



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

Trabajo de Integración Curricular
previa la obtención del Grado
Académico de Ingeniero en
Alimentos.

Título del Proyecto de Investigación:

**“EFECTO DE LA MACERACIÓN TÉRMICA DEL CACAO CCN-51
(*Theobroma Cacao L.*) EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y
COLORIMÉTRICAS DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA”**

Autor:

Jimmy Rodolfo Ruiz Triana

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Ángel Fernández Escobar, MSc.

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jimmy Rodolfo Ruiz Triana**, 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.

Ruiz Triana Jimmy Rodolfo

C.C.#. 092916030-7

2023



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Ángel Fernández Escobar Oliverio MSc; Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Jimmy Rodolfo Ruiz Triana, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“EFECTO DE LA MACERACIÓN TERMICA DEL CACAO CCN-51 (*Theobroma Cacao L.*) EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y COLORIMÉTRICAS DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA.”**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

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



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

El suscrito Ingeniero Ángel Oliverio Fernández Escobar MSc, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“EFECTO DE LA MACERACIÓN TÉRMICA DEL CACAO CCN-51 (*Theobroma Cacao L.*) EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y COLORIMÉTRICAS DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA”**, presentado por el Sr. Jimmy Rodolfo Ruiz Triana, estudiante de la carrera de Ingeniería en Alimentos, certifica que fue revisado bajo mi dirección según la resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual evalúa los niveles de originalidad en un 98 % y similitud 2 % de trabajo investigativo. Válido este documento para que la estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo con lo que establece el Reglamento.



Document Information

Analyzed document	Tesis final Jimmy ruiz Efectos de la maceracion termica.pdf (D166059779)
Submitted	2023-05-06 04:10:00
Submitted by	
Submitter email	jimmy.ruiz2017@uteq.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	afernandez.uteq@analysis.orkund.com

.....
Ing. Ángel Fernández Escobar, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

Título:

**“EFECTO DE LA MACERACIÓN TÉRMICA DEL CACAO CCN-51
(*Theobroma Cacao L.*) EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y
COLORIMÉTRICAS DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA”**

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

Aprobado por:

.....
Ing. María Teresa Pacheco Tigselema, PhD.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Gina Mariuxi Guapi Álava, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Wiston Javier Morales Rodríguez, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO - LOS RIOS - ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Llegar a esta parte de la carrera ha sido una de las experiencias más emocionantes por los sentimientos encontrados durante todo el proceso, y deseando dar gracias a los que fueron parte de este viaje.

Doy gracias a papá Dios por todo lo permitido.

A la familia entera, en especial a mi padre Rodolfo Ruiz por su apoyo incondicional quien estuvo dispuesto en ayudar en todo momento; a mamá, aunque no está presente, pero llevarla en el corazón ha impulsado con sus recuerdos cuando no tenía fuerza.

También a mis hermanos Joselyn y Darío Ruiz por sus aportes siempre alentándome a seguir adelante, gracias a mi ayuda incondicional Thaylee Rodríguez por estar siempre dispuesta a ayudarme a poder cumplir con este meta de estudio, también a la señora Lourdes Infantes quien me ha brindado ayuda.

De manera muy afectiva a cada uno de los profesores gracias por su respaldo en especial al Ing. Ángel Fernández Escobar MSc., y su familia por el aporte en sus conocimientos como director de este de estudio a pesar de las dificultades que surgieron, hizo lo posible por guiarnos y cumplir con los objetivos propuestos.

A la Ing. Wilma Llerena Silva, MSc., quien con sus aportes me ayudo en aclarar dudas y ser paciente durante todo este proceso.

A mis compañeros de estudio y más que ello amigos; Bella Alcívar, Jasury Mazacón, con quienes formé una buena amistad pudiendo compartir momentos gratos. También a Dayana Vaca, Kerly Tapia estuvieron presentes en momentos inesperados.

Por su apoyo incondicional y por todo su esfuerzo; sin ellos no hubiera sido esto posible, les quedo eternamente agradecido

Muchas Gracias...

Atentamente

Jimmy Rodolfo Ruiz Triana

DEDICATORIA

De todo corazón esta meta va dedicada a Dios quien guio y fortaleció durante este proceso, nada hubiera sido posible. A mi familia quien siempre estuvo presente y respaldándome en todo momento. A todos los que a pesar de los problemas no se rinden y siguen en pie, ánimo que si se puede.

Jimmy Rodolfo Ruiz Triana

RESUMEN EJECUTIVO

La maceración es un proceso donde se extrae de un sólido, ciertas sustancias solubles en el líquido; en la industria química, este método se conoce como extracción, mientras que en la manufactura alimenticia se usa la expresión maceración. El objetivo fue, evaluar el efecto de la maceración térmica del cacao CCN-51 (*Theobroma Cacao* L) en las características sensoriales y colorimétricas de una bebida alcohólica. Para la obtención de las respuestas experimentales se combinó tres factores correspondientes a un diseño 2^n ($A*B*C$), con 2 niveles cada uno y 3 repeticiones; donde *A* representa el porcentaje de almendras de cacao usadas (15 - 20%), *B* la temperatura de maceración (55 - 65 °C), el tiempo de maceración en todos los tratamientos fue de 5 minutos y un tamaño de la unidad experimental de 2 L de alcohol tridestilado de 85 °GL y *C* el nivel de dilución de la bebida final (27-37 °GL). Se estudiaron las características cromáticas $L^*a^*b^*$ de acuerdo con el método recomendado por la Office Internationale de la Vigne et du Vin (OIV). En sensometría se evaluó color tonalidad, limpidez, aroma, sabor, impresión del licor y aceptabilidad. Las respuestas experimentales se procedieron a evaluar en un software libre en el cual se aplicó el test no paramétrico de Fredman y Holm, previo a demostrar que los datos no se distribuyeron de forma normal. En conclusión, la colorimetría no presentó diferencias significativas entre tratamientos, en contraste, el mejor tratamiento se determinó en base a la evaluación sensorial *aboc1*, cuyo porcentaje de almendra fue 20%, temperatura aplicada 55 °C y diluido a 37 °GL, teniendo una tonalidad ámbar claro, y este tratamiento tuvo un valor de L^* 76.3, a^* 5,96 y b^* 21,51.

Palabras claves: Tonalidad, limpidez, maceración, bebida alcohólica.

ABSTRACT

Maceration is a process where certain substances soluble in the liquid are extracted from a solid; In the chemical industry, this method is known as extraction, while in food manufacturing, the term maceration is used. The objective was to evaluate the effect of thermal maceration of cocoa CCN-51 (*Theobroma Cacao L*) on the sensory and colorimetric characteristics of an alcoholic beverage. To obtain the experimental responses, three factors corresponding to a 2^n (A*B*C) design were combined, with 2 levels each and 3 repetitions; where A represents the percentage of cocoa beans used (15 - 20%), B the maceration temperature (55 - 65 °C), the maceration time in all treatments was 5 minutes and a size of the experimental unit of 2 L of tridistilled alcohol of 85 °GL and C the dilution level of the final drink (27-37 °GL). The $L^*a^*b^*$ color characteristics were studied according to the method recommended by the Office Internationale de la Vigne et du Vin (OIV). In sensometry, color tonality, limpidity, aroma, flavor, impression of the liquor and acceptability were evaluated. The experimental responses were evaluated in a free software in which the non-parametric test of Fredman and Holm was applied, prior to demonstrating that the data were not normally distributed. In conclusion, the colorimetry did not present significant differences between treatments, in contrast, the best treatment was determined based on the sensory evaluation a1b0c1, whose almond percentage was 20%, applied temperature 55 °C and diluted at 37 °GL, having a light amber hue, and this treatment had a value of $L^* 76.3$, $a^* 5.96$ and $b^* 21.51$.

Keywords: Tonality, limpidity, maceration, alcoholic beverage

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problematización	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Redestilación	9
2.1.2. Tridestilación	9
2.1.3. Luminosidad	9
2.1.4. Tonalidad	9
2.1.5. Pureza de color	10
2.1.6. Cromatografía.....	10
2.1.7. Cromáticas	10
2.1.8. Destilación.....	11
2.1.9. Rectificación.....	11
2.2. Marco teórico	11
2.2.1. Origen de destilado.....	11
2.2.2. Tipos de bebidas alcohólicas	12

2.2.3.	Variedad de cacao CCN-51.....	14
2.2.4.	Tostado de granos de cacao	15
2.2.5.	Proceso de maceración	15
2.2.6.	Análisis sensorial.....	16
2.2.7.	Espacio CIELAB	16
2.3.	Estado del arte.....	18
2.4.	Marco legal	19
CAPÍTULO III		21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		21
3.1.	Localización.....	22
3.2.	Tipo de investigación	22
3.2.1.	Investigación exploratoria	22
3.3.	Método de investigación	23
3.3.1.	Método experimental.....	23
3.3.2.	Método analítico-sistémico.....	23
3.3.3.	Método hipotético deductivo	23
3.4.	Fuentes de recopilación de la información	23
3.5.	Diseño de la investigación	24
3.5.1.	Factores y combinaciones de estudio	24
3.5.2.	Combinación de factores	25
3.5.3.	Variables de estudio	27
3.6.	Recursos humanos y materiales	32
3.6.1.	Recursos humanos	32
3.6.2.	Materiales	32
3.7.	Instrumentos de investigación	34
3.7.1.	Desarrollo experimental	34
CAPÍTULO IV		37

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.2. Resultados y discusión.....	38
4.2.1. Test de normalidad en análisis sensorial.....	38
4.2.2. Análisis de colorimetría a través del espacio CIEL*a*b*	45
4.3. Análisis fisico-químicos	50
4.3.1. Rendimiento (balance de materia).....	52
CAPÍTULO V.....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1. Conclusiones.....	54
5.2. Recomendaciones	55
CAPÍTULO VI	56
BIBLIOGRAFÍA	56
6.1. Bibliografía	57
CAPÍTULO VII.....	62
ANEXOS.....	62

Índice de tablas

Tabla 1. Requisitos de alcohol etílico rectificado.....	20
Tabla 2. Niveles de concentraciones de estudio	25
Tabla 3. Combinación de los tratamientos de los diferentes factores y niveles.....	26
Tabla 4. Prueba de normalidad en análisis sensorial	38
Tabla 5. Ranking de los valores resultados en el análisis al aplicar el test de Fridman.....	39
Tabla 6. Test de Holm de los análisis sensométricos de la bebida alcohólica con cacao CCN-51	40
Tabla 7. Indicadores sensoriales establecidos en la evaluación sensorial del mejor tratamiento	41
Tabla 8. Test de normalidad en color	45
Tabla 9. ANOVA de las características cromáticas de la bebida alcohólica con cacao CCN-51	46
Tabla 10. Grupos homogéneos Luminosidad	47
Tabla 11. Grupos homogéneos pureza de color	47
Tabla 12. Grupos homogéneos Tonalidad.....	48
Tabla 13. Promedio de las réplicas determinados en los análisis de colorimetría	49
Tabla 14. Análisis físico químico del tratamiento a ₁ b ₀ c ₁	50
Tabla 15. Resultados del análisis de contenido de metanol de la primera, segunda y tercera destilación.....	51

Índice de figuras

Figura 1. Espacio del color CIEL*A*B	17
Figura 2. Diagrama de bloques de proceso de la bebida alcohólica.....	36
Figura 3. Indicador del mejor tratamiento en el análisis sensorial.....	42
Figura 4. Indicador sensorial general de los tratamientos	42
Figura 5. Representación a través del espacio CIELa*b* de los tratamientos en base al promedio de las réplicas	49
Figura 6. Balance para la obtención del licor en base a la unidad experimental.....	52

Índice de anexos

Anexo 1. Proceso de elaboración de una bebida alcohólica.	63
Anexo 2. Análisis de acidez	64
Anexo 3. Análisis de color	64
Anexo 4. Cuadro de resultados general de la evaluación sensorial.....	64
Anexo 5. Cuadro general resultados del análisis de colorimetría de un licor macerado.....	65
Anexo 6. Test de normalidad en el análisis de colorimetría en el espacio CIEL*A*B*.....	66
Anexo 7. ANOVA y prueba de Tukey de colorimetría.....	67
Anexo 8. Test de normalidad en análisis sensorial.....	69
Anexo 9. Test de Friedman y Holm del análisis sensorial	71
Anexo 10. Test de Friedman del análisis de colorimetría	72
Anexo 11. Ficha de cata	73
Anexo 12. Análisis de metanol.....	74

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“EFECTO DE LA MACERACIÓN TÉRMICA DEL CACAO CCN-51 (<i>Theobroma Cacao L.</i>) EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y COLORIMÉTRICAS DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA”			
Autor:	Ruiz Triana Jimmy Rodolfo			
Palabras clave:	Bebidas alcohólicas	Maceración	Tonalidad	Limpidez
Fecha de publicación:	2023			
Editorial:	Quevedo UTEQ, 2023			
Resumen:	<p>RESUMEN</p> <p>La maceración es un proceso donde se extrae de un sólido, ciertas sustancias solubles en el líquido; en la industria química, este método se conoce como extracción, mientras que en la manufactura alimenticia se usa la expresión maceración. El objetivo fue, evaluar el efecto de la maceración térmica del cacao CCN-51 (<i>Theobroma Cacao L.</i>) en las características sensoriales y colorimétricas de una bebida alcohólica. Para la obtención de las respuestas experimentales se combinó tres factores correspondientes a un diseño 2n (A*B*C), con 2 niveles cada uno y 3 repeticiones; donde A representa el porcentaje de almendras de cacao usadas (15 - 20%), B la temperatura de maceración (55 - 65 °C), el tiempo de maceración en todos los tratamientos fue de 5 minutos y un tamaño de la unidad experimental de 2 L de alcohol tridestilado de 85 °GL y C el nivel de dilución de la bebida final (27-37 °GL). Se estudiaron las características cromáticas L*a*b* de acuerdo con el método recomendado por la Office Internationale de la Vigne et du Vin (OIV). En sensometría se evaluó color tonalidad, limpidez, aroma, sabor, impresión del licor y aceptabilidad. Las respuestas experimentales se procedieron a evaluar en un software libre en el cual se aplicó el test no paramétrico de Fredman y Holm, previo a demostrar que los datos no se distribuyeron de forma normal. En conclusión, la colorimetría no presentó diferencias significativas entre tratamientos, en contraste, el mejor tratamiento se determinó en base a la evaluación sensorial a1b0c1, cuyo porcentaje de almendra fue 20%, temperatura aplicada 55 °C y diluido a 37 °GL, teniendo una tonalidad ámbar claro, y este tratamiento tuvo un valor de L* 76.3, a* 5.96 y b*21.51.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Maceration is a process where certain substances soluble in the liquid are extracted from a solid; In the chemical industry, this method is known as extraction, while in food manufacturing, the term maceration is used. The objective was to evaluate the effect of thermal maceration of cocoa CCN-51 (<i>Theobroma Cacao L.</i>) on the sensory and colorimetric characteristics of an alcoholic beverage. To obtain the experimental responses, three factors corresponding to a 2n (A*B*C) design were combined, with 2 levels each and 3 repetitions; where A represents the percentage of cocoa beans used (15 - 20%), B the maceration temperature (55 - 65 °C), the maceration time in all treatments was 5 minutes and a size of the experimental unit of 2 L of tridistilled alcohol of 85 °GL and C the dilution level of the final drink (27-37 °GL). The L*a*b* color characteristics were studied according to the method recommended by the Office Internationale de la Vigne et du Vin (OIV). In sensometry, color tonality, limpidity, aroma, flavor, impression of the liquor and acceptability were evaluated. The experimental responses were evaluated in a free software in which the non-parametric test of Fredman and Holm was applied, prior to demonstrating that the data were not normally distributed. In conclusion, the colorimetry did not present significant differences between treatments, in contrast, the best treatment was determined based on the sensory evaluation a1b0c1, whose almond percentage was 20%, applied temperature 55 °C and diluted at 37 °GL, having a light amber hue, and this treatment had a value of L* 76.3, a* 5.96 and b*21.51.</p>			
Descripción:	92 hojas, dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162			
URI:				

INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país lleno de riquezas naturales gracias a su clima que es favorable y genera condiciones adecuadas para la producción agrícola, donde los cultivos de cacao son los representativos de la agricultura ecuatoriana, debido a que presenta características sensoriales de alta calidad y una producción mayor del 60% a nivel mundial en cacao de fino aroma, sin embargo hay que considerar que los granos de cacao provenientes de este país contienen altos índices de antioxidantes específicos y una buena concentración de polifenoles presentes en sus almendras que fluctúan entre los 15-20% (p/p) y están conformados 58% de proantocianidinas 37% de catequinas entre otros componentes este tipo de concentraciones dependen de las reacciones producidas durante la etapa de fermentación post-cosecha (Hidalgo, 2017).

