



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
Ingeniería en Alimentos.

Proyecto de Investigación:

“EVALUACIÓN SENSOMÉTRICA Y CROMÁTICA DE UN LICOR ESPIRITUOSO
INCORPORANDO ZUMO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) Y
PANELA EN EL PROCESO DE TRIDESTILACIÓN”

Autora:

Bella Melany Alcívar Sánchez

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Ángel Oliverio Fernández Escobar, MSc.

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Alcívar Sánchez Bella Melany**, 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 vigente.

Bella Alcívar

Alcívar Sánchez Bella Melany

C.C: 0924475437

2023



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Alim. Ángel Fernández Escobar, MSc. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que, el estudiante **Alcívar Sánchez Bella Melany**, realizó el proyecto de investigación de grado titulado **“EVALUACIÓN SENSOMÉTRICA Y CROMÁTICA DE UN LICOR ESPIRITUOSO INCORPORANDO ZUMO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) Y PANELA EN EL PROCESO DE TRIDESTILACIÓN”**, 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 MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

El suscrito, Ingeniero Ángel Oliverio Fernández Escobar MSc, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“EVALUACIÓN SENSOMÉTRICA Y CROMÁTICA DE UN LICOR ESPIRITUOSO INCORPORANDO ZUMO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) Y PANELA EN EL PROCESO DE TRIDESTILACIÓN”** perteneciente a la Srta. Alcívar Sánchez Bella Melany estudiante de la carrera Ingeniería en Alimentos, que fue revisado bajo mi dirección según la resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual evalúa los niveles de originalidad en un 98 % y similitud 2 % de trabajo investigativo.



Document Information

Analyzed document	"EVALUACIÓN SENSOMÉTRICA Y CROMÁTICA DE UN LICOR ESPIRITUOSO INCORPORANDO ZUMO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i>) Y PANELA EN EL PROCESO DE TRIDESTILACIÓN"_.pdf (D167398837)
Submitted	2023-05-18 03:47:00
Submitted by	
Submitter email	bella.alcivar2017@uteq.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	afernandez.uteq@analysis.orkund.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 SENSOMÉTRICA Y CROMÁTICA DE UN LICOR
ESPIRITUOSO INCORPORANDO ZUMO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum
officinarum*) Y PANELA EN EL PROCESO DE TRIDESTILACIÓN”.**

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

Aprobado por:

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Christian Vallejo Torres MSc.

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Geovanny Diaz Campozano MSc.

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Wilma Llerena Silva MSc.

QUEVEDO – LOS RÍOS - ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Desde pequeña mis padres me enseñaron a ser agradecida; por eso, en este siguiente apartado quiero agradecer a cada una de las personas que estuvieron apoyando en mi formación académica y para que este proyecto de investigación fuese hecho posible.

Agradezco primeramente a Dios por guiarme y fortalecerme en todo el trayecto de mi etapa universitaria.

A mi madre Reina Sánchez por estar siempre a mi lado apoyando y dando el aliento para que siga adelante y no me rinda. A mi padre Octavio Alcívar que, aunque hoy ya no este conmigo siempre me guio y me aconsejó para que siga adelante y encamine por un sendero de éxitos.

A mi querido tutor de tesis Ing. Ángel Oliverio Fernández Escobar que más que un profesor guía se convirtió en un gran amigo, quien aconsejó y tuvo un efecto multiplicador de sus conocimientos, mis gracias infinitas por la paciencia que tuvo. A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por abrirme las puertas y permitirme realizar mi formación académica.

A mis hermanas Lisseth, Maryurie y Jeison por estar siempre a mi lado, a mis tíos Wilmer Sánchez y Clara Alcívar quienes estuvieron presente en esta trayectoria académica.

A la Ing. Wilma Llerena Silva que me guio y aportó con un granito de arena para que este proyecto de investigación se haya hecho posible. A la Sra. Nancy que en su momento también me brindo su apoyo.

A mis amigos Alexander Alcívar, Jasury Mazacon, Jimmy Ruiz, Dayana Delgado, por brindarme su amistad y apoyo, por sus consejos y por impulsar a seguir adelante y que todo es posible si lo queremos, gracias por los momentos vividos en mi etapa universitaria por las risas, llantos, enojos y ser mis amigos incondicionales.

Gracias a todos, porque sin ustedes esto no se hubiera hecho posible.

Bella Melany Alcívar Sánchez.

DEDICATORIA

Este presente trabajo de tesis se la dedico:

A mi madre Reina Sánchez por ser una parte fundamental en mi vida, por brindarme su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado a pesar de las dificultades vividas.

A mi padre Octavio Alcívar por haberme inculcado sus valores y forjado con cada una de sus enseñanzas y virtudes, por brindarme su amor y paciencia y aunque hoy ya no esté a mi lado sé que desde el cielo me cuida y protegió.

A mi tío Wilmer Sánchez por convertirse en el apoyo de padre aconsejándome y brindándome su fortaleza.

