propias características de sabor, olor, textura, etc [46].

2.2.10.2.1 Las pruebas afectivas.

Refieren a aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva del producto, indicando si le gusta o si prefiere otro, por lo general se realizan con paneles inexpertos o con solamente consumidores, entre las pruebas afectivas están las de medición del grado de satisfacción y las de aceptación [46].

2.2.10.2.2 Las pruebas discriminatorias.

Aquellas que no requieren conocer la sensación subjetiva que provoca un alimento, se busca establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras, y en algunos casos la magnitud o importancia de esa diferencia, las pruebas discriminativas más usadas son las pruebas de comparación apareada simple, triangular, dúo – trío, comparaciones múltiples y de ordenamiento [46].

2.2.10.2.3 Las pruebas descriptivas.

Refieren aquellas pruebas donde el juez establece los descriptores que definen las características sensoriales de un producto y así cuantifican las diferencias existentes entre varios productos, consiste en describir el color y el sabor integral de un producto, así como sus atributos

individuales. A través de estas pruebas se define el orden de aparición de cada atributo, grado de intensidad de cada uno, sabor residual y amplitud o impresión general del sabor y el olor [46].

A continuación, al final de los marcos referenciales, se citan algunos trabajos que comparten similitud a los que pueden ser referenciados en la presente investigación.

2.2.11 Estudio comparativo de los compuestos volátiles de vinos de tempranillo sometidos a maceración pre fermentativa en frío.

Las técnicas de vinificación ejercen una gran influencia en la extracción de los compuestos de las uvas, afectando a la concentración y composición de los vinos tintos, la maceración prefermentativa en frío es una técnica que ha sido propuesta para incrementar el aroma de los vinos y realzar el carácter varietal, el objetivo de este trabajo es estudiar el posible incremento de compuestos volátiles de los vinos tintos de tempranillo mediante la aplicación de diferentes técnicas de vinificación estableciendo una metodología de elaboración que permita incrementar la extracción de aromas, para ello se ha determinado el efecto de la maceración prefermentativa en frío y de la maceración prefermentativa con nieve carbónica en la composición aromática de los vinos, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que las técnicas de maceración aplicadas en la elaboración de los vinos de tempranillo tienen un efecto significativo en muchos de los compuestos volátiles estudiados, la maceración prefermentativa en frío y la maceración prefermentativa con nieve carbónica producen el incremento de algunos compuestos volátiles estudiados (esteres, acetatos y ácidos grasos), respecto a los vinos elaborados sin maceración [47].

2.2.12 Estudio del proceso de criomaceración de uva a diferentes temperaturas.

Esta investigación tenía como objetivo determinar los efectos de la criomaceración a diferentes temperaturas sobre el contenido de polifenoles durante el proceso de elaboración del vino Chardonnay, muestras de uva Chardonnay fueron sometidas a procesos de enfriamiento rápido mediante inyección directa de CO₂ líquido para obtener temperaturas finales de 10.0, 8.0, 6.0 y 4.0 °C y obtener diferentes lotes de mosto, posteriormente, cada lote se sometió al proceso de

vinificación para producir cuatro vinos diferentes, los vinos obtenidos se caracterizaron mediante análisis químicos. Se observó una mayor extracción de compuestos polifenólicos con la maceración en frío a baja temperatura, especialmente cuando la temperatura se redujo de 10.0 a 6.0 °C, por el contrario, cuando la temperatura se redujo por debajo de 6.0 °C, el aumento del contenido de polifenoles en el vino fue insignificante, mientras que el consumo de CO₂ aumentó, además, se realizó una simulación numérica para determinar la longitud del tubo, L_0 , a partir de la cual la temperatura era constante, esta condición es muy importante porque garantiza que después de la longitud L_0 , el intercambio termodinámico entre el CO₂ líquido es completo, eliminando la posibilidad de que haya bolsas de CO₂ líquido en el ciclón. [48].

2.2.13 Efecto de la temperatura y la duración de la maceración sobre el color y las propiedades sensoriales del vino tinto: una revisión.

El proceso de maceración juega un papel importante en la composición del color y las propiedades sensoriales del vino tinto al facilitar la extracción de compuestos fenólicos y aromáticos que se encuentran en la uva, esta revisión resume los hallazgos clave de un estudio de la literatura asociada con la investigación sobre los efectos de la temperatura y la duración de la maceración sobre el contenido fenólico, el color y las propiedades sensoriales del vino tinto, en el pasado, muchos investigadores han informado que las temperaturas de maceración más altas aumentan la extracción de compuestos fenólicos y mejoran el color del vino tinto, pero las técnicas prefermentativas a baja temperatura se han vuelto más populares en los últimos años debido a sus efectos positivos en la composición del vino, incluyendo oxidación de pigmentos de antocianina y compuestos aromáticos, inhibición de actividades enzimáticas indeseables y un entorno menos conductivo para el crecimiento microbiano, las maceraciones realizadas en rangos de temperatura bajos (10 °C a 15 °C) dan como resultado vinos tintos con los niveles más altos de contenido fenólico total, antocianinas e intensidad de color, y aroma afrutado, floral y especiado más rico, también se ha demostrado que la duración de la maceración tiene efectos significativos sobre los compuestos fenólicos del vino tinto, las propiedades de color y los atributos sensoriales relevantes, los estudios demuestran que la maceración prolongada conduce a un color rojo estable, así como a un contenido más rico de taninos, pigmentos poliméricos y astringencia, se pueden producir vinos tintos con el color y las características sensoriales

adecuados adaptando tanto la temperatura como la duración de la maceración al estilo deseado. y un entorno que sea menos propicio para el crecimiento microbiano [49].

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en los talleres de Operaciones Unitarias y Agroalimentarios, Laboratorio de Bromatología del campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el Km 7 vía Quevedo - El Empalme. Cantón Mocache, Los Ríos, Ecuador.

El fruto de guayaba se obtuvo en mercado del río del cantón Quevedo, La flor de Jamaica se adquirió en la empresa TA&TA CACAO del Ing. Andrés Tapia, quien produce chocolate artesanal (Chocolate de taza), y cultiva flor de Jamaica, la que está ubicada en la parroquia San Camilo del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos.

El alcohol etílico más conocida como aguardiente de caña de azúcar, usado en la redestilación, se obtuvo de los trapiches del Sr. Ruviro Saltos ubicado a 980 msnm, en el Recinto Tablería de la parroquia El Corazón, cantón Pangua en la provincia de Cotopaxi.

Como estudio complementario se determinó los polifenoles presentes en la bebida criomacerada (mejor tratamiento).

Tabla 5. Condiciones meteorológicas aproximadas del cantón Mocache.

Datos Meteorológicos	Valores Promedio
Humedad Relativa (%)	85.84
Temperatura °C	25.47
Precipitación (mm anual)	2223.85
Heliofania	898.66
Zona ecológica	Bosque semi húmedo tropical

Fuente: [50]

3.2 Tipo de Investigación.

Se reflejará una investigación exploratoria, descriptiva, experimental; dado que hoy en día el conocimiento sobre la criomaceración de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y la guayaba (*Psidium guajava*) a través en el espacio de L*a*b* es muy poco conocido.

3.2.1 Investigación Exploratoria.

Se aplicó este tipo de investigación, debido a la falta de información, por lo que sus resultados obtuvieron una visión cercana de dicho objetivo, que se basó en el diagnóstico para establecer una materia prima diferente a la estándar.

3.2.2 Investigación Descriptiva.

Se utilizó este tipo, por las respuestas experimentales obtenidas, ya que fueron procesadas estadísticamente para poder describir los datos y características de la población estudiada, y así lograr dar respuesta a las preguntas propuestas por la investigación descriptiva.

3.2.3 Investigación Experimental.

Mediante la aplicación de este tipo de investigación, fue posible determinar los efectos de los factores en estudio, al momento de aplicar la criomaceración en diferentes tiempos y con materia prima distinta a la usual, para poder comparar con un patrón y así obtener una bebida alcohólica con características sensoriales aceptables.

3.3 Método de Investigación.

3.3.1 Método Inductivo – Deductivo.

Se utilizó este método porque se aplicará un diseño experimental para obtener los resultados de la investigación, el mismo que permitió analizar cada uno de los factores en estudio en comparación del patrón para la determinación del color y sus características organolépticas de la bebida alcohólica.

3.3.2 Método Estadístico.

Los datos obtenidos en la investigación fueron cuantificados, tabulados, ordenados e interpretados con la ayuda de un software, el mismo que permitió obtener los resultados esperados.

3.3.3 Método Experimental.

Se estudiaron dos factores, que son: el tiempo de criomaceración y el tipo de materia prima a utilizar, además de un patrón, para lo cual se utilizó un diseño factorial aumetado de (AxB +3), para lo cual se utilizo el programa estadistico SPSS para determinar si existe o no normalidad en los datos resportados y establecer la aplicación de pruebas paramétricas y no paramétricas.

3.4 Fuentes de recopilación de la información.

A continuación, se muestran las fuentes de las que se obtuvo la información para realizar esta investigación.

3.4.1 Fuentes Primarias

- Pre-ensayos.
- Pruebas pilotos.

3.4.2 Fuentes Secundarias

- Libros
- Artículos Científicos
- Revistas de Investigación
- Tesis.
- PDF
- Fichas técnicas
- Grabaciones de audio

3.5 Diseño de la Investigación.

Para la realización del proyecto de investigación, se sujeta a un experimento factorial aumentado de $(A \times B + 3)$ con 3 repeticiones, los datos obtenidos fueron analizados en el software estadístico SPSS, para así determinar la distribución normal o no de los valores reportados, empleando el test de Kolmogorov – Smirnov con un 5% de probabilidad, con la finalidad de comprobar que los datos de la experimentación se distribuyan de manera normal.

3.6 Manejo específico del experimento.

3.6.1 Características del experimento de elaboración de la bebida alcohólica.

- Número de tratamientos: 6
- Número de patrones: 3
- Número de repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 27

3.6.2 Factores de estudio.

En la siguiente tabla se plantean los factores que intervinieron en la investigación.

Tabla 6. Factores de estudio que intervienen en la elaboración de la bebida.

Factores	Simbología	Descripción
A: Tiempo de criomaceración	a_0	96 horas
	a_1	144 horas
	b_0	Flor de Jamaica
B: Materia prima	b_1	Guayaba
	b_2	Flor de Jamaica + Guayaba

Elaborado: Autora

3.6.3 Tratamientos.

Se utilizo el arreglo factorial $A \times B + 3$, con los niveles en $A = 2$, $B = 3$, $R = 3$ y tres patrones (flor de Jamiaca, guayaba, mezcla de ambas) al cual tambien se les realizo 3 repeticiones, dando como resultado un total de 27 tratamientos.

Tabla 7. Combinación de los tratamientos propuestos para la obtención de la bebida.

Nº	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
1	a_0b_0	96 horas + Flor de Jamaica
2	a_0b_1	96 horas + Guayaba
3	a_0b_2	96 horas + Flor de Jamaica + Guayaba
4	a_1b_0	144 horas + Flor de Jamaica
5	a_1b_1	144 horas + Guayaba
6	a_1b_2	144 horas + Flor de Jamaica + Guayaba
7	Patrón	Bebidas tratadas en condiciones similares, sin criomacerar

Elaborado: Autora

Para el patrón (omitiendo el proceso de criomaceración), se calentó a $64.7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ por un tiempo de 5 minutos, para eliminar el contenido de metanol presente, posterior se pasó a filtrar y luego se diluyó con agua destilada necesaria para llegar a un grado alcohólico final de $12\text{ }^{\circ}\text{GL}$, todo este proceso se realizó para la flor de Jamaica, la guayaba y la mezcla de ambas.