Ecuador también se diferencia de los demás países por tener una gran gama de licores que forman parte de las tradiciones ancestrales una de ellas está ubicada en la región sierra en el cantón Pangua perteneciente a la provincia de Cotopaxi, muchos de ellos son elaborados de forma artesanales sin embargo en su mayoría de estos establecimientos no cuentan con un registro de calidad lo que provoca una disminución del consumo de estas bebidas alcohólicas, por temor a su procedencia al desconocer si cumplen o no con los parámetros establecidos por las normativas nacionales. Basándonos en estos criterios se busca en esta investigación ofrecer una bebida alcohólica de buena calidad captando aromas y sabores provenientes de fuentes naturales sujetos a los parámetros idóneos en las normas de calidad.

La utilización de las almendras del cacao CCN-51 tostado en la maceración térmica en alcohol etílico se realizó con el objetivo de verificar cuales son los efectos que influyen en la calidad sensorial de manera que se puedan aprovechar este tipo de propulsores de aroma y sabor que provienen de forma natural en la planta, también se basó en ver el efecto en las características colorimétricas de cada una de las concentraciones determinadas en el caso de estudio. El tema se derivó del proyecto FOCICYT multidisciplinario de las Ingenierías Agroindustrial, Alimentos e Industrial, titulado “Evaluación Integral del Sistema Agroindustrial de la Caña de Azúcar para tecnificar su producción artesanal ancestral” correspondiente a la octava convocatoria.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización

1.1.1. Planteamiento del problema

La producción de cacao en Ecuador es una de las fuentes principales de rentabilidad para los agricultores del sector agropecuario teniendo buenas producciones por año. Cada variedad de cacao presenta anisotropía es decir su composición varía aun perteneciendo a la misma especie, en este caso de estudio se trabaja con la variedad de cacao CCN-51, el tiempo de maceración y la temperatura son variables a estudiar para poder aprovechar las características organolépticas de esta variedad de cacao (García et al., 2021).

A pesar que en Ecuador se procesan diferentes tipos de licores de manera artesanal muchos de estos establecimientos no realizan los análisis pertinentes a los productos derivados del alcohol etílico, lo cual en muchas ocasiones ha tenido malestares en los consumidores finales y en casos extremos ocasionando lesiones o incluso la muerte por el consumo de estas bebidas que elaboran de manera apropiada.

El tostado de las almendras del cacao CCN-51 activa los aromas y sabores que provienen de forma natural de esta fruta y se induce a extraer en un licor macerado. La investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la maceración en caliente del cacao CCN-51 (*Theobroma Cacao* L) en las características sensoriales y colorimétricas de una bebida alcohólica. Y, está enmarcado dentro de los lineamientos del proyecto FOCICYT (octava convocatoria) multidisciplinario de las Ingenierías Agroindustrial, en Alimentos e Industrial titulado “Evaluación Integral del Sistema Agroindustrial de la Caña de Azúcar para tecnificar su producción artesanal.

En la actualidad se encuentran en el mercado diferentes tipos de licores de dudosa procedencia los cuales no cuentan con registro sanitario provocando que las personas que lo consumen sufran lesiones graves en su salud y en ciertos casos la muerte, mediante un comunicado el Ministerio de Salud Pública del Ecuador detalla que se detectó alcohol de grado metílico en los productos consumidos por las víctimas 9 han perdido la vida mientras

que 31 se encuentran intoxicadas en lo que respecta de finales de octubre e inicios de noviembre debido a que no se elabora de manera oportuna (Trucco, 2022).

Basados en dichos fundamentos con el propósito de mejorar los parámetros de calidad del alcohol etílico, se pretende aprovechar el aroma color y sabor que caracteriza al cacao CCN-51 una vez que ha sido tostado adicionarlo como infusión en una maceración a temperaturas altas captando sus propiedades sensoriales de las almendras, de manera que se pueda obtener una bebida alcohólica de buena calidad.

Pronóstico

Cabe señalar que esto nos incentiva a implementar nuevas tecnologías que nos permitan el desarrollo e innovación en productos que sean de gran interés y que están muy presentes en nuestro entorno como lo es el cacao CCN-51 en lo que genera una inquietud por aportar con nuevas invasiones de aceleramiento de proceso de captación de aroma y sabor a partir del cacao tostado, aprovechando al máximo la presencia de los antioxidantes que nos ayudan en beneficio de la salud.

De modo alguno que no se lleve a cabo esta propuesta de investigación quedara en completo desconocimientos sobre el aprovechamiento de las características organolépticas que nos brinda el cacao CCN-51 obligando a la industria dedicada a la elaboración de licores este a la espera de tiempos prolongados de envejecimiento del licor y adición de colorantes artificiales en sus bebidas, obstaculizando el diseño y desarrollo de nuevas tecnologías guiadas a innovación y optimización de los recursos naturales en el proceso de elaboración de productos derivados que satisfagan las necesidades de la sociedad.

1.1.2. Formulación del problema

¿Qué efecto tendrá la maceración en caliente del cacao CCN-51 (*Theobroma Cacao* L) sobre las características sensoriales y colorimétricas de una bebida alcohólica?

1.1.3. Sistematización del problema

El proceso de maceración con alcohol etílico a altas temperaturas del cacao CCN-51 (*Theobroma Cacao*) tostado para su utilización en el aprovechamiento de sus características de aroma y sabor genera varias inquietudes, de las cuales surgen las siguientes preguntas que se detallan continuación:

¿Qué concentración de cacao CCN-51 tostado dará las mejores características sensoriales y colorimétricas de un licor macerado en alcohol etílico tridestilado caliente?

¿Qué temperatura aplicada a la maceración del cacao CCN-51 tostado en alcohol etílico tridestilado dará las mejores características de luminosidad, tonalidad y pureza de color definidos a través del espacio CIEL*A*B?

¿Cuál de las presentaciones tendrá mayor aceptabilidad por los consumidores de entre los licores macerados en alcohol de 27 y 37 °GL?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la maceración térmica del cacao CCN-51 (*Theobroma Cacao* L) en las características sensoriales y colorimétricas de una bebida alcohólica.

1.2.2. Objetivos específicos

- Emplear diferentes concentraciones (15-20 %) de almendras tostadas de cacao CCN-51 para la maceración térmica (55-65 °C), en la obtención de una bebida alcohólica.
- Realizar las disoluciones del alcohol macerado para la obtención de un alcohol etílico de 27 y 37 °GL.
- Determinar las características cromáticas; luminosidad pureza de color y tonalidad del alcohol etílico macerado y diluido a 27 y 37 °GL.
- Indicar el grado de aceptabilidad del alcohol macerado y envasado a 27 y 37 °GL, mediante una evaluación sensorial.

En esta investigación se validó la siguiente hipótesis:

H₀: La maceración térmica del cacao CCN-51 no influye en las características organolépticas y colorimétricas de una bebida alcohólica.

H_a: La maceración térmica del cacao CCN-51 si influye en las características organolépticas y colorimétricas de una bebida alcohólica.

1.3. Justificación

La presente investigación se basa en el aprovechamiento integral de las características sensoriales del grano de cacao CCN-51, para valorar los efectos que se presentaron en la maceración térmica en la obtención de una bebida alcohólica que sea aceptable por los consumidores, lo cual nos indique que parámetros hay que tener en cuenta para un proceso adecuado.

Mediante la valoración de dichos efectos producidos durante cada etapa se podrán obtener datos importantes para mejorar el proceso de elaboración de este tipo de licor aprovechando al máximo cada uno de los compuestos presentes en las almendras de cacao contribuyendo al desarrollo de las investigaciones que buscan el bienestar de las personas que consumen este tipo de bebidas alcohólicas.

Este tipo de bebidas va dirigido a la población que consume este tipo de licores destilados (agua ardiente) es importante mencionar que el proceso de tridestilación que se realiza en el alcohol, ayuda a reducir la cantidad de metanol presente debido a que en el en esta operación disminuyen los niveles de metanol manteniéndose en los parámetros establecidos por la NTE INEN 1837. Además, las almendras de cacao aportan antioxidantes y otros compuestos aromáticos a la bebida alcohólica.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2013 publicó un estudio que revela que Ecuador el segundo país de América Latina con mayor consumo precipita de bebidas alcohólicas, donde consume 9,4 litros de alcohol por persona al año (organizacion Mundial de la salud, 2013). Además, en noviembre del 2022 se reportaron al menos 31 muertos por consumo de alcohol adulterado en dos provincias de Ecuador, 14 en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y 17 en Esmeraldas. Por lo anterior, esta investigación tributa a brindar alternativas de procesos tecnológicos estandarizados para que los cañicultores productores de alcohol étílico puedan tramitar la notificación sanitaria y comercializar este tipo de bebidas alcohólicas sin restricciones, evitando intermediarios inescrupulosos (Trucco, 2022).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Redestilación

Esta etapa de redestilación consiste en una segunda destilación se luego de una primera con el fin de obtener un alcohol etílico de mayor calidad de manera que se eliminen cualquier presencia de los alcoholes pesados como el butanol, metanol entre otros, de modo que no estén presente en producto final (Merriam-Webster, 2022).

2.1.2. Tridestilación

La tercera destilación se realiza en alambiques, este proceso siempre se realiza por lotes y su proceso es siempre el mismo. El proceso de relajación de la cabeza dura entre 2 y 4 minutos, durante los cuales el alcohol concentrado se evapora por primera vez. Lo que queda se llama corazón o tequila. La destilación dura aprox. 3 horas, durante las cuales se comprueba el grado alcohólico requerido. Una vez alcanzado el nivel de alcohol deseado, se cortan las colas hasta agotar el alambique (E. Sanchez, 2018).

2.1.3. Luminosidad

Al referirse al término luminosidad para describir qué tan claro u oscuro es un color, es la cantidad de luz percibida. Independientemente del valor del color, ya que se puede modificar agregando blanco, haciendo que el color tenga un mayor valor de clave o luminosidad, reduciendo así sus tonos oscuros (E. Sanchez, 2020).

2.1.4. Tonalidad

El tono se refiere a la frecuencia dominante que percibimos a través de nuestros ojos y que asociamos con un color en particular. De esta manera, los colores suelen identificarse por su tono primario o nombre de matiz: rojo, verde, amarillo, etc. Es una propiedad también conocida como tono o croma.

En la práctica, cuando queremos determinar un color, el primer paso es determinar su tono, es decir, en que espectro se encuentra. Los colores similares suelen tener el mismo tono. En concreto, cuando hablamos de rojizo, es el tono base del rojo. Sin embargo, cuando nos referimos al color verde, puede tener un tinte/tinte amarillo o azul dependiendo de la proporción de los colores primarios que producen el verde (Castillo, 2020).

2.1.5. Pureza de color

Se refiere al brillo de un tono, la cantidad de color puro en una muestra determinada. en grado puro. Esta propiedad distingue entre colores oscuros y claros. De hecho, los colores puros están completamente saturados. Cuanto mayor sea la pureza del color, mayor será la saturación. Por lo tanto, un color altamente saturado es un color con el matiz más grande, con poco o nada de blanco o negro. Un color tan saturado es aquel que está mezclado con gris que apenas podemos ver una sombra de él (Castillo, 2020).

2.1.6. Cromatografía

Es una de las técnicas que se utiliza como método físico en la separación identificación y cuantificación de diferentes tipos de especies químicas, puede ser de forma sola o agrupada a otras técnicas de análisis como lo es la espectrofotometría también la espectrometría de masas (Corzo, 2019).

2.1.7. Cromáticas

Las características cromáticas de la fuente de luz están determinadas por su distribución espectral en el rango visible. Esto se puede ver en los datos de esta distribución se logra obtener las coordenadas de color de la fuente, lo que nos permite definirla sin ambigüedades. Estas coordenadas de color se pueden definir en diferentes áreas, según los parámetros que nos interese analizar. Existen sistemas de referencia más o menos adecuados, pero aun así permiten la identificación de las características cromáticas precisas de la fuente de luz (Sanjuan et al., 2018).

2.1.8. Destilación

El proceso de destilación consiste en la separación de componentes presentes en mezclas homogénea que se encuentran en estado líquido, para lo cual se emplean métodos de ebullición con el fin de realizar la separación de sustancias deseadas (Real Academia Española, 2021a).

2.1.9. Rectificación

La rectificación es el proceso que se da después de una primera redestilación el cual permite reducir o eliminar sustancias que aún se encuentran presentes en una mezcla la cual no es deseada para lo que se desea alcanzar (Real Academia Española, 2021b).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Origen de destilado

La destilación es uno de los métodos más antiguos de separar líquidos. Fue inventada por los antiguos alquimistas griegos y se ha utilizado desde entonces para producir vino, alcohol y productos químicos. En la actualidad, la destilación se utiliza para separar líquidos muy comúnmente. En la destilación, un líquido se calienta hasta que hierve. El vapor se condensa en un recipiente separado, desechando los materiales insolubles que quedan atrás. El producto destilado es luego enfriado y recolectado. El proceso se repite con el líquido residual hasta que se hayan destilado todos los componentes (Zapata Benabithé et al., 2020).

Las bebidas destiladas a menudo se describen como agua ardientes y licores, pero la destilación combina la mayoría bebidas alcohólicas con grado alcohólico superior a 20°. También las bebidas alcohólicas se pueden clasificar en función del sustrato que procesen, siendo o no destiladas (Chica Martínez, 2019).

2.2.2. Tipos de bebidas alcohólicas

Existen distintos tipos de bebida en el mercado las clasificaremos por su forma de elaboración y por su nivel de alcohol.

