



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
Ingeniera en Alimentos.

Proyecto de Investigación:

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y
COLORIMÉTRICAS DE UN LICOR, AÑADIENDO BANANO (*Musa paradisiaca*)
EN LA TRIDESTILACIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO”**

Autora:

Milena Solange Calero Guzmán

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Ángel Oliverio Fernández Escobar M.Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Milena Solange Calero Guzmán

C.C.: 1207859933



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Ángel Oliverio Fernández Escobar, M.Sc. Docente de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que, la estudiante Milena Solange Calero Guzmán, desarrolló el Proyecto de Investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y COLORIMÉTRICAS DE UN LICOR, AÑADIENDO BANANO (*Musa paradisiaca*) EN LA TRIDESTILACIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO”, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Ángel Oliverio Fernández Escobar, M.Sc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

El suscrito, Ing. Ángel Oliverio Fernández Escobar, M.Sc. Director del proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y COLORIMÉTRICAS DE UN LICOR, AÑADIENDO BANANO (*Musa paradisiaca*) EN LA TRIDESTILACIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO”, presentado por la estudiante Milena Solange Calero Guzmán, egresada de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, certifica que el mismo fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad, con un porcentaje de coincidencia no mayor al 10 %. Valido este documento con un porcentaje de similitud del 2 %, adjuntando la captura del informe correspondiente de la plataforma.



Document Information

Analyzed document	TESIS FINAL MILENA - última revisión.pdf (D168052191)
Submitted	2023-05-23 16:31:00
Submitted by	
Submitter email	milena.calero2017@uteq.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	afernandez.uteq@analysis.urkund.com

Ing. Ángel Oliverio 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:

“Evaluación de las características sensoriales y colorimétricas de un licor, añadiendo
banano (*musa paradisiaca*) en la tridestilación de alcohol etílico”

Presentado al Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción
como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Christian Vallejo Torres, M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Geovanny Díaz Campozano, M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Wilma Llerena Silva, M.Sc.

Quevedo - Los Ríos- Ecuador

2023

AGRADECIMIENTO

Debo agradecer con mayor énfasis a Dios por su infinita bondad en mi vida, por otorgarme las facultades físicas, emocionales e intelectuales para culminar esta etapa profesional. Asimismo, agradezco a toda mi familia en especial a mi madre Nancy Gabriela Guzmán Moreno por su contribución la cual me permitió alcanzar esta meta.

De manera especial a mi tutor de tesis Ing. Ángel Fernández Escobar MSc. quien con sus conocimientos y paciencia ha podido guiarme en el desarrollo de esta investigación, además a aquellas personas que de diferentes maneras han aportado a concluir este trabajo.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, docentes que en toda mi formación académica me han brindado sus conocimientos e inculcado en mí valores y la firme convicción de ser mejor cada día.

Milena Solange Calero Guzmán.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, así como todo este proceso de formación académica se lo dedico a mi familia y amistades, especialmente a mi madre Nancy Gabriela Guzmán Moreno por su incansable apoyo, por ser el pilar fundamental en momentos difíciles, por ser ese ejemplo de sabiduría, responsabilidad y constancia, valores inculcados que me han impulsado seguir adelante. Esto fue posible con la ayuda de Dios, otorgándome la sabiduría y salud para poder culminar esta meta.

Milena Solange Calero Guzmán.

RESUMEN

El presente proyecto dejó precedente científico sobre la elaboración de un licor con sabor a banano, bebida espirituosa ancestral conocida y producida por los cañicultores del cantón Pangua, provincia de Cotopaxi – Ecuador. El objetivo fue evaluar las características sensoriales y cromáticas de un licor espirituoso, añadiendo banano (*Musa paradisiaca*) en la tridestilación del alcohol etílico. Se aplicaron combinaciones arbitrarias, siguiendo el esquema de un Diseño Completamente al Azar, considerando un arreglo factorial A*B, con 3 niveles en el factor A, siendo la combinación de 3 variedades de banano: seda (*Musa cavendishii*), orito (*Musa acuminata* AA) y maqueño morado (*Musa acuminata* AAA), y el factor B la dosis de bananos añadidos al alcohol etílico a ser tridestilado. La materia prima que fue el alcohol etílico de primera destilación con un valor medido de 62 °GL y las distintas variedades de banano, se obtuvieron en el mismo sector previamente mencionado donde se desarrolló la fase experimental. Aplicando las pruebas no paramétricas de Friedman y Holm, se determinó que la combinación T₅ (a₂b₀) fue el mejor tratamiento, correspondiente a una tridestilación de alcohol etílico de primera redestilación a 85,33 °GL, con un volumen de 6,5 L, combinado con 9,22 L de agua, 197 g de pulpa de banano seda, 197 g de pulpa de banano orito y 365 g de pulpa de banano maqueño morado. El grado alcohólico final para el envasado y posterior análisis sensorial fue de 35 °GL. Las características cromáticas, dentro del espacio de color CIELab se obtuvo L* = 97,6872, a* = 14,7197, b* = -3,0376, valores que representan un color amarillo opaco. El contenido de metanol se mantuvo por debajo de los límites permisibles, con un valor menor a 1 mg / 100 mL.

Palabras clave: Tridestilación, maceración, banana, ancestral, cromático, licor.

ABSTRACT

This project set a scientific precedent on the elaboration of a banana-flavored liqueur, an ancestral spirit known and produced by sugarcane growers in the Pangua canton, province of Cotopaxi, Ecuador. The objective was to evaluate the sensory and chromatic characteristics of a spirituous liqueur by adding banana (*Musa paradisiaca*) in the tridistillation of ethyl alcohol. Arbitrary combinations were applied, following the scheme of a Completely Randomized Design, considering an A*B factorial arrangement, with 3 levels in factor A, being the combination of 3 banana varieties: silk (*Musa cavendishii*), orito (*Musa acuminata* AA) and maqueño morado (*Musa acuminata* AAA), and factor B the dose of bananas added to the ethyl alcohol to be tridistilled. The raw material, which was the ethyl alcohol of first distillation with a measured value of 62 °GL and the different varieties of banana, were obtained in the same sector previously mentioned where the experimental phase was developed. Applying Friedman and Holm's non-parametric tests, it was determined that the combination T₅ (a₂b₀) was the best treatment, corresponding to a tridistillation of ethyl alcohol of first redistillation at 85.33 °GL, with a volume of 6.5 L, combined with 9.22 L of water, 197 g of silk banana pulp, 197 g of orito banana pulp, and 365 g of purple maqueño banana pulp. The final alcohol content for bottling and subsequent sensory analysis was 35 °GL. The chromatic characteristics, within the CIELab color space, L* = 97.6872, a* = 14.7197, b* = -3.0376, values that represent an opaque yellow color. The methanol content remained below the permissible limits, with a value of less than 1 mg / 100 mL.

Keywords: Triple-Distillation, maceration, banana, ancestral, chromatic, liqueur.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico.....	5
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general	6
1.2.2. Objetivos específicos	6
Hipótesis	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco conceptual.....	9
Bebida alcohólica espirituosa	9
Destilación	9
Espacio de color CIELab	9
Colorimetría.....	9
2.2. Marco teórico	10
2.2.1. Banano	10
2.2.1.1. Variedades de banano empleados.....	10
2.2.2. Composición del banano.....	10
2.2.3. Beneficios del banano	11
2.2.4. Madurez del banano	12
2.2.5. Ácido málico.....	12
2.2.6. Rectificación de bebidas alcohólicas	13
2.2.7. Tridestilación de bebidas alcohólicas.....	13
2.2.8. Fundamentos de los análisis de alimentos	14
2.2.1.2. Análisis Sensorial.	14

2.2.1.3.	Análisis de características cromáticas.	14
2.3.	Marco referencial	15
2.4.	Marco legal.....	16
CAPÍTULO III		17
METODOLOGÍA		17
3.1.	Localización	18
3.2.	Tipo de investigación.....	18
3.3.	Métodos de investigación	18
3.4.	Fuentes de recopilación de la información.....	19
3.5.	Diseño de la investigación.....	19
3.5.1.	Factores y niveles en estudio	19
3.5.2.	Combinación de tratamientos	20
3.6.	Instrumentos de investigación.....	20
3.6.1.	Análisis físico-químicos.....	21
3.6.1.1.	Determinación de pH en el banano.....	21
3.6.1.2.	Determinación de acidez titulable (% ácido málico) en el banano.....	21
3.6.1.3.	Determinación de sólidos solubles (°Bx) del banano.	21
3.6.1.4.	Determinación del índice de madurez del banano.	22
3.6.1.5.	Determinación de rendimiento industrial del banano.....	22
3.6.2.	Análisis sensoriales del licor con sabor a banano	22
3.7.	Análisis de características cromáticas del licor con sabor a banano.....	23
3.8.	Recursos Humanos.....	23
3.9.	Recursos materiales	23
3.9.1.	Materia prima	23
3.9.2.	Insumos	24
3.9.3.	Equipos.....	24
3.9.4.	Reactivos.....	24
3.9.5.	Instrumentos de laboratorio	24
3.10.	Procedimiento experimental.....	25
3.10.1.	Formulación de tratamientos para la elaboración de un licor con sabor a banano	25
3.10.2.	Descripción del proceso de elaboración de un licor con sabor a banano..	25
Recepción del alcohol etílico.....		25
Primera Redestilación (1ªR)		25
Recolección del primer redestilado		26

Medición del volumen de primera redestilación (1ªR)	26
Segunda redestilación.....	26
Recolección del segundo redestilado	26
Medición del volumen de segunda redestilación	26
Dilución.....	26
Filtrado	27
Envasado.....	27
Análisis de las características cromáticas	27
Análisis sensorial.....	28
Análisis de metanol	28
3.10.3. Diagrama de bloques de la elaboración de un licor con sabor a banano ...	28
CAPÍTULO IV	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Caracterización de las frutas empleadas en la elaboración del licor con sabor a banano	31
4.1.1. Resultados de los análisis físico-químicos de los tipos de banano empleados	31
4.1.1.1. pH de los tipos de banano empleados.....	31
4.1.1.2. Acidez titulable de los tipos de banano empleados.	32
4.1.1.3. Grados Brix de los tipos de banano empleados.	32
4.1.1.4. Índice de madurez de los tipos de banano empleados.....	33
4.1.1.5. Rendimiento industrial de los tipos de banano empleados.	34
4.2. Resultados de los análisis sensoriales de los tratamientos establecidos	35
4.2.1. Test de normalidad de las características sensoriales	36
4.3. Resultados de los análisis de características cromáticas de los tratamientos establecidos.....	38
4.3.1. Test de normalidad de las características cromáticas.....	39
4.4. Pérdidas totales y rendimiento del equipo destilador en función del alcohol etílico obtenido.....	42
4.5. Análisis de metanol.....	43
4.6. Discusión de resultados del licor con sabor a banano	44
CAPÍTULO V	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1. Conclusiones	47
5.2. Recomendaciones.....	48
CAPÍTULO VI	49

BIBLIOGRAFÍA.....	49
6.1. Bibliografía citada.....	50
CAPITULO VII.....	56
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	11
Composición química del banano (como base por cada 100 g)	11
Tabla 2	19
Factores y niveles de estudio	19
Tabla 3	20
Esquema experimental del arreglo de los tratamientos.....	20
Tabla 4.	25
Formulación de los tratamientos.	25
Tabla 5.	32
Valores de pH de las muestras de cada tipo de banano empleado en la elaboración del licor con sabor a banano.	32
Tabla 6.	33
Grados brix de las muestras de cada tipo de banano empleado en la elaboración del licor con sabor a banano.	33
Tabla 7.	34
Peso promedio y desviación estándar de las frutas empleadas en la elaboración del licor con sabor a banano.	34
Tabla 8.	36
Test de normalidad de Shapiro-Wilk aplicado a las características sensoriales del licor con sabor a banano.	36
Tabla 9.	37
Test de Friedman aplicado a las características sensoriales del licor con sabor a banano.	37
Tabla 10.	38
Test de Holm aplicado a las características sensoriales del licor con sabor a banano.	38
Tabla 11.	39
Resultados de las características cromáticas del mejor tratamiento.....	39
Tabla 12.	39
Test de normalidad de Shapiro-Wilk aplicado a las características cromáticas del licor con sabor a banano.	39
Tabla 13.	40
ANOVA de las características cromáticas del licor con sabor a banano.	40
Tabla 14.	41

Valores de significancia del Test Tukey aplicado a las características cromáticas del licor con sabor a banano.	41
Tabla 15.	42
Significancia del Test Tukey aplicado a las características cromáticas del licor con sabor a banano, en concordancia con los subconjuntos homogéneos.	42
Tabla 16.	43
Rendimiento del destilador y pérdidas del alcohol etílico empleado para la elaboración del licor con sabor a banano.	43
Tabla 17.	45
Resultados de características cromáticas de distintos licores con sabor a banano.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	12
Indicador visual de madurez del banano.....	12
Figura 2	29
Diagrama de bloques mostrando corrientes de entrada y salida del proceso de elaboración del licor con sabor a banano	29
Figura 3	35
Relación de promedios con la constitución física de una muestra de banano seda empleado en el proceso de elaboración del licor con sabor a banano.....	35
Figura 4	45
Resultados de color de distintos licores con sabor a banano: a) Licor macerado [31], b) Licor macerado [30] y c) Licor tridestilado con sabor a banano.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

7.1.	Anexo 1	57
	Registro fotográfico del proceso de elaboración de un licor con sabor a banano.	57
7.2.	Anexo 2	63
	Fichas de catación para análisis sensorial.	63
7.3.	Anexo 3	66
	Tabla de valores promedio, de las calificaciones obtenidas al aplicar el análisis sensorial al licor con sabor a banano.	66
7.4.	Anexo 4	67
	Tabla de procesamiento de valores para el análisis de características cromáticas del licor con sabor a banano.	67
7.5.	Anexo 5	68
	Test de Friedman y Holm del procesamiento de datos del análisis sensorial.	68
7.6.	Anexo 6	71
	Resultados de cromatografía de gases para determinación de metanol de la bebida elaborada.	71

CÓDIGO DUBLIN

Título	“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y COLORIMÉTRICAS DE UN LICOR, AÑADIENDO BANANO (<i>Musa paradisiaca</i>) EN LA TRIDESTILACIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO”
Autor:	Milena Solange Calero Guzmán
Palabras clave:	Tridestilación, maceración, banana, ancestral, cromático, licor.
Fecha de publicación:	Mayo 2023
Editorial:	Universitaria, UTEQ 2023
Resumen:	Resumen. - El presente proyecto dejó precedente científico sobre la elaboración de un licor con sabor a banano, bebida espirituosa ancestral conocida y producida por los cañicultores del cantón Pangua, provincia de Cotopaxi – Ecuador. El objetivo fue evaluar las características sensoriales y cromáticas de un licor espirituoso, añadiendo banano (<i>Musa paradisiaca</i>) en la tridestilación del alcohol etílico. Se aplicaron combinaciones arbitrarias, siguiendo el esquema de un Diseño Completamente al Azar, considerando un arreglo factorial A*B, con 3 niveles en el factor A, siendo la combinación de 3 variedades de banano: seda (<i>Musa cavendishii</i>), orito (<i>Musa acuminata</i> AA) y maqueño morado (<i>Musa acuminata</i> AAA), y el factor B la dosis de bananos añadidos al alcohol etílico a ser tridestilado. La materia prima que fue el alcohol etílico de primera destilación con un valor medido de 62 °GL y las distintas variedades de banano, se obtuvieron en el mismo sector previamente mencionado donde se desarrolló la fase experimental. Aplicando las pruebas no paramétricas de Friedman y Holm, se determinó que la combinación $T_5 (a_2b_0)$ fue el mejor tratamiento, correspondiente a una tridestilación de alcohol etílico de primera redestilación a 85,33 °GL, con un volumen de 6,5 L, combinado con 9,22 L de agua, 197 g de pulpa de banano seda, 197 g de pulpa de banano orito y 365 g. El grado alcohólico final para el envasado y posterior análisis sensorial fue de 35 °GL. Las características cromáticas, dentro del espacio de color CIELab se obtuvo $L^* = 97,6872$, $a^* = 14,7197$, $b^* = -3,0376$, valores que representan un color amarillo opaco. El contenido de metanol se mantuvo por debajo de los límites permisibles, con un valor menor a 1 mg / 100 mL. Abstract. – This project set a scientific precedent on the elaboration of a banana-flavored liqueur, an ancestral spirit known and produced by sugarcane growers in the Pangua canton, province of Cotopaxi, Ecuador. The objective was to evaluate the sensory and chromatic characteristics of a spirituous liqueur by adding banana (<i>Musa paradisiaca</i>) in the tridistillation of ethyl alcohol. Arbitrary combinations were applied, following the scheme of a Completely Randomized Design, considering an A*B factorial arrangement, with 3 levels in factor A, being the combination of 3 banana varieties: silk (<i>Musa cavendishii</i>), orito (<i>Musa acuminata</i> AA) and maqueño morado (<i>Musa acuminata</i> AAA), and factor B the dose of bananas added to the ethyl alcohol to be tridistilled. The raw material, which was the ethyl alcohol of first distillation with a measured value of 62 °GL and the different varieties of banana, were obtained in the same sector previously mentioned where the experimental phase was developed. Applying Friedman and Holm's non-parametric tests, it was determined that the combination $T_5 (a_2b_0)$ was the best treatment, corresponding to a tridistillation of ethyl alcohol of first redistillation at 85.33 °GL, with a volume of 6.5 L, combined with 9.22 L of water, 197 g of silk banana pulp, 197 g of orito banana pulp, and 365 g of purple maqueño banana pulp. The final alcohol content for bottling and subsequent sensory analysis was 35 °GL. The chromatic characteristics, within the CIELab color space, $L^* = 97.6872$, $a^* = 14.7197$, $b^* = -3.0376$, values that represent an opaque yellow color. The methanol content remained below the permissible limits, with a value of less than 1 mg / 100 mL.
Descripción:	92 hojas: dimensiones, 29,7 cm x 21 cm + CD-ROM
URL:	

INTRODUCCIÓN

El cantón Pangua tiene una extensión de 18.238 ha (27,99%) destinada al uso agrícola extensivo, de la superficie total, siendo representativo los cultivos de cacao y en menor proporción cultivos de caña de azúcar, fréjol, maíz duro, naranja y yuca. La caña de azúcar considerada como sistema productivo mercantil tiene una superficie aproximada de 2994 ha (4,59%), mientras como sistema productivo marginal se aproxima a 123 ha (0,19%) (MAGAP, 2015).