Sin embargo, una vez obtenido los resultados se analizará la distribución normal de los datos para comprobación de las respectivas hipótesis. De no tener una distribución normal al diseño factorial se analizará con pruebas no paramétricas por medio del test de Holm y el test de Friedman, para lo cual el diseño puede ser susceptible de cambio.

3.6.4 Mediciones experimentales

Las variables a estudiar son:

- pH
- °Brix
- Acidez
- Viscosidad

3.7 Análisis físico químico, sensorial y colorimetría de la bebida alcohólica

3.7.1 pH

para poder determinar el pH se siguió los pasos propuestos por la Norma NTE INEN 389 (1985), se determinó con la ayuda de un pH-metro, la muestra se coloca en un vaso de precipitación, luego se procedió a lavar el electrodo del pH-metro con agua destilada, después se sumergió el electrodo en la muestra durante unos segundos cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente, se obtiene los datos y se registran los mismos.

3.7.2 Solidos Solubles (°Brix)

Según la Norma NTE INEN 380 (1985) literal 5, inciso 5.1 indica el uso del refractómetro para productos liquido: se mezcló la muestra, con la ayuda de una pipeta se ubicó 2 gotas de manera directa en el prisma del refractómetro, Los datos obtenidos se los expreso en °Brix.

3.7.3 Acidez

Según lo propuesto por la Norma NTE INEN 341 (1978) literal 7, inciso 7.2 indica la determinación de la acidez: con la ayuda de una probeta se mide 50 mL de agua destilada y 10 mL de la muestra a medir, posterior mezclarlos en un matraz Erlenmeyer, luego se adiciona tres gotas de fenolftaleína y se procede a titular la muestra con hidróxido de sodio al 0.1 N, se debe ir agitando constantemente (dejar caer gota a gota del agente titulante sobre el titulado) hasta

obtener un ligero color a rosa pálido persistente, finalmente se procedió a realizar los cálculos aplicando la ecuación 4.

$$\% \textbf{Acidez} \text{ (ác citrico)} = \frac{[V_{NaOH} * N_{NaOH} * F_{acido} * 100]}{V_{muestra}} \quad (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

V: volumen en mL consumido de solución de NaOH 0.1N.v (mL)

N: normalidad de la solución de NaOH (N)

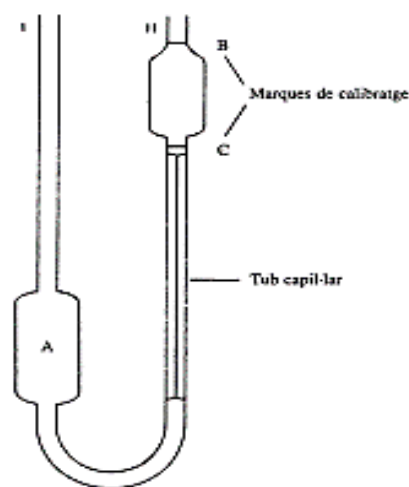
Fac: factor expresado en gramos del ácido predominante del producto

Vm: peso total de la muestra (mL)

3.7.4 Viscosidad

Para la determinación de la viscosidad cinemática de los productos líquidos, tanto transparente como opacos, se siguió lo propuesto por la Norma NTE INEN 810 (1986), por consiguiente, para medir la viscosidad de la bebida, se procedió a realizarlo por el método de viscosímetro de Ostwald.

Ilustración 2. Viscosímetro de Ostwald



Fuente: [51]

3.7.4.1 Procedimiento

Con una pipeta, se introduce la muestra en la ampolla A, con la ayuda de una manguera de 3.5 cm de diámetro, absorber aire de modo que el líquido de la segunda ampolla valla quedando un poco mas arriba del enrase B.

Se deja caer el líquido poniendo en marcha el cronómetro en el momento en que la superficie del líquido pasa por B y deteniéndolo al momento de llegar que pasa por C, registrando el tiempo de caída del fluido. Para determinar la viscosidad de la muestra se aplica la ecuación 5.

$$n_2 = \frac{[n_1 * \rho_2 * t_2]}{\rho_1 * t_1} \quad (\text{Ec. 5})$$

Dónde:

n₁: Viscosidad de agua

ρ₁ : Densidad del agua

t₁: Tiempo de caída del agua

n₂: Viscosidad de la muestra

ρ₂ : Densidad de la muestra

t₂: Tiempo de caída en el viscosímetro.

3.7.5 Perfil sensorial de la bebida alcohólica

Se evaluaron 5 perfiles sensoriales del producto, reuniendo las características especiales para poder determinar el mejor tratamiento, a través de su aceptabilidad.

Para la determinación del mejor tratamiento se realizó mediante una prueba discriminatoria (ver anexo 9), dejando a los catadores seleccionar la muestra que prefieran en base a los tratamientos de estudio, las características sensoriales evaluadas son las siguientes:

Tabla 8. Perfiles sensoriales para la catación del producto

Color	Limpidez	Sabor	Olor	Aceptabilidad
Intenso	Transparente	Muy bueno	Intenso característico (fruta-flor)	Gusta mucho
Agradable	Turbio	Sabor a frutal - flor	Ligeramente perceptible	Agrada moderadamente
Regular	Opaco	Ligeros defectos de agua	No tiene	No gusta ni desagrada
Desagradable	Claro	Pobre	desagradable	Desagrada mucho

Elaborado: Autora

3.7.6 Análisis de color

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

Se utilizaron los valores de Cromaticidad a^* y b^* para calcular el índice de saturación del color (C) con la ecuación 6 y el ángulo de tono (h_{ab}^*) con la ecuación 7.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$h_{ab}^* = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (\text{Ec. 7})$$

Mientras que para determinar la diferencia de color se remplazaron datos en la ecuación 8.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (\text{Ec. 8})$$

3.8 Balance de materia

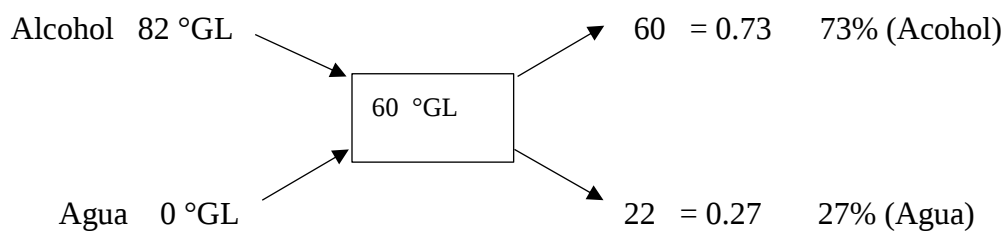
Para la siguiente investigación se realizó un rendimiento en la producción de la bebida, teniendo en cuenta que los respectivos calculos se realizaron mediante cuadrado de Pearson.

3.8.1 Rendimiento del alcohol redestilado.

Se uso un destilador de capacidad nominal de 50 litros, se realizaron dos paradas y media. Se midió los grados alcohólicos del licor a redestilar de 60 °GL, luego se efectuó una mezcla del licor madre con agua destilada 20 litros de alcohol con 12 litros de agua para una mejor disolución de otros alcoholes ajenos al etanol.

- 20 L de volumen inicial de etanol
- 12 L de agua destilada
- 60 °GL inicial
- 82 °GL final
- 12.5 L volumen final de etanol redestilado.

una vez obtenido el grado final del alcohol redestilado, a través de cuadrado de Pearson, se adquiere la estandarización del grado alcohólico a 60 °GL.



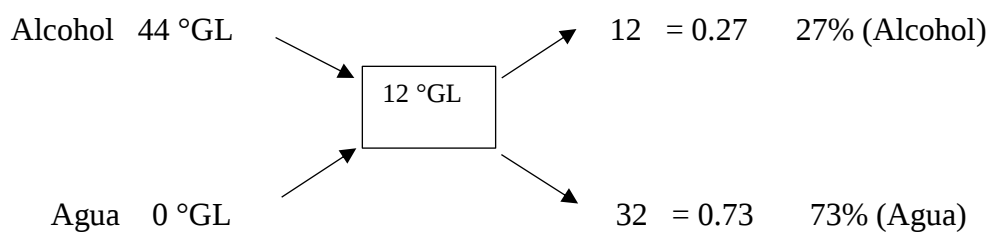
- 12.5 L de volumen inicial de etanol
- 4.58 L de agua destilada
- 82 °GL inicial
- 60 °GL final
- 17.08 L volumen final de etanol redestilado.

3.8.2 Rendimiento de la bebida criomacerada.

Para determinar el rendimiento de la cantidad de licor obtenido después de la criomaceración, se hizo calculos mediante cuadrado de pearson.

- 1.5 L de volumen inicial de alcohol.
- 60 °GL inicial.
- 44 °GL final.
- 1. 275 L volumen final.

Obtenido el grado final del alcohol criomacerado, a través de cuadrado de Pearson, se adquiere la dilución del grado alcohólico a 12 °GL.



- 1.275 L de volumen inicial de alcohol.
- 3.246 L de agua destilada.
- 44 °GL inicial.
- 12 °GL final.
- 4.59 L volumen final

Para el rendimiento se estableció la siguiente formula:

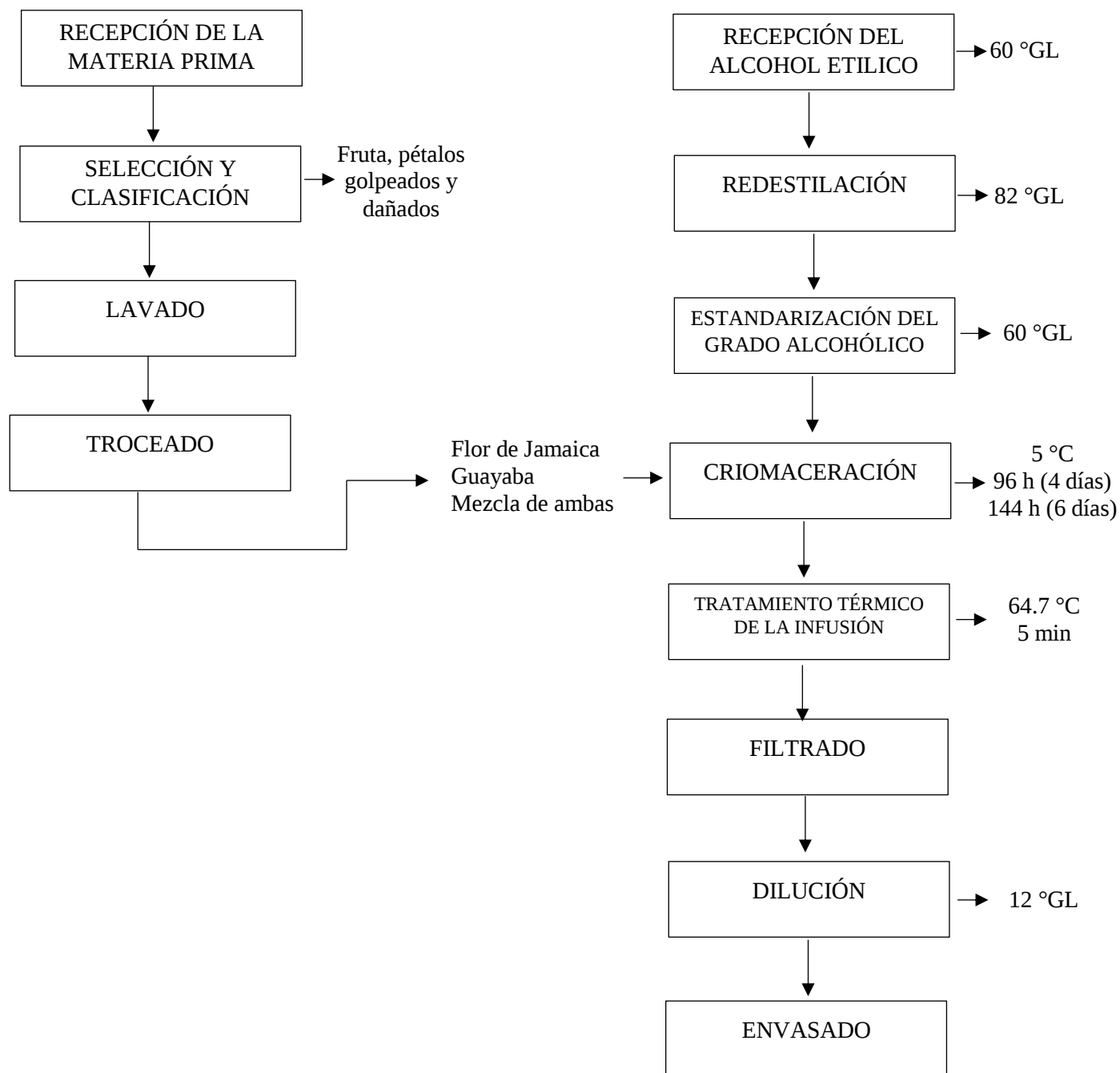
$$R = \frac{V_f}{V_o} \times 100\%$$

Donde: **V_f**: volumen final

V_o: volumen inicial

3.9 Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida alcohólica

criomacerada.