2.2.2.1. *Por su forma de elaboración.*

Fermentadas

La fermentación del jugo de caña se realiza mediante una mezcla de levaduras y bacterias que provocan la aparición de alcohol, así como otros compuestos volátiles que le dan su característico sabor y aroma. Durante el proceso, se liberan dióxido de carbono y ácido acético, que le proporcionan un sabor ligeramente ácido. En general, la fermentación se lleva a cabo a temperatura ambiente y dura entre dos y cinco días. La duración del proceso depende de la cantidad de azúcar presente en el jugo de caña y de la cantidad de levaduras y bacterias presentes (Ormaza, 2019).

Cuando los productos naturales se exponen a condiciones específicas de humedad, temperatura y clima, resultan de cambios bioquímicos causados por la levadura, llamados fermentación. Generalmente, las verduras y frutas ricas en glucosa se dejan reposar (Martinez, 2020).

Las más comunes son:

La cerveza que tiene un contenido de alcohol entre 4 – 5°

Los vinos que se encuentran con un contenido 11 – 14°

La fermentación de este tipo de bebidas puede darse de forma natural o artificial.

2.2.2.2. *Destiladas.*

Son el resultado de un proceso en el que el alcohol se separa de otros componentes menos volátiles para eliminar el agua, lo que da como resultado un etanol más concentrado (Martinez, 2020). Existen diferentes tipos de destilaciones que a continuación detalla.

Destilación simple

Acciones realizadas en un solo paso. Se utiliza cuando los puntos de ebullición de los dos componentes de la mezcla difieren en al menos 80°C. Cuando se calienta, los componentes más volátiles se separan por destilación, mientras que los componentes menos volátiles quedan como residuos (Chalco et al., 2018).

Destilación fraccionada

El destilado se obtiene pasándolo por una columna de fraccionamiento si la diferencia de temperatura de ebullición de los componentes de la mezcla es inferior a 80 °C, por destilación sucesiva simple repetida de los destilados, o por separación utilizando una columna de fraccionamiento obteniendo el destilado más volátil de la mezcla (Chalco et al., 2018).

En el proceso de destilación hay que separar las puntas la cuales se originan al comienzo de la destilación que a continuación se detalla.

- **Puntas.** Es el porcentaje de destilados de destilación, el valor total de la solución destilada es del 2.5 % (llamada cabeza de vino) es 9.73 mg/100 cm³, por debajo de la especificación mexicana. Siga las restricciones permitidas por las especificaciones que conducen a la concentración de metanol a la salud (Chancay Gonzalez, 2020).

Beneficios de las bebidas alcohólicas

El alcohol tiene sus propiedades como medicamento, ya que su consumo excesivo puede causar serias complicaciones a la salud humana, según la sección científica de la revista virtual actualidad, el alcohol tiene un efecto sedante y es recomendado para estimular el apetito de quienes no quieren comer, y mucho más que por diversión, tienen propiedades importantes que son importantes para el cuerpo cuando se consumen con moderación (Chica Martínez, 2019).

2.2.3. Variedad de cacao CCN-51

El cacao CCN-51 es una variedad de alto rendimiento que se cultiva en Ecuador país donde se originó esta variedad de cacao y es resistente a enfermedades que se cultiva para la industria comercial del chocolate. Muchos productores en áreas afectadas por el hamamelis confían en estas propiedades para mantener sus negocios a flote. Pero a algunos expertos de la industria les preocupa que domine la producción de una sola variedad (Cadby, 2019).

El cacao es la materia prima para la producción de chocolate entre otros derivados, y las propiedades físicas de las almendras son uno de los indicadores de calidad que las hacen atractivas para la producción industrial. Seleccionar clones de cacao con características superiores en base a las características físicas de las almendras ayudará a mantener la calidad del cacao ecuatoriano. Siendo útil en mantener la calidad de los productos que surgen a partir del como derivados (Federal et al., 2019).

2.2.3.1. *Composición de almendras de cacao.*

Los granos de cacao se utilizan para hacer chocolate y cacao en polvo, que se convierten en una amplia gama de productos. Los productores califican sus existencias de cacao según el aroma, la consistencia de la manteca de cacao, la pureza y el rendimiento. Este documento describe los principales métodos para especificar y definir estos aspectos de la calidad. Los defectos de almacenamiento y entrega pueden estropear la buena calidad que ofrece el fabricante, por lo que es importante tenerlos en cuenta también.

Los granos de cacao son el producto líder en esta categoría con un 38% sustancia seca y 62% líquida. La lixiviación de los mismos corresponde al 15%. Es importante convertir los ácidos en azúcares al comienzo de la fermentación, el cacao fermentado y seco consiste en un 85 % de materia prima para la producción del producto finales como tabletas de chocolate y 15% para tripa o testa. La cáscara de cacao es un ingrediente rico en calorías que se descompone fácilmente y se vuelve bueno una alternativa a la producción de biogás, una tecnología con énfasis en la sostenibilidad ambiental y viable para las regiones agrícolas y las industrias (Jiménez et al., 2018).

2.2.3.2. *Función antioxidante de las almendras de cacao.*

Los antioxidantes tienen una función específica la cual es interactuar entre los radicales libres neutralizándolos y evitan la oxidación logrando que el producto mantenga sus características sensoriales por tiempos prolongados y evitando daño a la salud por dicha función (Palma, 2018).

2.2.4. Tostado de granos de cacao

El proceso de tostado es una de las operaciones de cacao muy importante, ya que gracias a esta operación se determina las características organolépticas que diferencian o caracterizan a este tipo de frutas del resto. Cuando se da esta etapa en el proceso el cacao sufre un cambio de pardeamiento, en esta fase de pardeamiento participan múltiples reacciones como lo es la oxidación y polimerización de polifenoles y reacciones de Maillard, sin embargo hay que controlar los tiempos de tostado ya que influyen directamente en la calidad de aroma y sabor (Alcivar, 2021).

2.2.5. Proceso de maceración

La maceración es un proceso químico donde se usa el alcohol de grado étílico para poder extraer ciertos compuestos presentes en una mezcla como aromas, sabores, colores que están presentes como compuestos fenólicos en plantas frutas y vegetales (Alcivar, 2021).

2.2.5.1. *Maceración de frutas.*

La maceración de frutas o también conocidos como los macerados son bebidas alcohólicas aromatizadas que pueden ser consumidas de forma directa o como acompañamiento de alimentos. Estas bebidas se preparan mediante la mezcla de frutas, hierbas o cortezas de frutas, con alcohol puro u otra bebida alcohólica; a la que se añade jarabe de sacarosa. Estas bebidas contienen una alta concentración de alcohol que actúa como un bactericida, inhibiendo así la propagación de microorganismos no deseados; además, su estabilidad se debe a la composición natural de los ingredientes, no a la adición de aditivos químicos (Pineda, 2019).

2.2.5.2. Maceración en caliente.

El proceso de maceración en caliente se considera que es igual a la maceración en frío, su diferencia que lo caracteriza está basada en la temperatura de proceso debido a que al aumentar la temperatura su atracción se acelera reduciendo el tiempo de numeración ejemplo si la maceración en frío tarda 2 días a 18 °C mientras que la maceración en caliente a 55 °C demore 2 horas sin embargo se pueden perder la presencia de compuestos fenólicos por la interacción del calor (Pineda, 2019).

2.2.6. Análisis sensorial

La evaluación sensorial de los alimentos es una función humana básica. Comienza en la infancia con una aceptación o rechazo más o menos consciente de los alimentos en base a observaciones y/o sensaciones al comer. En general, el análisis sensorial se puede definir como un conjunto de métodos para medir y evaluar ciertas propiedades de los alimentos utilizando uno o más sentidos humanos. El objetivo de la evaluación sensorial es medir las propiedades sensoriales y determinar la importancia de estas propiedades para predecir la aceptación del consumidor, lo que permite que la industria use y aplique estas mediciones (INCAP, 2020).

Este análisis sensorial es la agrupación de los métodos y técnicas facilitan medir a través de las características sensoriales la aceptabilidad que puede tener el producto en proceso, o final tales como aroma, color, sabor, permitiendo mejorar la calidad y condiciones finales del producto logrando obtener aceptabilidad de parte de los consumidores(Arciniega-Alvarado & Espinoza-León, 2020).

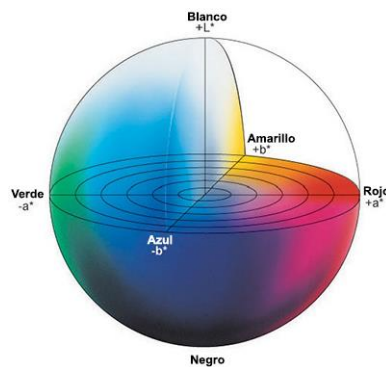
2.2.7. Espacio CIELAB

El color de los alimentos debe describirse en función de 3 propiedades del color: luminosidad, tono y pureza del color. La luminosidad es la propiedad de la percepción visual por la que una superficie emite más o menos luz; El tono es una propiedad de la percepción visual por la cual una superficie parece similar o relativa a una superficie.

Los dos colores perceptibles son rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta; La pureza es la propiedad de la percepción visual por la cual una superficie parece tener más o menos tono o contenido de color de la misma superficie en relación con su brillo proporcional (Talens, 2017). Por lo general, desde el punto de vista el consumidor carece de importancia de colores, es decir, el logo de los productos coloreados tiene ciertos valores L^* , a^* , b^* . Cuando estas coordenadas se vuelven muy importantes, queremos obtener las diferencias de color numéricamente. Describir las diferencias de color numéricamente es muy fácil, solo necesita tomar algunos valores. Un valor que sirve como referencia (estándar) y un objeto (muestra) que necesita saber la diferencia de color. El valor de referencia estándar se resta del valor de la muestra, lo que da como resultado la diferencia entre las dos unidades (Talens, 2017).

Figura 1.

Espacio del color CIEL^{}A*B*



Fuente:(Talens, 2017)

A continuación, se describen los parámetros del espacio CIEL^{*}A*B^{*}.

- (L^{*}) Claridad
- (A^{*}) Componente de color rojo/verde
- (B^{*}) Componente de color azul/amarillo
- (C^{*}) Croma – pureza
- (H^{*}) Tono
- [(A^{*}, B^{*}) o (C^{*}, hab^{*})] Cromaticidad.

2.3. Estado del arte

Ormaza (2019), mediante el estudio realizado anteriormente el autor señala que el rendimiento de la producción por cuadra es de 1500 L por cada mes de jugo de caña que parte como materia prima, donde por cada 7,6 L de jugo se obtiene a partir de dos cañas grandes en promedio al momento de procesarlo en la destilación se obtiene 1 L de licor artesanal es decir que la producción de jugo de caña por mes producirá 200 L aproximadamente por cada cuadra de sembrío de caña de azúcar, hay que recalcar que la producción de caña se realiza cada 6 meses por ende solo se calcula en base a la producción total.

También manifestó que se obtienen varios derivados que surgen a partir de la caña de azúcar tales como la melaza etanol, siendo su rendimiento de 20 L por toneladas de caña o alrededor de 1560 L por hectárea. Cuando el etanol se lo adquiere directamente de la caña, el rendimiento es aproximadamente de 70 L por tonelada de caña lo que equivale a 5460 L por hectárea.

D. Sanchez, (2020), según Sanches Damaris en su estudio de elaboración de una bebida alcohólica tipo vodka, la variación de pH fue mínima, donde se observó que el tratamiento T₁ tuvo un pH de 2,81 siendo el más alto y el tratamiento T₅ se presentó el pH de más bajo rango. También pudo verificar que los grados Brix del T₆ fue el más alto con un 7% mientras que observó que en el tratamiento T₂-se presentó con el porcentaje de grados Brix más bajo con un 5,5%. Dando como resultado que en el proceso de fermentación y destilación en las variables de los grados Brix y contenido de alcohol no se evidencio diferencias significativas como es el caso del pH que si hubo una diferencia significativa en sus tratamientos.

También el autor menciona en cuanto a la evaluación sensorial respecto a la bebida alcohólica el tratamiento 6 dio los mejores resultados del estudio en cuanto a color con un promedio de 4,2, en aroma 4,05, sabor con 4,20 y aceptabilidad con 4,5; siendo uno de los tratamientos con una preferencia del 35%. (Hidalgo, 2017), en su investigación realizada observo los análisis cromatográficos realizados al licor añejo de residuos de cascarilla y almendra de cacao Nacional, no hubo presencia de dos variables: furfural y alcoholes

superiores, el resto de variables (metanol, aldehídos, ésteres y grado alcohólico) que se analizaron cumplieron con los requisitos según la Norma INEN 1837. Los resultados fueron analizados por el test de Friedman, donde se aprobó la hipótesis nula: “Al utilizar diferentes tratamientos y cantidades de residuos de cascarilla y almendra de cacao Nacional (*Theobroma cacao L.*) en el proceso de obtención de licor añejo no existe diferencia en las características en el grupo de tratamientos”.

En la evaluación organoléptica los tratamientos obtuvieron resultados distintos en cuanto a las características analizadas (color, olor, apariencia, preferencia y sabor a cacao), sobresaliendo el tratamiento T₂ (residuos tostados de cascarilla y almendra de cacao Nacional 500 g); en consecuencia y desde el enfoque sensorial se acepta la hipótesis alternativa (H_a) "Al utilizar diferentes tratamientos y cantidades de residuos de cascarilla y almendra de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*) en el proceso de obtención de licor añejo si existe diferencia en las características en el grupo de tratamientos".

2.4. Marco legal

La norma NTE INEN 338 declara que, toda bebida alcohólica que se obtiene por destilación de mostos fermentados, por mezcla de aguardientes, alcohol etílico rectificado (neutro o extra neutro) o bebidas alcohólicas destiladas o sus mezclas, con o sin, sustancias de origen vegetal, extractos obtenidos por infusiones, percolaciones, maceraciones o destilaciones de los citados productos, o con sustancias aromatizantes, edulcoradas o no, a las que se puede añadir ingredientes y aditivos alimentarios aptos para el consumo humano (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016a).

La norma NTE INEN 340 describe el método para determinar el contenido de alcohol etílico en bebidas alcohólicas destiladas, cocteles, bebidas alcohólicas mixtas, aperitivos y licores (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016b). A continuación se detallan los datos tomados de la INEN 375 revisión vigente que se adjunta hasta la fecha actual de la investigación (Normativa técnica Ecuatoriana, 2006).

Tabla 1.*Requisitos de alcohol etílico rectificado.*

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método
Grado aldólico 15 °C	° GL	95	-	INEN 340
Acidez total como ácido acético	*	-	10	INEN 341
Esteres de acetato etilo	*	-	5	INEN 342
Aldehídos, como etanal	*	-	2	INEN 343
Furfural	*	-	0	INEN 344
Alcoholes superiores	*	-	50	INEN 345
Metanol	*	-	8	INEN 347
Tiempo de permangato	min	20	-	INEN 1546
Congéneres	*	-	18	

*mg/100 cm³ de anhidrido

FUENTE: (INEN, 2005)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Del recinto Tablería (altura media de 1140 metros sobre el nivel del mar) de la parroquia El Corazón, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi, se consiguió el alcohol etílico de primera destilación. La redestilación y tridestilación se realizó en el recinto Las Juntas de la parroquia Moraspungo de la jurisdicción del cantón Pangua, ubicado a 280 msnm, en las instalaciones de propiedad de mi Tutor de tesis.

El cacao CCN-51 fue proveniente del recinto El Guineo, parroquia Zapotal, cantón Ventanas en la provincia de Los Ríos.