La caña de azúcar cultivada en Pangua se destina en mayor proporción para la producción de panela en atados y granulada, alcohol etílico (conocido por los cañicultores como aguardiente), y, en menor cantidad a alfeñiques y mieles. En cuanto a licores obtienen el tradicional pájaro azul, licores de sabores entre otros, el de sabor a banana, siendo su elaboración un secreto ancestral que cada agricultor que produce maneja con sigilo, y no hay estandarización del proceso. Sin embargo es de resaltar que comercialmente este producto se elabora en base a esencias y colorantes (Fernández et al., 2021).

El banano es uno de los productos más relevantes en la dinamización económica del país, no sólo en ámbitos de exportación puesto que no toda la producción ni todas sus variedades o tipos se comercializan fuera del país, sino que también es reutilizado, aprovechando al máximo la fruta en sus distintas aplicaciones. Los procesos de obtención de bebidas alcohólicas son muy variados, por lo que se torna complejo determinar un único estándar para la elaboración de estas, sobre todo haciendo referencia a la elaboración de bebidas ancestrales como lo es el licor de banano.

Las variedades de banano: seda (*Musa cavendishii*) y orito (*Musa acuminata* AA) se cultivan dentro de la jurisdicción del cantón Pangua, específicamente en la parroquia Moraspungo y el maqueño morado (*Musa acuminata* AAA), en Moraspungo y la parroquia El Corazón; en consecuencia, la materia prima para esta investigación fue de fácil consecución.

Una vez contextualizado el problema de donde nace los objetivos de investigación, la hipótesis a contrastar fue: “la combinación de bananos y su dosificación no tienen diferencias en las características sensométricas y cromáticas de una bebida alcohólica espirituosa con sabor a banano”. El estado del arte está en estrecha relación con el tema formulado. En la metodología se definió el lugar a realizar la investigación, plantando un diseño

completamente al azar con arreglo factorial A*B, considerando 3 niveles en el factor A y 2 en el B, con 3 repeticiones dando un total de 18 unidades experimentales.

Los tres niveles del factor A, resultaron de una combinación de tres variedades de banano (*Musa paradisiaca*): seda (*Musa cavendishii*), orito (*Musa acuminata* AA) y maqueño morado (*Musa acuminata* AAA); misma que fue dosificada en la etapa de tridestilación del alcohol etílico, a fin de añadir características sensoriales que fueron evaluadas y puntuadas por un panel de 12 catadores no expertos, contrarrestando estos resultados con un análisis de características cromáticas.

Las respuestas experimentales, fueron analizadas en una prueba de normalidad para definir si se aplica test paramétricos y/o no paramétricos. Los datos del análisis sensorial se procesaron estadísticamente con Friedman y Holm; mientras que los resultados de cromaticidad se aplicó ANOVA y Tukey, con los cuales se definió el mejor tratamiento.

Por las condiciones establecidas de forma genérica en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1837 del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2016), se realizó un análisis cromatográfico a los alcoholes de primera, segunda y tercera destilación, a fin de garantizar las condiciones óptimas para el consumo de la bebida resultante, haciendo énfasis en los niveles de metanol máximos permitidos.

Bajo los lineamientos del proyecto multidisciplinario FOCICYT de Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería en Alimentos e Ingeniería Industrial titulado “Evaluación integral del sistema agroindustrial de la caña de azúcar para tecnificar su producción artesanal ancestral”, se planteó el objetivo de evaluar las características sensoriales y cromáticas de un licor espirituoso, añadiendo banano (*Musa paradisiaca*) en la tridestilación del alcohol etílico.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador, la producción y exportación de banano aumenta año tras año, puesto que el país es el mayor exportador de banano del mundo en concordancia con lo reportado por Mata (2021). Los mayores exportadores del país son: Ubesa S.A., Reybanpac S.A. y Frutadeli S.A. y los destinos o mayores compradores del mundo son: La Unión Europea, Rusia y Medio Oriente (Álvarez Naranjo et al., 2022).

Las pérdidas postcosecha tienen una variación elevada, generalmente se encuentran en el rango del 10 % al 80 %, que se rechazan para las exportaciones debido a un mal manejo agronómico, mala manipulación o transporte, entre otros factores (Vásquez-Castillo et al., 2019). Dicho banano, que es rechazado en este aspecto, puede ser empleado en la elaboración de un sinnúmero de productos alimenticios, es decir que se puede dar valor agregado, pero actualmente no se tiene un tratamiento o procesamiento idóneo para su reutilización, puesto que las pequeñas empresas o emprendedores, como los cañicultores mencionados en el presente proyecto, no están en condiciones de adquirir las grandes cantidades que representan los porcentajes mencionados (Vargas García, 2018).

En función de lo antes mencionado, se puede evidenciar que los mismos cañicultores producen esta materia prima de acuerdo con sus propias necesidades y generalmente el rechazo de los exportadores se desperdicia.

Diagnóstico.

Actualmente no existe un estándar o normativa para la elaboración de una bebida alcohólica espirituosa de banano, por lo cual, se presentaron un sinnúmero de factores o parámetros por definir, como, por ejemplo:

- Infinita posibilidad de relaciones de combinación.
- Valor agregado del banano.
- El índice de madurez del banano a emplear.
- Altitud de la zona donde se cultiva el banano, relacionada con el nivel del mar y

condiciones del cultivo.

- Utilización del banano con cáscara o sólo la pulpa.
- Maceración o criomaceración del banano antes de la destilación.
- Utilización de otras variedades de banano como el limeño.

Pronóstico.

Debido a que el objeto de estudio del presente proyecto es una bebida ancestral, cuya elaboración se maneja bajo criterios empíricos y secretos en cuanto a sus formulaciones; no se contó con datos estadísticos, dosis o valores referentes para la elaboración de este licor con sabor a banano. Por lo tanto, se ha establecido valores arbitrarios para dejar constancia del desarrollo experimental, dando valor agregado no solo a la fruta empleada como materia prima sino también al producto final, planteando una base científica para futuras investigaciones.

1.1.2. Formulación del problema

¿Qué características sensoriales y colorimétricas tendrá una bebida alcohólica espirituosa preparada a base de una combinación de bananos, con distintas dosis, en la tridestilación del alcohol etílico?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Qué porcentaje de banano seda (*Musa cavendishii*), banano orito (*Musa acuminata* AA) y banano maqueño morado (*Musa acuminata* AAA) será adecuado para la obtención de características sensoriales aceptables?

¿Cuál será el efecto de la dosis de la combinación de bananos en el color de una bebida alcohólica espirituosa a través del espacio CIELab y sus características sensométricas?

¿El licor con sabor a banano se mantendrá dentro de los niveles de metanol permitidos de acuerdo con la norma NTE INEN 1837?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

- Evaluar las características sensoriales y cromáticas de un licor espirituoso, añadiendo banano (*Musa paradisiaca*) en la tridestilación del alcohol etílico.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar el efecto de la combinación de banano seda (*Musa cavendishii*), banano orito (*Musa acuminata* AA) y banano maqueño morado (*Musa acuminata* AAA) en las características sensoriales del licor resultante.
- Evaluar el efecto de la dosis de la combinación de banano (5% m/v y 10% m/v) en las características cromáticas de una bebida alcohólica espirituosa, a través del espacio CIELab.
- Validar el contenido de metanol en el licor de banana sólo en el mejor tratamiento, así como también en una muestra de alcohol de primera destilación y redestilación empleados, en concordancia con la norma NTE INEN 1837.

Hipótesis

La hipótesis que se contrastó en la presente investigación fue:

H₀: La combinación de bananos y su dosificación no tienen diferencias en las características sensométricas y cromáticas de una bebida alcohólica espirituosa.

H_a: La combinación de bananos y su dosificación si tiene diferencias en las características sensométricas y cromáticas de una bebida alcohólica espirituosa.

1.3. Justificación.

De acuerdo con una comunicación personal mantenida el 10 de enero de 2023 con el Sr. Ruviro Saltos, proveedor de parte de la materia prima para el desarrollo del presente proyecto, se plantea que en la actualidad los cañicultores pangüenses (cantón Pangua, provincia de Cotopaxi) usan distintas combinaciones de bananos, dosificándolas en el mosto fermentado de caña de azúcar, para obtener alcohol etílico de primera destilación (1ªD), de conformidad a secretos ancestrales, por lo cual no se ha dispuesto de valores o parámetros previamente definidos. La bebida alcohólica espirituosa de banano, a más de ser un licor ancestral no cuenta con estándares de calidad o documentación previa.

A través del presente proyecto de investigación se deja como precedente una base científica, proyectando una posible estandarización de la producción para trabajos futuros. Se plantearon valores de combinación y dosis de bananos, mediante el método científico basado en pruebas y errores.

En función a lo antes expuesto, se emplearon materias primas típicas de la zona de estudio, considerando los altos niveles de grados Brix del banano en todas sus variedades, para la obtención de la bebida mencionada, en concordancia con los factores, niveles y tratamientos establecidos.

En los licores de primera destilación (1ªD) se encuentra un alto contenido de alcoholes superiores, por lo que se buscó garantizar la reducción de estos y el metanol, a través de la tridestilación, manteniéndose dentro de los límites normales permisibles, de conformidad a la norma NTE INEN 1837 (INEN, 2016).

Debido a que muchos distribuidores de alcohol no cuentan con registro sanitario y se ha marcado precedentes de intoxicación por metanol, como en el último acontecimiento conocido del país, donde el Ministerio de Salud Pública reportó 40 casos de este tipo, 28 en Santo Domingo y 12 en Esmeraldas, de los cuales fueron 8 los fallecidos, 4 en cada provincia indicada de acuerdo con el mismo (MSP, 2022); se complementó el estudio con análisis de cromatografía de gases, verificando que los alcoholes de primera, segunda y tercera destilación implícitas en el desarrollo del proyecto, se mantuvieron por debajo de los niveles máximos establecidos en la norma indicada.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

Bebida alcohólica espirituosa

Se denomina bebida alcohólica espirituosa o destilada a toda aquella bebida alcohólica destinada al consumo humano, que se haya obtenido a partir de la destilación de materias primas agrícolas, con características organolépticas especiales, presentando o no aromas o características colorimétricas, a fin de obtener la mayor concentración de grado alcohólico, excediendo fácilmente el nivel de 15 % vol (Navarro, 2019; Noblecilla Cruz, 2020).

Destilación

La destilación es un proceso basado en la producción de vapor mediante ebullición, calentando el líquido hasta que sus componentes más volátiles pasen a estado de vapor, mismo que posteriormente es enfriado para recuperar sus características en estado líquido a través de la condensación. Este proceso puede emplearse para separar líquidos de una mezcla o combinar sus características sensoriales, colorimétricas, entre otras (Centeno Satán, 2018; Rivera Herrera & Reza Taco, 2022).

Espacio de color CIELab

El espacio de color CIELab es una norma internacional, basada en un sistema cartesiano, para la obtención de las coordenadas luminosidad (L^*), coordenada rojo-verde (a^*) y coordenada amarillo-azul (b^*). Esta norma es adoptada como la más apropiada para especificar colores en la industria alimentaria (Acosta Otálvaro et al., 2021; Biedma González, 2020).

Colorimetría

La colorimetría es una ciencia encargada de analizar las medidas de color, a través de la creación de métodos para cuantificar su percepción. Estos métodos se basan en la dependencia de características de color (luminosidad, saturación, etc.), en muestras de prueba, con relación a la concentración de los componentes coloreados en ellas (Castillo Alarcon et al., 2021; Monogarova et al., 2018).

2.2. Marco teórico

2.2.1. *Banano*

El banano es un fruto tropical altamente valorado a nivel global debido a sus beneficios nutricionales, calidad y capacidad para resistir el transporte de larga distancia. El cultivo del banano forma parte del sector primario de la producción y contribuye significativamente a las exportaciones del Ecuador, representando el 16% del ingreso total por exportaciones FOB con un valor de 3.169,3 millones de dólares. Además, el sector bananero emplea alrededor del 17% de la población económicamente activa (PEA) del país (Pardo-Jiménez et al., 2020).

En el presente proyecto se tuvo como base el uso de esta fruta, combinando tres tipos o variedades de esta, ampliamente cultivadas en el cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi; verificando su incidencia a nivel sensorial y colorimétrico, en concordancia con las dosis y combinaciones establecidas para la tridestilación de la bebida alcohólica espirituosa.

2.2.1.1. *Variedades de banano empleados.*

Existe una gran variedad de bananos, pero en el presente proyecto sólo se emplearon 3, para desarrollar las combinaciones y dosificación en los análisis experimentales, siendo los siguientes:

- Banano seda (*Musa cavendishii*).
- Banano orito (*Musa acuminata* AA).
- Banano maqueño morado (*Musa acuminata* AAA).

De conformidad a lo explorado con los cañicultores pangüenses, cuyas variedades se utilizan desde tiempos ancestrales.

2.2.2. *Composición del banano*

La pulpa de banano es una rica fuente de nutrientes y compuestos bioactivos, como compuestos fenólicos y vitaminas (B₃, B₆, B₁₂, C y E); además, contiene carotenoides,

flavonoides, compuestos de amina y fibra dietética, lo que representa una gran propiedad antioxidante (Amini Khoozani et al., 2019; Bhat et al., 2019).

En la Tabla 1 se presenta una referencia de la composición química del banano cuyos valores han sido adaptado por los autores de las bases de datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) entre otras fuentes.