3.10 Proceso de elaboración de la bebida alcohólica criomacerada.

Teniendo en cuenta que se realizó el mismo proceso para los tratamientos de 96 horas como para los de 144 horas.

3.10.1 Recepción materia prima.

El fruto de la guayaba se recolectó en la parte central del cantón de Quevedo y la flor de Jamiaca se encontró en la parroquia urbana de San Camilo del mismo cantón.

3.10.2 Selección y clasificación.

Se seleccionaron los frutos y pétalos buenos, separándolos de los dañados y magullados. Esta operación se realizó para que los frutos y pétalos magullados y dañados no interfirieran en el proceso de criomaceración y pudieran contaminar el producto.

3.10.3 Lavado.

El lavado se realiza para eliminar todas las impurezas, como la suciedad, que pueda tener la fruta.

3.10.4 Troceado

La guayaba y la flor de jamaica se cortaron en pequeños cuadrados y luego se trituraron para obtener trozos más pequeños de ambas materias primas.

3.10.5 Recepción del alcohol etílico

El alcohol etílico fue recolectado en la parroquia El Corazón perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi. Se midieron los grados alcohólicos iniciales (60 °GL).

3.10.6 Redestilación

se colocaron 20 litros de alcohol etílico (aguardiente de caña) de 60 °GL y se mezclaron con 12 litros de agua destilada, de igual manera se recolecto y separo las puntas en una cantidad de (0.42 L), mientras que el destilado se recolecto en un recipiente aparte y el producto de residuo (19.08 L) quedo en el tanque para ser desechado posteriormente.

3.10.7 Estandarización de grado alcohólico.

El aguardiente obtenido de la redestilación de grado alcohólico inicial de 82 °GL, mediante cuadrado de Pearson, se mezclan 12.5 L de aguardiente con 4.58 L de agua destilada para alcanzar los 60 °GL.

3.10.8 Proceso de criomaceración

Del alcohol etílico estandarizado se toman 1.5 litros para cada tratamiento agregando:

420 gramos/1.5 litros de guayaba troceada; 58 gramos/1.5 litros de flor de Jamaica troceada; para la mezcla de ambos se agregarán 210 gramos/1.5 litros de guayaba y 30 gramos/1.5 litros de flor de Jamaica troceada se coloco la mezcla a refrigeración a 5 °C, por los tiempos establecidos en el diseño propuesto.

3.10.9 Tratamiento térmico

El licor criomacerado sin retirar los componentes añadidos, se llevan a calentar a 64.7 °C por un tiempo de 5 minutos, para así eliminar el contenido de metanol aun presente en la bebida.

3.10.10 Filtrado.

Una vez calentado la infusión como el punto anterior, se tamiza, utilizando un colador para las particulas más grandes y un lienzo para las más pequeñas.

3.10.11 Dilución y edulcorado de la bebida

Para alcanzar los 12 °GL finales, se mezcló 1.275 L de aguardiente con 3.246 L de agua, para posterior ser edulcorado con 0.0068 Kg de miel de abeja.

3.10.12 Envasado

Finalmente, el licor se envasa en botellas de vidrio transparente de 750 mL a temperatura ambiente.

3.11 Recursos materiales y humanos.

3.11.1 Recursos humanos.

- Ing. Ángel Oliverio Fernández Escobar MSc. – Director de la unidad de integración curricular
- Ing. Lourdes Roció Mackliff – Encargada del laboratorio de bromatología.
- Sandy Enid Aguirre Moreno – Autora de la unidad de integración curricular

3.11.2 Materia Prima e insumos

La materia prima e insumos que se utilizaron para la elaboración del producto final fueron los que se mencionan a continuación.

Tabla 9. Materia prima e insumos que se usaron en la elaboración de la bebida criomacerada

Materia prima	Insumos
– Guayaba	– Agua destilada
– Flor de Jamaica	– Licor redestilado

Elaborado: Autora

3.11.3 Equipos usados para la elaboración de la bebida y en el laboratorio

Tabla 10. Equipos utilizados para la preparación de la bebida y en el laboratorio

Bebida criomacerada		laboratorio	
– Cocina Indurama	– Destilador tipo alambique	– Viscosímetro de Ostwald	
– Triturador marca Oster	– Colorímetro lutron RGB – 1002	– Potenciómetro Rekner OHAUS ST3100-F	
– Balanza CAMRY (capacidad: 5 Kg/11lb)	– Termómetro marca JR-1	– Refractómetro digital Atago 3810 PAL-1	
– Alcohólímetro de Gay – Lusaac	rango (desde -50 °C hasta 300 °C)	rango (0.0 – 53.0%)	

Elaborado: Autora

3.11.4 Materiales usados para la elaboración de la bebida y en el laboratorio.

Tabla 11. Materiales utilizados para la preparación de la bebida criomacerada y en el laboratorio

Materiales de laboratorio		Materiales para elaboracion de la bebida	
– Vaso de precipitación 50 mL.	– Botellas de 3 L de plástico	– Colador	
– Vaso de precipitación 250 mL.	– Botellas de vidrio de 750 mL	– Cucharas	
– Vaso de precipitación 1000 mL.	– Tapas roscas	– Embudo	
– Matraz Erlenmeyer 250 mL.	– Cuchillo	– Lienzo	
– Bureta graduada 25mL.	– Ollas	– Botellones de agua	
– Probetas 200 mL.	– Fósforo	– Pipeta	
– Pipeta 10 mL.	– Tabla de picar	– Jarra medidora	
– Picnómetro de vidrio.			

Elaborado: Autora

3.11.5 Reactivos

Tabla 12. Reactivos usados en el laboratorio

Reactivos	
– Fenolftaleína	– Agua destilada
– Hidróxido de sodio al 0.1 N	
Elaborado: Autora	

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados y Discusión.

4.1.1 Resultados.

Para una mejor interpretación de los resultados, se parte de un test de normalidad para la aplicación de técnicas de análisis estadístico de las respuestas experimentales, paramétricas o no paramétricas

Tabla 13. Prueba de normalidad de las respuestas experimentales del análisis físico químico aplicado a la bebida alcohólica.

Kolmogorov-Smirnov			
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	0.290	12	0.006
a₀b₀	0.315	12	0.002
a₀b₁	0.331	12	0.001
a₀b₂	0.340	12	0.0004
a₁b₀	0.323	12	0.001
a₁b₁	0.310	12	0.002
a₁b₂	0.309	12	0.002

Elaborado: Autora

Conclusión: Se observa que los valores de significación de Kolmogorov-Smirnov son $P < 0.05$ en los datos, se rechaza la hipótesis nula (H_0) porque las respuestas experimentales del análisis físico químico **no se distribuyen de forma normal.**

De conformidad al test de normalidad, se procede a emplear un conjunto de test no paramétricos para identificar al mejor tratamiento, siendo éstos el de Friedman y el de Holm.

Tabla 14. Test de Friedman para los resultados físico químicos de la bebida criomacerada.

Algorithm	Ranking
Patrón	4.91
a₀b₀	5.41
a₀b₁	3.08
a₀b₂	5.25
a₁b₀	2.33
a₁b₁	1.70
a₁b₂	5.29
Valor computado	$9.22 \cdot 10^{-7}$

Elaborado: Autora

Se puede observar en la tabla 14 que el valor computado del test de Friedman es: $9.22 \cdot 10^{-7}$, siendo $P < 0.05$, es decir que estadísticamente existe diferencia significativa, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa “*Ha: El tiempo de criomaceración y el tipo de materia prima (flor de Jamaica y la guayaba) añadida al alcohol etílico no dan diferentes características físico químicas en la bebida alcohólica potable*”, por lo cual, se procede a realizar el test de Holm para verificar el mejor tratamiento.

Tabla 15. Resultados del test de Holm ($\alpha=0.05$) aplicado a los resultados físico químicos de la bebida alcohólica criomacerada.

i	Algorithm	P	Holm
6	a ₀ b ₀	$2.61 \cdot 10^{-5}$	0.008
5	a ₁ b ₂	$4.84 \cdot 10^{-5}$	0.01
4	a ₀ b ₂	$5.92 \cdot 10^{-5}$	0.0125
3	Patrón	$2.74 \cdot 10^{-4}$	0.0166
2	a ₀ b ₁	0.118	0.025
1	a ₁ b ₀	0.478	0.05

Elaborado: Autora

El test de Holm ordena a los tratamientos de forma descendente teniendo en cuenta su magnitud, y, el algoritmo que no aparece en la columna correspondiente es el mejor tratamiento.

Comparando los valores de probabilidad (P) y Holm de la tabla 15, el valor de Holm es mayor hasta la fila 4, en términos de los algoritmos se concluye que, los tratamientos a₀b₀, a₁b₂, a₀b₂ y el patrón presentan diferencia significativa del 95% frente al mejor tratamiento. Mientras que, los tratamientos a₀b₁ y a₁b₀ no son diferentes ($P < 0.05$) del tratamiento a₁b₁, además se puede observar que no despliega el algoritmo a₁b₁ (144 horas + guayaba), en consecuencia es establecido como el mejor tratamiento, cuyos indicadores se reportan en la tabla 16.

Tabla 16. Indicadores de los parámetros físico químicos establecidos para el mejor tratamiento.

Tratamiento	pH	°Brix (%)	Acidez (%)	Viscosidad (cP)
a ₁ b ₁	4.88 ± 0.017	1.67 ± 0.083	0.1281 ± 0.015	1.4862 ± 0.0156

cP: centipoise

Elaborado: Autora

4.1.2 Análisis de colorimetría cie L*a*b* (Luminosidad; L*, tonalidad (h_{ab}*), pureza C*) de la bebida alcohólica criomacerada.

Con el fin de interpretar los resultados, se parte de un test de normalidad para la aplicación de técnicas de análisis estadístico de las respuestas experimentales, paramétricas o no paramétricas.