La fase experimental se desarrolló en la finca experimental “La María” de la UTEQ ubicada a una altura promedio de 75 metros sobre el nivel del mar en el km 7 de la vía Quevedo- El Empalme recinto san Felipe cantón Mocache.

El análisis de metanol se realizó en el laboratorio Seidlaboratory ubicado en cantón Quito - Pichincha. Melchor Toaza N61-63 entre Av. Del Maestro y Nazareth.

3.2. Tipo de investigación

La investigación realizada se basó en el criterio:

3.2.1. Investigación exploratoria

En esta investigación se hizo tipo exploratorio ya que este método nos permitió observar nuevos enfoques ya que el área donde se realizó el estudio no se han realizado investigaciones respecto al tema establecido basadas en licores de cacao con un tipo de maceración a altas temperaturas usando diferentes porcentajes de granos de cacao tostado CCN-51 lo cual nos permite captar los aromas y olores provenientes de forma natural.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método experimental

Se aplicó este método para el estudio donde se desea conocer los efectos de la maceración con alcohol etílico tridestilado usando cacao CCN-51 tostado en diferentes concentraciones y dos tipos de temperatura de maceración, luego de ello se procedió a realizar los análisis sensoriales, colorimétricos como se detalla posteriormente.

3.3.2. Método analítico-sistémico

Este método analítico se basó en los diversos problemas que surgieron en el proceso de elaboración de una bebida alcohólica macerada, que se pudieron encontrar mediante las preguntas establecidas en la sistematización del problema detectado.

3.3.3. Método hipotético deductivo

En base al efecto que surgen de las diferentes preguntas. En esta investigación se propuso una hipótesis como consecuencia de inferencias del conjunto de datos empíricos obtenidos de colorimetría y sensometría, la misma que fue validada mediante procedimientos deductivos.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

Este tipo de investigación en su desarrollo se utilizó como fuente primaria la información mediante la recolección de datos provenientes de muestras procedentes de trabajo de campo, en el caso de las fuentes secundarias se procederá a artículos científicos (SciELO, rrae, entre otros) tesis de grado, revistas informaste técnicos entre otros relacionados al tema de estudio que se va a efectuar.

3.5. Diseño de la investigación

En el desarrollo de la investigación se desarrolló un diseño ANDEVA completo 2ⁿ y 3 repeticiones donde se pueda evaluar el efecto de la maceración y la interacción de la de la temperatura en los diferentes tratamientos, en este experimento se consideró 3 factores importantes como denominados A*B*C, donde el factor A=a porcentaje de almendras tostadas de cacao, B=Temperatura de maceración C. Grado alcohólico (27 y 37 °GL).

Para los resultados de colorimetría y análisis sensorial se utilizó el software estadístico Infostat, efectuando una prueba de normalidad, mediante el test Shapiro Wilks con 5% de error, consiguientemente se aplicó una prueba estadística que permitió evaluar la hipótesis nula (H_0) de igualdad, respecto a la distribución normal, al no existir normalidad en los valores obtenidos, se procedió al uso de pruebas no paramétricas como el test de Friedman y Holm en un software libre.

El test de Friedman y Holm. Es un procedimiento estadístico no paramétrico que se utiliza para evaluar el rendimiento de algoritmos evolutivos en problemas de optimización. Está diseñado para evaluar los resultados de varios algoritmos en una sola iteración. El test se basa en la distribución normal estándar y se usa para determinar si hay una diferencia significativa entre los algoritmos.

Este test, lo que hace es establecer un orden de los resultados obtenidos por el algoritmo para cada longitud de cada problema, es decir hay tantos rankings como problemas se esté analizando (Alcivar, 2021)

3.5.1. Factores y combinaciones de estudio

A continuación, se detallan los niveles y concentraciones que fueron destinadas al estudio, con 3 réplicas cada tratamiento.

Tabla 2.*Niveles de concentraciones de estudio*

Factores	Niveles
A: % de almendras de cacao tostado	a ₀ : 15% almendras de cacao CCN-51 tostado a ₁ : 20% almendras de cacao CCN-51 tostado
B: Temperatura de maceración	b ₀ : 55 °C b ₁ : 65 °C
C: Grados °GL	c ₀ : 27 °GL c ₁ : 37 °GL

ELABORADO: AUTOR

En la tabla 2 se detallan los niveles de concentraciones que se usaran en los tratamientos establecidos para este estudio.

3.5.2. Combinación de factores

A continuación, en la tabla se detalla los niveles de combinación para la presentaron en el desarrollo de la investigación con la finalidad de analizar los tratamientos mencionados a continuación.

Se utilizó un arreglo trifactorial A*B*C, de un diseño completo 2ⁿ y 3 repeticiones con niveles en A = 2, B = 2, C=2, y R = 3 dando un total de 24 tratamientos. El tamaño de la muestra realizada fue de 2 L de alcohol etílico (aguardiente) de tercera destilación (tridestilado). Considero como base de 100% al alcohol etílico tridestilado.

Tabla 3.*Combinación de los tratamientos de los diferentes factores y niveles*

Tratamientos	Simbología	Detalle	Repeticiones
1	<i>a₀b₀c₀</i>	15% almendra tostada, T° 55 °C, 27 °GL.	3
2	<i>a₁b₀c₀</i>	15% almendra tostada, T° 65 °C, 27 °GL.	3
3	<i>a₀b₁c₀</i>	15% almendra tostada, T° 55°C, 37°GL.	3
4	<i>a₀b₀c₁</i>	15% almendra tostada, T° 65 °C, 37 °GL.	3
5	<i>a₀b₁c₁</i>	20% almendra tostada, T° 55°C, 27°GL.	3
6	<i>a₁b₁c₀</i>	20% almendra tostada, T° 65°C, 27°GL.	3
7	<i>a₁b₀c₁</i>	20% almendra tostada, T° 55 °C, 37 °GL.	3
8	<i>a₁b₁c₁</i>	20% almendra tostada, T° 65 °C, 37°GL.	3

ELABORADO: AUTOR**Donde**

- **A:** Almendras de cacao Tostado
- **B:** Temperaturas aplicadas
- **C:** Grado alcohólico del licor final

En el análisis estadístico se consideró un nivel de confianza de 95% ($\alpha=0,05$), (tabla 4).

3.5.3. Variables de estudio

— Análisis de colorimetría

Coordenadas cromáticas en L*A*B

1. Luminosidad (L*)
2. Pureza de color (C*)
3. Tonalidad (H*)

— Análisis sensorial:

1. Color Tonalidad
2. Color limpidez
3. Aroma
4. Sabor
5. Impresión del licor
6. Aceptabilidad

— Análisis físico-químico

1. Determinación de pH
2. Determinación de acidez titulable (*ffa*).
3. Análisis de rendimiento

3.5.5.1. Procedimiento de análisis

a) Análisis sensorial

Una vez realizada la bebida alcohólica fue aplicado con un grupo de 12 panelistas por cada replica con panelistas no expertos, quienes recibieron una inducción sobre el tema de una evaluación descriptiva, así evaluar los atributos de color tonalidad, color limpidez, aroma, sabor, impresión del licor, aceptabilidad, con una escala del 1 al 5 de acuerdo con los parámetros descritos en el anexo 11.

a) Análisis de colorimetría

Para el análisis de las características cromáticas se aplicó para determinar los parámetros $L^*a^*b^*$, mediante la utilización de un espectrofotómetro, a fin de obtener, a través de procesos matemáticos, la luminosidad, tonalidad y pureza de color de la bebida resultante. Para ello se analizó una muestra de 1 ml de cada repetición en una cápsula del equipo espectrofotómetro se ajustó a curvas de luminosidad para recetar los datos resultantes y aplicar la fórmula para los resultados requeridos.

b) Determinación de las características cromáticas de la bebida alcohólica de cacao CCN-51.

Para la determinación de las características cromáticas de la bebida alcohólica, se realizará en base al método espectrofotométrico propuesto por la OIV (2006). Para esto se realizó un barrido de transmitancia (%) entre 380 y 760 nm de las muestras (OIV, 2006).

En función de estos valores se obtuvieron los valores triestimulares para el cálculo de las coordenadas de color en el espacio CIE $L^*a^*b^*$:

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500 \left[\frac{X}{X_n} - \frac{Y}{Y_n} \right]$$

$$b^* = 200 - \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right]$$

Donde X, Y y Z son valores triestimulares; X_n , Y_n y Z_n son valores relacionados al iluminante empleado; L^* es la luminosidad, a^* es la coordenada de color rojo (+) /verde (-), b^* es la coordenada de color amarillo (+)/azul (-).

En función de las coordenadas cromáticas L^* , a^* y b^* se calculó el tono (Hue; H°), croma (C^*) e índice de oscurecimiento (IO), empleando las siguientes ecuaciones:

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

$$H^{\circ} = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

$$10 = \left(\frac{100 \left(\frac{a^* + 175 \times L^*}{5,645 \times L^* + b^* - 3,012 \times b^*} \right) - 0,31}{0,172} \right)$$

b) Análisis físico-químico

Para la realización de los siguientes análisis se llevaron a cabo en base a lo establecido por la norma INEN 375 que rige los rangos permitidos en a licores rectificados donde manifiesta que “La destilación y la rectificación deben realizarse en equipos adecuados, separando el porcentaje necesario de cabezas y colas, a fin de obtener un producto que cumpla con los requisitos establecidos” (Normativa tecnica Ecuatoriana, 2006). Para ello la norma INEN 340 y 341 indica el procedimiento para la realización de los análisis de determinación de los siguientes parámetros de control.

— Análisis de pH

Para la determinación del pH se utilizó un pH-metro digital marca OHAUS, modelo SARTER 3100 calibrado, los datos se obtuvieron directamente introduciendo el electrodo en la muestra, cada muestra correspondía a 25 mL.

— Determinación de grado alcohólico °GL

Consistió en introducir suavemente el alcoholímetro (0 a 100 °GL) en la probeta graduada de 50 cm³, con un contenido de 35 cm³ de muestra, se agitó ligeramente para igualar la temperatura del sistema, ya estabilizado y flotando libremente, se tomó la lectura considerándose la base del menisco (Servicio Ecuatoriano de Normalizacion, 2016b).

— Acidez titulable

Determinación acidez total: Colocar 250 cm³ de agua destilada, recientemente hervida y neutralizada, en un matraz Erlenmeyer de 500 cm³ y añadir 25 cm³ de muestra y 5 gotas de

la solución de fenolftaleína; proceder a titular, utilizando la bureta, con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016a).

La acidez total en bebidas alcohólicas destiladas se determina utilizando la ecuación siguiente: $A_T = 2,4$

$$A_T = 2,4 \frac{V_1}{G}$$

Siendo:

A_T = acidez total, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm³ de alcohol anhidro.

V_1 = volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos

G = grado alcohólico de la muestra (ver INEN 340)

Determinación acidez fija: Evaporar a sequedad 25 cm³ de muestra contenidos en un crisol de platino o de porcelana, sobre un baño de vapor.

Colocar el crisol y su contenido en la estufa, a 100 °C, durante 30 min.

Disolver y transferir el residuo seco utilizando porciones de alcohol neutro (aproximadamente 25 cm³), a un matraz Erlenmeyer de 500 cm³, que debe contener 250 cm³ de agua destilada, recientemente hervida y neutralizada.

Adicionar 5 gotas de solución de fenolftaleína y proceder a titular, utilizando la bureta, con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

La acidez fija se determina utilizando la ecuación siguiente:

$$A_F = 2,4 \frac{V_2}{G}$$

Siendo:

A_F = acidez fija, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm³ de alcohol anhidro.

V₂ = volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos

G = grado alcohólico de la muestra (ver INEN 340).

Determinación de acides Volátil: La acidez volátil se determina utilizando la ecuación siguiente:

$$A_V = A_T - A_F$$

Siendo:

A_V = acidez volátil.

A_T = acidez total.

A_F = acidez fija.

Determinación de metanol: Al final se recolectaron muestras de las destilaciones para realizar los respectivos análisis de metanol los cuales se enviaron a Seidlaboratory.

- Alcohol etílico de primera destilación
- Alcohol etílico de segunda destilación
- Alcohol etílico de tercera destilación

3.6. Recursos humanos y materiales

3.6.1. Recursos humanos

Para la realización del trabajo de investigación se dio bajo asistencia y guía del Ing. Ángel Fernández Escobar MSc., director del proyecto de investigación quien estableció el tema y desarrollo junto al estudiante Jimmy Rodolfo Ruiz Triana.

- Ing. Lourdes Ramos. Responsable y guía del laboratorio de bromatología.
- Ing. Erick García. Responsable y guía del laboratorio de química.
- Ing. Amado Coello Responsable y guía del laboratorio de operaciones unitarias.

3.6.2. Materiales

3.6.2.1. *Materia prima.*

Cacao CCN-51(*Theobroma cacao L.*)

- Alcohol etílico de primera destilación

3.6.2.2. *Materiales de laboratorio.*

- Matraz Erlenmeyer de 250 y 500 mL
- Gotero
- Bureta graduada 25 mL
- Probeta de 50 y 250 mL
- Vaso de precipitación de 50 y 100 mL
- Pipeta
- Crisol de porcelana capacidad 25 mL

3.6.2.3. Equipos.

- Alcoholímetro de Gay-Lussac
- Estufa
- Destilador de 3 platos teóricos
- Spectrophotometer (Genesys 10S UV-Vis)
- Termómetro
- Potenciómetro (Starter3100)
- Equipo de acidez titulable
- Balanza gramera.

3.6.2.4. Insumos.

- Agua destilada

3.6.2.5. Reactivos.

- Fenolftaleína
- Solución hidróxido de sodio al 0.1 N
- Alcohol neutro

3.6.2.6. Equipos de computación o y materiales de oficina.

- Laptop
- Celular
- Lápiz
- Calculadora
- Carpetas
- Lapicero
- Borrador
- Cuaderno

3.6.2.7. Equipos de protección personal.

- Cofia
- Guantes
- Mascarillas
- Mandil

3.7. Instrumentos de investigación

3.7.1. Desarrollo experimental

A continuación, se detalla el proceso de destilación junto con la elaboración de una bebida alcohólica con almendras de cacao CCN-51.

3.7.1.1. *Proceso de obtención alcohol étílico.*

Recepción del alcohol étílico: El alcohol étílico fue proveniente del barrio Tablería de la parroquia El Corazón, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi (de la propiedad del señor Ruviro Saltos). Se determinará el grado alcohólico, de este alcohol base.

Primera redestilación: De acuerdo con el tamaño de la unidad experimental, se midió el volumen de alcohol étílico de primera destilación y el agua para diluir, hasta alcanzar 35 °Gay-Lussac (°GL) y se procedió a redestilar en un destilador con 3 platos teóricos que en su columna interior presenta un relleno de canicas de vidrio.

Recolección del primer redestilado: El alcohol redestilado se recolectó en ollas de acero inoxidable y su recolección se realizará hasta llegar a 55 °GL, de tal manera que la mezcla final recolectada resulte aproximadamente 85 °GL. Una vez culminado el proceso de redestilación, se vaciará y se lavará el tanque de alimentación u olla de cocción.

Medición del volumen de primera redestilación: Se midió el volumen del alcohol redestilado y su grado alcohólico.