Tabla 1

Composición química del banano (como base por cada 100 g)

CONSTITUCIÓN	CANTIDAD µg, mg, g, O PORCENTAJE DEL VALOR DIARIO
Energía	371 kJ (89 kcal)
Agua	74.91 g
Carbohidratos	22.84 g
Azúcares	12.23 g
Fibra dietética	2.6 g
Vitaminas	
Ácido pantoténico (B ₅)	0.334 mg, (7%)
Piridoxina (B ₆)	0.4 mg, (31%)
Colina	9.8 mg, (2%)
Vitamina C	8.7 mg, (10%)
Minerales	
Magnesio	27 mg, (8%)
Fósforo	22 mg, (3%)
Potasio	358 mg, (8%)
Sodio	1 mg, (0%)
Zinc	0.15 mg, (2%)

FUENTE: (Sidhu & Zafar, 2018)

ELABORADO: AUTORA

2.2.3. Beneficios del banano

El consumo de banano puede representar varios beneficios en términos de salud humana. Debido a la composición química, previamente mencionada, de esta fruta, entre tantos

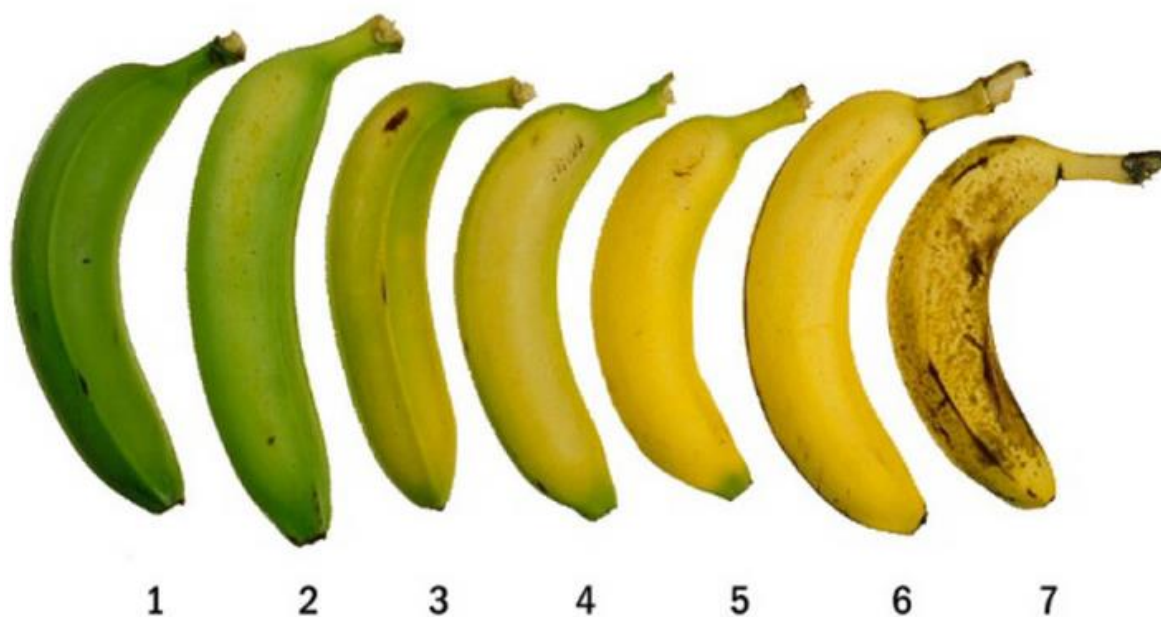
beneficios se presentan los siguientes: eliminación de radicales libres, reducción de tumores, reducción de colesterol, ayuda en enfermedades oculares, control de enfermedades como artritis, diabetes, arterioesclerosis, degeneración macular relacionada con la edad, ciertos tipos de cáncer, inflamación, alzheimer, tratamiento de enfermedades gástricas, efectos hepatoprotectores potenciales, promueve la salud cardiovascular general y más. Varios de los compuestos químicos beneficiosos, se presentan, no solo en la pulpa sino también en la cáscara; e inclusive, pueden presentarse en mayor cantidad en la cáscara (Amini Khoozani et al., 2019; Bhat et al., 2019; Sidhu & Zafar, 2018).

2.2.4. Madurez del banano

En la Figura 1 se puede observar la determinación de niveles, escala o indicadores de madurez del banano, en concordancia con las características visuales perceptibles de la cáscara, por el ojo humano.

Figura 1

Indicador visual de madurez del banano



Nota. Tomado de: (Ringer & Blanke, 2021).

2.2.5. Ácido málico

Este ácido ha sido tomado como referencia por ser el ácido predominante en el banano. El ácido málico es un ácido orgánico dicarboxílico cuya fórmula química $C_4H_6O_5$, mismo que

se encuentra de forma natural en muchas frutas, incluyendo manzanas, uvas, arándanos o como en este caso específico, en el banano. Es un compuesto cristalino, incoloro e inodoro, y es soluble en agua. En términos químicos, el ácido málico es un ácido alfa-hidroxiácido, lo que significa que contiene un grupo hidroxilo (-OH) unido al átomo de carbono adyacente al grupo carboxilo (-COOH). El ácido málico es un componente importante en muchos procesos biológicos, incluyendo el ciclo de Krebs, que es el proceso principal para la producción de energía en las células (Berg et al., 2002; Clayden et al., 2012).

2.2.6. Rectificación de bebidas alcohólicas

De acuerdo con Rivera y Reza (2022), la rectificación de bebidas alcohólicas fermentadas o destiladas, permite obtener alcohol etílico exento casi totalmente de impurezas o compuestos como aldehídos, ésteres, glicerina, alcoholes superiores, entre otros. Este proceso consiste en la alimentación del alcohol en la primera columna de destilación; las impurezas del alcohol son arrastradas por agua en exceso y se evapora el etanol junto con las demás sustancias más volátiles; el producto que se obtiene o llega al tope de la columna, es transportado a una columna de rectificación donde se concentra el etanol hasta el 96% v/v.

Los análisis cromatográficos realizados a un licor añejo con cascarilla y almendras de cacao nacional, macerados en alcohol etílico rectificado de 96,19 °GL, demuestran que no hay presencia de alcoholes superiores y furfural. La cantidad máxima de metanol es de 0,41 mg/100 cc (Fernández Escobar et al., 2021).

2.2.7. Tridestilación de bebidas alcohólicas

De acuerdo con una comunicación personal mantenida el 6 de enero de 2023 con el MSc. Ángel Fernández Escobar, profesional en el área, además, considerando el concepto de destilación, se plantea que la tridestilación o segunda redestilación (2ªR), es un proceso sistematizado que consiste en: destilar el producto líquido resultante de la primera destilación (1ªD), y, bajo el mismo procedimiento, destilar el producto líquido resultante de la segunda destilación, obteniendo así un producto líquido final luego de la tercera destilación. Cada nueva destilación, del líquido base o bebida alcohólica, se aplica a fin de disminuir los alcoholes superiores y sus efectos, que pueden ser contraproducentes para el consumo humano en cantidades elevadas.

2.2.8. Fundamentos de los análisis de alimentos

2.2.1.2. Análisis Sensorial.

El análisis sensorial constituye un procedimiento de evaluación, de las propiedades organolépticas de un producto o materia prima, aplicada mediante la percepción de los sentidos humanos. Precisamente es el consumidor quien se encarga de aceptar o rechazar los alimentos en concordancia con las sensaciones que experimenta al consumirlo, pese a contar actualmente con instrumentos de medición de características físicas y químicas que permiten determinar color, textura, aromas, entre otros. Todo instrumento presenta limitaciones o problemas con ciertos componentes, por lo que generalmente el consumidor es quien tiene la última palabra en cuanto a la aceptabilidad de un producto (García Ahued, 2014; Ibáñez, 2001).

Para validar los productos resultantes de la presente investigación, en concordancia con los tratamientos establecidos, se aplicó un panel de cata con un total de 12 personas.

2.2.1.3. Análisis de características cromáticas.

Tomando como referencia los conceptos y métodos de análisis del espacio de color CIELab y colorimetría, se prevé determinar la luminosidad, tonalidad y saturación de color de la bebida resultante mediante el uso de un instrumento de medición como es el colorímetro.

A través de las mediciones del colorímetro se identifica la calidad de color, consistencia y apariencia, tomando una pequeña muestra de la sustancia a analizar (Soto Mora et al., 2021).

En concordancia con lo estudiado por Oviedo-Arbeláez et al. (2018) y Piñeiro-Di-Blasi et al. (2014), se determina que el parámetro L^* (luminosidad), toma valores de 0 (más oscuro - negro) a 100 (más claro - blanco); la coordenada cromática a^* varía del color rojo cuando el valor es positivo al color verde cuando el valor es negativo y la coordenada cromática b^* varía del color amarillo cuando el valor es positivo al color azul cuando el valor es negativo.

Es importante determinar condiciones de medida como fuentes de luz y circunstancias de observación para el uso de colorímetros o espectrofotómetros, basados en la temperatura de color del ambiente de medición (Piñeiro-Di-Blasi et al., 2014).

2.3. Marco referencial

Existen varios métodos para la obtención de licores de distinto tipo, pero por las condiciones planteadas en el presente estudio existen pocas o casi nulas referencias de estudios previos realizados correspondientes a bebidas alcohólicas espirituosas de banano.

Jesus Filho et al. (2018), afirman que los diferentes grados alcohólicos empleados en una solución extractora influyen en el sabor e impresión general de los licores de banano, dando un mejor tratamiento con una concentración alcohólica de 61,87 °GL. Las combinaciones entre el contenido de alcohol y azúcar produjeron licores de plátano con diferentes características sensoriales, fisicoquímicas e intención de compra.

Para la elaboración de este licor con sabor a banano se emplearon bananos de la variedad Prata en perfecto estado con escala de maduración 7, azúcar refinada, alcohol de cereal y agua destilada; donde las frutas fueron añadidas en una concentración de 40% m/v, en infusión con alcohol de cereal por 21 días, posteriormente este líquido de infusión se filtró. Se empleó azúcar refinada en proporción de 3 partes de azúcar por 2 partes de agua para preparar un jarabe. Finalmente se mezcló el jarabe, con el líquido de infusión y agua destilada de acuerdo con la formulación deseada, destilando esta mezcla para determinar el grado alcohólico final y las características sensoriales de la bebida resultante (Jesus Filho et al., 2018).

Gastl Filho et al. (2020), determinaron que el almacenamiento de extractos alcohólicos de banano a 28 días, afectaron significativamente su estabilidad, promoviendo una reducción significativa en los valores L^* (luminosidad), h^* (matiz) y cromaticidades b^* y C^* . Por otra parte, se aumentaron los valores de cromaticidad a^* . También se observó que el extracto alcohólico de pulpa de banano presentó valores más altos para L^* y h^* , mientras que el extracto alcohólico de cáscara de banano destacó con relación a la cromaticidad C^* , a^* , b^* . La determinación de estos parámetros se realizó durante 28 días, analizando los extractos con un colorímetro digital portátil cada 7 días.

El alcohol de banano analizado se obtuvo mediante maceración por un periodo de 15 días, empleado banano Cavendish con escala de maduración 7 y alcohol de cereal de 96 °GL. Las frutas fueron lavadas y posteriormente sumergidas en una solución de hipoclorito de sodio de 30 ppm por un periodo de 15 minutos para desinfección. Se emplearon 3 tipos de

combinaciones con relación al banano: sólo pulpa en rodajas cortadas de aproximadamente 1 cm de espesor, pulpa más cáscara en rodajas cortadas de aproximadamente 1 cm de espesor y sólo cáscara cortada en tiras finas. La formulación para todos los extractos fue de 500 g de fruta (combinaciones) en 1000 mL de alcohol de cereal de 96 °GL (Gastl Filho et al., 2020).

2.4. Marco legal

Esta investigación estuvo regida fundamentalmente por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1837 del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2016).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1. Localización

El alcohol etílico proveniente de la caña de azúcar, destilado en trapiches tradicionales, que para esta investigación se llamó alcohol de primera destilación (1ªD), fue adquirido de los trapiches del Sr. Ruviro Saltos ubicado a 1140 msnm, en el recinto Tablería de la parroquia El Corazón, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi. La redestilación y tridestilación se realizó a 280 msnm, en el recinto Las Juntas, parroquia Moraspungo, cantón Pangua.

La validación de los resultados pertinentes se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus “La María”, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme. Se encuentra entre las coordenadas geográficas de 01° 06’ de latitud Sur y 79° 29’ de longitud Oeste y una altura de 77 metros sobre el nivel del mar.

3.2. Tipo de investigación

Se orienta a una investigación descriptiva, exploratoria y experimental. A través de la investigación descriptiva, se plantea describir las características del objeto de estudio. En el ámbito exploratorio se tomó como referencia los estudios previos, recabando información relacionada con el tema, orientándose a la resolución el problema planteado. Por lo antes mencionado se estima fundamentar la hipótesis, establecer un esquema final y plasmar la metodología de investigación adecuada.

Por los análisis experimentales inherentes del presente proyecto, se establece este tipo de investigación, donde se efectuó la manipulación de las variables sensoriales y colorimétricas a estudiar, en ambientes controlados, mediante diseño experimental para determinar la mejor combinación o tratamiento en la elaboración de la bebida alcohólica espirituosa con sabor a banano.

3.3. Métodos de investigación

La investigación estuvo regida por los métodos inductivo-deductivo y estadístico. El método inductivo-deductivo conllevó a establecer la solución en base al problema planteado, mediante la sistematización de variables implicadas en el desarrollo del proyecto.

Para el análisis estadístico, se procesaron todos los datos obtenidos en la fase experimental, empleando un programa basado en software libre para una mejor interpretación.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

La información principal se presenta del trabajo de campo, haciendo referencia a los análisis experimentales planteados y la información secundaria se obtuvo de libros, artículos científicos, tesis, informes relacionados al objeto de estudio e internet.

3.5. Diseño de la investigación

En la presente investigación se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), considerando el arreglo factorial AxB, donde A presenta 3 niveles y B, 2 niveles, lo que indica un total de 6 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones, por lo cual se obtuvo 18 unidades experimentales.

El factor A fue: la combinación o mezcla de bananos y el factor B: la dosis de la combinación en porcentaje masa-volumen (Ver el detalle de factores y niveles en la Tabla 2).

3.5.1. Factores y niveles en estudio

En la Tabla 2 se detallan los factores y niveles de estudio de la investigación.

Tabla 2

Factores y niveles de estudio

Factores	Código	Niveles
Combinación de bananos	A	ao: 50% banano seda + 25% banano orito + 25% banano maqueño morado (MA)
		a1: 25% banano seda + 50% banano orito + 25% banano maqueño morado (MB)
		a2: 25% banano seda + 25% banano orito + 50% banano maqueño morado (MC)
Dosis de las combinaciones	B	b0: 5% m/v de fruta
		b1: 10% m/v de fruta

ELABORADO: AUTORA

3.5.2. Combinación de tratamientos

En la Tabla 3 se detalla el esquema experimental del arreglo de los tratamientos del presente proyecto.

Tabla 3

Esquema experimental del arreglo de los tratamientos

Tratamiento	Simbología	Descripción	Repeticiones
T ₁	a ₀ b ₀	(MA)*5% m/v	3
T ₂	a ₀ b ₁	(MA)*10% m/v	3
T ₃	a ₁ b ₀	(MB)*5% m/v	3
T ₄	a ₁ b ₁	(MB)*10% m/v	3
T ₅	a ₂ b ₀	(MC)*5% m/v	3
T ₆	a ₂ b ₁	(MC)*10% m/v	3

ELABORADO: AUTORA

El tamaño de cada unidad experimental fue de 9,5 L de alcohol de primera destilación (1^aD) (conocido por los cañicultores como aguardiente), que se usó para la primera redestilación (1^aR) y 6,5 L para la segunda redestilación (2^aR).

3.6. Instrumentos de investigación

Con el fin de caracterizar la materia prima, específicamente el banano, se determinó el índice de madurez, relacionando los grados brix obtenidos mediante refractometría, de conformidad con la norma NTE INEN-ISO 2173 (INEN, 2013b); y la acidez titulable, siguiendo el método reportado en la norma NTE INEN-ISO 750 y NTE INEN-ISO 381 (INEN, 1985, 2013c).

Adicionalmente, se determinó la concentración de iones hidronio (pH) a través del método potenciométrico reportado en la norma NTE INEN-ISO 1842 (INEN, 2013a); también, el rendimiento industrial del banano correlacionando el peso de la pulpa con el peso total de la fruta y finalmente se estableció el rendimiento del destilador empleado.

3.6.1. Análisis físico-químicos

Los análisis físico-químicos descritos a continuación fueron realizados a cada uno de los tipos de banano empleados en la presente investigación. Estos análisis han sido realizados como parte de la caracterización de esta materia prima.