Tabla 17. Prueba de normalidad de los Análisis de Colorimetría

Kolmogorov-Smirnov			
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	0.296	9	0.030
a₀b₀	0.360	9	0.001
a₀b₁	0.363	9	0.001
a₀b₂	0.342	9	0.003
a₁b₀	0.294	9	0.024
a₁b₁	0.293	9	0.022
a₁b₂	0.389	9	0.000

Elaborado: Autora

Conclusión: Se observa que los valores de significación de Kolmogorov-Smimov son $P < 0.05$ en consecuencia, la hipótesis nula (H₀) dado a que las respuestas experimentales del análisis físico químico **no se distribuyen de forma normal**.

Una vez mostrados los resultados y conclusión del test de normalidad, se procede a emplear un conjunto de test no paramétricos para identificar al mejor tratamiento, siendo estos el de Friedman y el de Holm.

Tabla 18. Test de Friedman para los resultados del análisis de colorimetría

Algorithm	Ranking
Patrón	4.66
a₀b₀	5.55
a₀b₁	3.27
a₀b₂	5.16
a₁b₀	4.88
a₁b₁	1.77
a₁b₂	2.66
Valor computado	6.10×10^{-4}

Elaborado: Autora

Se puede observar en la tabla 18 que el valor computado del test de Friedman es: $6.10 \cdot 10^{-4}$, siendo $P < 0.05$, es decir que estadísticamente existe diferencia significativa, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa “*Ha: El tiempo de criomaceración y el tipo de materia prima (flor de Jamaica y la guayaba) añadida al alcohol etílico no dan diferentes características de luminosidad, tonalidad (h_{ab}^*) y pureza (C^*) en la bebida alcohólica potable*”, por lo cual, se procede a realizar el test de Holm para verificar el mejor tratamiento.

Tabla 19. Resultados del test de Holm ($\alpha=0.05$) aplicado a los resultados de colorimetría de la bebida alcohólica criomacerada.

i	algorithm	P	Holm
6	a_0b_0	$2.07 \cdot 10^{-4}$	0.008
5	a_0b_2	$8.75 \cdot 10^{-4}$	0.01
4	a_1b_0	0.002	0.012
3	Patrón	0.004	0.016
2	a_0b_1	0.140	0.025
1	a_1b_2	0.382	0.05

Elaborado: Autora

Este test ordena a los tratamientos de forma descendente teniendo en cuenta su magnitud, y, el algoritmo que no aparece en la columna correspondiente es el mejor tratamiento.

Haciendo comparación entre los valores de probabilidad (P) y Holm de la tabla 19, el valor de Holm es mayor hasta la fila 4, en términos de los algoritmos se concluye que, los tratamientos a_0b_0 , a_0b_2 , a_1b_0 y patrón presentan diferencia significativa del 95% frente al mejor tratamiento.

Mientras que, los tratamientos a_1b_1 , a_0b_1 , a_1b_2 no son diferentes ($P < 0.05$) del tratamiento a_1b_1 , asimismo, se puede observar que no se despliega el algoritmo a_1b_1 (144 horas + guayaba), en consecuencia, es establecido como el mejor tratamiento, cuyos indicadores se reportan en la tabla 20.

Tabla 20. Indicadores de los parámetros de CIE $L^*a^*b^*$ establecidos al mejor tratamiento de la bebida alcohólica criomacerada.

Tratamiento	CIE $L^*a^*b^*$								
	R	G	B	L^*	a^*	b^*	Luminosidad (L^*)	Tonalidad (h_{ab}^*)	Pureza (C^*)
a1b1	52	38	28	16.56	4.56	9.02	34.73	31.56	30.37
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	4.72	3.21	1.52	1.65	0.44	1.30	25.88	28.81	28.62

Elaborado: Autora

4.1.3 Diferencia de color entre los tratamientos y el patrón.

El test de ranking salido del test de Friedman, incluyendo el patrón, los datos de las diferencias de color son los siguientes.

Tabla 21. diferencia de color entre el mejor tratamiento y el patrón

Tratamientos	ΔE^*	Diferencia frente al mejor tratamiento
a ₁ b ₁	23	0.00
Patrón	23	0.00
a ₀ b ₀	11.18	11.82
a ₀ b ₁	15.15	7.85
a ₀ b ₂	14.93	8.07
a ₁ b ₀	12.21	10.79
a ₁ b ₂	14.60	8.4

Elaborado: Autora

Comparando los datos obtenidos del parámetro ΔE^* , teniendo en cuenta que cuando los valores de $\Delta E^* < 3$ indica que las diferencias de color son ligeramente pequeñas, es decir, son difícilmente perceptibles a simple vista, mientras que, si los valores de $\Delta E^* > 5$ indica que son perceptibles a simple vista, eso significa que se puede evaluar los colores a simple vista, sabiendo esto podemos decir que el valor ΔE^* del tratamiento a₁b₁, al ojo humano es fácilmente perceptible, mientras que en el patrón el valor fue de 0.00, esto quiere decir que no se puede distinguir los cambios de color, por lo cual se necesita de una instrumento de medición de color, para sacar diferencias.

4.1.4 Análisis sensorial de la bebida alcohólica criomacerada.

Para interpretar de mejor manera los resultados, se parte de un test de normalidad para la aplicación de técnicas de análisis estadístico de las respuestas experimentales, paramétricas o no paramétricas

Tabla 22. Prueba de normalidad para el Análisis Sensorial

Kolmogorov-Smirnov			
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	0.297	15	0.223
a₀b₀	0.310	15	0.000
a₀b₁	0.295	15	0.003
a₀b₂	0.224	15	0.041
a₁b₀	0.296	15	0.016
a₁b₁	0.250	15	0.036
a₁b₂	0.315	15	0.000

Elaborado: Autora

Conclusión: Se observa que los valores de significación de Kolmogorov-Smirnov son $P < 0.05$ en los datos, en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) dado a que las respuestas experimentales del análisis sensorial **no se distribuyen de forma normal.**

Como resultado al test de normalidad, se procede a emplear un conjunto de test no paramétricos para identificar al mejor tratamiento, siendo éstos el de Friedman y el de Holm.

Tabla 23. Test de Friedman para los resultados del análisis sensorial.

Algorithm	Ranking
Patrón	5.93
a₀b₀	4.63
a₀b₁	5.43
a₀b₂	4.96
a₁b₀	3.06
a₁b₁	0.99
a₁b₂	2.96
Valor computado	$1.46 * 10^{-10}$

Elaborado: Autora

Se puede observar en la tabla 23, El valor computado por el test de Friedman siendo $1.46 \cdot 10^{-10}$, siendo $P < 0.05$, es decir que estadísticamente existe diferencia significativa, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa “Ha: *El tiempo de criomaceración y el tipo de materia prima (flor de Jamaica y la guayaba) añadida al alcohol etílico no dan diferentes características sensoriales en la bebida alcohólica potable*”, por lo cual se procederá a realizar el test de Holm para verificar el mejor tratamiento.

Tabla 24. Resultados del test de Holm ($\alpha=0.05$) aplicado a los resultados de sensometría de la bebida alcohólica criomacerada.

i	algorithm	P	Holm
6	Patrón	$3.99 \cdot 10^{-10}$	0.008
5	a_0b_1	$1.90 \cdot 10^{-8}$	0.01
4	a_0b_2	$4.93 \cdot 10^{-7}$	0.012
3	a_0b_0	$4.10 \cdot 10^{-6}$	0.016
2	a_1b_0	0.008	0.025
1	a_1b_2	0.012	0.05

Elaborado : Autora

El test Holm tiene la característica que ordena los tratamientos de forma descendente en cuanto a su magnitud, y el algoritmo que no aparece en la columna correspondiente es el mejor tratamiento.

Comparando los valores de P y Holm de la tabla 24, el valor de Holm es mayor hasta la fila 4, en términos de los algoritmos se concluye que, los tratamientos patrón, a_0b_1 , a_0b_2 , a_0b_0 , presentan diferencia significativa del 95% frente al mejor tratamiento.

Mientras que, los tratamientos a_1b_0 y a_1b_2 no son diferentes $P < 0.05$ del tratamiento a_1b_1 , a su vez, se puede observar que no despliega el algoritmo a_1b_1 (144 horas + guayaba), en consecuencia, es establecido como el mejor tratamiento, cuyos indicadores se reportan en la tabla 25.

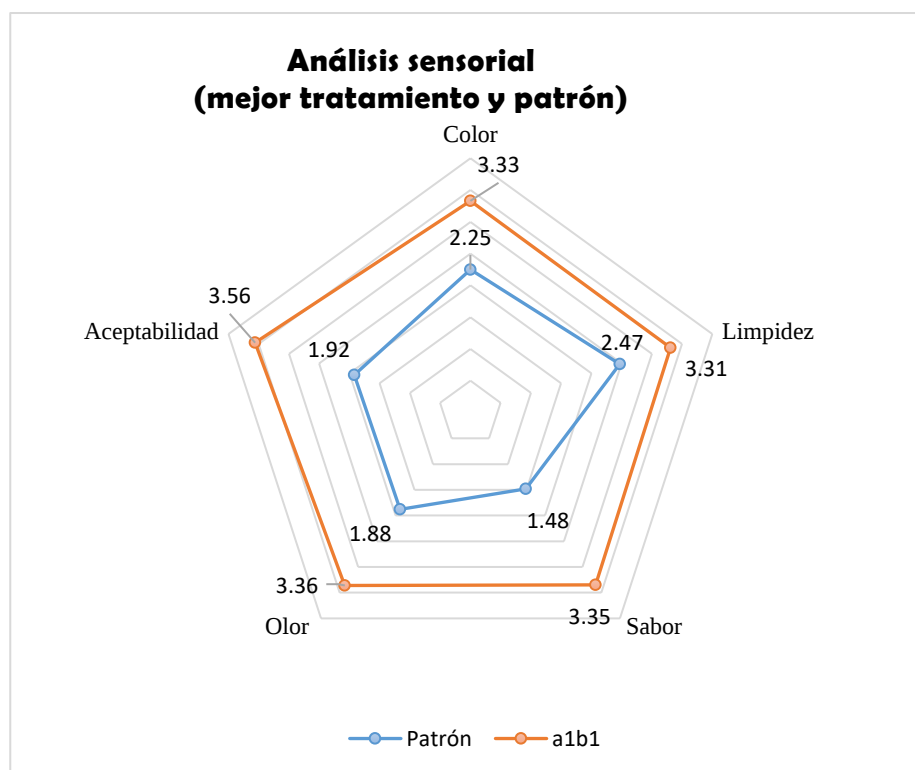
Tabla 25. Indicadores sensoriales establecidos por el panel de cata en el mejor tratamiento

Tratamiento	Color	Limpidez	Sabor	Olor	Aceptabilidad
a ₁ b ₁	3.33 ± 0.17 Intenso	3.31 ± 0.10 Claro	3.35 ± 0.21 Sabor a frutal-flor	3.36 ± 0.24 Intenso característico	3.56 ± 0.13 Gusta mucho
Patrón	2.25 ± 0.12 Agradable	2.47 ± 0.05 Opaco	1.48 ± 0.11 Ligeros defectos de agua	1.88 ± 0.11 Ligeramente perceptible	1.92 ± 0.09 Ni gusta, ni desagrada

Elaborado: Autora

A partir de los datos de la tabla 25 se obtiene la figura 1 que describe el perfil sensorial de la bebida criomacerada para el mejor tratamiento y el patrón.