Segunda redestilación: Se procedió a diluir el alcohol de idéntica forma a la aplicada en la primera redestilación y luego se procedió a redestilar por segunda ocasión.

Recolección del segundo redestilado: El alcohol resultante se recolectó en ollas de acero, procediendo de la misma manera que en la recolección del primer redestilado.

Medición del volumen de segunda redestilación: Se midió el volumen del alcohol obtenido en la segunda redestilación y su grado alcohólico final.

Maceración térmica: Previo a la maceración del cacao CCN-51 se realizó una selección de las almendras cuya operación consiste eliminar los granos defectuosos, seguido del tostado que se realiza a temperatura de 125 °C por 25 minutos, para luego ser enfriado y dosificar en función del tamaño de la muestra. De conformidad con los tratamientos se procedió a la marcación del cacao CCN-51 tostado y se utilizó alcohol tridestilado de 90 °GL y el tiempo de maceración fue constante establecido en 5 minutos.

Enfriado: Se dejó enfriar el alcohol previamente macerado con la finalidad de proceder a tamizarlo.

Tamizado: En este proceso se realizó con ayuda de un tamiz y tela de lienzo atrapando cualquier tipo de impureza que se encuentre presente en el licor.

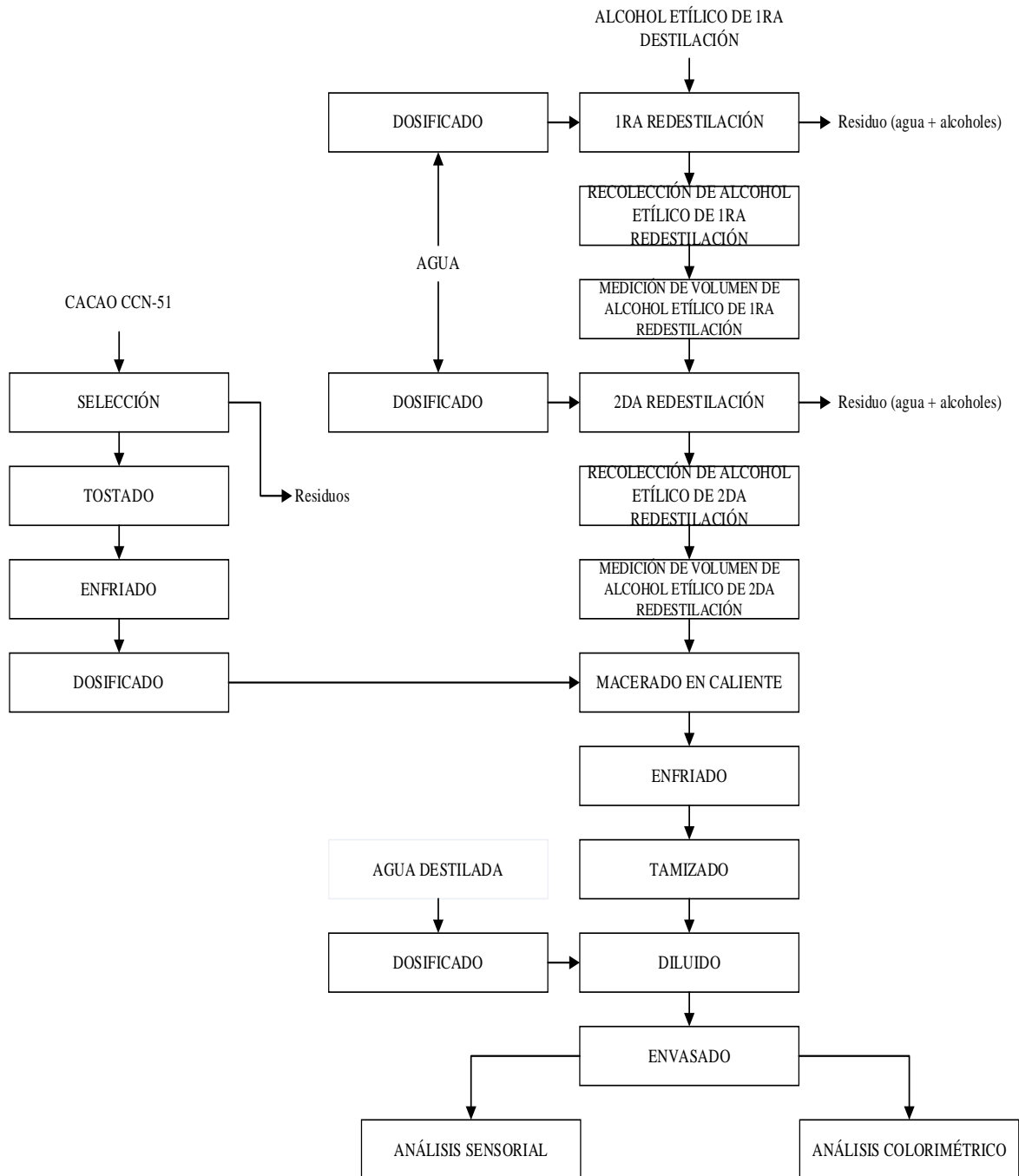
Diluido: El diluido se realizó con agua destilada bajando la concentración de alcohol de la bebida se establecieron dos concentraciones 27 y 37 °GL previamente descritas en las combinaciones de los tratamientos.

Envasado: En envases de 330 mL se dosificó de acuerdo con los tratamientos establecidos etiquetando la cantidad de °GL de cada envase para poder diferenciarlas.

3.7.1.2. *Diagrama del proceso.*

Figura 2.

Diagrama de bloques de proceso de la bebida alcohólica.



Nota. Elaborado por el autor

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.2. Resultados y discusión

4.2.1. Test de normalidad en análisis sensorial

Para llevar a cabo el análisis estadístico de la distribución normal de los resultados de sensometría se plantea las siguientes hipótesis: **H₀**: Los datos de las propiedades sensoriales se distribuyen de forma normal y **H_a**: Los datos de las propiedades sensoriales no se distribuyen de forma normal.

Tabla 4.

Prueba de normalidad en análisis sensorial

Algoritmos	SHAPIRO-WILK											
	C. Tonalidad		C. Limpidez		Aroma		Sabor		Impresión del licor		Aceptabilidad	
	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.
<i>a₀b₀c₀</i>	3	0,0001	3	0,2826	3	0,4472	3	0,00	3	0,0001	3	0,3504
<i>a₁b₀c₀</i>	3	0,2109	3	0,0001	3	0,4472	3	0,34	3	0,0001	3	0,0001
<i>a₀b₁c₀</i>	3	0,6498	3	0,0001	3	0,0001	3	0,19	3	0,9999	3	0,4472
<i>a₀b₀c₁</i>	3	0,9318	3	0,0001	3	0,9853	3	1,00	3	0,6060	3	0,9318
<i>a₀b₁c₁</i>	3	0,0001	3	0,9999	3	0,0001	3	0,55	3	0,9999	3	0,0001
<i>a₁b₁c₀</i>	3	0,4472	3	0,6060	3	0,9999	3	0,00	3	0,6060	3	0,0001
<i>a₁b₀c₁</i>	3	0,9318	3	0,0001	3	0,9999	3	0,00	3	0,9318	3	0,6060
<i>a₁b₁c₁</i>	3	0,0001	3	0,9318	3	0,0001	3	0,42	3	0,6498	3	0,5518
¿Los datos se distribuyen en forma normal?	NO		NO		NO		NO		NO		NO	

ELABORADO: AUTOR

De acuerdo a la tabla 4 del test de normalidad realizado a cada respuesta experimental, se señala que los parámetros sensoriales no se distribuyen de forma normal, en base a ello se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, consecuentemente se aplica el test no paramétrico sustentándose en la variabilidad de las respuestas y se procesa el conjunto de atributos en base al concepto de calidad de Kramer y Twigg (1962) (Allueva et al., 2005).

A continuación, se detallan los valores del ranking del test de Friedman de cada uno de los tratamientos analizados denominados como algoritmos.

Tabla 5.

Ranking de los valores resultados en el análisis al aplicar el test de Fridman

Algoritmos	Ranking
<i>a₀b₀c₀</i>	4,66
<i>a₁b₀c₀</i>	5,24
<i>a₀b₁c₀</i>	4,74
<i>a₀b₀c₁</i>	4,36
<i>a₀b₁c₁</i>	5,24
<i>a₁b₁c₀</i>	4,55
<i>a₁b₀c₁</i>	2,3
<i>a₁b₁c₁</i>	4,86

P-Valor calculado del test de Friedman $9,717 \cdot 10^{-3}$

ELABORADO: AUTOR

Una vez analizados los valores promedios reportados en la tabla 5 se puede evidenciar que el valor *p* del test de Friedman es: $9,717 \cdot 10^{-3}$, es menor que 0,05 por lo tanto si existe diferencia significativa entre los tratamientos. En base a lo detallado, se debe realizar el test de Holm.

La siguiente tabla 6 se observa los valores del test de Holm resultados de los análisis de sensometría de la bebida alcohólica de cacao CCN-51.

Tabla 6.

Test de Holm de los análisis sensométricos de la bebida alcohólica con cacao CCN-51.

í	Tratamientos	$z = (R_0 - R_i) / SE$	P	Holm/Hochberg/Hommel
7	<i>a₀b₁c₁</i>	3,606	3,1-04	7,1E-03
6	<i>a₁b₀c₀</i>	3,606	3,1E-04	8,3E-03
5	<i>a₁b₁c₁</i>	3,129	1,7E-03	1,0E-03
4	<i>a₀b₁c₀</i>	2,993	2,0E-03	1,3E-02
3	<i>a₀b₀c₀</i>	2,891	3,8E-03	1,7E-02
2	<i>a₁b₁c₀</i>	2,755	5,8E-03	2,5E-02
1	<i>a₀b₀c₁</i>	2,517	1,1E-02	5,0E-02

ELABORADO: AUTOR

En la Tabla 6 no arroja la combinación de *a₁b₀c₁*, lo que demuestra que ese tratamiento es el mejor y más apreciado por los panelistas, cuyos niveles se detallan a continuación *a₁*; 20% almendras tostadas de caco, *b₀*; 55 °C temperatura, *c₁*; 37 °GL. Además, se evidencia que *a₁b₀c₁* difiere significativamente de los demás tratamientos, que en orden descendente se indica *a₀b₁c₁*, *a₁b₀c₀*, *a₁b₁c₁*, *a₀b₁c₀*, *a₀b₀c₀*, *a₁b₁c₀*, *a₀b₀c₁* esto debido a que *el valor p < valor Holm*.

En base a los resultados obtenidos se establecen los indicadores de la evaluación sensorial para la bebida alcohólica macerada de cacao CCN-51 en el del mejor tratamiento.

Tabla 7.*Indicadores sensoriales establecidos en la evaluación sensorial del mejor tratamiento*

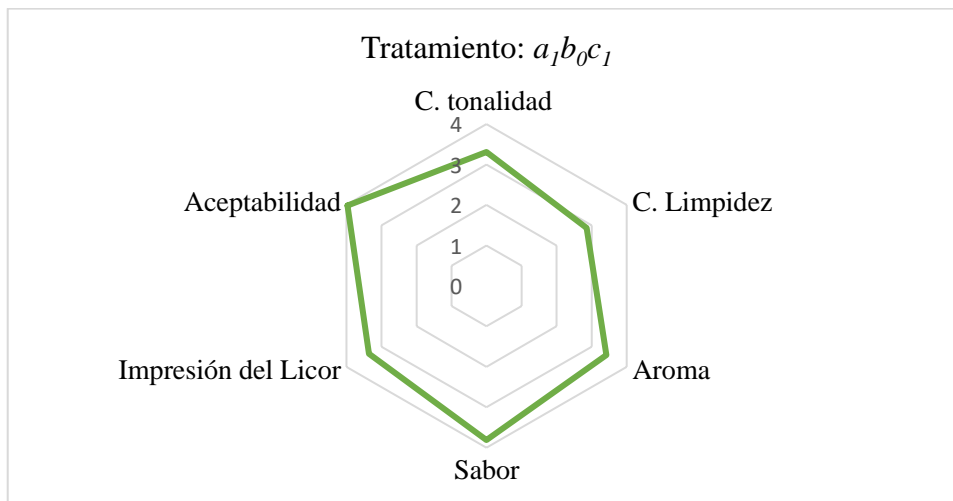
Tratamiento	C. Tonalidad			C. Limpidez			Aroma			Sabor			Impresión del licor			Aceptabilidad		
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
	3,16	3,50	3,25	2,83	3,00	2,75	3,16	3,41	3,66	3,97	3,58	3,91	3,25	3,33	3,50	4,08	3,75	4,08
<i>a₁b₀c₁</i>	3,31 ± 0,17			2,86 ± 0,13			3,42 ± 0,25			3,81 ± 0,19			c			3,97 ± 0,19		
	A. Extra blanco			Transparente			C. a cacao			Intenso a cacao			Equilibrado			Me gusta		

ELABORADO: AUTOR

En la tabla 7 se detallan los promedios de los diferentes parámetros establecidos en la evaluación sensorial con sus respectivas replicas, para el tratamiento *a₁b₀c₁* donde se obtuvo un valor promedio de color por su tonalidad de $3,31 \pm 0,17$, color por su limpidez fue de $2,86 \pm 0,13$, en aroma presento valores de $3,42 \pm 0,25$, en cuanto a sabor se observaron .datos de $3,81 \pm 0,19$, en lo que respecta a impresión del licor $3,81 \pm 0,19$, y en aceptabilidad $3,97 \pm 0,19$, cuyos valores se evidencian en la figura 3.

Figura 3.

Indicador del mejor tratamiento en el análisis sensorial

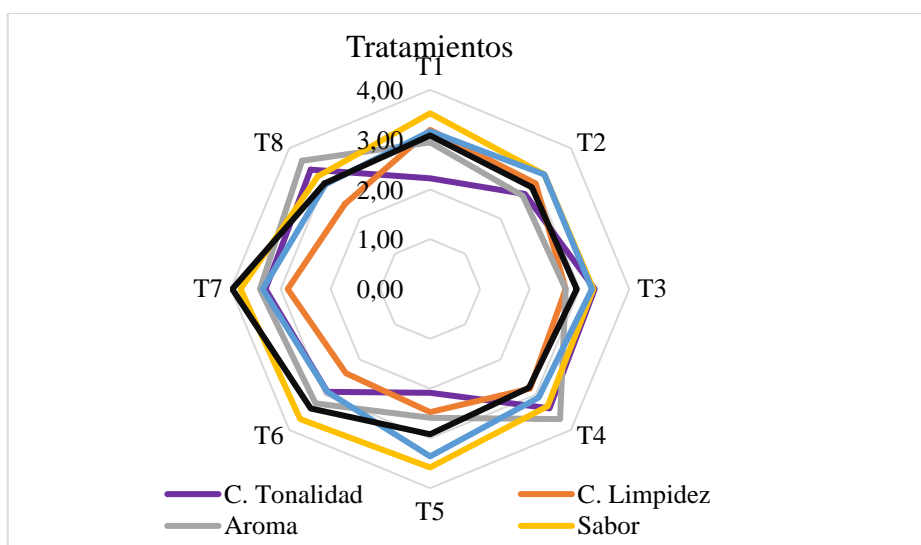


Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 3 se presentan los resultados promedios que se obtuvieron en el mejor tratamiento de cada parámetro evaluado.