Bella Melany Alcívar Sánchez

RESUMEN

Las bebidas espirituosas vienen siendo consumidas comúnmente por parte de las culturas ancestrales, actualmente estos licores se vienen elaborando y modificando de manera artesanal por pequeños productores que cultivan la caña de azúcar. La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto en la sensometría y características cromáticas de un licor espirituoso incorporando zumo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y panela en el proceso de tridestilación. La investigación se realizó en los laboratorios de operaciones unitarias y de bromatología perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus “La María”. En esta investigación se empleó un diseño Completamente al Azar (DCA) – 2^n , con un arreglo trifactorial de $A \times B \times C$ presentando 8 tratamientos con 3 repeticiones obteniendo así 24 unidades experimentales. El factor A la concentración de panela, el factor B la dosis de jugo de caña y el factor C los °GL del licor. Los datos o respuestas experimentales fueron sometidos a una prueba de normalidad que encaminó a utilizar un test no paramétrico como el de Freedman y Holm. El análisis estadístico de cromaticidad no presentó diferencia significativa y para definir sus indicadores de luminosidad, croma y tono se basó en el análisis estadístico de sensometría, el licor espirituoso presentó una luminosidad (L) de 97,49; croma 22,8866 y tono -28,0274 que corresponde a un matiz de color azulado medio ligeramente violeta. Las mejor características tuvo el tratamiento 5 simbolizado por $a_1 b_0 c_0$ (5% de panela, 3,5 % de jugo de caña, 35° GL) con atributos de color azulado medio, olor frutal mandarina, sabor dulce suave, impresión del licor equilibrado y aceptabilidad que gusto a los panelistas. Además, se determinó la viscosidad en un valor de 0,0581 centipoise a 25 °C.

Palabras claves: tridestilación, transmitancia, licor espirituoso, caña de azúcar, luminosidad.

ABSTRACT

Spirits have been commonly consumed by ancestral cultures, currently these liquors are being produced and modified in an artisanal way by small producers who cultivate sugar cane. The objective of this research is to evaluate the effect on the sensometry and chromatic characteristics of a spirituous liquor incorporating sugar cane juice (*Saccharum officinarum*) and panela in the tridistillation process. The research was carried out in the laboratories of unitary operations and the bromatology laboratory belonging to the Quevedo State Technical University "La María" campus. For the process of this research, a Completely Randomized Research Design (DCA) – 2^n was used, with a trifactorial arrangement of AxBxC presenting 8 treatments with 3 repetitions, thus obtaining 24 experimental units. Factor A was the concentration of panela, factor B the dose of sugarcane juice and factor C the °GL of the liquor. The data or experimental responses were subjected to a normality test which led to the use of a non-parametric test such as that of Freedman and Holm. The statistical analysis of chromaticity showed no significant difference and to define its indicators of brightness, chroma and hue, based on the statistical analysis of sensometry, the spirituous liquor presented a brightness (L) of 97.49; chroma 22.8866 and hue -28.0274, which corresponds to a medium bluish, slightly violet color shade. Treatment 5, symbolized by $a_1b_0c_0$ (5% panela, 3.5% cane juice, 35° GL) had the best characteristics with attributes of medium bluish color, fruity mandarin odor, mild sweet flavor, balanced liquor impression and acceptability that pleased the panelists. In addition, viscosity was determined at a value of 0.0581 centipoise at 25°C.

Keywords: tridistillation, transmittance, spirituous liquor, sugar cane, brightness

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de la investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
Diagnóstico	6
Pronóstico	7
1.1.2. Formulación del problema	7
1.1.3. Sistematización del problema.....	7
1.2. Objetivos.....	8
1.2.1. Objetivo general	8
1.2.2. Objetivos específicos	8
Hipótesis	8
1.3. Justificación	9
CAPITULO II.....	10
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1. Marco conceptual	11
2.1.1. Aguardiente	11
2.1.2. Destilación	11

2.1.3. Cromatografía.....	11
2.1.4. Metanol	11
2.1.5. Grado alcohólico	12
2.1.6. Espacio de color CIELab	12
2.1.7. Transmitancia y absorbancia.....	12
2.2. Marco teórico	12
2.2.1. La caña de azúcar	12
2.2.2. Clasificación taxonómica de la caña de azúcar	13
2.2.3. Producción de la caña de azúcar en el Ecuador	14
2.2.4. Proceso de transformación de la caña de azúcar	14
2.2.5. Bebidas alcohólicas	15
2.2.6. Clases de alcohol	15
2.2.7. Tipos de bebidas alcohólicas.....	15
2.2.7.1. El vino.	16
2.2.7.2. Sidra.	16
2.2.7.3. Cerveza.....	17
2.2.7.4. Bebidas destiladas o espirituosa.	17
2.2.7.5. Licor pájaro azul.	17
2.2.8. Hojas de mandarina (Citrus reticulata)	18
2.2.9. Panela.....	19

2.2.10. Hierbaluisa	19
2.2.11. Destilación.....	20
2.2.12. Análisis sensorial.....	21
2.2.12.1. Las propiedades organolépticas y los sentidos del ser humano.....	22
2.2.12.2. El sabor y el sentido del gusto.....	22
2.2.12.3. El olor y el sentido del olfato.....	23
2.2.12.4. El color y el sentido de la vista.....	23
2.2.13. El color y la colorimetría	24
2.3. Marco referencial	24
2.4. Marco legal	27
CAPITULO III	29
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.1. Localización	30
3.2. Tipos de investigación	31
3.2.1. Investigación exploratoria.....	31
3.2.2. Investigación descriptiva.....	31
3.2.3. Investigación experimental.	31
3.3. Métodos de investigación	31
3.3.1. Método inductivo – deductivo.....	31
3.3.2. Método estadístico	32

3.4.	Fuente de recopilación de información.....	32
3.4.1.	Fuentes primarias.....	32
3.4.2.	Fuentes secundarias	32
3.5.	Diseño de la investigación	32
3.5.1.	Factores de nivel de estudio	33
3.5.2.	Tratamientos de los datos.....	34
3.6.	Instrumentos de investigación.....	34
3.6.1.	Muestreo.....	34
3.6.2.	Variables dependientes	35
3.6.3.	Análisis físico- químico de la bebida espirituosa	35
3.6.3.1.	Grado alcohólico.....	35
3.6.3.2.	Viscosidad.....	35
3.6.3.3.	Determinación de las características cromáticas de la bebida alcohólica espirituosa.....	36
3.6.3.4.	Análisis de metanol.....	38
3.6.3.5.	Análisis sensorial.....	38
3.7.	Recursos humanos y materiales	39
3.7.1.	Recursos humanos	39
3.7.2.	Materia prima e insumos.....	39
3.7.3.	Equipos.....	40