Figura 1. perfil sensorial de la bebida criomacerada



Fuente: Excel
Elaborado: Autora

Observando la figura 1 podemos denotar que la medias mas altas resultaron estar en el tratamiento a1b1 considerado como el mejor, en el color se obtuvo una media de 3.33 (intenso), la limpidez una media de 3.31 (clara), el sabor de 3.35 (sabor a frutal - flor), olor de 3.36 (intenso caracterisitco) y aceptabilidad con una media de 3.56 (gusta mucho).

Mientras que las medias del patrón presentaron los siguientes valores: el color una media de 2.25 (agradable), la limpidez de 2.47 (opaco), el sabor de 1.48 (ligeros defectos de agua), el olor una media de 1.88 (ligeramente perceptible) y en aceptabilidad una media de 1.92 (no gusta, ni desagrada).

4.1.5 Resultado de análisis de polifenoles a la bebida criomacerada con flor de Jamaica y guayaba (mejor tratamiento).

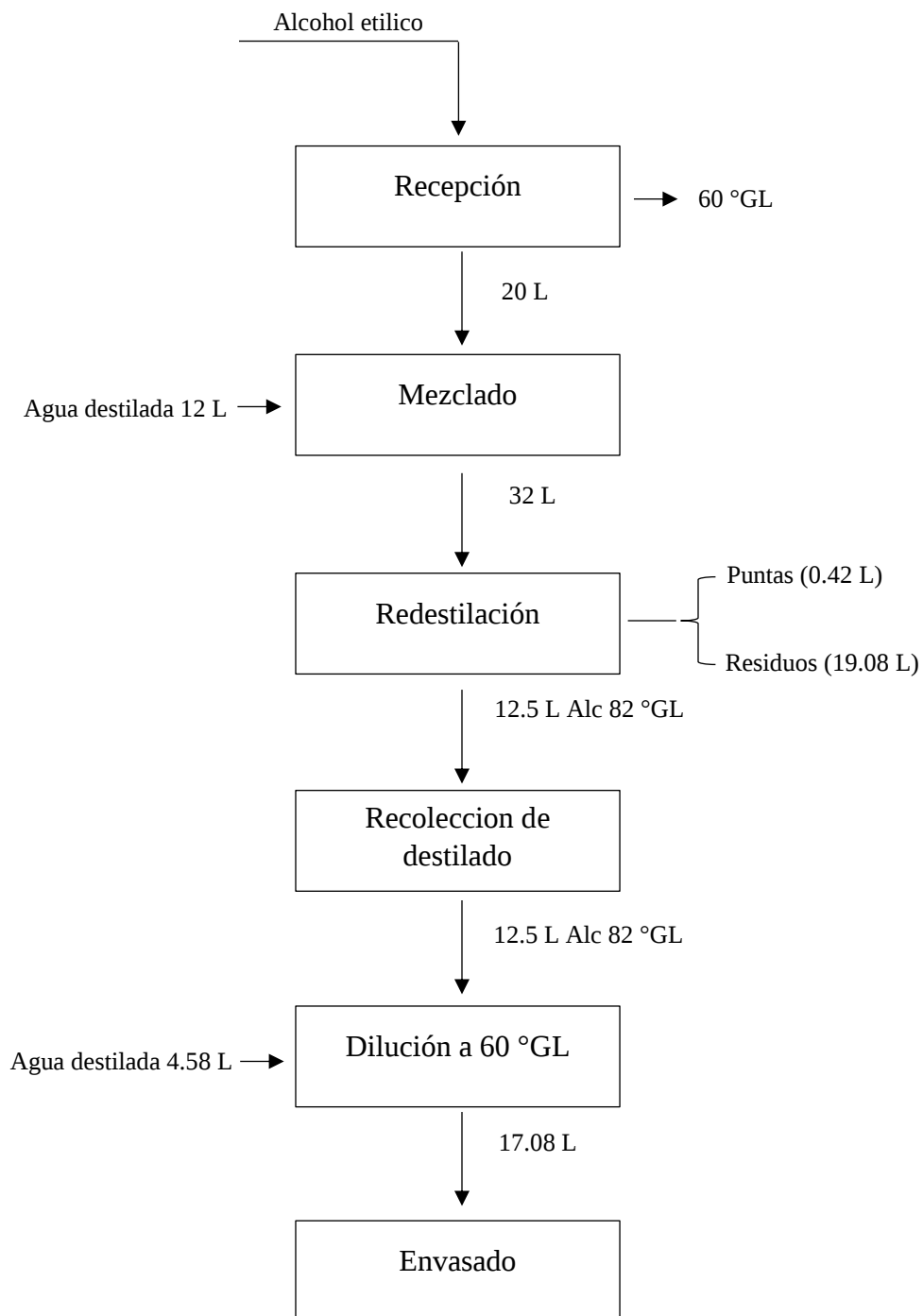
A continuación, en la table 26, se expresa la cantidad de contenidos de polifenoles realizados por el laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos perteneciente al instituto nacional de investigaciones agropecuarias (INIAP), estación experimental Santa Catalina ubicado en la ciudad de Quito.

Tabla 26. Resultado de análisis de polifenoles a la bebida criomacerada

Tratamiento	Método	Método Referencial	Cantidad	Unidad
a ₁ b ₁	MO-LSAIA-31	Cros E y Marigo G. (1982/1973)	167.63	Mg Ac. Gálico/L

Fuente: Iniap (2021)
Elaborado: Autora

4.1.6 Balance de materia del alcohol redestilado.



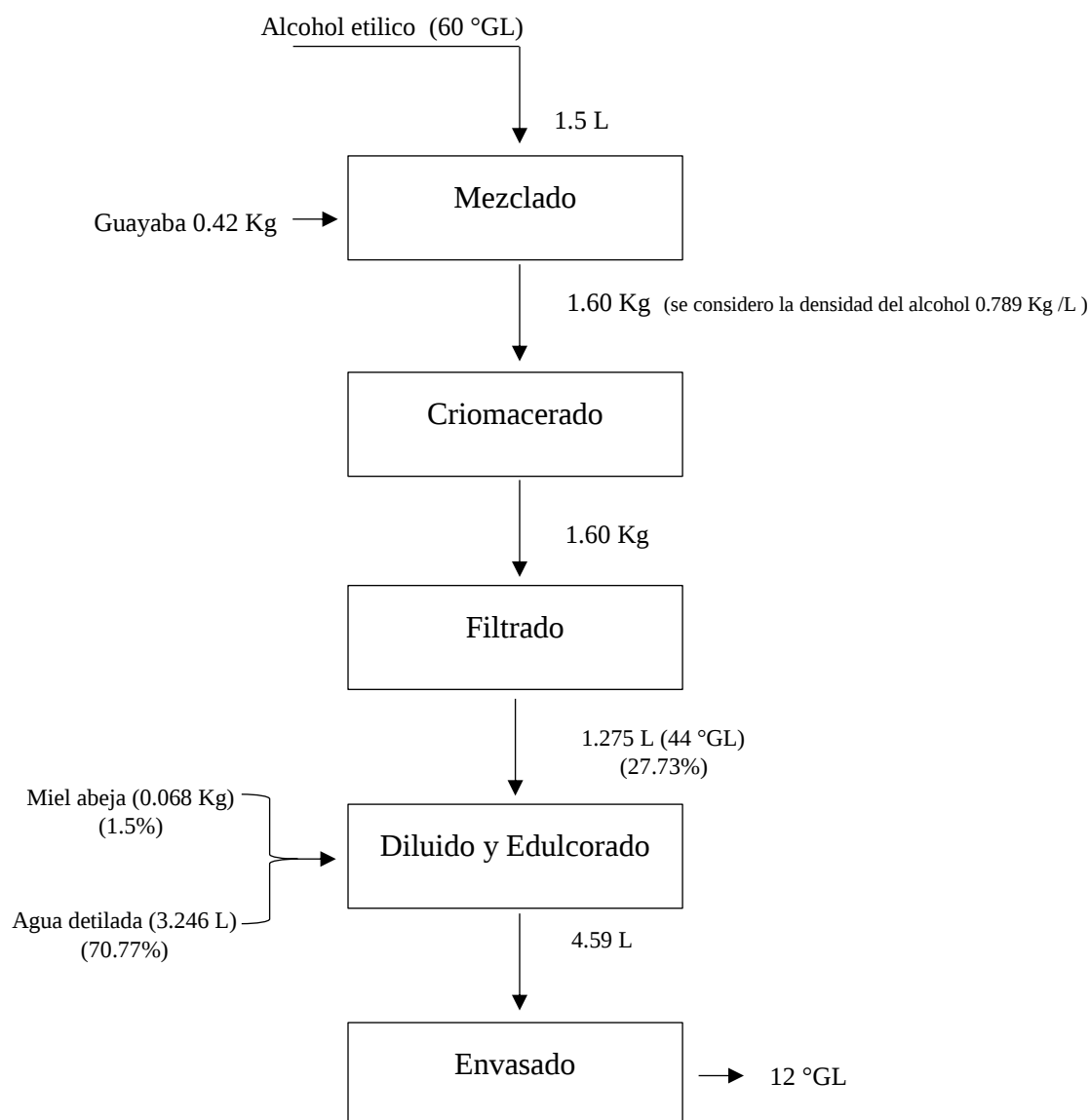
4.1.6.1 Rendimiento del alcohol redestilado.

$$\text{Rendimiento}\% = \frac{\text{Volumen final}}{\text{Volumen inicial}} \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento}\% = \frac{17.08 \text{ L}}{20 \text{ L}} \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento}\% = 85.4 \%$$

4.1.7 Balance de la bebida criomacerada en base al mejor tratamiento.



4.1.7.1 Rendimiento de la bebida criomacerada.

$$\text{Rendimiento}\% = \frac{\text{Volumen final}}{\text{Volumen inicial}} \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento}\% = \frac{4.59 \text{ L}}{1.5 \text{ L}} \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento}\% = 306 \%$$

Calculo del rendimiento frente al alcohol etílico (aguardiente) sin destilar:

$$\frac{1.5 \text{ L}}{0.854} = 1.756 \text{ L}$$

Esto significa que por cada 1.756 L de aguardiente se tiene 1.5 L de alcohol etílico redistilado (60 °GL).

$$\text{Rendimiento}\% = \frac{4.59 \text{ L}}{1.756 \text{ L}} \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento}\% = 261.34 \%$$

4.2 Discusión.

4.2.1 Discusión de Resultados de análisis físico químicos.

En cuanto a los resultados obtenidos de la bebida alcohólica de la Flor de Jamaica y Guayaba, se destacó como mejor tratamiento a₁b₁ (144 horas + Guayaba), en el cual se evidenció un pH con valor de 4.88 ± 0.017 , semejante a los encontrados por (Alcívar Martínez, 2019) [52] en la “elaboración de una bebida alcohólica a base de maíz morado” con valores entre 4.38 y 4.57, sin embargo el patrón no difiere de este último ya que evidencio un pH de 4.22 ± 0.011 , de la misma manera (Ormaza Manotoa, 2019) [53] en su investigación de el “efecto de la hoja de mandarina (*Citrus reticulada* L.) proveniente de tres pisos altitudinales en el redistilado del aguardiente de caña de azúcar” señala que el pH de las bebidas espirituosas varía de 3.81 a 5.0.

con respecto a la acidez, se logró un valor de $0.1281 \pm 0.015\%$, esto se debe a la cantidad de alcohol usada la cual no permitió que se migre ciertos componentes de la fruta, a diferencia con

(Remache Castillo, 2015) [54] que en su investigación de “ obtención de una bebida fermentada de naranja” obtuvo valores de 0.33% a 0.39%, asimismo (Cabrera, cuenca & Quicazán, 2012) [55] en el estudio de “efecto de la proporción de pulpa en el mosto para la producción de bebida alcohólica de guayaba” demostró valores de acidez que oscilan entre 0.55% y 0.56%, en comparación con el patrón el mismo que demostro una acidez muy baja de $0.00654 \pm 0.009\%$

Por otra parte, se obtuvo un valor de 1.67 ± 0.083 °Brix, el cual demostró diferencia significativa con el patrón que posee 0.49 ± 0.010 °Brix. Además, se observó que al transcurrir los días el pH fue elevándose, mientras que la acidez y los °Brix fueron disminuyendo, esto se debe a que cuanto menor es la acidez, mayor es el pH, No obstante, para el parámetro de viscosidad, se obtuvo un valor de 1.4862 ± 0.0156 cP, similar a lo reportado por (Alcivar Martínez, 2019) [52] en su investigación sobre “elaboración de una bebida alcohólica a base de maíz morado” cual alcanzó valores entre 1.151 cP y 1.601 cP, señalando que a mayor porcentaje de alcohol incrementa la viscosidad, mientras que el patrón demostro valores bajos de viscosidad 1.363 ± 0.004 cP.