Figura 4.

Indicador sensorial general de los tratamientos



Nota. Elaborado por el autor.

Mediante la figura 4 se detallan los resultados generales de los promedios obtenidos de los tratamientos según cada parámetro.

4.2.1.1. Color Tonalidad

El efecto de Maillard en la maceración causa oscurecimiento descrito por Egas Mirian (2015), que a mayor concentración usada aumenta el apocamiento y enturbiamiento de la bebida final. Según Alcivar (2021), en su estudio de maceración el ambiente del cacao CCN-51 resultando un color amarillo dorado que para este estudio fue detectado un color ámbar extra claro debido a la reacción causada en la maceración térmica.

El panel de catadores determinó como mejor opción el tratamiento $a_1b_0c_1$ y corresponde a una dosis del (20%) de cacao CCN-51, la temperatura aplicada de maceración en caliente fue de 55 °C y envasado con un grado alcohólico de 37 °GL. En un grado alcohólico de 85 °GL la tonalidad es intensa, aunque este licor no es consumible, por lo que, al reducir el grado, a 37 la intensidad de su tono disminuye.

4.2.1.2. Color Limpidez

Según Alcívar, en su estudio de maceración a temperatura ambiente del cacao CCN-51 obtuvo resultado promedios de 3.06 ± 0.055 teniendo en cuenta la calidad del agua para diluir (Alcivar, 2021).

Como promedio del mejor tratamiento en esta investigación por el parámetro de limpidez obtuvo una menor puntuación.

4.2.1.3. Aroma

Según Goya en su investigación manifiesta que al utilizar mucilago como subproducto en la elaboración de una bebida alcohólica los promedios de olor o aroma disminuyen ya que en la fermentación de este derivado disminuye descritos por Goya Baquerizo, (2013), lo cual es inverso en los granos de cacao ya que en el secado, tostado y la maceración aumenta la

concentración de los taninos que son los polifenoles precursores de aroma en las frutas y más efectivo cuando aumenta la concentración (Fernández et al., 2021).

En los resultados obtenidos se evidencio que el mejor tratamiento *a1b0c1* presento en el parámetro de aroma característico a cacao según la puntuación en la hoja de cata.

4.2.1.4. Sabor

De acuerdo con Fernández y colaboradores determinaron que las medias de las variables correspondiente a esta característica no presentaron diferencias significativas del mejor tratamiento ya que las concentraciones usadas no hay mucha diferencia (Fernández et al., 2021). Pudiendo justificar de esa forma que al usar concentraciones de cacao CCN-51 similares al estudio citado no existen diferencias significativas como lo fueron en este caso de estudio, donde los demás tratamientos no difieren del mejor tratamiento según el test de Friedman corroborado por el test de Holm.

4.2.1.5. Impresión del licor

Alcívar detalla que la impresión del licor que genera este tipo de bebida es persistente en una puntuación de 3,06 evaluada del 1 a 4, esto es debido a los compuestos presentes en la mezcla de ingredientes (Alcivar, 2021). Los promedios obtenidos al evaluar en este caso de estudio fueron de 3,36 en una puntuación de 1 a 5 quedando dentro del rango de estudio de la autora mencionada.

4.2.1.6. Aceptabilidad

De acuerdo al trabajo presentado por Fernández y colaboradores pudieron detectar que de las dos concentraciones usadas (352 – 500 g) en su estudio la bebida con mayor cantidad de almendras de cacao fue de mayor preferencia a las personas debido a que el tostado en esta etapa se desarrollan compuestos aromáticos y la maceración realza estos compuestos los cuales influyen en la aceptabilidad de las personas (Fernández et al., 2021).

El tratamiento $a_1b_0c_1$ tenía una concentración de 20% de cacao en base a la cantidad de licor usada en la maceración versus los otros tratamientos que se usó 15% de almendras de cacao, y fue el más aceptado.

4.2.2. Análisis de colorimetría a través del espacio CIEL*a*b*

Tabla 8.

Test de normalidad en color

tridestilación	SHAPIRO-WILK											
	L*		C*		H*		L*		a*		b*	
	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	Sig.	Gl	0,999	Gl	Sig.	Gl	Sig.
$a_0b_0c_0$	3	0,999	3	0,923	3	0,988	3	0,970	3	0,999	3	0,993
$a_1b_0c_0$	3	0,970	3	0,945	3	0,846	3	0,947	3	0,999	3	0,923
$a_0b_1c_0$	3	0,947	3	0,693	3	0,779	3	0,988	3	0,999	3	0,843
$a_0b_0c_1$	3	0,988	3	0,982	3	0,958	3	0,979	3	0,999	3	0,980
$a_0b_1c_1$	3	0,979	3	0,924	3	0,981	3	0,963	3	0,999	3	0,948
$a_1b_1c_0$	3	0,963	3	0,823	3	0,698	3	0,920	3	0,999	3	0,856
$a_1b_0c_1$	3	0,920	3	0,905	3	0,694	3	0,882	3	0,999	3	0,905
$a_1b_1c_1$	3	0,882	3	0,931	3	0,350	3	0,426	3	0,999	3	0,929
¿Los datos se distribuyen en forma normal?	SI		SI		SI		SI		SI		SI	

ELABORADO: AUTOR

De acuerdo con la tabla 8 se observa que los valores de significancia mediante el test de normalidad de Shapiro-Wilk se distribuyen de forma normal, en base a los resultados la hipótesis nula se rechaza, y se procede a la evaluación del test paramétrico.

Tabla 9.*ANOVA de las características cromáticas de la bebida alcohólica con cacao CCN-51*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
L*					
Entre grupos	5489,137	7	784,162	50,850	0,000
Dentro de grupos (Error)	246,736	16	15,421		
Total	5735,873	23			
C*					
Entre grupos	1512,512	7	216,073	17,918	0,000
Dentro de grupos (Error)	192,947	16	12,059		
Total	1705,459	23			
H*					
Entre grupos	6479,580	7	925,654	22,192	0,000
Dentro de grupos (Error)	667,393	16	41,712		
Total	7146,973	23			

ELABORADO: AUTOR

De acuerdo con los resultados del ANOVA, se evidencio que el valor estadístico de significancia es menor a 0,05, por lo tanto, existe diferencia significativa, por lo que se procede a la aplicación de test de Tukey.

Tabla 10.*Grupos homogéneos Luminosidad*

Simbología de los Tratamientos	N	<i>aoboc0</i>	<i>a1boc0</i>	<i>aob1c0</i>
<i>a1b1c0</i>	3	47,8483		
<i>a1b1c1</i>	3	56,5819		
<i>a1b0c1</i>	3		76,3519	
<i>aob1c0</i>	3		80,3903	
<i>a1b0c0</i>	3		83,1867	
<i>aob0c0</i>	3		85,9366	85,9366
<i>aob0c1</i>	3		87,2332	87,2332
<i>aob1c1</i>	3			95,1548
Sig.		0,185	0,057	0,144

ELABORADO: AUTOR**Tabla 11.***Grupos homogéneos pureza de color*

Simbología de los Tratamientos	N	<i>aoboc0</i>	<i>a1boc0</i>	<i>aob1c0</i>
<i>aob1c1</i>	3	10,6040		
<i>a1b0c0</i>	3	11,4530		
<i>aob0c1</i>	3	11,6601		
<i>aob0c0</i>	3	13,7376		
<i>aob1c0</i>	3	16,7628		
<i>a1b0c1</i>	3	20,0484	20,0484	
<i>a1b1c0</i>	3		26,7740	26,7740
<i>a1b1c1</i>	3			34,3021
Sig.		0,064	0,317	0,206

ELABORADO: AUTOR

Tabla 12.*Grupos homogéneos Tonalidad*

Simbología de los Tratamientos	N	<i>a₀b₀c₀</i>	<i>a₁b₀c₀</i>	<i>a₀b₁c₀</i>	<i>a₀b₀c₁</i>
<i>a₀b₁c₁</i>	3	28,2870			
<i>a₁b₀c₀</i>	3	46,5122	46,5122		
<i>a₀b₀c₁</i>	3		50,2431		
<i>a₀b₀c₀</i>	3		52,1523		
<i>a₀b₁c₀</i>	3		60,2421	60,2421	
<i>a₁b₀c₁</i>	3			72,0632	72,0632
<i>a₁b₁c₁</i>	3			77,2541	77,2541
<i>a₁b₁c₀</i>	3				79,8633
Sig.		0,051	0,224	0,077	0,807

ELABORADO: AUTOR

Revisando el nivel de significancia de los grupos homogéneos de luminosidad, pureza de color y tonalidad del licor de cacao CCN-51 reportados en las tablas 10, 11 y 12 respectivamente, se nota que, no existe diferencias significativas en estos parámetros de colorimetría debido a que sus valores son $> 0,05$.

Para afirmar lo expresado en el párrafo anterior, se realizó el test de Friedman en el que también se demuestra que no existe diferencia significativa en los parámetros de colorimetría, pues el valor p-calculado por Friedman es 0.2774819660676556, que resulta menor de 0,05 (ver anexo 10).

Los valores de L*, a*, b*, C* y H* cual se detallan en la tabla 13 de cada una de las réplicas de las coordenadas a través del espacio CIELa*b*.

Tabla 13.

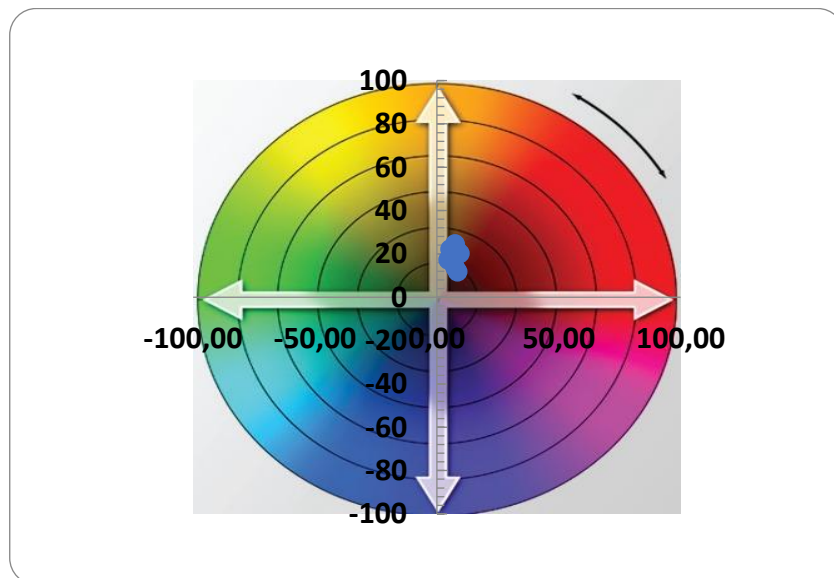
Promedio de las réplicas determinados en los análisis de colorimetría

TRATAMIENTOS	Parámetros de color				
	L*	a*	b*	C*	H*
<i>a₀b₀c₀</i>	85,94	8,42	10,85	13,74	52,15
<i>a₁b₀c₀</i>	83,19	7,88	8,31	11,45	46,51
<i>a₀b₁c₀</i>	80,39	7,35	14,65	16,76	60,24
<i>a₀b₀c₁</i>	87,27	7,45	8,97	11,66	50,24
<i>a₀b₁c₁</i>	95,15	9,34	5,01	10,60	28,29
<i>a₁b₁c₀</i>	47,85	4,70	26,36	26,77	79,86
<i>a₁b₀c₁</i>	76,35	5,39	19,16	20,05	72,06
<i>a₁b₁c₁</i>	56,58	7,57	33,46	34,30	77,25

ELABORADO: AUTOR

Figura 5.

*Representación a través del espacio CIELa*b* de los tratamientos en base al promedio de las réplicas*



Nota. Elaborado por el autor.

De la tabla 13 se extrae los datos de colorimetría del mejor tratamiento $a_1b_0c_1$ y son: L^* 76,35; a^* 5,39; b^* 19,16; C^* 20,05; H^* 72,06, cuyos valores han servido para señalar el color en la figura 5.

No se pudo contrastar con otras investigaciones, ya que, no se ha realizado colorimetría en licores de cacao macerados y no se puede comparar los resultados con otros estudios que no sean iguales, y los valores de colorimetría quedan como indicadores de comparación para trabajos similares que se desarrollen posteriormente.

4.3. Análisis físico-químicos

Tabla 14.

Análisis físico químico del tratamiento $a_1b_0c_1$

TRATAMIENTO	Parámetro	Réplicas			
		R1*	R2*	R3*	Promedio
$a_1b_0c_1$	Acidez total (g/100cm ³)	0,08	0,06	0,08	0,07 ± 0,011
	Acidez fija (g/100cm ³)	0,04	0,03	0,04	0,04 ± 0,004
	Acidez volátil (g/100cm ³)	0,03	0,03	0,03	0,03 ± 0,009
	pH	5,40	5,50	5,42	5,43 ± 0,05
	Grado alcohólico °GL	37	37	37	37

R*-Replicas del tratamiento $a_1b_0c_1$.

ELABORADO: AUTOR

En la tabla 14 se reportan los resultados de los análisis físico-químico realizados al tratamiento $a_1b_0c_1$ con cantidades de concentraciones (20% de almendras de cacao, 55 °C de temperatura aplicada, diluido a 37 °C) en el cual la acidez total correspondiente al ácido cítrico con un valor medio de $0,07 \pm 0,011$ (g/100cm³), la acidez fija se obtuvo un promedio de $0,04 \pm 0,004$ (g/100cm³), la acidez volátil en las repeticiones se tuvo una media de $0,03 \pm$

0,009 (g/100cm³), quedando establecido dentro del rango permitido por la norma NTE INEN 375:2016 (Servicio Ecuatoriano de Normalizacion, 2016a).

Según Zeta David (2018) los rangos de acidez de este tipo de bebidas alcohólicas con presencia de ácido cítrico oscilan entre 0,065 y 0,5 en las muestras de pH obtuvieron de resultados de pH 5 dependiendo del tipo de tratamiento que se esté usando la variación puede ser mínima (Zeta, 2018). Los resultados obtenidos en este estudio del tratamiento más apreciado fueron los siguientes, acidez 0,07, pH 5,43 estando en los rangos descritos por el autor antes mencionado.

Tabla 15.

Resultados del análisis de contenido de metanol de la primera, segunda y tercera destilación.