3.6.1.1. Determinación de pH en el banano.

El pH se determinó en cada uno de los bananos empleados para la elaboración de los distintos productos en función de sus tratamientos, en concordancia con la norma NTE INEN-ISO 1842 (INEN, 2013a), mediante el uso de un medidor tipo mesa para pH, concretamente el Starter 3100 de la marca OHAUS.

3.6.1.2. Determinación de acidez titulable (% ácido málico) en el banano.

De acuerdo con la norma NTE INEN 381 (INEN, 1985), se determinó la acidez titulable de los distintos tipos de banano empleados, en función del procedimiento y la fórmula indicada para productos sólidos que es la siguiente:

$$\%Ac = \frac{V_{NaOH} * N_{NaOH} * f_N * f_{am} * 100}{W_b} \quad (Ec. 1)$$

Donde:

%Ac	=	porcentaje de acidez titulable, expresado como ácido málico
V_{NaOH}	=	volumen de NaOH (Hidróxido de sodio) empleado
N_{NaOH}	=	normalidad del NaOH (Hidróxido de sodio)
f_N	=	factor de normalidad
f_{am}	=	factor del ácido málico
W_b	=	peso de la muestra de banano empleada

3.6.1.3. Determinación de sólidos solubles (°Bx) del banano.

Empleando el método descrito en la norma NTE INEN-ISO 2173 (INEN, 2013b), se determinaron los grados brix o sólidos solubles, mediante el uso del Brixómetro ATAGO 0 – 32.

3.6.1.4. Determinación del índice de madurez del banano.

A través de la siguiente expresión, midiendo las variables relacionadas, se determinó el índice de madurez de los bananos empleados.

$$IM = \frac{B}{Ac} \quad (Ec. 2)$$

Donde:

IM	=	índice de madurez
B	=	grados Brix
Ac	=	porcentaje de acidez titulable, expresado como ácido málico

3.6.1.5. Determinación de rendimiento industrial del banano.

Del contenido total de la fruta, se empleó únicamente la pulpa para la elaboración del licor con sabor a banano, por lo cual se desechó la cáscara y semillas de esta en todos los tratamientos. Para el cálculo del rendimiento industrial se correlacionó el peso total de la fruta con el peso de la pulpa empleada, calculando el porcentaje de referencia a través de la siguiente expresión:

$$RI = \frac{W_p}{W_{tb}} * 100 \quad (Ec. 3)$$

Donde:

RI	=	porcentaje del rendimiento industrial del banano
W_p	=	peso de la pulpa
W_{tb}	=	peso total de la fruta

3.6.2. Análisis sensoriales del licor con sabor a banano

En el presente proyecto se analizaron los siguientes atributos:

- Apariencia
- Color
- Olor

- Sabor
- Impresión de licor
- Aceptabilidad

Un panel de 12 catadores no expertos fue el encargado de determinar el mejor tratamiento, puntuando del 1 al 5 cada uno de los atributos de las 18 muestras evaluadas por cada persona. Cada uno de los miembros del panel probaron las muestras codificadas, con intervalos de tiempo, ingiriendo agua entre cada una de las pruebas para evitar la mezcla de atributos sensoriales entre los distintos tratamientos y los criterios distorsionados en caso de que se hubiera presentado dicha condición.

3.7. Análisis de características cromáticas del licor con sabor a banano

Para determinar las características cromáticas se empleó un espectrofotómetro modelo GENESYSTTM 10S UV-Vis marca Thermo ScientificTM, obteniendo las coordenadas de color y mediante el modelo matemático referente, presentado más adelante, se determinaron los valores del estándar conocido como espacio de color CIELab.

3.8. Recursos Humanos

- Milena Solange calero Guzmán, tesista.
- Ing. Ángel Fernández Escobar MSc., director.
- Ing. Amado Coello, encargado del laboratorio de agroindustria
- Ing. Lourdes Ramos, encargada del laboratorio de bromatología
- Ing. Erick García, encargado del laboratorio de Químico

3.9. Recursos materiales

3.9.1. *Materia prima*

- Banano orito
- Banano seda
- Banano maqueño morado
- Alcohol etílico de 62 °GL (aguardiente)

3.9.2. *Insumos*

- Olla acerada
- Cuchara
- Papel filtro
- Embudo
- Botella de vidrio de 350 mL
- Mandil
- Cofia

3.9.3. *Equipos*

- Alcoholímetro + Termómetro Alla France
- Brixómetro ATAGO 0 – 32
- Espectrofotómetro - GENESYS™ 10S UV-Vis de Thermo Scientific™
- PH-metro – potenciómetro – Starter 3100
- Refractómetro
- Balanza gramera

3.9.4. *Reactivos*

- Agua destilada
- Hidróxido de sodio
- Fenolftaleína

3.9.5. *Instrumentos de laboratorio*

- Probeta
- Bureta
- Mortero
- Matraz
- Vaso de Precipitación de 2000 mL
- Vaso de Precipitación 60 mL
- Celdas o Cubetas
- Pipeta

3.10. Procedimiento experimental

3.10.1. Formulación de tratamientos para la elaboración de un licor con sabor a banano

Para la obtención del licor con sabor a banano en función de los tratamientos establecidos en la Tabla 3, se procedió a formular o mezclar las materias primas en función de lo indicado en la Tabla 4.

Tabla 4.

Formulación de los tratamientos.

Materia prima	Unidad	Tratamientos					
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Pulpa de banano seda	g	395	790	197	395	197	395
Pulpa de banano orito	g	197	395	395	790	197	395
Pulpa de banano maqueño morado	g	197	395	197	395	395	790
Agua	L	9,22	9,22	9,22	9,22	9,22	9,22
Alcohol etílico de primera redestilación (1ªR) (85,33 °GL)	L	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

ELABORADO: AUTORA

Estos valores fueron planteados previo a la tridestilación del alcohol etílico, que, combinado con la fruta en cuestión, generó nuevas características sensoriales y cromáticas en el producto final. Cada uno de ellos se repitió por 3 ocasiones para su validación.

3.10.2. Descripción del proceso de elaboración de un licor con sabor a banano

Recepción del alcohol etílico: el alcohol se obtuvo en el recinto Tablería de la parroquia El Corazón, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi (de la propiedad del señor Ruviro Saltos). Se determinó el grado alcohólico, de este alcohol base, constatando un valor de 62 °Gay-Lussac (°GL). De este alcohol se tomó una muestra de 1 L para determinar su contenido de metanol mediante cromatografía de gases.

Primera Redestilación (1ªR): de acuerdo con el tamaño de la unidad experimental, se realizaron 3 procesos consecutivos o paradas en términos populares, empleando 38 L de

alcohol de primera destilación (1ªD) más 29,31 L de agua en cada una de ellas para diluir, alcanzando 35 °GL. Estas redestilaciones se efectuaron 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 hasta cuando el destilador generó alcohol de 55 °GL, de tal manera que la mezcla final recolectada resultó en 85,33 °GL. Una vez culminado cada proceso de redestilación, se vació y se lavó el tanque de alimentación u olla de cocción del destilador.

Medición del volumen de primera redestilación (1ªR): el volumen recolectado de alcohol redestilado fue 78 L, de los cuales se tomó una muestra de 1 L para determinar su contenido de metanol mediante cromatografía de gases.

Segunda redestilación: se procedió a diluir el alcohol de idéntica forma a la aplicada en la primera redestilación (1ªR), con la variante de que, en esta operación unitaria se añadió la combinación de bananos en los porcentajes y dosis señaladas en las Tablas 2 y 3, definidas para cada tratamiento. El banano maduro de cada variedad se lavó, peló y troceó en espesores de 1 cm a 1,5 cm aproximadamente, para posteriormente combinarlos y dosificar dicha combinación, alimentándola en el tanque del destilador. El banano para ser usado en la preparación del licor espirituoso fue de nivel 7 en la escala de índice de madurez (ver Figura 1). Finalmente, se redestiló por segunda ocasión, obteniendo un total de 18 procesos de esta operación unitaria, correspondientes a los 6 tratamientos definidos y sus 3 repeticiones.

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

Medición del volumen de segunda redestilación: el volumen recolectado de alcohol redestilado después de la aplicación de cada tratamiento fue de 5,8 L, de los cuales se tomó una muestra de 1 L del mejor tratamiento definido por el análisis sensorial aplicado y descrito más adelante, para determinar su contenido de metanol mediante cromatografía de gases.

Dilución: para proceder con esta operación unitaria, se realizaron los cálculos correspondientes, aplicando cuadrados de Pearson para obtener un grado alcohólico final de 35 °GL. Este proceso de dilución requirió maceración en caliente de agua destilada junto

con los bananos empleados, en la misma proporción indicada en los tratamientos, para posteriormente tamizar y mezclar la dosis determinada con el alcohol tridestilado.

Filtrado: se aplicó esta operación unitaria en cada tratamiento y repeticiones correspondientes, empleando papel filtro a fin de eliminar los residuos de partículas que se observaban posterior a la dilución.

Envasado: se realizó en envases de vidrio con contenido neto de 350 mL, previo a los análisis sensoriales.

Análisis de las características cromáticas: para este análisis se empleó el método espectrofotométrico propuesto por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2006). Para el cálculo de coordenadas de color en el espacio CIELab se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16 \quad (\text{Ec. 4})$$

$$a^* = 500 \left[\frac{X}{X_n} - \frac{Y}{Y_n} \right] \quad (\text{Ec. 5})$$

$$b^* = 200 - \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right] \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

L*	=	luminosidad
a*	=	coordenada rojo-verde
b*	=	coordenada amarillo-azul
X_n	=	94,825 valor relacionado al iluminante empleado
Y_n	=	100 valor relacionado al iluminante empleado
Z_n	=	107,381 valor relacionado al iluminante empleado
X, Y y Z	=	son valores triestímulo

Las longitudes de onda analizadas por el espectrofotómetro fueron 445 nm, 495 nm, 550 nm y 625 nm. Los valores obtenidos por el equipo se relacionan con los valores X, Y y Z, los cuales se calcularon a través de las siguientes fórmulas:

$$X = (0,21 * EF1) + (0,35 * EF3) + (0,42 * EF4) \quad (Ec. 7)$$

$$Y = (0,17 * EF2) + (0,63 * EF3) + (0,2 * EF4) \quad (Ec. 8)$$

$$Z = (0,94 * EF1) + (0,24 * EF2) \quad (Ec. 9)$$

Donde:

- EF1** = valor obtenido por el espectrofotómetro a 445 nm
- EF2** = valor obtenido por el espectrofotómetro a 495 nm
- EF3** = valor obtenido por el espectrofotómetro a 550 nm
- EF4** = valor obtenido por el espectrofotómetro a 625 nm

En función de las coordenadas cromáticas se calculó el tono (H^*) y el croma o saturación (C^*), de acuerdo con las siguientes ecuaciones (Burgos Mayorga, 2016):

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (Ec. 10)$$

$$H^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (Ec. 11)$$

Análisis sensorial: se aplicó con un grupo de 12 panelistas no expertos, quienes recibieron una inducción sobre el tema para evaluar los atributos de apariencia, color, olor, sabor, impresión de licor y aceptabilidad. Cada panelista recibió 4 muestras por día, debidamente codificadas correspondientes a los 6 tratamientos y sus respectivas repeticiones.

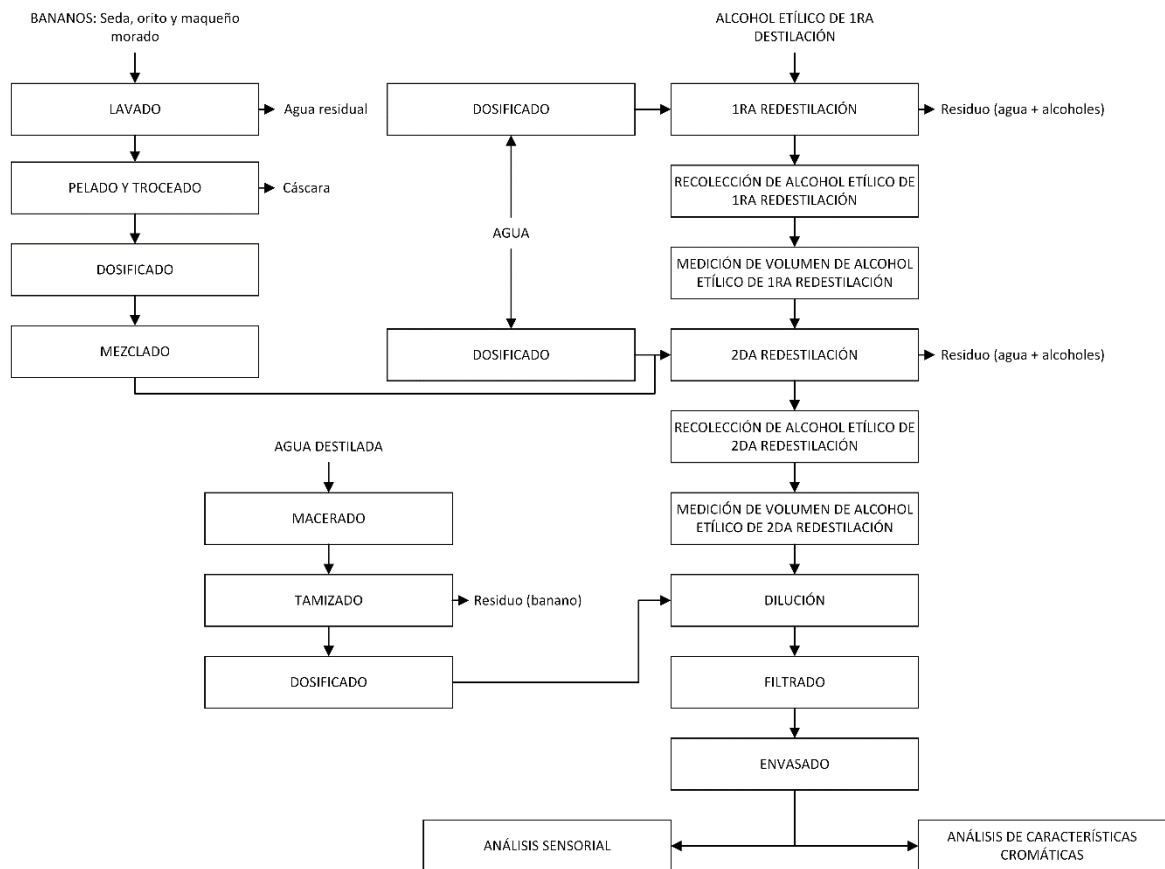
Análisis de metanol: las muestras obtenidas de los procesos previamente descritos fueron enviadas al laboratorio SEIDLABORATORY CÍA. LTDA., para la determinación del contenido de metanol a través del método SEIN-ALC, evidenciando que cada una de las muestras se mantuvieron por debajo de los límites establecidos en la norma NTE INEN-ISO 1837 (INEN, 2016).

3.10.3. Diagrama de bloques de la elaboración de un licor con sabor a banana

En la Figura 2, se puede observar el procedimiento descrito como una representación gráfica y simplificada.

Figura 2

Diagrama de bloques mostrando corrientes de entrada y salida del proceso de elaboración del licor con sabor a banana



Nota. Elaborado por la Autora.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de las frutas empleadas en la elaboración del licor con sabor a banano

Para caracterizar las materias primas, concretamente los 3 tipos de banano empleados en el presente proyecto de investigación, se determinó: el pH, la acidez titulable, los grados brix, el índice de madurez y el rendimiento industrial cuyos valores obtenidos se presentan a continuación.

4.1.1. Resultados de los análisis físico-químicos de los tipos de banano empleados

Cada uno de los análisis físico-químicos se aplicaron a 10 bananos de cada tipo: banano seda (*Musa cavendishii*), banano orito (*Musa acuminata* AA), banano maqueño morado (*Musa acuminata* AAA).

4.1.1.1. pH de los tipos de banano empleados.

Empleando el método previamente descrito se obtuvo los siguientes promedios en relación al pH:

- Banano seda (*Musa cavendishii*): 5,09
- Banano orito (*Musa acuminata* AA): 4,92
- Banano maqueño morado (*Musa acuminata* AAA): 5,01

Estos resultados han sido obtenidos considerando las siguientes magnitudes medidas en las muestras indicadas en la Tabla 5.

Tabla 5.

Valores de pH de las muestras de cada tipo de banano empleado en la elaboración del licor con sabor a banano.