3.7.4.	Materiales de laboratorio.....	40
3.8.	Procedimiento para la obtención de una bebida espirituosa	40
3.8.1.	Diagrama de bloques	43
CAPITULO IV		44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		44
4.1.	Resultados	44
4.1.1.	Balance de materia de la bebida espirituosa.....	44
4.1.2.	Espacio CIElab	45
4.1.2.1.	Análisis de viscosidad.....	49
4.1.2.2.	Análisis de metanol.....	53
4.1.2.3.	Análisis sensorial.....	54
4.1.2.3.1.	Perfil sensorial de todos los tratamientos.....	58
4.1.2.3.2.	Aceptabilidad del licor espirituoso.....	59
4.2.	Discusión.....	60
4.2.1.	Resultados obtenidos del análisis de cromaticidad.....	60
4.2.2.	Resultados obtenidos del análisis de viscosidad	60
4.2.3.	Resultados obtenidos del análisis sensorial.....	61
4.2.3.1.	Color.	61
4.2.3.2.	Olor.....	62
4.2.3.3.	Sabor.....	62

4.2.3.4. Impresión del licor.....	63
4.2.3.5. Aceptabilidad.....	64
CAPITULO V.....	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
5.1. Conclusiones	66
5.2. Recomendaciones.....	67
CAPÍTULO VI	68
BIBLIOGRAFÍA	68
6.1. Bibliografía	69
CAPITULO VII.....	74
ANEXOS.....	74
7.1. Anexos	75

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la caña de azúcar.....	13
Tabla 2. Requisitos físico-químico de las bebidas alcohólicas.....	27
Tabla 3. Requisito físico--químico del alcohol etílico rectificado.....	28
Tabla 4. Factores de nivel de estudio de la investigación.	33
Tabla 5. Combinaciones de los tratamientos de los diferentes factores y niveles.....	34
Tabla 6. Resultado de cada uno de los tratamientos del espacio CIELab.	46
Tabla 7. Test de normalidad aplicado a las características colorimétricas del licor espirituoso.	47
Tabla 8. Test de Friedman del análisis de colorimetría.....	48
Tabla 9. Resultado de la muestra comercial del licor espirituoso pájaro azul adquirido en la ciudad de El Corazón.	49
Tabla 10. Test de normalidad del análisis de viscosidad.	50
Tabla 11. Test de Friedman del análisis de viscosidad.	51
Tabla 12. Resultados del test de Holm/Hochberg ($\alpha = 0.05$) para el análisis de viscosidad.	51
Tabla 13. Resultados del contenido de metanol en la primera, segunda y tercera destilación.	53
Tabla 14. Test de normalidad de los parámetros sensométricos del licor espirituoso.	54
Tabla 15. Test de Friedman del análisis sensorial.	55
Tabla 16. Resultados del test de Holm/Hochberg ($\alpha = 0.05$) para el análisis sensorial.	56
Tabla 17. Indicadores colorimétricos, sensométricos y viscosidad del tratamiento que presento mejores características.	57

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama Ishikawa elaborado para el análisis del problema.	5
Figura 2. Destilación simple y rectificación.....	20
Figura 3. Morfología externa de la lengua, con los distintos tipos de papilas.	23
Figura 4. Localización del trabajo experimental.	30
Figura 5. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de la bebida espirituosa incorporando jugo de caña y panela.....	43
Figura 6. Diagrama de bloques de balance de materia al mejor tratamiento.	44
Figura 7. Representación cromática del espacio CIELab del licor espirituoso.....	45
Figura 8. Resultados promediados de la viscosidad de cada uno de los tratamientos.....	52
Figura 9. Perfil sensorial de todos los tratamientos del licor espirituoso pájaro azul con concentraciones de panela y jugo de caña.....	58
Figura 10. Parámetro de aceptabilidad de cada uno de los tratamientos del licor espirituoso.	59

Índice de anexos

Anexo 1. Proceso de redestilación del aguardiente.	75
Anexo 2. Pesado y dosificación de las hojas de mandarina, hierba luisa, panela, jugo de caña y aguardiente.....	76
Anexo 3. Proceso de la tridestilación por tratamiento del licor espirituoso incorporando hojas de mandarina, hierba luisa, panela y jugo de caña en el destilador.	77
Anexo 4. Dilución y envasado del licor espirituoso pájaro azul a 35° y 40° GL.....	78
Anexo 5. Análisis sensorial con panelistas semientrenados.	79
Anexo 6. Análisis de viscosidad con el viscosímetro de Oswald.....	80
Anexo 7. Medición de la densidad del licor espirituoso pájaro azul.....	81
Anexo 8. Determinación de los datos cromáticos en el espectrofotómetro del licor espirituoso pájaro azul.....	82
Anexo 9. Datos de los resultados general de los análisis cromáticos del licor espirituoso pájaro azul.	83
Anexo 10. Resultados generales del análisis sensorial.	84
Anexo 11. Resultados de los valores colorimétricos del licor espirituoso pájaro azul.....	85
Anexo 12. Resultados de la viscosidad de cada uno de los tratamientos del licor espirituoso pájaro azul.	86
Anexo 13. Resultados de los análisis estadísticos del Test de Friedman y Holm de colorimetría.....	87
Anexo 14. Resultados estadísticos del Test de Friedman y Holm de la viscosidad.....	88
Anexo 15. Resultados estadísticos del Test de Friedman y Holm del análisis sensorial.....	89