Destilaciones	Resultados mg/100ml	Método de análisis
Primera destilación	<1	INEN 2014, AOAC968.9
Segunda destilación	<1	INEN 2014, AOAC968.9
Tercera destilación	<1	INEN 2014, AOAC968.9

ELABORADO: AUTOR

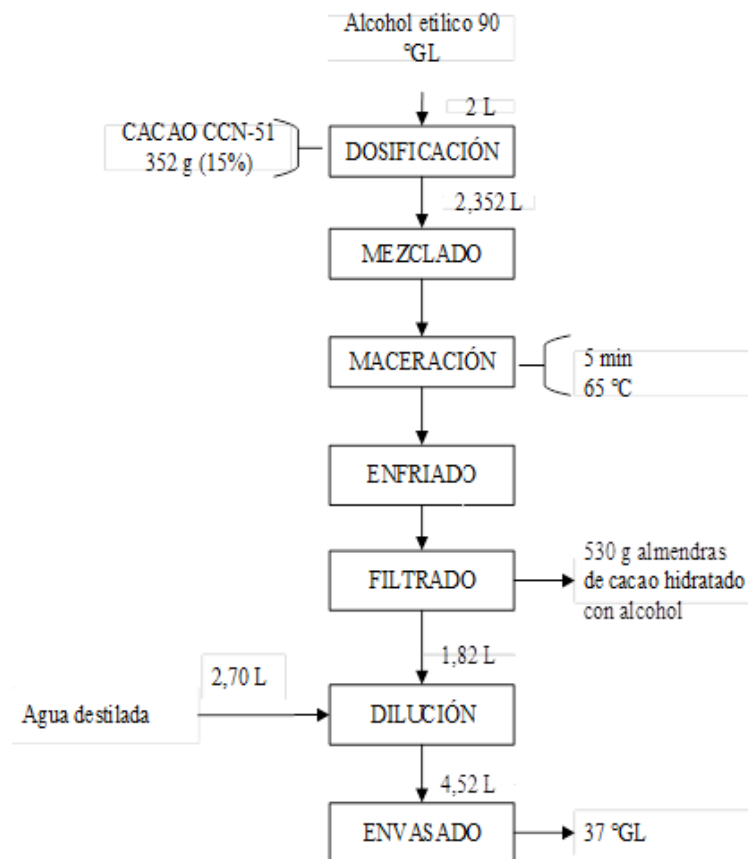
En la tabla 15, se detallan los resultados de los análisis de metanol realizados en la etapa de primera, segunda y tercera destilación son <1 mg/100 mL estando en el rango permitido por la norma INEN 340 que menciona que el máximo de metanol en los productos cuyo origen es proveniente de la destilación para consumo humano es de <8 mg/100 mL (anexo 12) (Servicio Ecuatoriano de Normalizacion, 2016b). Lo cual nos garantiza que el consumo de este tipo de bebidas alcohólicas no causara efectos secundarios en la salud.

4.3.1. Rendimiento (balance de materia)

4.3.1.1. Balance de materia prima para obtención de licor tratamiento *a1b0c1*

Figura 6.

Balance para la obtención del licor en base a la unidad experimental



Nota. Elaborado por el autor.

$$\text{Rendimiento} = \frac{V_f}{V_i} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{4.520 L}{2.352 L} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 192,17\%$$

V_i = Volumen inicial después del mezclado

V_f = Volumen final antes del envasado

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El proceso de maceración térmica ayuda a obtener mejores características sensoriales, a diferencia de una marcación en frío, teniendo buenas características sensoriales con una dosis de cacao CCN-51 de 20% y temperatura de 55 °C, para evitar la extracción sabores astringentes.
- Al realizar las diluciones se pudo notar que hay un mayor rendimiento en los tratamientos que fueron a 27 °GL a diferencia de los tratamientos que fueron a 37 °GL, esto es debido que al reducir la cantidad de alcohol presente se necesita mayor cantidad de agua destilada cuando el nivel de grado alcohólico deseado es bajo. Aunque las mejores características sensoriales y cromáticas se obtienen a 37 °GL.
- Los indicadores sensométricos fueron color (tonalidad) de 3,31, color (limpidez) 2,86, aroma 3,42, sabor 3,81, impresión del licor 3,81, y en aceptabilidad 3,97 valores provenientes de una escala de máximo 5. Los indicadores de colorimetría a través del espacio CIELa*b* del mejor tratamiento a₁b₀c₁ determinado en la evaluación sensorial fueron las siguientes: L* 76,35; a* 5,39; b* 19,16; C* 20,05; H* 72,06
- Se pudo evidenciar que el mayor grado de aceptabilidad lo tiene el tratamiento a₁b₀c₁, para el cual se trabajó con (20% de gramos de almendra de cacao, 55 °C y diluida a 37 °GL), determinando que las personas tienen más preferencia por las bebidas con mayor cantidad de alcohol.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar agua destilada para diluir nuestra bebida al grado indicado, es decir agua que no tenga presencia de metales pesados, para evitar enturbiamiento en la bebida.
- Es importante aplicar el filtrado de forma correcta para evitar la presencia de sólidos en la bebida, ya que en el proceso de maceración se incorpora la grasa presente en las almendras de cacao CCN-51 haciendo opaco el producto final.
- Realizar la maceración en baño maría o recipientes cerrados para evitar el contacto de la llama con el alcohol, lo que puede generar inflamaciones en el área.
- El almacenamiento de la bebida alcohólica de cacao es importante envasar en botellas de vidrio oscuras para evitar la degradación del color.
- Realizar estudios de envasado del licor y la estabilidad del color.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Alcivar, J. (2021). Evaluación del color de la A B y sensometría de una bebida alcohólica macerada con *Theobroma cacao* L. y miel de abeja. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Allueva, A., Gonzales, J., & Martínez, P. (2005). El concepto de calidad y los útiles estadísticos básicos para el concepto de una Industria Agroalimentaria. Centro de Documentación de Desarrollo Rural - Zaragoza - España. <https://biblioteca.org.ar/libros/2403.htm>
- Arciniega-Alvarado, G. A., & Espinoza-León, R. A. (2020). Optimización de una bebida a base del Mucílago del Cacao (*Theobroma cacao*), como aprovechamiento de uno de sus subproductos. *Dominio de Las Ciencias*, 6(3), 310–326.
- Cadby, J. (2019). Variedad CCN – 51: ¿Una Amenaza Para la Industria Del Cacao? Perfect Daily Grind. <https://perfectdailygrind.com/es/2019/07/19/variedad-ccn-51-una-amenaza-para-la-industria-del-cacao/#:~:text=CCN – 51 es una variedad,la estabilidad de sus negocios.>
- Castillo, V. (2020). Más propiedades del color: tono, brillo y saturación. 06 de Abril. <https://www.enverodeco.es/blog/propiedades-del-color-tono-brillo-y-saturacion>
- Chalco, F., Pinto, A., & Trujillo, Z. (2018). Infraestructura física para la obtención de aguardiente de caña de azúcar en el centro de investigación Santo Tomás de Abancay [Universidad Tecnológica de los Andes]. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465549683002>
- Chancay Gonzalez, R. A. (2020). “Estandarización del proceso de obtención en licor espírıtoso de mandarina (*Citrus reticulata*) Y Hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*)” (Issue 593). Universidad Técnica Estatal De Quevedo.
- Chica Martínez, L. M. (2019). *Producción y comercialización de licores artesanales - Taberna Flavors*. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Corzo, A. (2019). Técnicas de análisis en química orgánica: cromatografía. [Universidad Nacional de Santiago del Estero]. In Universidad Nacional de Santiago del Estero -

UNSE. [Cátedra de Química orgánica y biológica]. <https://bit.ly/3tL4dMM>

- Federal, U., Catarina, D. S., & Brasil, F. S. C. (2019). Analisis de calidad de almendras de cacao (X. C. B. de Sementes (ed.); Issue February). Florianópolis – SC/Brasil, https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Vera-Chang/publication/331212566_conclusion_material_y_metodos_introduccion_resultados_analisis_de_la_calidad_fisica_de_almendras_de_cacao/links/5c6c844792851c1c9dee939f/conclusion-material-y-metodos-introduccion
- Fernández, Á., Hidalgo, G., Vélez, R., & Villegas, N. (2021, March). Elaboración de Licor Añejo con Almendras de Cacao Nacional (*Theobroma cacao L.*) residual de la clasificación para exportación. Revista Científica y Tecnológica InGenio Revista de La Facultad de Ciencias de La Ingeniería. <https://doi.org/https://doi.org/10.18779/ingenio.v4i2.414>
- Fernández Escobar, Á. O., Hidalgo Trejo, G. C., Vélez Reyna, V. R., Villegas Soto, N. R., & Marcía Fuentes, J. A. (2021). Elaboración de Licor Añejo con Almendras de Cacao Nacional (*Theobroma cacao L.*) residual de la clasificación para exportación. *Revista InGenio*, 4(2), 37–48. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v4i2.414>
- Garcia, A., Pico, B., & Jaimez, R. (2021, November). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Universidad Nacional de Chimborazo Scielo Revista Digital Novasinerгия*, 4. <https://doi.org/https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10>
- Goya Baquerizo, M. J. (2013). Obtención de una bebida alcohólica a partir de mucílago de cacao, mediante fermentación anaerobia en diferentes tiempos de inoculación. [Univeridad Tecnica Estatal de Quevedo]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/336/1/T-UTEQ-0011.pdf>
- Hidalgo, G. (2017). Elaboracion de licor añejo con residuos de cascarilla de almendra de cacao nacional (*Teobroma cacao L.*) [Facultad Universidad Tecnica Estatal de Quevedo]. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>

- INCAP. (2020). Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos. Intituto de Nutricion de Centro Amnerica y Panama. <http://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>
- Jiménez, J. C., López, D. A., Rodríguez, G. A., Rosero, A. E., & Saltos, M. R. (2018). Composición química nutricional de las semillas y almendras de cacao. En H.A. Agrociencias, Investigación Y Sostenibilidad. I Convención Científica Internacional de La Universidad Técnica de Manabí, 117–128. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5337>
- Martinez, J. S. A. (2020). Evaluación Sensorial de una Bebida alcohólica a base de Maíz morado del tipo (*Zea Mays L.*) con adición de Aguardiente rectificado. [Universidad Tecnica Estatal de Quevedo]. In Universidad Estatal de Quevedo: *Vol. I*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5230/1/T-UTEQ -088.pdf>
- MERRIAM-WEBSTER. (2022). *Definición de redestilar*. “Redestilar.” Significado88.Com Diccionario, Significado 88. <http://www.meaning88.com/dictionary/redistill>. Consultado el 2 de abril de 2022.
- Normativa tecnica Ecuatoriana. (2006). *Alcohol Etilico Rectificcado, Requisitos*.
- OIV. (2006). Determinación de las características cromáticas según CIELab. 1–16.
- organizacion Mundial de la salud. (2013). *Ecuadorencifras*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Revistas/Postdata/postdata01/files/assets/downloads/page0006.pdf>
- Ormaza, A. (2019). Efecto de la hoja de mandarina (*Citrus reticulada L.*) proveniente de tres pisos altitudinales en el redestilado del aguardiente de caña de azúcar [Universidad Tecnica Estatal de Quevedo]. In *Quevedo-UTEQ*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3811/1/T-UTEQ-0070.pdf>
- Palma, G. (2018). *Antioxidantes, ¿qué son y para qué sirven?* Salud y Corazon. <https://fundaciondelcorazon.com/blog-impulso-vital/3250-antioxidantes-ique-son-y-para-que-sirven.html>
- Pineda, I. (2019). Desarrollo y optimización de aperitivos de cáscaras de mandarina y hojas

- de higo [Universidad de Azuay]. In *Google academico*.
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6858>
- Real Academia Española. (2021a). *Destilación*. Asociación de Academias de La Lengua Española. <https://dle.rae.es/destilación?m=form>
- Real Academia Española. (2021b). *Rectificación*. Asociación de Academias de La Lengua Española. <https://dle.rae.es/rectificación?m=form>
- Sanchez, D. (2020). *Bebida Alcohólica Tipo Vodka Obtenida Del Camote*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Sanchez, E. (2018). Doble Destilado y Triple Destilado en los procesos del Tequila. Casasa. <https://www.casasauza.com/procesos-tequila-sauza/doble-triple-destilado-procesos-tequila>
- Sanchez, E. (2020). Efecto de la adición de flor de jamaica (*hibiscus sabdariffa l.*) Fresca y deshidratada sobre el color $L^*a^*b^*$ y las propiedades sensoriales de una bebida alcohólica. In Protocolo de prevención y organización del regreso a la actividad lectiva en los centros educativos de Castilla y León para el curso escolar 2020/2021. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Sanjuan, J., Molina, T., Faus, F., & Valero, E. (2018, November). LEDs y Características Cromáticas. *Report*, 1–28. <https://magazine.smart-lighting.es/wp-content/uploads/2018/11/report-01-leds-cromaticas-candeltec-def.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016a). *Bebidas. Alcoholicas. Licores. Requisitos*.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016b). *Bebidas Alcohólicas. Determinación Del Contenido De Alcohol Etilico. Método del alcoholímetro de vidrio*. In *INEN*. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_340-2.pdf
- Talens, P. (2017). Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB. *Tecnología de Alimentos*, 1–7. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83392/Talens - Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB.pdf?sequence=1>

Trucco, F. (2022). Ya son al menos 31 muertos por consumo de alcohol adulterado en dos provincias de Ecuador. 8 de Noviembre. <https://cnnespanol.cnn.com/2022/11/08/al-menos-31-muertos-consumo-alcohol-adulterado-dos-provincias-ecuador-orix/>

Zapata Benabithe, Z., Vanegas, D., Rendon Montoya, J. C., & Velásquez, J. A. (2020). Caso de estudio de la destilación etanol-agua en operación continua y discontinua y su simulación con ecuaciones cúbicas de estado y modelos de actividad. *TecnoLógicas*, 23(49), 223–249. <https://doi.org/10.22430/22565337.1638>

ZETA, D. (2018). “Obtencion y caracterizacion de un licor a partir de a papaya (*Carica papaya L.*) Y maracuyá (*Passiflora edulis form. Flavicarpa*)” [Universidad Nacional de Pirura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1391/IND-ZET-TIN-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAPÍTULO VII

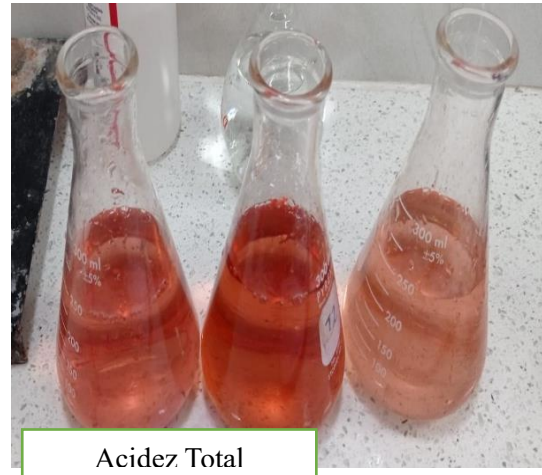
ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de una bebida alcohólica.