Muestra	pH		
	Banano Orito	Banano Maqueño	Banano Seda
1	4,95	5,01	5,11
2	4,87	4,99	5,08
3	4,92	5,06	5,07
4	4,98	5,02	5,09
5	4,92	4,97	5,08
6	4,88	4,99	5,05
7	4,87	4,98	5,12
8	4,93	5,04	5,09
9	4,94	5,03	5,1
10	4,89	5,01	5,08
Promedio	4,92	5,01	5,09
Desviación Estándar	0,04	0,03	0,02

ELABORADO: AUTORA

4.1.1.2. Acidez titulable de los tipos de banano empleados.

Posterior a la aplicación de las fórmulas y el procedimiento previamente indicados, se obtuvieron los siguientes resultados promedio referentes a la acidez titulable:

- Banano seda (*Musa cavendishii*): 0,23785 %
- Banano orito (*Musa acuminata* AA): 0,1943%
- Banano maqueño morado (*Musa acuminata* AAA): 0,11055%

4.1.1.3. Grados Brix de los tipos de banano empleados.

Los grados brix promedio determinados fueron los siguientes:

- Banano seda (*Musa cavendishii*): 25 °Bx
- Banano orito (*Musa acuminata* AA): 24 °Bx

- Banano maqueño morado (*Musa acuminata* AAA): 27 °Bx

Estos resultados han sido obtenidos considerando las siguientes magnitudes medidas en las muestras indicadas en la Tabla 6.

Tabla 6.

Grados brix de las muestras de cada tipo de banano empleado en la elaboración del licor con sabor a banano.

Muestra	Grados Brix (°Bx)		
	Banano Orito	Banano Maqueño	Banano Seda
1	24	28	24
2	23	27	25
3	24	26	26
4	25	28	24
5	23	26	23
6	24	26	24
7	25	25	25
8	26	26	26
9	22	29	24
10	23	29	24
Promedio	24	27	25
Desviación Estándar	1,20	1,41	0,97

ELABORADO: AUTORA

4.1.1.4. Índice de madurez de los tipos de banano empleados.

El ratio de los grados brix y la acidez titulable de los bananos, arrojó los siguientes valores de índice de madurez de la fruta:

- Banano seda (*Musa cavendishii*): 105,108
- Banano orito (*Musa acuminata* AA): 123,520
- Banano maqueño morado (*Musa acuminata* AAA): 244,233

Estos resultados se complementan con la madurez de la fruta determinada por observación, en concordancia con la Figura 1.

4.1.1.5. Rendimiento industrial de los tipos de banano empleados.

El promedio del rendimiento industrial del peso de la pulpa con relación al peso de la fruta presentó los siguientes porcentajes:

- Banano seda (*Musa cavendishii*): 54,323 %
- Banano orito (*Musa acuminata* AA): 52,277 %
- Banano maqueño morado (*Musa acuminata* AAA): 64,063 %

Estos resultados han sido obtenidos considerando los siguientes pesos promedio medidos, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7.

Peso promedio y desviación estándar de las frutas empleadas en la elaboración del licor con sabor a banano.

Detalle	Unidad	Tipo de banano								
		Seda			Orito			Maqueño morado		
		Cáscara	Pulpa	Centro con Semillas	Cáscara	Pulpa	Centro con Semillas	Cáscara	Pulpa	Centro con Semillas
Peso	g	39,967	75,807	23,776	22,826	73,476	18,392	60,385	90,232	21,987
Desviación estándar	g	16,713	10,571	6,381	1,879	5,962	5,609	9,499	12,148	5,143

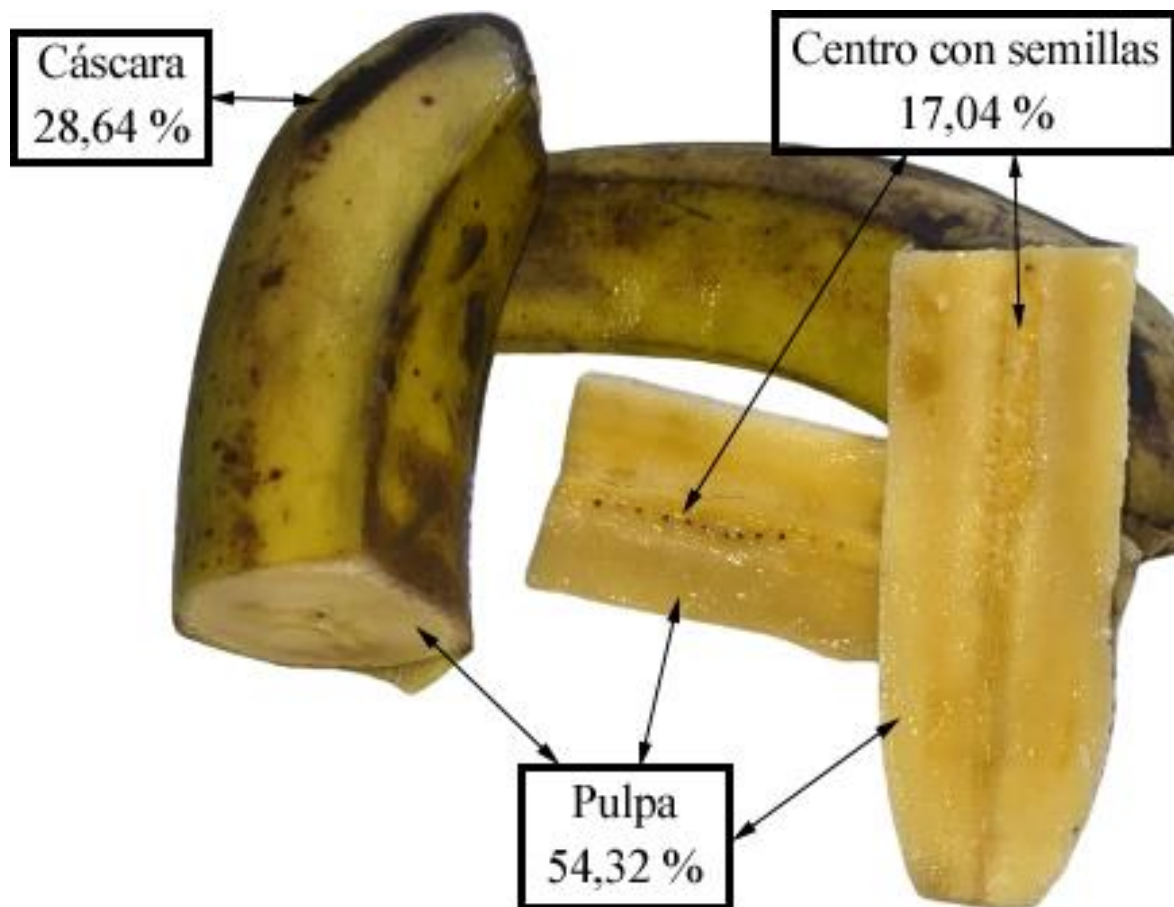
ELABORADO: AUTORA

En función de estos resultados se evidencia que el banano maqueño morado (*Musa acuminata* AAA), es el tipo de banano que menos pérdida presenta al momento de extraer la pulpa de esta fruta.

En la Figura 3 se muestra la relación de los promedios dentro de la constitución física de la fruta, se distribuye de igual manera en cada tipo empleado de la misma.

Figura 3

Relación de promedios con la constitución física de una muestra de banano seda empleado en el proceso de elaboración del licor con sabor a banano



Nota. Elaborado por la Autora.

4.2. Resultados de los análisis sensoriales de los tratamientos establecidos

El panel seleccionado de 12 catadores no expertos calificó cada uno de los atributos de las 18 muestras evaluadas por los mismos, asignando valores del 1 al 5 de acuerdo con su percepción hedónica. Los resultados se evaluaron en conjunto a fin de determinar el mejor tratamiento, descartando un análisis individual por característica puesto que es necesario comprender cómo estas interactúan entre sí y cómo afectan al resultado del análisis; además, el producto final está constituido por distintos elementos que en su conjunto producen distintas sensaciones, estímulos o respuestas, mismas que conllevan a la selección de un tratamiento o producto final único.

4.2.1. Test de normalidad de las características sensoriales

Para la prueba de normalidad se planteó la hipótesis nula a contrastar, siendo, H_0 : los datos de los diversos atributos sensoriales se distribuyen de forma normal, siendo la H_a : los datos de los diversos atributos sensoriales no se distribuyen de forma normal. En la Tabla 8 se presentan los resultados obtenidos al aplicar el test de normalidad de Shapiro-Wilk a cada una de las características sensoriales previamente mencionadas.

Los valores completos de las calificaciones obtenidas en el análisis sensorial, a partir de las cuales se aplicó este test, se pueden observar en el Anexo 3.

Tabla 8.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk aplicado a las características sensoriales del licor con sabor a banano.

Simbología del tratamiento	Característica sensorial o atributo											
	Apariencia		Olor		Sabor		Impresión de licor		Color		Aceptabilidad	
	gl	Sig.	gl	Sig.	gl	Sig.	gl	Sig.	gl	Sig.	gl	Sig.
a0b0	3	0,848	3	0,286	3	0,791	3	0,113	3	0,542	3	0,142
a0b1	3	0,391	3	0,448	3	0,759	3	0,005	3	0,651	3	0,756
a1b0	3	0,186	3	0,000	3	1,000	3	0,138	3	0,630	3	0,868
a1b1	3	0,569	3	0,000	3	0,416	3	0,632	3	0,000	3	0,210
a2b0	3	0,493	3	0,000	3	0,694	3	0,848	3	0,609	3	0,354
a2b1	3	0,448	3	0,848	3	0,416	3	0,716	3	0,000	3	0,390

ELABORADO: AUTORA

Se aplicó el test indicado debido a la cantidad de datos, ya que cada característica presentaba 3 puntuaciones correspondientes a las 3 repeticiones de cada tratamiento y en este caso se definen como grados de libertad, siendo un tamaño de datos o muestras relativamente bajo.

En función de los datos presentados, se puede constatar que los mismos **no se distribuyen de forma normal**, aceptándose la hipótesis alternativa (H_a), ya que existen valores de significancia de Shapiro-Wilk menores a 0,05, por lo cual se procedió a aplicar los tests no paramétricos como el de Friedman y Holm, mismos que permitieron confirmar el mejor tratamiento.

En la Tabla 9 se presentan los resultados obtenidos al aplicar el test de Friedman.

Tabla 9.

Test de Friedman aplicado a las características sensoriales del licor con sabor a banano.

Simbología del tratamiento	Ranking
a₀b₀	4,806
a₀b₁	4,028
a₁b₀	3,778
a₁b₁	4,306
a₂b₀	1,027
a₂b₁	3,056

ELABORADO: AUTORA

De acuerdo con los datos presentados, el valor p calculado por la prueba de Friedman es de $7,628 \times 10^{-8}$ mismo que es menor al valor de referencia 0,05. Consecuentemente, existe diferencia significativa en los datos del análisis sensorial, por lo que fue necesario aplicar el test de Holm para determinar el mejor tratamiento, que a su vez se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10.

Test de Holm aplicado a las características sensoriales del licor con sabor a banano.

Tabla Holm / Hochberg para $\alpha = 0,05$				
i	Simbología del Tratamiento	$z = (R_0 - R_i) / SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
5	a_0b_0	6,058	$1,379 \cdot 10^{-9}$	0,01
4	a_1b_1	5,256	$1,471 \cdot 10^{-7}$	0,0125
3	a_0b_1	4,811	$1,504 \cdot 10^{-6}$	0,016666666666667
2	a_1b_0	4,410	$1,035 \cdot 10^{-5}$	0,025
1	a_2b_1	3,252	$1,147 \cdot 10^{-3}$	0,05

ELABORADO: AUTORA

Holm tiene una característica que, **el tratamiento que no aparece en la tabla es el mejor**, y los tratamientos ordena de mayor a menor. Por lo antes descrito en el test de Holm, se determinó que el mejor tratamiento fue el T_5 (a_2b_0). Además, los tratamientos a_0b_0 , a_1b_1 , a_0b_1 , a_1b_0 , a_2b_1 presentan valor $p < \text{valor Holm}$, que demuestra que existe diferencia con el tratamiento 5, esto conduce a ratificar que los resultados del licor con sabor a banano correspondiente a la combinación de factores a_2b_0 son significativamente mejores.

Los indicadores sensométricos del licor con sabor a banano quedan establecidos así: apariencia 4,0 (Brillante); olor 4,1 (Banano intenso); sabor 4,2 (Percepción moderada a banano); impresión a licor 4,2 (Equilibrado); color 4,1 (Me gusta un poco) y aceptabilidad 4,1 (Me gusta un poco).

Referente a las características sensométricas, como resultado final se acepta la hipótesis alternativa H_a : *La combinación de bananos y su dosificación si tiene diferencias en las características sensométricas.*

4.3. Resultados de los análisis de características cromáticas de los tratamientos establecidos

Los valores completos para el análisis estadístico de las características cromáticas de todos los tratamientos se evidencian en el Anexo 4; mismo donde se reportan los valores de transmitancia determinados por el espectrofotómetro GENESYSTM 10S UV-Vis de Thermo Scientific™ a longitudes de onda de 445, 495, 550 y 625 nm. Los valores de transmitancia fueron punto de partida para calcular X, Y y Z aplicando las ecuaciones 7, 8 y 9 respectivamente.

Seguido, se determinó los valores de L^* , a^* y b^* mediante las ecuaciones 4, 5 y 6. Se estableció los cromas C^* , H^* a través de los modelos matemáticos 10 y 11 reportados en el capítulo III. Finalmente se calculó sus equivalencias en RGB, como se presenta en la Tabla 11, considerando dichos valores del mejor tratamiento.

Tabla 11.

Resultados de las características cromáticas del mejor tratamiento.

Variable	Valor	Variable	Valor	Variable	Valor
L^*	97,6872	L^*	97,6872	R	251
a^*	14,7197	C^*	15,0298	G	250
b^*	-3,0376	H^*	101,6600	B	220

ELABORADO: AUTORA

4.3.1. Test de normalidad de las características cromáticas

En la aplicación de la prueba de normalidad se planteó la hipótesis nula a contrastar, siendo, H_0 : los datos de las características cromáticas se distribuyen de forma normal, siendo la H_a : los datos de las características cromáticas no se distribuyen de forma normal. La Tabla 12 contiene los resultados del test de normalidad de Shapiro-Wilk a los valores L^* , C^* y H^* , obtenidos en cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Tabla 12.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk aplicado a las características cromáticas del licor con sabor a banana.

Simbología del tratamiento	Característica cromática					
	L^*		C^*		H^*	
	gl	Sig.	gl	Sig.	gl	Sig.
a0b0	3	0,889	3	0,064	3	0,822
a0b1	3	0,439	3	0,866	3	0,586
a1b0	3	0,994	3	0,768	3	0,324
a1b1	3	0,866	3	0,681	3	0,982
a2b0	3	0,588	3	0,902	3	0,074
a2b1	3	0,368	3	0,083	3	0,557

ELABORADO: AUTORA

Los resultados de este test muestran que los datos procesados de las características cromáticas del licor con sabor a banano **se distribuyen de forma normal**, aceptándose la H_0 , que implica aplicar una prueba paramétrica. En función de dichos resultados se procedió a la aplicación del análisis de varianza o ANOVA, cuyos resultados se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13.

ANOVA de las características cromáticas del licor con sabor a banano.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
L*					
Entre grupos	69,978	5	13,996	2,969	0,057
Dentro de grupos (Error)	56,561	12	4,713		
Total	126,539	17			
C*					
Entre grupos	12,766	5	2,553	1,609	0,231
Dentro de grupos (Error)	19,038	12	1,586		
Total	31,803	17			
H*					
Entre grupos	1136,925	5	227,385	3,668	0,03
Dentro de grupos (Error)	743,911	12	61,993		
Total	1880,836	17			

ELABORADO: AUTORA

En base a los resultados del ANOVA, el valor estadístico de significancia para L* y C* es mayor a 0,05 pero H* es menor, por lo tanto, **existe diferencia significativa**, procediendo con la aplicación del test de Tukey mostrado en la Tabla 14, que plantea comparaciones múltiples entre tratamientos.

Tabla 14.

Valores de significancia del Test Tukey aplicado a las características cromáticas del licor con sabor a banana.