Anexo 16. Hoja de catacion para el análisis sensorial.....	90
Anexo 17. Resultado del análisis de metanol primera destilación.....	92
Anexo 18. Resultado del análisis de metanol segunda destilación.....	93
Anexo 19. Resultado del análisis de metanol de la tercera destilación.....	94

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“EVALUACIÓN SENSOMÉTRICA Y CROMÁTICA DE UN LICOR ESPIRITUOSO INCORPORANDO ZUMO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i>) Y PANELA EN EL PROCESO DE TRIDESTILACIÓN”				
Autor:	Alcívar Sánchez Bella Melany				
Palabras claves:	Tridestilación	Transmitancia	Licor espirituoso	Caña de azúcar	Luminosidad.
Fecha de publicación:	Mayo 2023				
Editorial:	Quevedo: UTEQ 2023				
Resumen:	<p>RESUMEN: Las bebidas espirituosas vienen siendo consumidas comúnmente por parte de las culturas ancestrales, actualmente estos licores se vienen elaborando y modificando de manera artesanal por pequeños productores que cultivan la caña de azúcar. La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto en la sensometría y características cromáticas de un licor espirituoso incorporando zumo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) y panela en el proceso de tridestilación. La investigación se realizó en los laboratorios de operaciones unitarias y de bromatología perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus “La María”. En esta investigación se empleó un diseño Completamente al Azar (DCA) – 2ⁿ, con un arreglo trifactorial de AxBxC presentando 8 tratamientos con 3 repeticiones obteniendo así 24 unidades experimentales. El factor A la concentración de panela, el factor B la dosis de jugo de caña y el factor C los °GL del licor. Los datos o respuestas experimentales fueron sometidos a una prueba de normalidad que encaminó a utilizar un test no paramétrico como el de Freedman y Holm. El análisis estadístico de cromaticidad no presentó diferencia significativa y para definir sus indicadores de luminosidad, croma y tono se basó en el análisis estadístico de sensometría, el licor espirituoso presentó una luminosidad (L) de 97,49; croma 22,8866 y tono -28,0274 que corresponde a un matiz de color azulado medio ligeramente violeta. Las mejor características tuvo el tratamiento 5 simbolizado por a₁b₀c₀ (5% de panela, 3,5 % de jugo de caña, 35° GL) con atributos de color azulado medio, olor frutal mandarina, sabor dulce suave, impresión del licor equilibrado y aceptabilidad que gusto a los panelistas. Además, se determinó la viscosidad en un valor de 0,0581 centipoise a 25 °C.</p> <p>ABSTRACT: Spirits have been commonly consumed by ancestral cultures, currently these liquors are being produced and modified in an artisanal way by small producers who cultivate sugar cane. The objective of this research is to evaluate the effect on the sensometry and chromatic characteristics of a spirituous liquor incorporating sugar cane juice (<i>Saccharum officinarum</i>) and panela in the tridistillation process. The research was carried out in the laboratories of unitary operations and the bromatology laboratory belonging to the Quevedo State Technical University "La María" campus. For the process of this research, a Completely Randomized Research Design (DCA) – 2ⁿ was used, with a trifactorial arrangement of AxBxC presenting 8 treatments with 3 repetitions, thus obtaining 24 experimental units. Factor A was the concentration of panela, factor B the dose of sugarcane juice and factor C the °GL of the liquor. The data or experimental responses were subjected to a normality test which led to the use of a non-parametric test such as that of Freedman and Holm. The statistical analysis of chromaticity showed no significant difference and to define its indicators of brightness, chroma and hue, based on the statistical analysis of sensometry, the spirituous liquor presented a brightness (L) of 97.49; chroma 22.8866 and hue -28.0274, which corresponds to a medium bluish, slightly violet color shade. Treatment 5, symbolized by a₁b₀c₀ (5% panela, 3.5% cane juice, 35° GL) had the best characteristics with attributes of medium bluish color, fruity mandarin odor, mild sweet flavor, balanced liquor impression and acceptability that pleased the panelists. In addition, viscosity was determined at a value of 0.0581 centipoise at 25°C.</p>				
Descripción:	115 hojas: dimensiones 29 x 21 cm + DM-ROM 6162				
URL:					

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existe una gran variedad de producción de diferentes cultivos, entre ellos la caña de azúcar, de la cual se puede obtener varios productos y subproductos. Entre los subproductos que se obtienen de la caña esta la melaza y cachaza para la producción de azúcar y panela que representa aproximadamente el 4% de acuerdo al peso de la caña, por otro lado la caña contiene un porcentaje alto de azúcares la cual puede ser utilizada para la obtención de alcohol (Campues & Tarupi, 2011).

La caña de azúcar es uno de los principales cultivos que se producen en el Ecuador, teniendo en cuenta la cantidad cultivada, como el valor que produce este cultivo, muchos productores de caña de azúcar utilizan esta materia prima para la producción de aguardiente de manera artesanal. El aguardiente es producido en el Ecuador en diferentes provincias bajo distintas denominaciones: en Manabí se le llama currincho o puro, Guayaquil guanchaca, Norte de la Sierra puntas, Cotopaxi aguardiente, puro, y en Bolívar pájaro azul (Cartay et al., 2019).

Actualmente en todo el mundo se consume diferentes tipos de alcoholes, la mayor parte de estos productos son obtenidos por la fermentación alcohólica (cerveza, chicha, vino, etc), destilados (whisky, aguardiente, ron y tequila). En el Ecuador existe una gran demanda de consumo de alcohol, la mayor parte de licores que se produce es en forma artesanal, tales como aguardiente, chicha, vino, pájaro azul entre otras, son mayormente consumida en zonas de la sierra como en sus fiestas populares y religiosas como una tradición de los antepasados (Escudero, 2014).