4.2.2 Discusión de Resultados de colorimetría.

Se constató en los resultados de colorimetría que el tratamiento a₁b₁ (144 horas + Guayaba) obtuvo en luminosidad un valor de 34.73 ± 25.88 , lo cual indica que mientras más se acerque el valor a 100, más brillante será, y cuanto más cerca esté el valor de 0, será más oscuro. En la investigación de (Quevedo Villacres, 2020) [56] sobre la optimización de proceso de añejamiento acelerado de aguardiente, reportó valores de luminosidad entre 98.8 y 95.5, por ende se afirma que la adición de guayaba influyó significativamente en la opacidad de la bebida, y respecto a la tonalidad (h_{ab}^*) con un valor de 31.56 ± 28.81 inclinándose a una tonalidad (h_{ab}^*) amarilla, y con una pureza (C^*) de color de 30.37 ± 28.62 , sin embargo el patrón demostro valores bajos a comparacion al mejor mejor tratamiento que se reportan a continuacion: luminosidad con un valor de 15.22 , para la tonalidad (h_{ab}^*) un valor de 30.20 y en la pureza (C^*) con un valor de 17.17.

Por otro lado teniendo en cuenta la diferencia de color entre el mejor tratamiento con el patrón dando un valor de 0.00 se puede deducir que no se puede distinguir los cambios de color no son

perceptibles al ojo humano, es similar a lo reportado por (Talens Oliag, 2017) [57] manifesto en su estudio de “evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio cie $L^*a^*b^*$ ” que conocer la diferencia de color es muy útil ya que así se tiene establecida cual es la tolerancia de color para un producto dado.

4.2.3 Discusión de Resultados de análisis sensoriales.

El sabor, olor y aroma de las bebidas alcohólicas se derivan de cuantiosos compuestos volátiles y no volátiles, en donde una compleja mezcla determina las propiedades sensoriales y la percepción del consumidor. En base a los resultados expresados por el Test de Holm, se estableció a_1b_1 (144 horas + Guayaba) con los siguientes valores para los atributos de color (3.33 ± 0.17) siendo catalogado como “Intenso”, en cuanto para limpidez (3.31 ± 0.10) siendo denominado como “Claro”, y para sabor (3.35 ± 0.21) con un distintivo “Sabor a frutal-flor”, por consiguiente, en olor (3.36 ± 0.24) denotó un “Intenso característico”, y en definitiva para aceptabilidad (3.56 ± 0.13) obtuvo “Gusta mucho”. Cabe enfatizar que el producto obtenido con la criomaceración a 144 horas obtuvo el mejor resultado en la prueba de consumo, en comparación al patrón, en donde se establecieron los siguientes valores, para el color (2.25 ± 0.12), siendo catalogado como “Agradable”, para limpidez (2.47 ± 0.05) siendo denominado como “opaco”, sabor (1.48 ± 0.11) con “Ligeros defectos de agua”, en olor (1.88 ± 0.11) se denotó que es “Ligeramente perceptible”, y en concluyente para aceptabilidad (1.92 ± 0.09) obtuvo “Ni gusta, ni desagrada”, esto se debe a que en el proceso de criomaceración se pudo extraer mejores características sensoriales a diferencia de la bebida sin criomacerar.

4.2.4 Discusión de Resultados de polifenoles.

Se obtuvo una cantidad de 167,63 mg Ac. Gálico/L para el tratamiento a_1b_1 (144 horas + Guayaba), [58] manifiesta que la maceración prefermentativa en congelación permite una extracción mayoritaria de polifenoles, de igual manera (Coaguila Gonza, 2019) [59] en su investigación señala que al aplicar temperaturas de congelación por largos tiempos se logran vinos con mayor concentración de fenoles totales. Cabe recalcar como referencia a la cantidad de polifenoles que posee la guayaba, según lo reportado por (Olaya Zea, 2009) [60] en su estudio posee un promedio de 305.5 ± 10.23 mg de ácido gálico/100g de guayaba en base húmeda.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Criomacerar la bebida alcohólica por un tiempo de 144 horas (6 días) permitió obtener mejores atributos de color cie $L^*a^*b^*$, en comparación al patrón. El mejor tratamiento fue a_1b_1 con los indicadores siguientes: Luminosidad 34.73 ± 25.88 , tonalidad (h_{ab}^*) 31.56 ± 28.81 , pureza (C^*) 30.37 ± 28.62 . ($L^* = 34.73 \pm 25.88$, $a^* = 31.56 \pm 28.81$, $b^* = 30.37 \pm 28.62$).
- Teniendo en cuenta el mejor tratamiento a_1b_1 , se considera que la adición de la guayaba al alcohol etílico genera características de mejor color cie $L^*a^*b^*$, teniendo como resultado una luminosidad baja, una tonalidad (h_{ab}^*) amarilla y una pureza (C^*) de color apagada, esto se debe a los compuestos que extrajo el aguardiente durante el tiempo de criomaceración.
- Del mejor tratamiento se estableció los siguientes parámetros físico químicos: pH 4.88 ± 0.017 , °Brix 1.67 ± 0.083 , acidez $0.1281 \pm 0.015\%$ y viscosidad 1.4862 ± 0.0156 cP, e indicadores sensoriales: color, 3.33 ± 0.17 (intenso), limpidez 3.31 ± 0.10 (claro), sabor 3.35 ± 0.21 (frutal-flor), olor 3.36 ± 0.24 (intenso característico) y una aceptabilidad 3.56 ± 0.13 (gusta mucho). Por lo que se puede decir que la guayaba interactúa de mejor manera con el aguardiente bajo los parámetros de este estudio.

5.2 Recomendación

- Evaluar la estabilidad del color de la bebida criomacerada durante el período de almacenamiento, para hacer comparación de algún cambio que se presente en la luminosidad, tonalidad (h_{ab}^*) y pureza (C^*).
- La presente investigación puede ser usada como punto de partida para futuras investigación que estén prestas a el estudio de la criomaceración con la adición de materia primas diferentes a la habitual.
- Promover investigaciones utilizando diversas materias primas, para conocer a fondo que otros aspectos se puede extraer durante el tiempo de criomaceración y que beneficios puede brindar una bebida criomacerada.
- Realizar el análisis colorimétrico en un lugar adecuado, para que no haya fallos en la adquisición de datos y no se distorsionen los valores.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía

- [1] M. Macek, «zonadiet,» 2007. [En línea]. Available: <https://www.zonadiet.com/bebidas/a-licor.php>.
- [2] Y. Salinas Moreno, A. R. E. Zuñiga Hernandez, L. B. Jimenez de la torre, V. Serrano Altamirano y C. Sanchez Feria, «Color en calices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) Yy su relacion con características fisicoquimicas de sus extractos acuosos.,» *Chapingo. Serie horticultura*, vol. 18, nº 3, Septiembre-Diciembre 2012.
- [3] M. Maltese, «Glossario Enologico,» 11 Octubre 2019. [En línea]. Available: http://www.farum.it/glos_enol/show.php?glos_enol=cjsku73h6t360ul8o575tb0aa3&id=3164. [Último acceso: 6 Julio 2021].
- [4] L. A. L. Morales, Santiago, 2004.
- [5] P. F. C. Velástegui, *Determinacion de la calidad maltera aplicada en el grano de cebada *Hordeum vulgare* variedad Calicuchima y Santa Catalina Linea 003, su análisis de las características físicoquimicas y organolépticas de cerveza artesanal Rubia a partir de su procesamiento*, Ambato , Latacunga, 2020.
- [6] A. Di Sarli y A. Lopez, «El modelo cielab, las formulas de diferencia de color y el uso de la norma europea en 12878 en morteros y hormigones coloreados,» *Ciencia y Tecnologia de los Materiales*, nº 6, pp. 41-53, 2016.
- [7] E. Selva, «Naturpixel,» 17 Agosto 2011. [En línea]. Available: <https://naturpixel.com/2011/08/17/tono-saturacion-y-luminosidad/>.
- [8] M. G. Navas, *El color como recurso expresivo: Análisis de las series de televisión Mad Men y Breaking Bad*, Madrid, 2016.
- [9] I. E. d. N. INEN, *Bebidas Alcoholicas. Definiciones*, Quito, Pichincha, 1992.
- [10] R. R. Madera, «Elaboración artesana de aguardiente de sidra II. Técnicas de destilación,» *Tecnologia Agroalimentaria*, nº 6, pp. 34-39, 2009.

- [11] E. Valencia Avilés , I. Figueroa, E. Sosa Martinez, M. Bartolomé Camacho , E. Martinez Flores y E. Garcia Pérez, «Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas,» *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, n° 16, pp. 15-29, 2017.
- [12] M. C. M. Loaiza, *Reentrenamiento y calibración del panel sensorial, con implementación de escalas de intensidad de especias dentro del panel sensorial en el area de innovacion y desarrollo de la empresa Tecnas S.A*, Antioquia, 2018.
- [13] L. F. Casassa, 2007.
- [14] F. Z. Marín, «El futuro de la vitivinicultura en España,» *Investigacion y ciencia*, n° 466, pp. pp. 46-47, 2015.
- [15] M. d. C. LLaudy, R. Canals , P. Cabanillas , J. M. Canals y F. Zamora , «La maceracion prefermentativa en frio efectos en la extraccion del color y los compuestos fenolicos, e influencia del nivel de maduración de la uva,» *ACE Revista de Enologia*, 2005.
- [16] C. A. Villaseñor Perea, E. Romantchik Kriuchkova, M. Soto Escobar y M. A. Peña Peralta, «Una revisión sobre la importancia del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L) y sus principales características en la postcosecha,» *Revista Ciencias Tecnicas Agropecuarias*, vol. 19, n° 4, Octubre-Diciembre 2010.
- [17] G. Burnie y G. Cheers, *Botanica, guia ilustrada de plantas mas de 10.000 especies de la A a la Z y como cultivarlas.*, Konemann, 2006.
- [18] M. A. M. Macas, *Estudios de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de nectar de guayaba (psidium guajava L) y su comercializacion en el canton centinela del condor, provincia de Zamora Chinchipe*, Loja, Provincia de Loja, 2017.
- [19] R. G. M. Guadalupe, *Desarrollo de una alternativa tecnologica para la obtencion de cremogenados de chirimoya (Annona cherimola Mill), guayaba (Psidium guajava L) y Mango (Mangifera indica)*, Riobamba, 2002, pp. pp. 37-42.
- [20] M. Pachecho Palomino, E. Guija Poma y N. Lozano Reyes , «Propiedades antioxidantes de la guayaba (*Psidium guajava* L),» *Revista de la sociedad Quimica del Perú.*, pp. pp. 228-234, 2 Junio 2009.