Tratamientos	Característica Cromática	Tratamientos					
		a0b0	a0b1	a1b0	a1b1	a2b0	a2b1
a0b0	Luminosidad		1,000	1,000	0,178	0,886	0,267
	C*		1,000	0,996	0,442	0,944	0,750
	H*		1,000	1,000	0,121	0,919	0,214
a0b1	Luminosidad	1,000		1,000	0,183	0,893	0,274
	C*	1,000		0,984	0,544	0,979	0,843
	H*	1,000		1,000	0,180	0,895	0,193
a1b0	Luminosidad	1,000	1,000		0,142	0,822	0,216
	C*	0,996	0,984		0,238	0,754	0,486
	H*	1,000	1,000		0,780	0,880	0,142
a1b1	Luminosidad	0,178	0,183	0,142		0,668	1,000
	C*	0,442	0,544	0,238		0,900	0,992
	H*	0,121	0,180	0,780		0,473	0,999
a2b0	Luminosidad	0,886	0,893	0,822	0,668		0,815
	C*	0,944	0,979	0,754	0,900		0,996
	H*	0,919	0,895	0,880	0,473		0,684
a2b1	Luminosidad	0,267	0,274	0,216	1,000	0,815	
	C*	0,750	0,843	0,486	0,992	0,996	
	H*	0,214	0,193	0,142	0,999	0,684	

ELABORADO: AUTORA

Al analizar este test, se determinó que **no existen diferencias significativas entre los grupos**, implicando que las medias de las muestras son muy similares u homogéneas. En este caso particular, no se puede determinar el mejor tratamiento en función de sus características cromáticas, por lo que se dio relevancia o prioridad a los resultados estadísticos de los test aplicados a los resultados de los análisis sensoriales para llegar a dicha conclusión.

En la Tabla 15 se muestran las medias entre los subgrupos homogéneos donde se resume el valor de significancia de cada característica cromática.

Tabla 15.

Significancia del Test Tukey aplicado a las características cromáticas del licor con sabor a banana, en concordancia con los subconjuntos homogéneos.

Simbología del tratamiento	Característica cromática o atributo					
	Subconjunto: a0b0					
	L*		C*		H*	
	gl	Media	gl	Media	gl	Media
a1b1	3	92,4964	3	12,8002	3	83,4557
a2b1	3	92,9863	3	13,3672	3	85,8469
a2b0	3	95,1641	3	13,8560	3	95,3423
a0b1	3	97,0209	3	14,5697	3	102,0316
a0b0	3	97,0539	3	14,7624	3	101,5831
a1b0	3	97,3165	3	15,2445	3	103,3338
Sig.	0,142		0,238		0,078	

ELABORADO: AUTORA

Estos resultados demuestran que **no existen diferencias significativas**. En relación con las características cromáticas como resultado final se acepta la hipótesis nula H_0 : La combinación de bananos y su dosificación no tiene diferencias en las características cromáticas.

4.4. Pérdidas totales y rendimiento del equipo destilador en función del alcohol etílico obtenido

Para la determinación del rendimiento del equipo destilador, correlacionado con los valores de alcohol etílico obtenidos en cada proceso, se empleó la siguiente ecuación:

$$Rd = \frac{\left(\frac{V_f * GA_f}{GA_i} \right)}{V_i} * 100 \quad (Ec. 12)$$

Donde:

- Rd** = porcentaje de efectividad o rendimiento del destilador
- Vf** = volumen final de alcohol etílico
- GAf** = grado alcohólico final expresado como fracción o porcentaje
- GAi** = grado alcohólico inicial expresado como fracción o porcentaje
- Vi** = volumen inicial de alcohol etílico

En función de ese cálculo se obtiene la pérdida por proceso de destilación, restando el 100 % menos el valor obtenido de rendimiento. Los resultados se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16.

Rendimiento del destilador y pérdidas del alcohol etílico empleado para la elaboración del licor con sabor a banana.

Detalle	Magnitud	Unidad
Volumen inicial del alcohol etílico de 1ªD	180	L
Número de paradas o procesos para la 1ªR	4	u
Grado alcohólico final del alcohol etílico 1ªR	85,33	°GL
Volumen final del alcohol etílico de 1ªR	123,16	L
Rendimiento del equipo en la 1ªR	94,17	%
Pérdida del equipo en la 1ªR	5,83	%
Volumen inicial alcohol etílico de 1ªR por tratamiento	6,5	L
Número de paradas o procesos para la 2ªR	18	u
Grado alcohólico final del alcohol etílico 2ªR (mejor tratamiento)	84	°GL
Volumen final del alcohol etílico 2ªR (mejor tratamiento)	5,72	L
Rendimiento del equipo en la 2ªR (mejor tratamiento)	86,63	%
Pérdida en la 2ªR (mejor tratamiento)	13,37	%

ELABORADO: AUTORA

Como se puede evidenciar, el rendimiento del equipo varía en cada proceso o combinación, puesto que no se emplean las mismas cantidades de materia prima.

4.5. Análisis de metanol

Sintetizando los análisis desarrollados por el laboratorio SEIDL LABORATORY CÍA. LTDA., se obtuvo los siguientes resultados:

- Alcohol metílico de primera destilación (1ªD): <1 mg/100 mL
- Alcohol metílico de primera redestilación (1ªR): <1 mg/100 mL
- Alcohol metílico de segunda redestilación (2ªR) (sólo mejor tratamiento): <1 mg/100 mL

Por lo tanto, en función de lo indicado, se garantizó la calidad de las bebidas alcohólicas desarrolladas en el presente proyecto, confirmando que desde el alcohol base o alcohol de primera destilación hasta el producto final analizados, se mantuvieron los niveles de metanol

por debajo de los límites máximos permitidos según la norma NTE INEN-ISO 1837 (INEN, 2016).

4.6. Discusión de resultados del licor con sabor a banano

El mejor tratamiento, del presente proyecto, fue seleccionado por sus características hedónicas, puesto que, al realizar los análisis estadísticos, no se encontraron cambios relevantes o diferencias significativas referentes a las características cromáticas de las bebidas alcohólicas elaboradas, además, en este caso particular no es factible ni prudente determinar un buen tratamiento sólo por su color. Quien tiene la última palabra es el consumidor, es así, que después de efectuar el análisis sensorial se obtuvieron los resultados presentados y validados.

Debido a la naturaleza del proyecto, no se tiene una base comparativa de otros productos desarrollados bajo las mismas condiciones y análisis, pero, a continuación, se han confrontado características relevantes de estudios previos que emplearon materias primas similares para obtener licores de banano mediante la aplicación de distintos procesos.

Jesus Filho et al. (2018) verificaron la importancia de los análisis sensoriales mediante pruebas hedónicas para determinar la aceptabilidad e incluso la intención de compra del consumidor de acuerdo con sus preferencias, bajo este contexto se evaluó: adherencia, viscosidad, aroma a banano, aroma alcohólico, sabor alcohólico y sabor dulce. Los resultados de dicho análisis se obtuvieron de 13 evaluadores aplicando un modelo matemático de deseabilidad mostrando que el contenido de alcohol de 61,87 °GL de la solución extractiva y el contenido de alcohol (17,29 °GL) y azúcar (289,89 g*L⁻¹) del producto final pueden mostrar una mayor aceptación e intención de compra de licor de banano. En contraposición, las características sensoriales evaluadas por 12 catadores no expertos, en el presente proyecto, fueron: apariencia, olor, sabor, impresión de licor, color y aceptabilidad; para este estudio se obtuvo que al emplear un alcohol tridestilado de 85,33 °GL, con un volumen de 6,5 L, combinado con 9,22 L de agua, 197 g de pulpa de banano seda, 197 g de pulpa de banano orito, 365 g de pulpa de banano maqueño morado y con un grado alcohólico final de 35 °GL fue el más aceptado.

De acuerdo con Gastl Filho et al. (2020), no se analizaron características sensoriales, pero, con respecto a las características cromáticas, el extracto alcohólico generado de la pulpa de banano arrojó valores más altos para Luminosidad y tono al transcurrir 28 días, luego de

analizar 3 casos, combinando sólo pulpa, sólo cáscara o toda la fruta en la elaboración del alcohol macerado, mismo que se almacenó cuidadosamente para determinar las alteraciones de color con el tiempo en un ambiente controlado. Mientras que en el presente proyecto se empleó sólo pulpa y también se maceró el licor, pero las características cromáticas L^* , a^* , b^* difieren considerablemente, no obstante, las características C^* y H^* se aproximan. Esto dificulta su análisis o cotejamiento de resultados, puesto que son procedimientos distintos como se reitera y sobre todo no se emplean las mismas materias primas.

Jesus Filho et al. (2018), aplicaron también un proceso de maceración para la obtención de licor de banano; en este caso, los valores de L^* y H^* se asemejan en cada tratamiento, pero a^* , b^* y C^* difieren, considerando que para dicho proyecto se integró azúcar refinada.

En la tabla 17 se observan los valores de las características cromáticas obtenidas en cada trabajo de investigación a modo de comparación.

Tabla 17.

Resultados de características cromáticas de distintos licores con sabor a banano.

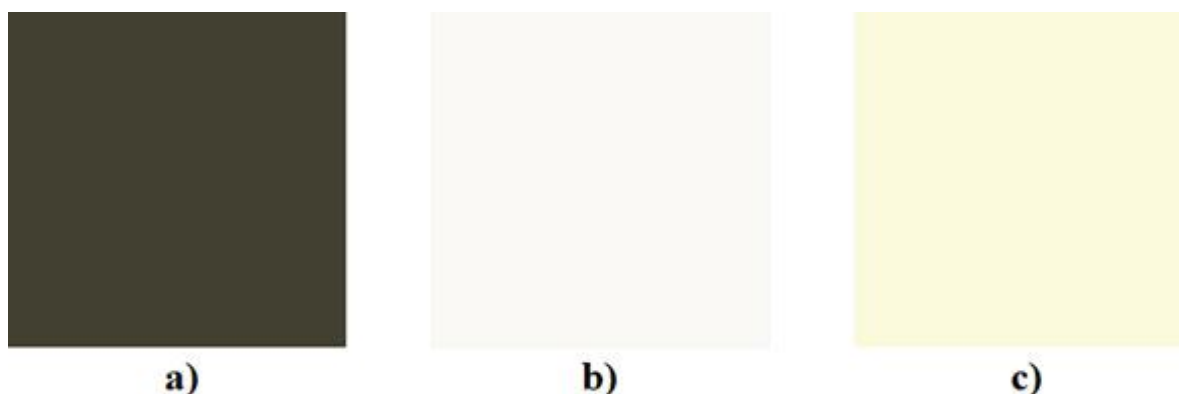
Característica	Licor macerado (Gastl Filho et al., 2020)	Licor macerado (Jesus Filho et al., 2018)	Licor tridestilado con sabor a banano
L^*	26,880	94,090	97,6872
C^*	10,390	0,580	15,0298
H^*	97,270	85,770	101,6600

ELABORADO: AUTORA

En la Figura 4 se puede observar los resultados del color en cada caso de estudio analizado.

Figura 4.

Resultados de color en: a) Licor macerado (Gastl Filho et al., 2020), b) Licor macerado (Jesus Filho et al., 2018) y c) Licor tridestilado con sabor a banano



Nota. Elaborado por la Autora.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En función de las características sensoriales examinadas, como son: apariencia, olor, sabor, impresión de licor, color, aceptabilidad; se determinó que el mejor tratamiento fue el T₅ (a₂b₀), mismo que se desarrolló a partir de un alcohol redestilado o rectificado con una combinación de 25% banano seda, 25% banano orito, 50% banano maqueño morado, constituyendo el 5% m/v de fruta previo a su tridestilación, implicando que la concentración predominante de banano del tipo maqueño morado (*Musa acuminata* AAA) genera un mayor deleite en el consumidor, pero con una baja concentración de la fruta en general para la obtención del licor con sabor a banano.
- De acuerdo con los análisis de las características cromáticas de los distintos tratamientos desarrollados, se concretó que mientras mayor concentración se tenga del banano en cuanto a la relación masa sobre volumen para la elaboración del alcohol con sabor a banano, durante el proceso de tridestilación y maceración para su dilución, todos los componentes del espacio de color CIELab (L^* , a^* , b^*) reducen su valor, así como también el tono (H^*) y saturación (C^*). Los valores obtenidos por el mejor tratamiento fueron $L^* = 97,6872$, $a^* = 14,7197$, $b^* = -3,0376$, $C^* = 15,029$, $H^* = 101,6600$ y convertidos a otras coordenadas se obtuvo R = 251, G = 250, B = 220, valores que representan un color amarillo opaco.
- Mediante análisis de cromatografía de gases se pudo determinar la calidad de la bebida espirituosa con sabor a banano, garantizando que en ninguno de sus procesos se adulteró el alcohol etílico en referencia a los niveles de metanol contenidos en el alcohol de primera destilación (1^aD), primera redestilación (1^aR) o rectificación y segunda redestilación (2^aR), rectificación o tridestilación del mejor tratamiento; puesto que todas las muestras enviadas al laboratorio, indicaron un contenido de metanol <1 mg/100 mL, manteniéndose por debajo de los límites máximos permitidos de acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 1837.

5.2. Recomendaciones

- Emplear el tratamiento T₅ (a₂b₀), el cual ha demostrado ser el más satisfactorio en términos de características sensoriales, como punto de partida para futuras investigaciones sobre la concentración óptima de fruta en la obtención del licor con sabor a banano, con el fin de mejorar aún más la calidad del producto.
- Emplear una concentración moderada de banano con relación a la masa sobre volumen, con el fin de mantener un color más brillante y atractivo para el consumidor. Es necesario considerar que el color es un factor importante en la percepción del consumidor y puede influir en sus preferencias o decisión de compra. Además, se sugiere ampliar esta investigación hasta determinar la concentración ideal de banano, mediante maceración, que permita lograr un equilibrio entre la intensidad de sabor y el color del licor con sabor a banano.
- Garantizar siempre la calidad de las bebidas alcohólicas en todos los procesos de elaboración, incluyendo la destilación, rectificación y sus derivaciones, con el fin de evitar la adulteración del alcohol etílico y mantener los niveles de metanol por debajo de los límites permitidos según la normativa vigente. Es importante destacar que los altos niveles del contenido de metanol en una bebida alcohólica pueden ser letales para la salud, y por lo tanto se debe prestar especial atención a este indicador de calidad y seguridad del producto.
- Estudiar la estabilidad del color en distintas presentaciones de envases, simulando estar en percha y considerando tiempos. Además, es recomendable realizar periódicamente análisis de calidad, orientados a la mejora continua de los procesos productivos de las bebidas alcohólicas, verificando que el producto cumpla con los estándares de seguridad para el consumo humano.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía citada

- Acosta Otálvaro, E. V., Mazo Rivas, J. C., García Viguera, C., & others. (2021). *Predicción del contenido de polifenoles totales de extractos de cacao, a partir del espacio de color CIElab*. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/10219>
- Álvarez Naranjo, L. J., Naranjo Pinela, T. C., Pérez Salazar, J. A., & Carvajal Salgado, A. L. (2022). Cadena de comercialización del banano ecuatoriano. Aproximación de una propuesta de política pública de exportación. *RevistaÑeque*, 5(12), 12. <http://repositorio.cidecuador.org/jspui/handle/123456789/1770>
- Amini Khoozani, A., Birch, J., & Bekhit, A. E.-D. A. (2019). Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry. *Journal food scienceTechnology*, 56, 548–559. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13197-018-03562-z>
- Berg, J. M., Tymoczko, J. L., & Stryer, L. (2002). *Biochemistry, Fifth Edition*. W.H. Freeman. <https://books.google.com.ec/books?id=uDFqAAAAMAAJ>
- Bhat, E., Sajjad, N., Manzoor, I., & Rasool, A. (2019). Bioactive compounds in peanuts and banana. *BiochemAnalBiochem*, 8(382), 382. <https://doi.org/https://doi.org/10.35248/2161-1009.19.8.382>
- Biedma González, M. (2020). *Discriminación visual del color*. <https://hdl.handle.net/11441/103338>
- Burgos Mayorga, J. E. (2016). *Estudio de la influencia de Pasteurización al vacío sobre las propiedades nutricionales, sensoriales y microbiológicas de néctar de naranja (Citrus x sinensis) y zanahoria (Daucus carota L.)* [Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24089>