El licor artesanal es conocido con diferentes nombres según el lugar donde se produce, todos estos licores se presentan con distintas características, ya sea por el sabor, aroma, grado alcohólico o por su apariencia. Uno de los licores tradicionales es la bebida alcohólica pájaro azul que proviene del jugo fermentado de la caña de azúcar, y presenta una tonalidad azulada debido a la utilización de la hoja de mandarina y la incorporación de diferentes especias como el anís, canela entre otras (Espin, 2020).

Las bebidas espirituosas pasan por un proceso de destilación, obteniendo un licor mejor procesado y más puro, en la provincia de Bolívar es muy común la elaboración de estas bebidas como destacan los vinos de naranja, mora, carambola la elaboración de chicha como de avena, arroz, entre otras, una de las bebidas alcohólica que más destaca es el pájaro azul, la cual es un licor muy consumido y reconocido del lugar (Benavides, 2018; Escudero, 2014).

La bebida alcohólica Pájaro Azul es un licor producido de manera tradicional en la provincia de Bolívar, esta bebida es elaborada a partir de la caña de azúcar y tiene un característico color azul. Por lo tanto, la presente investigación tiene como desarrollo mejorar las características sensoriales de la bebida alcohólica pájaro azul, para convertirlo en un producto de mejor calidad y que sea del agrado de los consumidores (Abad, 2013).

El propósito de esta investigación es evaluar la sensometría y cromática de un licor espirituoso incorporando zumo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y panela en el proceso de tridestilación; con el fin de recuperar aromas de caña de azúcar en la bebida alcohólica tridestilada. El planteamiento del tema propuesto es en base a las directrices del proyecto FOCICYT multidisciplinario de las Ingenierías Agroindustrial, en Alimentos e Industrial titulado “Evaluación Integral del Sistema Agroindustrial de la Caña de Azúcar para tecnificar su producción artesanal ancestral”, que corresponde a la octava convocatoria.

CAPITULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

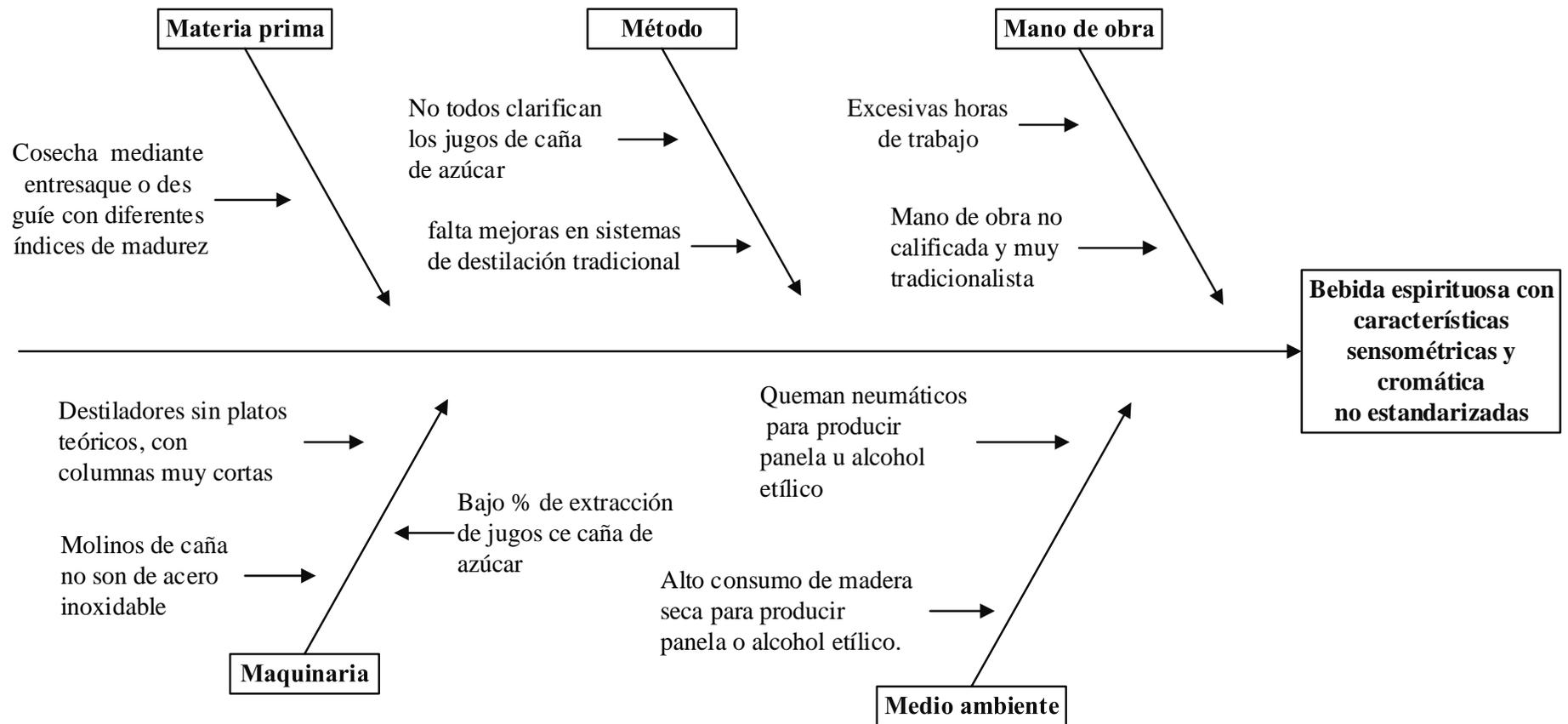
El cultivo de la caña de azúcar representa una gran importancia para la economía de los agricultores, ya que de este cultivo proviene la elaboración de algunos licores mediante la fermentación del jugo de la caña, cuyos sabores y aromas se origina a través de un proceso de destilación. La elaboración de estos licores es de forma artesanal, por lo tanto, muchos artesanos no presentan un adecuado proceso de transformación de esta bebida, desconociendo el correcto estandarizado, dando como resultado un licor de no muy buena calidad (Zambrano, 2021).