Anexo 2. Análisis de acidez



Anexo 3. Análisis de color



Anexo 4. Cuadro de resultados general de la evaluación sensorial

Atributo sensorial	Replicas	Combinación de tratamientos							
		$a_0b_0c_0$	$a_1b_0c_0$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_1$
C. Tonalidad	1	2,33	2,75	3,58	3,67	2,00	2,83	3,17	3,33
	2	2,00	2,67	3,08	2,92	2,08	2,92	3,50	3,33
	3	2,33	2,67	3,25	3,58	2,17	3,00	3,25	3,50
C. Limpidez	1	3,08	2,92	2,67	2,75	2,42	2,33	2,83	2,50
	2	3,50	3,08	2,67	2,75	2,42	2,33	3,00	2,33
	3	3,00	3,00	2,83	3,00	2,58	2,50	2,75	2,42
Aroma	1	3,00	2,58	2,75	3,83	2,17	3,25	3,17	3,67
	2	3,08	2,75	2,67	3,50	2,58	3,17	3,42	3,58
	3	2,75	2,58	2,75	3,75	3,00	3,33	3,67	3,67
Sabor	1	3,58	3,58	3,50	3,42	3,42	3,58	3,92	3,33
	2	3,50	3,00	2,83	3,08	3,08	3,58	3,58	3,25
	3	3,50	3,17	3,50	3,50	3,50	3,58	3,92	2,92
Impresión del licor	1	3,08	3,33	3,25	3,00	3,33	2,92	3,25	2,75
	2	3,08	3,25	3,08	3,00	3,25	2,83	3,33	3,25
	3	3,33	3,17	3,42	3,25	3,50	3,00	3,50	2,92
Aceptabilidad	1	2,92	2,83	3,00	2,75	2,83	3,50	4,08	2,92
	2	3,33	2,83	2,75	2,83	2,92	3,25	3,75	2,75
	3	3,00	3,00	3,08	2,83	3,00	3,42	4,08	3,33

ELABORADO: AUTOR

Anexo 5. Cuadro general resultados del análisis de colorimetría de un licor macerado

Parámetro de color	replicas	Combinación de tratamientos							
		$a_0b_0c_0$	$a_1b_0c_0$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_1$
L*	R1	86,049	84,887	75,928	89,902	96,235	52,401	73,356	64,163
	R2	85,824	81,467	84,720	84,518	94,067	43,069	79,284	48,437
	R3	85,937	83,206	80,524	87,280	95,162	48,075	76,415	57,145
A*	R1	8,723	7,927	5,960	7,106	8,760	4,945	4,710	8,224
	R2	8,121	7,825	8,750	7,799	9,917	4,456	6,074	6,917
	R3	8,422	7,876	7,355	7,452	9,339	4,701	5,392	7,571
B*	R1	10,394	7,885	21,512	8,349	5,156	28,709	27,496	36,039
	R2	11,298	8,749	8,425	9,614	4,868	23,867	11,520	30,761
	R3	10,844	8,298	14,005	8,938	5,014	26,497	18,454	33,569

ELABORADO: AUTOR

Parámetro de color	replicas	Combinación de tratamientos							
		$a_0b_0c_0$	$a_1b_0c_0$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_1$
L*	R1	86,049	84,887	75,928	89,902	96,235	52,401	73,356	64,163
	R2	85,824	81,467	84,720	84,518	94,067	43,069	79,284	48,437
	R3	85,937	83,206	80,524	87,280	95,162	48,075	76,415	57,145
C*	R1	13,569	11,181	22,323	10,963	10,165	29,132	27,897	36,965
	R2	13,914	11,738	12,147	12,379	11,048	24,279	13,023	31,529
	R3	13,730	11,440	15,819	11,637	10,600	26,911	19,225	34,412
H*	R1	49,997	44,850	74,513	49,597	30,483	80,226	80,280	77,145
	R2	54,294	48,192	43,919	50,953	26,144	79,423	62,198	77,326
	R3	52,166	46,495	62,294	50,179	28,234	79,940	73,712	77,291

ELABORADO: AUTOR

Anexo 6. Test de normalidad en el análisis de colorimetría en el espacio CIEL*A*B*

— Prueba de normalidad L*

Nueva tabla : 17/2/2023 - 10:18:42 - [Versión : 30/4/2020]

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
a0b0c0	L*	3	85,94	0,11	1,00	>0,9999
a0b0c1	L*	3	87,23	2,69	1,00	0,9708
a0blc0	L*	3	80,39	4,40	1,00	0,9470
a0blc1	L*	3	95,15	1,08	1,00	0,9880
alb0c0	L*	3	83,19	1,71	1,00	0,9793
alb0c1	L*	3	76,35	2,96	1,00	0,9632
alblc0	L*	3	47,85	4,67	1,00	0,9201
alblc1	L*	3	56,58	7,88	1,00	0,8821

— Prueba de normalidad A*

Nueva tabla : 17/2/2023 - 10:23:28 - [Versión : 30/4/2020]

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
a0b0c0	a*	3	8,42	0,30	1,00	>0,9999
a0b0c1	a*	3	7,45	0,35	1,00	>0,9999
a0blc0	a*	3	7,35	1,39	1,00	>0,9999
a0blc1	a*	3	9,34	0,58	1,00	>0,9999
alb0c0	a*	3	7,88	0,05	1,00	>0,9999
alb0c1	a*	3	5,39	0,68	1,00	>0,9999
alblc0	a*	3	4,70	0,24	1,00	>0,9999
alblc1	a*	3	7,57	0,65	1,00	>0,9999

— Prueba de normalidad B*

Nueva tabla : 17/2/2023 - 10:27:57 - [Versión : 30/4/2020]

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
a0b0c0	b*	3	10,85	0,45	1,00	0,9932
a0b0c1	b*	3	8,97	0,63	1,00	0,9239
a0blc0	b*	3	14,65	6,57	0,99	0,8430
a0blc1	b*	3	5,01	0,14	1,00	0,9806
alb0c0	b*	3	8,31	0,43	1,00	0,9477
alb0c1	b*	3	19,16	8,01	0,99	0,8561
alblc0	b*	3	26,36	2,42	1,00	0,9054
alblc1	b*	3	33,46	2,64	1,00	0,9288

Anexo 7. ANOVA y prueba de Tukey de colorimetría.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Luminosidad	Between Groups	5489,137	7	784,162	50,850	,000
	Within Groups	246,736	16	15,421		
	Total	5735,873	23			
C*	Between Groups	1512,512	7	216,073	17,918	,000
	Within Groups	192,947	16	12,059		
	Total	1705,459	23			
H*	Between Groups	6479,580	7	925,654	22,192	,000
	Within Groups	667,393	16	41,712		
	Total	7146,973	23			

— Grupos homogéneos de L*

Luminosidad

Tukey HSD^a

Tratamientos	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
6	3	47,8483		
8	3	56,5819		
7	3		76,3519	
3	3		80,3903	
2	3		83,1867	
1	3		85,9366	85,9366
4	3		87,2332	87,2332
5	3			95,1548
Sig.		,185	,057	,144

— Grupos homogéneos de C*

C*

Tukey HSD^a

Tratamientos	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
5	3	10,6040		
2	3	11,4530		
4	3	11,6601		
1	3	13,7376		
3	3	16,7628		
7	3	20,0484	20,0484	
6	3		26,7740	26,7740
8	3			34,3021
Sig.		,064	,317	,206

— Grupos homogéneos de H*

H*

Tukey HSD^a

Tratamientos	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
5	3	28,2870			
2	3	46,5122	46,5122		
4	3		50,2431		
1	3		52,1523		
3	3		60,2421	60,2421	
7	3			72,0632	72,0632
8	3			77,2541	77,2541
6	3				79,8633
Sig.		,051	,224	,077	,807

Anexo 8. Test de normalidad en análisis sensorial

— Color tonalidad

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
a0b0c0	C.tonalidad	3	2,22	0,19	0,75	<0,0001
a0b0c1	C.tonalidad	3	3,39	0,41	0,84	0,2109
a0blc0	C.tonalidad	3	3,30	0,25	0,97	0,6498
a0blc1	C.tonalidad	3	2,08	0,09	1,00	0,9318
alb0c0	C.tonalidad	3	2,70	0,05	0,75	<0,0001
alb0c1	C.tonalidad	3	3,31	0,17	0,92	0,4472
alblc0	C.tonalidad	3	2,92	0,09	1,00	0,9318
alblc1	C.tonalidad	3	3,39	0,10	0,75	<0,0001

— Color limpidez

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
a0b0c0	c.limpidez	3	3,19	0,27	0,87	0,2826
a0b0c1	c.limpidez	3	2,83	0,14	0,75	<0,0001
a0blc0	c.limpidez	3	2,72	0,09	0,75	<0,0001
a0blc1	c.limpidez	3	2,47	0,09	0,75	<0,0001
alb0c0	c.limpidez	3	3,00	0,08	1,00	>0,9999
alb0c1	c.limpidez	3	2,86	0,13	0,96	0,6060
alblc0	c.limpidez	3	2,39	0,10	0,75	<0,0001
alblc1	c.limpidez	3	2,42	0,09	1,00	0,9318

— Aroma

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
a0b0c0	Aroma	3	2,94	0,17	0,92	0,4472
a0b0c1	Aroma	3	3,69	0,17	0,92	0,4472
a0blc0	Aroma	3	2,72	0,05	0,75	<0,0001
a0blc1	Aroma	3	2,58	0,42	1,00	0,9853
alb0c0	Aroma	3	2,64	0,10	0,75	<0,0001
alb0c1	Aroma	3	3,42	0,25	1,00	>0,9999
alblc0	Aroma	3	3,25	0,08	1,00	>0,9999
alblc1	Aroma	3	3,64	0,05	0,75	<0,0001

— Sabor

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
a0b0c0	Sabor	3	3,53	0,05	0,75	<0,0001
a0b0c1	Sabor	3	3,33	0,22	0,89	0,3410
a0blc0	Sabor	3	3,30	0,41	0,83	0,1863
a0blc1	Sabor	3	3,58	0,00	sd	>0,9999
alb0c0	Sabor	3	3,25	0,30	0,95	0,5518
alb0c1	Sabor	3	3,81	0,20	0,75	<0,0001
alblc0	Sabor	3	3,70	0,05	0,75	<0,0001
alblc1	Sabor	3	3,19	0,39	0,91	0,4161

— Impresión del licor

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
a0b0c0	Imresion del licor	3	3,16	0,14	0,75	<0,0001
a0b0c1	Imresion del licor	3	3,08	0,14	0,75	<0,0001
a0blc0	Imresion del licor	3	3,25	0,17	1,00	>0,9999
a0blc1	Imresion del licor	3	3,36	0,13	0,96	0,6060
alb0c0	Imresion del licor	3	3,25	0,08	1,00	>0,9999
alb0c1	Imresion del licor	3	3,36	0,13	0,96	0,6060
alblc0	Imresion del licor	3	2,92	0,09	1,00	0,9318
alblc1	Imresion del licor	3	2,97	0,25	0,97	0,6498

— Aceptabilidad

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
a0b0c0	Aceptabilidad	3	3,08	0,22	0,89	0,3504
a0b0c1	Aceptabilidad	3	2,80	0,05	0,75	<0,0001
a0blc0	Aceptabilidad	3	2,94	0,17	0,92	0,4472
a0blc1	Aceptabilidad	3	2,92	0,09	1,00	0,9318
alb0c0	Aceptabilidad	3	2,89	0,10	0,75	<0,0001
alb0c1	Aceptabilidad	3	3,97	0,19	0,75	<0,0001
alblc0	Aceptabilidad	3	3,39	0,13	0,96	0,6060
alblc1	Aceptabilidad	3	3,00	0,30	0,95	0,5518

February 17, 2023

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

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
a0b0c0	4.666666666666667
a1b0c0	5.249999999999998
a0b1c0	4.749999999999999
a0b0c1	4.361111111111112
a0b1c1	5.249999999999999
a1b1c0	4.555555555555555
a1b0c1	2.305555555555555
a1b1c1	4.861111111111111

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 7 degrees of freedom: 18.55092592592581. P-value computed by Friedman Test: 0.009716802420394077.

Iman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 7 and 119 degrees of freedom: 2.9350252057391315. P-value computed by Iman and Daveport Test: 0.007178261245117558.

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

t	algorithm	$z = (R_0 - R_t)/SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
7	a0b1c1	3.6061932324307895	3.1072179443230935E-4	0.0071428571428571435
6	a1b0c0	3.6061932324307886	3.107217944323104E-4	0.008333333333333333
5	a1b1c1	3.12990356022295	0.0017486370049757348	0.01
4	a0b1c0	2.9938207967349952	0.0027550771035609696	0.0125
3	a0b0c0	2.891758724119031	0.0038309202248671902	0.01666666666666666
2	a1b1c0	2.755675960631076	0.005857099085284124	0.025
1	a0b0c1	2.5175311245271565	0.011818052741966416	0.05

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value $\leq 0.0071428571428571435$.

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 $\leq 0.014285714285714287$.

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

February 17, 2023

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

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
a0b0c0	3.8888888888888884
a1b0c0	5.888888888888889
a0b1c0	4.666666666666667
a0b0c1	4.777777777777778
a0b1c1	5.666666666666666
a1b1c0	3.777777777777778
a1b0c1	3.8888888888888893
a1b1c1	3.444444444444445

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 7 degrees of freedom: 8.666666666666667. P-value computed by Friedman Test: 0.2774819660676556.

Anexo 11. Ficha de cata



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

FICHA DE CATA

Nombre: Edad: Fecha:

INDICACIONES GENERALES: Sírvase realizar la cata de cuatro muestras de una bebida alcohólica macerada con cacao CCN-51. 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: TONALIDAD**

CALIF	CARACTERISTICAS	TR110	TR321	TR231	TR141
5	Ambar				
4	Ambar claro				
3	Ambar extra blanco				
2	Ambar blanco				
1	Blanco agua				

• **COLOR: LIMPIDEZ**

CALIF	CARACTERISTICAS	TR110	TR321	TR231	TR141
5	Cristalino				
4	Brillante				
3	Transparente				
2	Opaco				
1	Turbio				

• **CALIDAD DEL AROMA: OLOR**

CALIF	CARACTERISTICAS	TR110	TR321	TR231	TR141
5	Característico a cacao				
4	Frutal a cacao				
3	Original a cacao				
2	Débil cacao				
1	Alcohol				

• **SABOR**

CALIF	CARACTERISTICAS	TR110	TR321	TR231	TR141
5	Dulce suave				
4	Ardiente característico				
3	Astringente				
2	Persistente				
1	Amargo				

• **IMPRESIÓN DEL LICOR**

CALIF	CARACTERISTICAS	TR110	TR321	TR231	TR141
5	Armónica				
4	Equilibrado				
3	Agradable				
2	Poco agradable				
1	Desagradable				

• **ACEPTABILIDAD**

CALIF	CARACTERISTICAS	TR110	TR321	TR231	TR141
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta				
3	Ni agrada ni desagrada				
2	Agrada moderadamente				
1	No me gusta				

OBSERVACIONES

ELABORADO: AUTOR

Anexo 12. Análisis de metanol



LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR.270360

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	MILENA SOLANGE CALERO GUZMAN		
Dirección:	QUINSALOMA AV.PROGRESO SECTOR 5 ESQUINAS		
Nombre Producto :	ALCOHOL TRIDESTILADO (M3)		
Fecha de Elaboración:	2023-01-15	Fecha de Caducidad:	ND
Lote:	ND	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	ENVASE PLASTICO CON TAPA	Forma de Conservación:	Ambiente
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	270360-1	Contenido Encontrado:	1 Litro
Fecha Recepción:	2023/02/01	Fecha Inicio Ensayo:	2023/02/01
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	22 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		A2LA	SAE		
METANOL	SEIN-ALC (INEN 2014, AOAC 968.09)	✓	*	mg/100ml	<1

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación"

Datos tomados de AL-RG-17 pág. 32

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

"SEIDLaboratory Cía Ltda no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente.

23/02/09

FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por: MARIA BELEN CONSTANTE PILA Fecha y hora: 2023-02-09 15:15:56

Muestra 270360-1 de 270360-1

Pg 1 / 1

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directorcalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec

Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633