- Castillo Alarcon, O., Mendoza Montoya, J., & Rivera-Suaña, J. A. (2021). Análisis de Espacios de Color para Clasificación de Queso tipo Paria Mediante Colorimetría y Visión Artificial con OpenCV. *Revista Científica Investigación Andina*, 20(2), 2. <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/RCIA/article/view/862>
- Centeno Satán, M. J. (2018). *Obtención de alcohol etílico mediante el proceso de fermentación y destilación del jugo de caña de maíz (Zea mays) para el empleo como base de relleno en bombonería* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11755>
- Clayden, J., Greeves, N., & Warren, S. (2012). *Organic Chemistry*. OUP Oxford. https://books.google.com.ec/books?id=kQgu2j_ber0C
- Fernández, A., Tuarez, D., Erazo, C., & Torres, E. (2021). Clarification of Sugar Cane Juice (*Saccharum Officinarum*) Through the Use of National Cocoa Mucílago (*Theobroma Cacao* L.). *ESPOCH Congresses The Ecuadorian Journal STEAM*, 448–462. <https://doi.org/10.18502/esPOCH.v1i1.9583>
- Fernández Escobar, Á. O., Hidalgo Trejo, G. C., Vélez Reyna, V. R., Villegas Soto, N. R., & Marcia 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), 2. <https://doi.org/https://doi.org/10.18779/ingenio.v4i2.414>
- García Ahued, M. (2014). Análisis sensorial de alimentos. *PADIBoletín Científico Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 2(3), 3. <https://doi.org/https://doi.org/10.29057/icbi.v2i3.533>
- Gastl Filho, J., Resende, M. A., & Silva, F. C. (2020). Colorimetric parameters as a stability indicative of banana alcoholic extract submitted to storage. *Research, Society Development*, 9(9), 9. <https://doi.org/https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8227>

- Ibáñez, F. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Taylor & Francis.
- INEN. (1985). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 381:1985. Conservas vegetales. Determinación de acidez titulable. Primera revisión*. Servicio Ecuatoriano de Normalización.
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/381.pdf>
- INEN. (2013a). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 1842:2013. Productos vegetales y de frutas. Determinación de pH (IDT). Primera Edición*. Servicio Ecuatoriano de Normalización.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_1842_extracto.pdf
- INEN. (2013b). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 2173:2013. Productos vegetales y de frutas – Determinación de sólidos solubles – Método refractométrico (IDT). Primera Edición*. Servicio Ecuatoriano de Normalización.
<https://silo.tips/download/quito-ecuador-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-iso-21732013-extracto>
- INEN. (2013c). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 750:2013 Productos vegetales y de frutas. Determinación de la acidez titulable (IDT). Primera Edición*. Servicio Ecuatoriano de Normalización.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_750_extracto.pdf
- INEN. (2016). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. NTE INEN 1837. Bebidas alcohólicas Licores Requisitos. Segunda revisión*. Servicio Ecuatoriano de Normalización.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1837-2.pdf
- Jesus Filho, M. de, Carmo, L. B. do, Lucia, S. M. D., Saraiva, S. H., Costa, A. V., Osório, V. M., & Teixeira, L. J. Q. (2018). Banana liqueur: Optimization of the alcohol and

- sugar contents, sensory profile and analysis of volatile compounds. *LWT*, 97, 31–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.06.044>
- MAGAP. (2015). *MEMORIA TÉCNICA - CANTÓN PANGUA - PROYECTO: “LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000, LOTE 1” GEOMORFOLOGÍA*. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria_tecnica_Geomorfologia_PANGUA_20151117.pdf
- Mata Anchundia, D., Suatunce Cunuhay, J. P., & Poveda Morán, R. (2021). Análisis económico del banano orgánico y convencional en la provincia Los Ríos, Ecuador. *Avances*, 23(4), 4. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637869393005>
- Monogarova, O., Oskolok, K., & Apyari, V. (2018). Colorimetry in chemical analysis. *Journal Analytical Chemistry*, 73, 1076–1084.
- <https://doi.org/https://doi.org/10.1134/S1061934818110060>
- MSP. (2022). *MSP ejecuta acciones interinstitucionales ante intoxicación masiva por alcohol metílico*. Ministerio de Salud Pública. <https://www.salud.gob.ec/msp-ejecuta-acciones-interinstitucionales-ante-intoxicacion-masiva-por-alcohol-metilico/>
- Navarro, D. V. (2019). *La protección de las bebidas espirituosas en el marco europeo*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62681488/LA_PROTECCION_DE_LAS_BEBIDAS_ESPIRITUOSAS_EN_EL_MARCO_EUROPEO20200401-126163-1n466p1-libre.pdf?1585972461=&response-content-disposition=inline;+filename=LA_PROTECCION_DE_LAS_BEBIDAS_ESPIRITUOSA.pdf&Expires=1675309353&Signature=g9WSv9VL-aXnqkEXwh2zMcRMLQb-

bMLUSlhsbbz173WSc1v92R5L3w94j80dvN2OzC4M3oDFZsfZ0jDcCp5-
5 RiBB9frcqA5gh2JlzlQAbJVfkFCCCgFUdWfWgx9cTkK187euIC9DvS5M6NL
gPFiAgE7o4zdKCTaAlpMDmRIAdDRT1aaGCakFT0CRI7iFixYTOgXGLBM7W
qKFvap6tCaArZ0Ddm7W AJ0qtkzuFfsBChOiPEhMGpHlH89ridMXEm7E7uEoT
DBqR wF601NUHuYZ 5ovVZBrVNKCB4KH 9KPHkRVPJ44HHnRExraAWHJ
KSOH-gwflBnAft5SxUtMQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Noblecilla Cruz, A. D. C. (2020). *Propuesta para la instalación de una planta de producción de bebida espirituosa a partir de camote (ipomoea batatas) para exportación* [Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].

<http://hdl.handle.net/20.500.12423/2974>

OIV. (2006). *RESOLUCIÓN OENO 1/2006. DETERMINACIÓN DE LAS*

CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS SEGÚN CIELab. Organización Internacional de la Viña y el Vino. <https://www.oiv.int/public/medias/2948/oeno-01-2006-es.pdf>

Oviedo-Arbeláez, M., Lozano-Vera, J., & Amorocho-Cruz, C. M. (2018). Physicochemical and microbiological characterization of blackberry (*Rubus glaucus* Benth) wine, El Hobo (Huila). *Dyna*, 85(207), 207.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15446/dyna.v85n207.72957>

Pardo-Jiménez, G. E., Narváez-Zurita, C. I., & Erazo-Álvarez, J. C. (2020). Análisis del impacto tributario y contable por las variaciones del precio de la caja de banano en los productores del cantón Machala, Ecuador. *Domino las Ciencias*, 6(1), 1.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7351796>

Piñeiro-Di-Blasi, J. I., Martínez-Torres, J., Pozo-Antonio, J. S., Iglesias-Comesaña, C., Cuesta, L., Taboada-Castro, J., Gajino-Núñez, P., & Tresaco-Vidaller, E. (2014). Development of an application for quick comparison of pigments from their

colorimetric coordinates. *Dyna*, 81(184), 184.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.37715>

Ringer, T., & Blanke, M. (2021). Non-invasive, real time in-situ techniques to determine the ripening stage of banana. *Journal Food Measurement Characterization*, 15(5), 5. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11694-021-01009-2>

Rivera Herrera, S. I., & Reza Taco, R. P. (2022). *Diseño de una planta de obtención de alcohol rectificado a partir de alcohol artesanal para la asociación de cañicultores de la Parroquia Ramón Campaña del Cantón Pangua*. [Quito: UCE].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26531>

Sidhu, J. S., & Zafar, T. A. (2018). Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits. *Food Quality Safety*, 2(4), 4.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyy019>

Soto Mora, J. E., Charry Roa, S., & Amorocho Cruz, C. M. (2021). Evaluación del comportamiento del color del vino artesanal de curuba “Son del Alba”. *Ingeniería y Región*, 26, 26.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8301749>

Vargas García, Y. E. (2018). *Obtención de productos con valor agregado a partir de banano de rechazo en el contexto ecuatoriano*.
<http://hdl.handle.net/20.500.12010/2807>

Vásquez-Castillo, W., Racines-Oliva, M., Moncayo, P., Viera, W., & Seraquive, M. (2019). Fruit Quality and Post-Harvest Losses of Organic Bananas *Musa acuminata* in Ecuador. *Enfoque UTE*, 10(4), 4. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.545>

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. Anexo 1

Registro fotográfico del proceso de elaboración de un licor con sabor a banano.

Destilador de 3 platos teóricos



Primera redestilación (1^ºR)



Recolección de alcohol de 1^ºR



Medición del grado alcohólico de 1^ºR



Troceado banana seda



Troceado banana orito



Troceado de banana maqueño morado



Segunda Redestilación (2ªR)



Inclusión del banano en 2ªR



Recolección de alcohol de 2ªR



Envasado de alcohol de 2ªR sin filtrar



Adaptación de filtros para alcohol de 2ªR



Filtrado del licor con sabor a banano tridestilado



°GL posterior a la dilución y filtrado



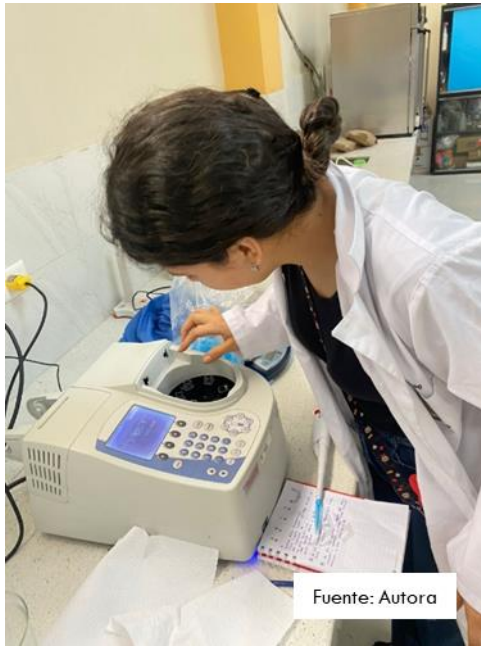
Licores con sabor a banano resultantes



Uso del espectrofotómetro en colorimetría



Obtención de características cromáticas



Análisis de acidez titulable



Medición de pH



Preparación para análisis sensorial



Mejor tratamiento del licor con sabor a banano



7.2. Anexo 2

Fichas de catación para análisis sensorial.



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



Análisis Sensorial de una bebida espirituosa (Licor de Banano)

Nombre del Catador: _____

Edad: _____ Fecha: _____

INDICACIONES:

- Probar cada una de las muestras del licor presentado, marcadas con un código diferente.
- Colocar una X en la casilla que usted considere de acuerdo con los atributos percibidos.
- Tomar agua antes de probar cada muestra.

Atributos	Alternativas	Puntuación	Muestra					
			MC001	MC011	MC021	MC101	MC111	MC121
Apariencia	Turbio	1						
	Opaco	2						
	Transparente	3						
	Brillante	4						
	Reluciente	5						
Olor	Débil	1						
	Poco débil	2						
	Ligeramente perceptible a banano	3						
	Banano intenso	4						
Sabor	Alcohol-banano equilibrado	5						
	Insípido	1						
	Ligera percepción a banano	2						
	Mediana percepción a banano	3						
	Percepción moderada a banano	4						
Impresión de licor	Percepción intensa a banano	5						
	Desagradable	1						
	Poco intenso	2						
	Característico	3						
	Equilibrado	4						
Color	Agradable	5						
	Me desagrada	1						
	Me disgusta ligeramente	2						
	No me gusta, ni me disgusta	3						
	Me gusta un poco	4						
Aceptabilidad	Me gusta mucho	5						
	Me desagrada	1						
	Me disgusta ligeramente	2						
	No me gusta, ni me disgusta	3						
	Me gusta un poco	4						
	Me gusta mucho	5						

OBSERVACIONES: _____



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



Análisis Sensorial de una bebida espirituosa (Licor de Banano)

Nombre del Catador: _____

Edad: _____ Fecha: _____

INDICACIONES:

- Probar cada una de las muestras del licor presentado, marcadas con un código diferente.
- Colocar una X en la casilla que usted considere de acuerdo con los atributos percibidos.
- Tomar agua antes de probar cada muestra.

Atributos	Alternativas	Puntuación	Muestra					
			MC002	MC012	MC022	MC102	MC112	MC122
Apariencia	Turbio	1						
	Opaco	2						
	Transparente	3						
	Brillante	4						
	Reluciente	5						
Olor	Débil	1						
	Poco débil	2						
	Ligeramente perceptible a banano	3						
	Banano intenso	4						
	Alcohol-banano equilibrado	5						
Sabor	Insípido	1						
	Ligera percepción a banano	2						
	Mediana percepción a banano	3						
	Percepción moderada a banano	4						
	Percepción intensa a banano	5						
Impresión de licor	Desagradable	1						
	Poco intenso	2						
	Característico	3						
	Equilibrado	4						
	Agradable	5						
Color	Me desagrada	1						
	Me disgusta ligeramente	2						
	No me gusta, ni me disgusta	3						
	Me gusta un poco	4						
	Me gusta mucho	5						
Aceptabilidad	Me desagrada	1						
	Me disgusta ligeramente	2						
	No me gusta, ni me disgusta	3						
	Me gusta un poco	4						
	Me gusta mucho	5						

OBSERVACIONES: _____



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



Análisis Sensorial de una bebida espirituosa (Licor de Banano)

Nombre del Catador: _____

Edad: _____ Fecha: _____

INDICACIONES:

- Probar cada una de las muestras del licor presentado, marcadas con un código diferente.
- Colocar una X en la casilla que usted considere de acuerdo con los atributos percibidos.
- Tomar agua antes de probar cada muestra.

Atributos	Alternativas	Puntuación	Muestra					
			MC003	MC013	MC023	MC103	MC113	MC123
Apariencia	Turbio	1						
	Opaco	2						
	Transparente	3						
	Brillante	4						
	Reluciente	5						
Olor	Débil	1						
	Poco débil	2						
	Ligeramente perceptible a banano	3						
	Banano intenso	4						
	Alcohol-banano equilibrado	5						
Sabor	Insípido	1						
	Ligera percepción a banano	2						
	Mediana percepción a banano	3						
	Percepción moderada a banano	4						
	Percepción intensa a banano	5						
Impresión de licor	Desagradable	1						
	Poco intenso	2						
	Característico	3						
	Equilibrado	4						
	Agradable	5						
Color	Me desagrada	1						
	Me disgusta ligeramente	2						
	No me gusta, ni me disgusta	3						
	Me gusta un poco	4						
	Me gusta mucho	5						
Aceptabilidad	Me desagrada	1						
	Me disgusta ligeramente	2						
	No me gusta, ni me disgusta	3						
	Me gusta un poco	4						
	Me gusta mucho	5						

OBSERVACIONES: _____

7.3. Anexo 3

Tabla de valores promedio, de las calificaciones obtenidas al aplicar el análisis sensorial al licor con sabor a banano.

PARÁMETRO	Repetición	TRATAMIENTO					
		a0b0	a0b1	a1b0	a1b1	a2b0	a2b1
APARIENCIA	R ₁	2,750	3,083	2,833	2,417	3,833	2,500
	R ₂	3,333	2,750	2,750	2,167	3,917	2,583
	R ₃	3,000	3,167	3,500	3,000	4,167	2,250
OLOR	R ₁	2,583	2,500	2,917	2,583	4,083	3,417
	R ₂	2,083	2,583	2,917	3,917	4,167	4,000
	R ₃	2,500	2,250	2,500	2,583	4,167	3,750
SABOR	R ₁	2,167	2,833	3,167	3,000	4,333	3,750
	R ₂	1,833	3,083	3,000	3,583	4,083	3,917
	R ₃	2,667	2,667	2,833	2,833	4,167	3,167
IMPRESIÓN DE LICOR	R ₁	2,417	2,583	2,333	2,833	3,917	3,333
	R ₂	3,667	3,667	3,333	3,500	4,250	3,583
	R ₃	2,500	2,583	3,250	3,833	4,500	4,000
COLOR	R ₁	3,333	3,500	3,000	3,417	3,833	3,833
	R ₂	3,500	4,000	3,667	3,917	4,167	3,750
	R ₃	3,917	3,833	4,000	3,417	4,333	3,833
ACEPTABILIDAD	R ₁	2,333	2,417	3,083	2,667	3,917	2,750
	R ₂	3,333	3,500	3,500	3,417	4,000	3,917
	R ₃	3,417	3,083	3,833	3,333	4,333	3,667

7.4. Anexo 4

Tabla de procesamiento de valores para el análisis de características cromáticas del licor con sabor a banano.