En el proceso de elaboración del licor espirituoso existe un desconocimiento acerca de las características sensoriales que produce estas bebidas alcohólicas, dando como resultado un producto final defectuoso, las bebidas espirituosas se producen por la fermentación alcohólica, su sabor y aroma provienen de la destilación de la caña de azúcar, a estas bebidas espirituosas se le agregan aditamentos aromáticos como las hojas de mandarina, hierbe luisa, anís entre otras especias dándole un color azulado y un sabor diferente al licor. En el Ecuador se produce esta bebida alcohólica en las zonas de Guayaquil, Manabí, Azuay, El Oro y Bolívar por pequeños artesanos que se dedican a la producción de licores (Abad, 2013).

La poca comercialización e información que existe sobre las bebidas espirituosas (pájaro azul), hace que los consumidores desconozcan acerca de esta bebida alcohólica, prefiriendo consumir los productos importados. Uno de los problemas que presenta el licor espirituoso al momento de la destilación es que este licor pierde su aroma y presenta un sabor amargo que no es agradable para el consumidor, esta investigación está encaminada en la elaboración de una bebida espirituosa (pájaro azul) para recuperar el aroma añadiéndole jugo de caña y modificar su sabor astringente añadiéndole panela.

Figura 1.

Diagrama Ishikawa elaborado para el análisis del problema.



ELABORADO: AUTORA

Diagnóstico

Las bebidas espirituosas en el Ecuador vienen siendo consumidas comúnmente por parte de las culturas ancestrales hace muchos años, actualmente estos licores se vienen elaborando y modificando de manera artesanal por pequeños productores que cultivan la caña de azúcar, la mayoría de los pequeños artesanos no conocen acerca de las buenas practica de manufactura sobre la manipulación de materiales y cuidados que se deben tomar en cuenta al momento de la elaboración de estos productos, por lo tanto, no presentan un producto de buena calidad.

La falta de capacitación acerca de la elaboración de licores hace déficit al producto final, ya que la falta de conocimiento sobre una buena estandarización acerca del proceso que conlleva estas bebidas, da paso a un producto que se vea afectado en sus aspectos sensoriales como el sabor y aroma, viéndose afectado en la aceptabilidad por parte de los consumidores.

Los licores procesados de manera incorrecta con llevan a grandes consecuencias que podrían afectar a la salud del consumidor, esto debido que al pasar por un proceso de destilación se extraen otros tipos de alcoholes que no son aptos para el consumo humano. El consumo de alcohol de manera artesanal presenta un riesgo, ya que, existe la posibilidad de encontrar bebidas contaminadas como la presencia de metanol, esto a que la elaboración de estos productos no llevan un control sanitario y técnico que certifique que están libres de metales pesados (Zambrano, 2021).

A noviembre del 2022 se reportan al menos 31 muertos por consumo de alcohol adulterado en dos provincias del Ecuador, 14 en la provincia de los Tsáchilas y 17 en Esmeraldas (Trucco, 2022). Lo anterior se presume que es por la adulteración con alcohol industrial realizado por algunos comercializadoras de alcohol etílico o aguardiente de caña de azúcar, que, al no contar con registro sanitario es vulnerable a este tipo de prácticas fuera del margen de la ley.

Pronóstico

La elaboración de la bebida espirituosa conlleva a un proceso donde se podrá modificar la formulación del licor estableciéndose la cantidad de jugo de caña de azúcar y panela para mejorar su aroma y sabor, por lo tanto, la investigación determinará cual será la formulación adecuada para la elaboración de esta bebida alcohólica, estableciéndose dentro de los parámetros de la norma INEN.

1.1.2. Formulación del problema

¿Qué efecto tendrá la incorporación de zumo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y panela en las características sensoriales y cromáticas de un licor espirituoso obtenido agregando hojas de mandarina (*Citrus reticulata*) en la tridestilación?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Qué efecto tendrá la adición de zumo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) al proceso de tridestilación en los parámetros sensoriales y características cromáticas de un licor espirituoso obtenido con hojas de mandarina (*Citrus reticulata*)?

¿Qué efecto tendrá la concentración de panela añadido al proceso de tridestilación en los parámetros sensoriales y características cromáticas de un licor espirituoso obtenido con hojas de mandarina (*Citrus reticulata*)?

¿Cuál será el grado de aceptabilidad de entre una mezcla de características sensoriales descriptivas del licor espirituoso envasado con un contenido de alcohol etílico de 35 y 40 °GL?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto en la sensometría y características cromáticas de un licor espirituoso incorporando zumo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y panela en el proceso de tridestilación.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la adición de zumo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) al proceso de tridestilación en los parámetros sensométricos y características cromáticas de un licor espirituoso obtenido con hojas de mandarina (*Citrus reticulata*).
- Evaluar el efecto de la concentración de panela añadido al proceso de tridestilación en los parámetros sensométricos y características cromáticas de un licor espirituoso obtenido con hojas de mandarina (*Citrus reticulata*).
- Determinar la aceptabilidad de entre una mezcla de características sensoriales descriptivas del licor espirituoso envasado con un contenido de alcohol etílico de 35 y 40 °GL.

Hipótesis

H_0 : Variar la dosis de jugo de caña, concentración de panela y el grado alcohólico del licor envasado NO tiene efecto significativo en los parámetros sensométricos y características cromáticas de una bebida espirituosa.

H_a : Variar la dosis de jugo de caña, concentración de panela y el grado alcohólico del licor envasado SI tiene efecto significativo en los parámetros sensométricos y características cromáticas de una bebida espirituosa.