- [21] R. C. C. Chicaiza, Cevallos, 2019.
- [22] B. A. L. Dominguez, *Caracterización de las variedades de la guayaba (Psidium Guajava) cultivadas en el Ecuador*, Quito, Pichincha, 2008.
- [23] J. A. Yam Tzec, C. A. Villaseñor Perea, E. Romantchik Kriuchkova, M. Soto Escobar y M. A. Peña Peralta , «Una revision sobre la importancia del fruto de Guayaba (Psidium guajava L.) y sus principales características en la postcosecha,» *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 19, nº 4, Diciembre 2010.
- [24] S. Sayayo Ayerdi y I. Goñi, «Hibiscus Sabdariffa L: Fuente de fibra antioxidante,» *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, vol. 60, nº 1, marzo 2010.
- [25] I. M. C. León, Quito, Pichincha, 2015.
- [26] S. O. Márquez, «Composición en macronutrientes, minerales y metales pesados en calices de jamaica cultivada en el Estado Monagas,» *Revista Voces: Tecnología y pensamiento*, vol. 3, nº 1-2, Enero-Diciembre 2008.
- [27] S. Monereo, M. Arnoriaga , Y. Olmedilla y P. Martinez , «Papel de las bebidas fermentadas en el mantenimiento del peso perdido,» *Nutricion Hospitalaria*, vol. 33, 2016.
- [28] D. N. C. Aparicio, *Influencia del tiempo de fermentación sobre una bebida alcohólica con mucilago de cacao (theobroma cacao) y maracuyá (Passiflora edulis)*, Milagro, 2020.
- [29] J. M. d. C. Orozco, *Las Bebidas alcoholicas en la historia de la humanidad*, Mexico: AAPAUNAM, 2010.
- [30] N. T. E. Inen, *NTE INEN 1837*, Quito, 2016.
- [31] M. d. C. V. Cruz, «Elaboración de destilado de pera y derivados,» de *Programa Regional sur* , Primera ed., Lima, desco, 2009, p. 49.
- [32] J. E. Rodriguez, «Obtención de las funciones de transferencia de las temperaturas del top y fondo de una de destilación binaria,» *Revista Digital de Investigaciones y Postgrado*, vol. 5, nº 2, 2015.

- [33] R. Medina Leños, J. Segovia Hernandez y M. G. Felix Flores , «Desempeño dinamico de secuencias de destilación reactivas térmicamente acopladas en diferentes condiciones de operación,» *Revista Mexicana de Ingenieria Quimica*, vol. 10, nº 1, Abril 2011.
- [34] V. V. Medina Carrillo y M. A. Sanchez Salinas, *Diseño y construcción de un equipo de destilación para la purificación del aceite usado procedente de vehículos*, Riobamba, 2012.
- [35] D. C, «Verema,» 05 07 2012. [En línea]. Available: <https://www.verema.com/blog/licores-destilados/980507-doble-destilacion-destilados-licores>.
- [36] Inen, *Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria*, Quito, Pichincha , 1987.
- [37] F. E. Maldonado Quispe y C. A. Rivas Rosero , *Elaboración de una bebida alcohólica a base de uvilla (Physalis peruviana) para incrementar la cartera de productos en la microempresa "Asociación Manos Productivas"*, Tulcan , 2019.
- [38] J. P. C. Ruiz, *Bebida alcohólica a partir de camote (ipomea batata) utilizando dos especies de levaduras (Saccharomyces ellipsoideus y cerevisiae)*, Santo Domingo de los Tsáchilas , 2015.
- [39] R. A. C. Gonzáles, *Estandarización del proceso de obtención en licor espirituoso con hojas de mandarina (citrus reticulada) y hierba luisa (cymbopogon citratus)*, Quevedo, 2019.
- [40] G. W. Chuchuca Moran, A. K. Dick Zambrano y J. F. Peñafiel Ube, *Implementación y validación de una metodología Económica para la medición de color aplicada en alimentos*, Guayaquil, Guayas, 2012.
- [41] K. Minolta, «Entendiendo el espacio de color CIE L*A*B*,» 2018. [En línea]. Available: <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>.
- [42] M. Quiñones, M. Miguel y A. Aleixandre, «Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre sistema cardiovascular,» *Nutricion Hospitalaria*, pp. pp. 76-89, 2011.
- [43] A. M. Muñoz Jauregui y F. Ramos Escudero, «Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedades biomedicinales,» *Revista Horizonte Médico*, vol. 7, nº 1, pp. pp. 23-31, 2007.
- [44] E. G. Creus, «Compuestos fenólicos. un análisis de sus beneficios para la salud,» *Offarm: farmacia y sociedad*, vol. 23, nº 6, pp. pp. 80-84, Junio 2004.

- [45] G. R. Rada, *Curso de Análisis sensorial de alimentos*, 2011.
- [46] N. Cardenas Mazón , C. Cevallos Hermedia, J. Salazar Yacelga, E. Romero Machado, P. Gallegos Murillo y M. Caceres Mena, «Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronomico,» *Dominio de las ciencias*, vol. 4, n° 3, pp. pp. 253-263, 5 Julio 2018.
- [47] V. M. Urda., *Master Universitario en Ciencia e Ingenieria de los alimentos*, 2009.
- [48] D. Navigilio , A. Formato , . G. Scaglione, D. Montesano, A. Pellegrino, F. Villecco y M. Gallo , «Estudio del proceso de crio-maceracion de uva a diferentes temperaturas,» *Alimentos*, 2018.
- [49] H. Sener, «Efecto de la temperatura y la duracion de la maceración sobre el color y las propiedades sensoriales del vino tinto: una revisión,» *Revista Sudraficana de Enologia y Vinicultura*, vol. 39, n° 2, 2018.
- [50] INIAP, *Anuario Meteorológico*, 2013.
- [51] A. Triadú, J. Sanz, M. Sanchez, D. Niñerola y A. Andreu, 2017.
- [52] J. S. Alcívar Martínez, «Evaluación sensorial de una bebida alcohólica a base de maíz morado (*Zea mays* L.) con adición de aguardiente rectificado,» 2019.
- [53] R. A. Ormaza Manotoa, « Efecto de la hoja de mandarina (*Citrus reticulada* L.) proveniente de tres pisos altitudinales en el redestilado del aguardiente de caña de azúcar,» 2019.
- [54] H. E. Remache Castillo, «Obtención de una bebida fermentada de naranja (*Citrus sinensis*) aplicando la enzima peptinasa (PEC-600) como clarificante,» 2015.
- [55] S. Cabrera, M. Cuenca y M. Quicazán, «Efecto de la proporción de pulpa en el mosto para la producción de bebida alcohólica de guayaba (*Psidium guajava*),» *Vitae*, vol. 19, n° 1, 2012.
- [56] A. M. Quevedo Villacres, «Optimización del proceso de añejamiento acelerado de aguardiente de la provincia de Pastaza,» 2020.
- [57] P. Talens Oliag, «Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB,» 2017.

- [58] P. Falcón Romero, «Obtención y caracterización de una bebida fermentada elaborada con capulí (Prunus serotina) con maceración prefermentativa,» 2020.
- [59] M. Coaguila Gonza, «Evaluación de compuestos fenólicos en la elaboración de vino tinto por efecto del congelado de uva (Vitis vinífera) negra criolla,» 2019.
- [60] J. Olaya Zea, «Estudio del contenido de fenoles y su actividad antioxidante en 3 variedades de guayaba (psidium guajava L) colombiana en 3 estados diferentes de madurez,» 2009.
- [61] A. Galicia Flores, . Y. Salinas Moreno, M. Espinoza Garcia y C. Sanchez Feria, «Caracterización físicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (Hibiscus sabdariffa L) nacional e importada,» *Revista Chapingo . Serie horticultura*, vol. 14, nº 2, mayo-agosto 2008.
- [62] Corpei, *Naranjillas, Pitahaya, Araza y Borojó con Agroquímicos*, 2005.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. análisis de varianza (test de Holm y test de Friedman) para los parámetros físico químicos.

Results

October 13, 2021

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

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
control	4.916666666666667
a0b0	5.416666666666666
a0b1	3.083333333333333
a0b2	5.25
a1b0	2.333333333333333
a1b1	1.708333333333333
a1b2	5.291666666666667

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 6 degrees of freedom: 38.43749999999998. P-value computed by Friedman Test: 9.224711523536655E-7.

Iman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 6 and 66 degrees of freedom: 12.597765363128477. P-value computed by Iman and Daveport Test: 2.0552446724630105E-9.

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

i	algorithm	$z = (R_0 - R_i)/SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
6	a0b0	4.204854762227653	2.612498632509131E-5	0.008333333333333333
5	a1b2	4.063118084849194	4.842161806640756E-5	0.01
4	a0b2	4.015872525723039	5.922626403800906E-5	0.0125
3	control	3.637908052713813	2.748615092574336E-4	0.01666666666666666
2	a0b1	1.6591034611630624	0.11897189696196022	0.025
1	a1b0	0.708683386892301	0.47862097654419784	0.05

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value $\leq 0.008333333333333333$.

Holm's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.025 .

Hochberg's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.01666666666666666 .

Hommel's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.025 .

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.01666666666666666 .

Holm's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.05 .

Anexo 2. análisis de varianza (test de Holm y test de Friedman) para los parámetros de colorimetría.

Results

October 13, 2021

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

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
control	4.666666666666666
a0b0	5.555555555555555
a0b1	3.277777777777777
a0b2	5.166666666666667
a1b0	4.888888888888888
a1b1	1.777777777777777
a1b2	2.666666666666665

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 6 degrees of freedom: 23.63095238095236. P-value computed by Friedman Test: 6.104916347077216E-4.

Iman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 6 and 48 degrees of freedom: 6.22500980007839. P-value computed by Iman and Daveport Test: 6.909616833224134E-5.

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

i	algorithm	$z = (R_0 - R_i)/SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
6	a0b0	3.7097041340118704	2.0750169406179177E-4	0.008333333333333333
5	a0b2	3.327822826098884	8.752761264168114E-4	0.01
4	a1b0	3.0550304633038926	0.0022602266680868416	0.0125
3	control	2.8368325730679005	0.00456634980318516	0.016666666666666666
2	a0b1	1.4729707590929484	0.1407589205590497	0.025
1	a1b2	0.8728715609439694	0.3827330888622617	0.05

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value $\leq 0.008333333333333333$.

Holm's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.025 .

Hochberg's procedure rejects those hypotheses that have a p-value $\leq 0.016666666666666666$.

Hommel's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.025 .

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value $\leq 0.016666666666666666$.

Holm's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.05 .

Results

October 10, 2021

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

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
Control	5.933333333333334
a0b0	4.633333333333334
a0b1	5.433333333333333
a0b2	4.966666666666668
a1b0	3.066666666666667
a1b1	0.999999999999999
a1b2	2.966666666666667

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 6 degrees of freedom: 58.07142857142856. P-value computed by Friedman Test: 1.463266174894784E-10.

Iman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 6 and 84 degrees of freedom: 25.463087248322136. P-value computed by Iman and Davenport Test: 5.055754911129963E-17.

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

i	algorithm	$z = (R_0 - R_i) / SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
6	Control	6.254141484991022	3.9970853090860566E-10	0.008333333333333333
5	a0b1	5.020275793944634	1.904628438819023E-8	0.01
4	a0b2	5.028067815634675	4.938991644379402E-7	0.0125
3	a0b0	4.606090688270416	4.103095640827018E-6	0.016666666666666666
2	a1b0	2.619978189658402	0.008793639075659124	0.025
1	a1b2	2.4932060614491237	0.012659671362704108	0.05

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value $\leq 0.008333333333333333$.