Muestras	Valores de transmitancia a distintas longitudes de onda				x	y	z	Xn	Yn	Zn	L*	a*	b*	C*	H*	H* Corregido
	445	495	550	625												
T ₁ R ₁	86,4	89,9	92	94,4	89,9920	92,1230	102,7920	0,9490	0,9212	0,9573	96,8706	13,9012	-2,5050	14,1251	-10,21493235	100,2149324
T ₁ R ₂	87,7	91,1	92,9	94,9	90,7900	92,9940	104,3020	0,9574	0,9299	0,9713	97,2252	13,7540	-2,8541	14,0470	-11,72295362	101,7229536
T ₁ R ₃	88,5	90,9	92,3	95	90,7900	92,6020	105,0060	0,9574	0,9260	0,9779	97,0658	15,7140	-3,5734	16,1151	-12,81126953	102,8112695
T ₂ R ₁	90,8	93,1	94,4	96,2	92,5120	94,5390	107,6960	0,9756	0,9454	1,0029	97,8488	15,1088	-3,9044	15,6052	-14,48928685	104,4892868
T ₂ R ₂	88,6	91,5	93,3	95,1	91,2030	93,3540	105,2440	0,9618	0,9335	0,9801	97,3711	14,1317	-3,1970	14,4888	-12,74732087	102,7473209
T ₂ R ₃	83,5	87,2	89,5	92,1	87,5420	89,6290	99,4180	0,9232	0,8963	0,9258	95,8427	13,4527	-2,0966	13,6151	-8,85807735	98,85807735
T ₃ R ₁	93,1	94,5	95,5	96,9	93,6740	95,6100	110,1940	0,9879	0,9561	1,0262	98,2771	15,8809	-4,7020	16,5624	-16,49277795	106,492778
T ₃ R ₂	85,5	88,8	90,8	92,8	88,7110	90,8600	101,6820	0,9355	0,9086	0,9469	96,3524	13,4617	-2,6863	13,7271	-11,28536995	101,2853699
T ₃ R ₃	88,6	91,4	93	95,5	91,2660	93,2280	105,2200	0,9625	0,9323	0,9799	97,3201	15,0939	-3,2699	15,4440	-12,22337245	102,2233725
T ₄ R ₁	71,2	77	81	86,6	79,6740	81,4400	85,4080	0,8402	0,8144	0,7954	92,3271	12,9107	1,4660	12,9937	6,477963694	83,52203631
T ₄ R ₂	77,8	83,1	86,4	91,3	84,9240	86,8190	93,0760	0,8956	0,8682	0,8668	94,6614	13,6983	0,1031	13,6987	0,431401391	89,56859861
T ₄ R ₃	66,3	72,2	77,2	82,4	75,5510	77,3900	79,6500	0,7967	0,7739	0,7418	90,5008	11,4207	2,5787	11,7082	12,72340891	77,27659109
T ₅ R ₁	73	79	83,1	88,3	81,5010	83,4430	87,5800	0,8595	0,8344	0,8156	93,2080	12,5293	1,4271	12,6103	6,497987222	83,50201278
T ₅ R ₂	81,5	84,8	86,4	89,1	84,7770	86,6680	96,9620	0,8940	0,8667	0,9030	94,5972	13,6782	-2,6253	13,9279	-10,86480426	100,8648043
T ₅ R ₃	89,1	92,1	94	96,3	92,0570	94,1370	105,8580	0,9708	0,9414	0,9858	97,6872	14,7197	-3,0376	15,0298	-11,66003652	101,6600365
T ₆ R ₁	64	70,4	75,7	82,1	74,4170	76,0790	77,0560	0,7848	0,7608	0,7176	89,8960	11,9962	3,5230	12,5029	16,36619663	73,63380337
T ₆ R ₂	89,1	91,9	93,8	96,1	91,9030	93,9370	105,8100	0,9692	0,9394	0,9854	97,6066	14,9077	-3,1464	15,2361	-11,91795354	101,9179535
T ₆ R ₃	69,2	74,8	79,2	84,4	77,7000	79,4920	83,0000	0,8194	0,7949	0,7729	91,4564	12,2421	1,7229	12,3627	8,010979599	81,9890204

7.5. Anexo 5

Test de Friedman y Holm del procesamiento de datos del análisis sensorial.

Results

May 21, 2023

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

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
a0b0	4.80555555555555545
a0b1	4.027777777777778
a1b0	3.7777777777777786
a1b1	4.305555555555555
a2b0	1.0277777777777781
a2b1	3.0555555555555562

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 5 degrees of freedom: 46.380952380952316. P-value computed by Friedman Test: 7.627565801193725E-9.

Iman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 5 and 85 degrees of freedom: 18.076419213973747. P-value computed by Iman and Davenport Test: 3.5554584539317795E-12.

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

i	algorithm	$z = (R_0 - R_i) / \sqrt{K}$	p	Holm/Hochberg/Hommel
5	a0b0	6.057921483348284	1.378916092658264E-9	0.01
4	a1b1	5.256137757611012	1.4711211276733698E-7	0.0125
3	a0b1	4.810702354423639	1.5040084800449855E-6	0.016666666666666666
2	a1b0	4.469810491555003	1.0346111920334509E-5	0.025
1	a2b1	3.251678443267831	0.0011472573477041522	0.05

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

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 ≤ 0.02 .

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

Hommel's procedure rejects all hypotheses.

Nemenyi's procedure rejects those hypotheses that have a p-value $\leq 0.0033333333333333335$.

Holm's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.005 .

Table 3: Holm / Hochberg Table for $\alpha = 0.10$

i	algorithm	$z = (R_0 - R_i)/SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
5	a0b0	6.057921483348284	1.378916692658264E-9	0.02
4	a1b1	5.256137757611012	1.4711211276733698E-7	0.025
3	a0b1	4.810702354423639	1.5040084860449855E-6	0.03333333333333333
2	a1b0	4.409810491355003	1.0346111920334509E-5	0.05
1	a2b1	3.251678443267831	0.0011472573477041522	0.1

Table 4: Adjusted p -values

i	algorithm	unadjusted p	P_{Holm}	P_{Hoch}	P_{Hommel}
1	a0b0	1.378916692658264E-9	6.89158346329132E-9	6.89158346329132E-9	6.89158346329132E-9
2	a1b1	1.4711211276733698E-7	7.352605638366846E-7	5.894484510693479E-7	5.884484510693479E-7
3	a0b1	1.5040084860449855E-6	7.520042430224924E-6	4.312025458134956E-6	4.512025458134956E-6
4	a1b0	1.0346111920334509E-5	5.1730559691672544E-5	2.0692223840669017E-5	2.0692223840669017E-5
5	a2b1	0.0011472573477041522	0.005736286738520761	0.0011472573477041522	0.0011472573477041522

Table 5: Holm / Shaffer Table for $\alpha = 0.05$

i	algorithms	$z = (R_0 - R_i)/SE$	p	Holm	Shaffer
15	a0b0 vs. a2b0	6.057921483348284	1.378916692658264E-9	0.0033333333333333335	0.0033333333333333335
14	a1b1 vs. a2b0	5.256137757611012	1.4711211276733698E-7	0.0035714285714285718	0.005
13	a0b1 vs. a2b0	4.810702354423639	1.5040084860449855E-6	0.0038461538461538464	0.005
12	a1b0 vs. a2b0	4.409810491355003	1.0346111920334509E-5	0.004166666666666667	0.005
11	a2b0 vs. a2b1	3.251678443267831	0.0011472573477041522	0.004545454545454546	0.005
10	a0b0 vs. a2b1	2.8062430400804534	0.005012287145488732	0.005	0.005
9	a1b1 vs. a2b1	2.0044503143431815	0.04502088100253885	0.005555555555555556	0.005555555555555556
8	a0b0 vs. a1b0	1.6481109917932808	0.09932989714001947	0.00925	0.00625
7	a1b0 vs. a1b1	1.5500239111558077	0.11890072080312383	0.0071428571428571435	0.0071428571428571435
6	a0b0 vs. a0b1	1.2472191289246457	0.2123171607729655	0.008333333333333333	0.008333333333333333
5	a1b0 vs. a2b1	1.1581320482871726	0.24681015326181144	0.01	0.01
4	a1b0 vs. a1b1	0.846327266056009	0.3973702012891674	0.0125	0.0125
3	a0b0 vs. a1b1	0.801783257372717	0.42267807417063624	0.016666666666666666	0.016666666666666666
2	a0b1 vs. a1b1	0.44543540318737385	0.6560051321908611	0.025	0.025
1	a0b1 vs. a1b0	0.4008918628686352	0.6884997410966354	0.05	0.05

Shaffer's procedure rejects those hypotheses that have a p -value $\leq 0.0033333333333333335$.
 Bergmann's procedure rejects these hypotheses:

- a0b0 vs. a2b0
- a0b1 vs. a2b0
- a1b0 vs. a2b0
- a1b1 vs. a2b0
- a2b0 vs. a2b1

Table 6: Holm / Shaffer Table for $\alpha = 0.10$

i	algorithms	$z = (R_0 - R_i)/SE$	p	Holm	Shaffer
15	a0b0 vs. a2b0	6.057921483348284	1.378916692658264E-9	0.006666666666666667	0.006666666666666667
14	a1b1 vs. a2b0	5.256137757611012	1.4711211276733698E-7	0.0071428571428571435	0.01
13	a0b1 vs. a2b0	4.810702354423639	1.5040084860449855E-6	0.007592307692307693	0.01
12	a1b0 vs. a2b0	4.409810491355003	1.0346111920334509E-5	0.008333333333333333	0.01
11	a2b0 vs. a2b1	3.251678443267831	0.0011472573477041522	0.009090909090909092	0.01
10	a0b0 vs. a2b1	2.8062430400804534	0.005012287145488732	0.01	0.01
9	a1b1 vs. a2b1	2.0044503143431815	0.04502088100253885	0.011111111111111112	0.014285714285714287
8	a0b0 vs. a1b0	1.6481109917932808	0.09932989714001947	0.0125	0.014285714285714287
7	a0b1 vs. a2b1	1.5500239111558077	0.11890072080312383	0.014285714285714287	0.014285714285714287
6	a0b0 vs. a0b1	1.2472191289246457	0.2123171607729655	0.016666666666666666	0.016666666666666666
5	a1b0 vs. a2b1	1.1581320482871726	0.24681015326181144	0.02	0.02
4	a1b0 vs. a1b1	0.846327266056009	0.3973702012891674	0.025	0.025
3	a0b0 vs. a1b1	0.801783257372717	0.42267807417063624	0.03333333333333333	0.03333333333333333
2	a0b1 vs. a1b1	0.44543540318737385	0.6560051321908611	0.05	0.05
1	a0b1 vs. a1b0	0.4008918628686352	0.6884997410966354	0.1	0.1

Nemenyi's procedure rejects those hypotheses that have a p -value $\leq 0.0033333333333333335$.
 Holm's procedure rejects those hypotheses that have a p -value $\leq 0.011111111111111112$.
 Shaffer's procedure rejects those hypotheses that have a p -value $\leq 0.006666666666666667$.

i	hypothesis	unadjusted p	P_{Nemc}	P_{Holm}	P_{Shof}	P_{Berq}
1	a0b0 vs .a2b0	1.378916692658264E-9	2.068375038987396E-8	2.068375038987396E-8	2.068375038987396E-8	0.0
2	a1b1 vs .a2b0	1.4711211276733698E-7	2.2060816915100546E-6	2.0595695787427179E-6	1.4711211276733699E-6	0.0
3	a0b1 vs .a2b0	1.5040084860449855E-6	2.2560127290673784E-5	1.9552110318584812E-5	1.5040084860449856E-5	0.0
4	a1b0 vs .a2b0	1.0346111920334509E-5	1.5519167880501762E-4	1.241533430440141E-4	1.0346111920334509E-4	0.0
5	a2b0 vs .a2b1	0.0011472573477041522	0.017208860215562283	0.012619830824745675	0.011472573477041522	0.0
6	a0b0 vs .a2b1	0.005012287145488732	0.07518430718233998	0.05012287145488732	0.05012287145488732	0.0
7	a1b1 vs .a2b1	0.04502088100253885	0.6753132150386827	0.40518792902284967	0.3151461670177719	0.0
8	a0b0 vs .a1b0	0.09932989714001947	1.4899484571002921	0.7946391771201557	0.6953092799801363	0.0
9	a0b1 vs .a2b1	0.11899072089312383	1.7848608133968575	0.8320350462518669	0.8320350462518669	0.0
10	a0b0 vs .a0b1	0.2123171607729055	3.1847574115944823	1.273902964637793	1.273902964637793	0.0
11	a1b0 vs .a2b1	0.24681015326181144	3.702152298927172	1.273902964637793	1.273902964637793	0.0
12	a1b0 vs .a1b1	0.3973702012891674	5.960553019337511	1.5894808051566696	1.5894808051566696	0.0
13	a0b0 vs .a1b1	0.42267807417063024	6.34017112559544	1.5894808051566696	1.5894808051566696	0.0
14	a0b1 vs .a1b1	0.6560051321908611	9.840076982862916	1.5894808051566696	1.5894808051566696	0.0
15	a0b1 vs .a1b0	0.6884997410966354	10.327496116449531	1.5894808051566696	1.5894808051566696	0.0

7.6. Anexo 6

Resultados de cromatografía de gases para determinación de metanol de la bebida elaborada.



LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR.270358

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	MILENA SOLANGE CALERO GUZMAN		
Dirección:	QUINSALOMA AV. PROGRESO SECTOR 5 ESQUINAS		
Nombre Producto :	ALCOHOL TRIDESTILADO (MI)		
Fecha de Elaboración:	2023-01-15	Fecha de Caducidad:	ND
Lote:	ND	Contenido Declarado:	ND
Materia Envase:	ENVASE PLASTICO CON TAPA	Forma de Conservación:	Ambiente
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	270358-1	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 PPQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		AZLA	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 representatividad 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 PLA Fecha y hora: 2023-02-09 15:16:23

Belen Constante

Muestra 270358-1 de 270358-1

Pg 1 / 1

Confidencialidad e Propiedad

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 conservación de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 5 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: directoriocalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: serviciocliente@seidlaboratory.com.ec

Milcher Touza 961-61 entre Av. del Maestro y Nazareth 022478114 - 022451143 - 0995430911 - 0992730611





INFORME DE ENSAYO NR.270359

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	MILENA SOLANGE CALERO GUZMAN		
Dirección:	QUINSALOMA AV. PROGRESO SECTOR 5 ESQUINAS		
Nombre Producto :	ALCOHOL TRIDESTILADO (M2)		
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 :	270359-1	Contenido Encontrado:	1 Litro
Fecha Recepción:	2023/02/01	Fecha Inicio Ensayo:	2023/02/01
Condiciones Ambientales de Llegada de la muestra:	22 °C	Muestra:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS PPQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		AZLA	SAE		
METANOL	SEIN-ALC (INEN 2014, AGAC 966.09)	✓	*	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 representatividad 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 15:16:09

Belén Constante

Muestra 270359-1 de 270359-1

Pág. 1 / 1

Confidencialidad e Integridad

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) enviada(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 preservación de las muestras en el laboratorio

Muestras preservables: 5 días calendario; Muestras no preservables: 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: serviciocliente@seidlaboratory.com.ec

Méltor Touza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022453145 - 0995450911 - 0992730633





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	Muestra:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS PPQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		AZLA	SAE		
METANOL	SEIN-ALC (INEN 2014, AGAC 966.09)	✓	*	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 representatividad 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

Belén Constante

Muestra 270360-1 de 270360-1

Pg. 1 / 1

Confidencialidad e Integridad

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) enviada(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 preservación de las muestras en el laboratorio

Muestras preservables: 15 días calendario; Muestras no preservables: 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: director@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerencia@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
Módulo Tazua N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 0224763114 - 022453145 - 0995450911 - 0992730633