1.3. Justificación

La elaboración de bebidas espirituosas en el Ecuador es un trabajo tradicional que se ha venido dando desde los tiempos ancestrales, brindando beneficios económicos a los agricultores que elaboran estos tipos de productos. Por medio de esta investigación se busca elaborar un licor típico que se produce artesanalmente por los productores de la caña de azúcar como es el Pájaro Azul, para mejorar sus características sensoriales y sea más agradable para su consumo.

El licor artesanal es un producto que presenta una gran demanda en el mercado, por lo tanto, un correcto procesamiento de destilación y una correcta formulación implica un producto de buena calidad. Esta investigación tiene como finalidad obtener un licor de primera, con características sensoriales aceptables hacia el consumidor, beneficiando a los productores y artesanos que producen y elaboran estos tipos de bebidas alcohólicas, abriéndoles oportunidades a los productores con un correcto procesamiento para elaborar un producto de calidad que pueda competir en los mercados internacionales.

En 2013, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó un estudio que indica que Ecuador ocupa el segundo lugar en América Latina con mayor consumo de bebidas alcohólicas. Se ingiere 9,4 litros de alcohol por habitante al año (INEC, 2012). Además, en noviembre del 2022 se reportaron al menos 31 muertos por consumo de alcohol adulterado en dos provincias de Ecuador, 14 en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y 17 en Esmeraldas. Por lo anterior, esta investigación tributa a brindar alternativas de procesos tecnológicos estandarizados para que los cañicultores productores de alcohol étílico puedan tramitar la notificación sanitaria y comercializar este tipo de bebidas alcohólicas sin restricciones, evitando intermediarios inescrupulosos (Trucco, 2022).

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Aguardiente

Es una bebida alcohólica que se obtiene a través de la destilación de frutas, cereales u otros productos que se pueden fermentar (RAE, 2021).

2.1.2. Destilación

La destilación es un proceso de separación de sustancias haciendo uso de la ebullición y condensación, es una transferencia de masa de equilibrio gas-líquido que permite separar componentes de una solución. La destilación es utilizada en las industrias para producir alcohol cerveza o vino, para desalinizar agua y producir productos químicos (Minaya, 2008; Rodríguez, 2015).

2.1.3. Cromatografía

La cromatografía es un proceso de separación de componentes, permite la separación de compuestos de una mezcla para obtenerlos más puros, es utilizado en todas las ramas de las ciencias que permitan la separación y determinación de componentes químicos (Araceli et al., 2010; Mota et al., 2006).

2.1.4. Metanol

El metanol es un compuesto químico, es un líquido incoloro y volátil a temperatura ambiente, es utilizado en las industrias, laboratorios y en el hogar. Es una sustancia de baja toxicidad (Roldan et al., 2003).

2.1.5. Grado alcohólico

Se entiende por grado alcohólico al contenido de volumen o porcentaje de alcohol etílico, este es expresado en cm^3 , contenido en $100\ cm^3$ de la bebida alcohólica, esta es expresada por medio de la escala de Gay Lussac (Escudero, 2014).

2.1.6. Espacio de color CIELab

El espacio de color CIELab es un sistema coordenado cartesiano definido por tres coordenadas rectangulares colorimétricas L^* , a^* , b^* como magnitudes adimensionales. La coordenada L^* se define como claridad y las coordenadas a^* y b^* forman un plano perpendicular a la claridad (Fernández, 2013).

2.1.7. Transmitancia y absorbancia

La transmitancia y absorbancia se da cuando un rayo de luz de una determinada longitud de onda de intensidad I_0 incide perpendicularmente sobre una disolución de un compuesto químico que absorbe luz o cromóforo, el compuesto absorberá una parte de la radiación incidente (I_a) y dejará pasar el resto (I_t), de forma que se cumple: $I_0 = I_a + I_t$ (Díaz et al., 2015).

2.2. Marco teórico

2.2.1. La caña de azúcar

La caña de azúcar es una gramínea del género *Saccharum* es cultivada en zonas tropicales y subtropicales, es un cultivo de gran importancia en la agricultura, ya que se utiliza para producir azúcar, alcohol, melaza, panela, alcohol etílico y otros productos derivados. Esta planta necesita un clima cálido y húmedo para su desarrollo. La caña de azúcar tiene un tallo leñoso con nudos y entrenudos, crece hasta una altura de 5 metros, presenta un tejido esponjoso y rico en sacarosa, sus hojas son en forma lanceoladas y de flores hermafroditas (Campues & Tarupi, 2011).

La caña de azúcar es una planta que está compuesta por un tallo que contiene jugo y fibra, estos componentes depende de varios factores que se da en el proceso de cultivo de esta planta; como es el clima, el suelo, la forma en que se cultiva, la variedad empleada a la planta, como la edad y el estado de madurez, etc. El tallo contiene 76% de jugo y un 24% de sólidos (sólidos solubles o brix y la fibra), el jugo que se encuentra en el tallo de la caña contiene un 73 y 76% de agua, y entre el 8 y 15% de sacarosa que es un azúcar soluble. Además, el zumo de la caña de azúcar contiene en menor proporción otros azúcares como la glucosa y fructuosa. El jugo de la caña es la base importante para la elaboración de aguardiente, currincho o puro (Ángulo et al., 2019).

Además de su uso como alimento, la caña de azúcar también se utiliza para producción de alcohol y en la generación de energía. El proceso de producción incluye la molienda de la caña para extraer el jugo, que se fermenta y se destila para obtener alcohol (Zambrano, 2021).

2.2.2. Clasificación taxonómica de la caña de azúcar

La caña de azúcar se clasifica botánicamente de la siguiente manera:

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de la caña de azúcar.