Hochberg's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.05 .

Hommel's procedure rejects all hypotheses.

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value $\leq 0.016666666666666666$.

Hochberg's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.1 .

Hommel's procedure rejects all hypotheses.

Anexo 4. Medias de los análisis estadísticos por repetición

MEDIAS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS				
FQ	pH	°Brix	Acidez	Viscocidad
R1	4.24 ± 0.49	1.32 ± 0.24	0.08 ± 0.04	1.39 ± 0.05
R2	4.26 ± 0.49	1.27 ± 0.11	0.06 ± 0.02	1.38 ± 0.03
R3	4.35 ± 0.52	1.23 ± 0.13	0.18 ± 0.24	1.37 ± 0.04
Patrón F	4.23 ± 0.38	0.49 ± 0.02	0.06 ± 0.03	1.36 ± 0.02
Patrón G	4.22 ± 0.42	0.49 ± 0.01	0.07 ± 0.01	1.35 ± 0.03
Patrón F + G	4.21 ± 0.35	0.51 ± 0.02	0.05 ± 0.02	1.36 ± 0.03

Elaborado: Autora

MEDIAS DE PARAMETROS DE COLOR			
COLOR	Luminosidad	Tonalidad	Pureza
R1	12.43 ± 10.65	47.84 ± 12.29	6.51 ± 3.80
R2	10.37 ± 4.30	48.44 ± 12.20	7.75 ± 4.62
R3	10.46 ± 3.24	48.27 ± 13.38	8.39 ± 3.74
Patrón F	7.93 ± 4.83	45.43 ± 13.83	4.60 ± 3.54
Patrón G	8.59 ± 4.38	48.06 ± 15.25	4.71 ± 3.05
Patrón F + G	9.30 ± 6.51	47.75 ± 12.00	5.41 ± 4.80

Elaborado: Autora

MEDIAS DE PARAMETROS SENSORIALES					
AS	Color	Limpidez	Sabor	Olor	Aceptabilidad
R1	2.51 ± 0.46	2.63 ± 0.56	2.35 ± 0.67	2.68 ± 0.61	3.00 ± 0.48
R2	2.61 ± 0.55	2.64 ± 0.57	2.25 ± 0.82	2.68 ± 0.62	2.88 ± 0.40
R3	2.49 ± 0.38	2.72 ± 0.42	3.00 ± 0.40	2.40 ± 0.64	2.88 ± 0.55
Patrón F	2.19 ± 0.17	2.50 ± 0.79	1.67 ± 0.22	1.94 ± 0.26	1.91 ± 0.14
Patrón G	2.17 ± 0.08	2.42 ± 0.58	1.78 ± 0.37	1.94 ± 0.27	2.08 ± 0.003
Patrón F + G	2.38 ± 0.13	2.50 ± 0.72	1.89 ± 0.38	1.75 ± 0.16	1.92 ± 0.08

Elaborado: Autora

Anexo 5. Datos utilizados en el análisis estadístico de la bebida alcohólica criomacerada con flor de Jamaica y guayaba.

ASPECTOS	TRATAMIENTOS FISICO - QUIMICO						
	Patrón	a0b0	a0b1	a0b2	a1b0	a1b1	a1b2
pH	4.23	3.87	4.12	4.38	4.19	4.86	3.56
	4.22	3.9	4.11	4.38	4.51	4.89	3.6
	4.21	3.83	4.68	4.39	4.44	4.89	3.6
Brix	0.497	1.15	1.15	1.17	1.21	1.65	1.19
	0.49	1.2	1.5	1.21	1.27	1.61	1.25
	0.51	1.15	1.25	1.17	1.49	1.77	1.15
Acidez	0.06995	0.0549	0.114	0.0228	0.0684	0.13725	0.0912
	0.0715	0.0549	0.0684	0.0456	0.0456	0.1098	0.0684
	0.05475	0.08235	0.684	0.0456	0.0684	0.13725	0.0684
Viscosidad	1.3690667	1.3475	1.4247	1.3335	1.4231	1.4692	1.3512
	1.3598333	1.3771	1.4024	1.3549	1.3999	1.4895	1.3311
	1.3614667	1.3501	1.3819	1.3324	1.4226	1.4999	1.3325

Elaborado: Autora

ASPECTOS	TRATAMIENTOS COLORIMETRIA (CIE L*a*b)						
	Patrón	a0b0	a0b1	a0b2	a1b0	a1b1	a1b2
luminosidad	6,63238686	6,35080858	8,41622358	7,02381787	5,91688493	33,440534	13,4461972
	35,1691561	33,8406416	60,7657648	46,2311526	33,7432524	61,2428087	51,2438101
	3,88785436	4,61669369	5,11946449	2,66591759	4,43923696	9,52722673	12,7282992
tonalidad	20,4057254	8,74255899	8,82234723	5,71374192	9,74881698	18,4513007	10,7858221
	61,0818373	43,2353995	60,4974224	43,4542375	31,5618949	64,6074521	47,3108086
	9,11654418	5,40553573	4,34795626	1,44211312	12,6821479	11,6489811	10,9864158
pureza	4,79927018	7,90112143	12,1003375	6,66822789	8,75738616	15,3255964	12,0359466
	45,0056527	33,4397801	60,5615258	52,366276	31,544923	63,395278	48,3155614
	1,73007913	5,64714011	9,89513467	9,89513467	9,16150019	12,4189643	10,9429293

Elaborado: Autora

ASPECTOS	TRATAMIENTOS SENSOMETRIA						
	Patrón	a0b0	a0b1	a0b2	a1b0	a1b1	a1b2
Color	2.19	2.67	2.17	2.42	2.50	3.33	2.00
	2.17	2.58	1.75	2.50	2.58	3.50	2.75
	2.38	2.50	2.17	2.42	2.58	3.17	2.08
Limpidez	2.50	2.83	1.58	2.83	2.50	3.25	2.75
	2.42	2.75	1.75	2.42	2.50	3.42	3.00
	2.50	2.50	2.00	2.58	2.75	3.25	3.00
Sabor	1.67	1.67	1.92	1.67	2.83	3.17	2.83
	1.78	1.33	1.50	1.75	2.75	3.31	2.85
	1.89	2.58	2.75	2.67	3.08	3.58	3.33
Olor	1.94	2.08	2.25	2.17	2.75	3.50	3.33
	1.94	2.08	2.25	2.17	2.75	3.50	3.33
	1.75	1.64	2.25	1.67	2.92	3.08	2.83
Aceptabilidad	2.00	2.67	2.58	2.50	3.17	3.67	3.42
	1.92	2.58	2.50	2.50	3.00	3.42	3.25
	1.83	2.50	2.42	2.33	2.92	3.58	3.50

Elaborado: Autora

Anexo 6. Proceso de elaboración de bebida alcohólica criomacerada con flor de Jamaica y guayaba.



Recepción del aguardiente



Recepción del agua destilada



Grado alcohol inicial



Destilado del alcohol



licor redestilado



Grado alcohólico final



Estandarizado del alcohol



Recepción de flor de Jamaica



Recepción de la guayaba



Fuente Autora

Lavado, selección y clasificación



Fuente Autora

Picado y troceado



Fuente Autora

Triturado



Fuente Autora

Mezcla de materia prima y alcohol



Fuente Autora

Muestras a criomacerar



Fuente Autora

Criomaceración



Fuente Autora

Tratamiento térmico



Fuente Autora

Filtrado



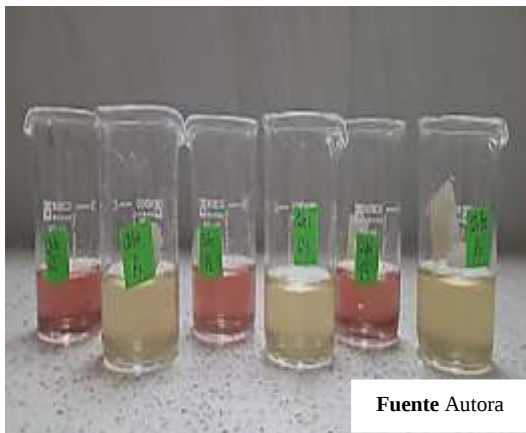
Fuente Autora

Dilución de licor



Envasado

Anexo 7. Análisis realizados a la bebida alcohólica criomacerada con flor de Jamaica y guayaba.



Tratamientos por repeticiones



pH



°Brix



Acidez titulable



Viscosidad



Colorimetría

Anexo 8. Análisis sensoriales de la bebida criomacerada.



Anexo 9. Resultados de contenido de polifenoles en el mejor tratamiento.

MC-LSAIA-2201-06

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1, Cutuglagua/Tiña, 2690691-3007134, Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 21-0191

**NOMBRE PETICIONARIO:	Srta. Sandy Enid Aguirre Moreno	**INSTITUCIÓN:	Universidad Técnica Estatal de Quevedo
**DIRECCIÓN:	Valencia /Quevedo	**ATENCIÓN:	Srta. Sandy Enid Aguirre Moreno
FECHA DE EMISIÓN:	05/10/2021	FECHA DE RECEPCIÓN:	29/09/2021
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 29 de septiembre al 05 de octubre	HORA DE RECEPCIÓN:	9h00
		ANÁLISIS SOLICITADO	Polifenoles

ANÁLISIS	POLIFENOLES	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-31	
METODO REF.	CROS E Y MARIGO G. (1982/1973)	
UNIDAD	mg Ac. Gálico/L	
21-1059	167.63	Bebida alcohólica tipo licor de Guayaba

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



IVAN RODRIGO
SAMANIEGO
MAGUIA

Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO



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 dirigida 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.

Fuente: Iniap (2021)

Anexo 10. Estructura de encuesta para la evaluación sensorial de los tratamientos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EVALUACIÓN ORGANOLEPTICA

Catador: Edad: Fecha:

INDICACIONES GENERALES: Sirvase realizar la cata de seis muestras de una bebida alcohólica crio-macerada con flor de Jamaica y guayaba. Marque con una X en la celda que corresponda la muestra y el atributo a evaluar. Recuerde enjuagar la boca con una pequeña cantidad de agua después de realizado la cata, para que el resultado sea lo más real posible.

Color										
CALIF	CARACTERISTICAS	TR11	TR12	TR13	TR21	TR22	TR23	P F	P G	P F+G
1	Desagradable									
2	Regular									
3	Agradable									
4	Intenso									

Limpidez del licor										
CALIF	CARACTERISTICAS	TR11	TR12	TR13	TR21	TR22	TR23	P F	P G	P F+G
1	Turbio									
2	Opaco									
3	Claro									
4	Transparente									

Sabor										
CALIF	CARACTERISTICAS	TR11	TR12	TR13	TR21	TR22	TR23	P F	P G	P F+G
1	Pobre									
2	Ligeros defectos de agua									
3	Sabor a frutal – flor									
4	Muy bueno									

Olor										
CALIF	CARACTERISTICAS	TR11	TR12	TR13	TR21	TR22	TR23	P F	P G	P F+G
1	Desagradable									
2	No tiene									
3	Ligeramente perceptible									
4	Intenso característico (fruta - flor)									

Aceptabilidad										
CALIF	CARACTERISTICAS	TR11	TR12	TR13	TR21	TR22	TR23	P F	P G	P F+G
1	Desagrada mucho									
2	Ni gusta ni desagrada									
3	Agrada moderadamente									
4	Gusta mucho									

OBSERVACIONES

.....

Elaborado: Autora