Reino	Vegetal
Tipo	Fanerógamas
Subtipo	Angiospermas
Clase	Monocotiledóneas
Orden	Glumales
Familia	Poaceas
Tribu	Andropogoneas
Genero	Saccharum
Especie	Spontaneum y robustum (silvestre), edule, Barberi, sinense y officinarum (domestica)

FUENTE: (LÓPEZ, 2015).

2.2.3. Producción de la caña de azúcar en el Ecuador

La caña de azúcar en el Ecuador es el quinto cultivo más producido en el país, en un total de 130.677 hectáreas alcanzando una producción de 11,372.505 toneladas métricas (tallo fresco), la producción se concentra en diferentes provincias del Ecuador como Guayas, Cañar, Imbabura, Los Ríos, Loja, entre otras provincias, siendo Guayas un mayor productor de este cultivo con un 78,88%, Cañar 20,41%, Imbabura 1,96%, Los Ríos 1,59%, Loja 1,02% y otras provincias el 0,14%. Se considera que el 96,71% de la cosecha de caña de azúcar es destinada a la producción de azúcar, mientras que el 3,29% para la producción de diferentes productos como panela, alcohol etílico, entre otros derivados (INEC, 2022; Quezada, 2022).

2.2.4. Proceso de transformación de la caña de azúcar

Para la extracción del etanol de la caña de azúcar pasa por un proceso de selección de la materia prima, haciendo un corte lo más pegado posible al suelo ya que es donde se encuentra los azúcares, por consiguiente, la caña de azúcar pasa por unos molinos donde se extraerá el jugo de la caña quedando solo el gabazo. Luego el jugo de caña se vierte en tanques de madera para su proceso de fermentación, posteriormente, el alcohol resultante es enviado a una destilación fraccionada en donde se separa el alcohol etílico del agua, a medida que la mezcla se destila, los componentes se separan según su punto de ebullición. Finalmente, el alcohol etílico obtenido es purificado mediante la destilación rectificadora, en donde se logra la eliminación de los componentes volátiles, en esta etapa se obtiene el producto final que es el alcohol etílico (Escobar, 2018).

2.2.5. Bebidas alcohólicas

Las bebidas alcohólicas son aquellas que han sido sometidas a un proceso de destilación para aumentar su porcentaje de alcohol, de tal forma que da como resultados licores más concentradas en alcohol que los mostos fermentados, y pueden tener un contenido entre los 20 a 50 °GL de alcohol y se caracteriza por su sabor fuerte e intenso. Entre éstas se encuentra diferentes tipos de licor como brandy, whisky, anís, tequila, ron, vodka, cachaca y gin entre otras. Para la elaboración de estos alcoholes se utilizan alimentos dulces en su forma natural como la caña de azúcar, la miel, frutas maduras y todos aquellas que se pueden transformar en melazas y azúcares. Todos estos elementos contienen agentes activos que son los encargados de producir alcohol (Minaya, 2008).

2.2.6. Clases de alcohol

Alcohol de primera calidad: son aquellos alcoholes que contienen aproximadamente el 96% en volumen, estos son producidos por patatas, melaza o cereales. El alcohol de primera calidad contiene un elevado grado de pureza, de tal manera que se pueden utilizar para la producción de bebidas alcohólicas simples entre otros. Este tipo de alcohol es el más utilizado para la elaboración de bebidas espirituosas (Dobislaw, 2004).

Alcohol filtrado extrafino: es un alcohol de primera calidad, es filtrado por carbón activo, y luego pasa por un proceso de destilado para eliminar el aldehído que se forma en el tratamiento de carbón, obteniendo un grado de pureza con respecto a olor y sabor (Dobislaw, 2004).

Alcohol absoluto: es un producto casi anhidro, se obtiene por un proceso especial y con materias deshidratantes (Dobislaw, 2004).

2.2.7. Tipos de bebidas alcohólicas

Las bebidas alcohólicas poseen en su composición un cierto contenido de alcohol etílico que procede de forma directa e indirectamente de la fermentación (Hernández & Sastre, 1999).

En relación con el tipo de fermentación las bebidas obtenidas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Por fermentación directa del azúcar del fruto: vino y sidra.
- Por fermentación de los azúcares resultantes de la hidrólisis de productos amiláceos: cerveza.
- Por destilación de líquidos fermentados: bebidas espirituosas.

2.2.7.1. El vino.

El vino es una bebida alcohólica producida por la fermentación del jugo o concentrado de la uva, proveniente de la variedad de *Vitis vinífera* que es una de las variedades de uva que es mayormente utilizada para la elaboración de vinos. Su grado alcohólico varía entre el 8 y el 14%, aunque hay variedades de vinos con un grado alcohólico superior. El color del vino depende de la variedad de uva utilizada para su elaboración. Esta bebida ha sido parte de la cultura y tradición de muchos países durante siglos y es uno de los productos más antiguos del mundo (Mera, 2013).

2.2.7.2. Sidra.

La sidra es un producto elaborado a partir de variedades de manzana, es una bebida refrescante y saludable, ya que no contiene azúcares añadidos y posee un contenido calórico bajo. Contiene un grado alcohólico superior a 4,5 °GL. Esta bebida presenta distintas tonalidades como es el amarillo con irisaciones pajizas, la sidra debe tener un aspecto limpio, transparente y brillante. Además, contiene atributos de gas que manifiestan aguante, empalme y pegue. Presenta un aroma limpio y equilibrado, con notas varietales o frutales y presenta un sabor franco equilibrado en su acidez y amargor, ligera o moderadamente astringente. La sidra además de su elaboración tradicional, también, se le admite la utilización de mostos que son procedentes de concentrados así como la adición de azúcar y anhídrido carbónico (Anton, 2015; Mera, 2013).

2.2.7.3. Cerveza.

La cerveza es una bebida alcohólica obtenida por la fermentación de una mezcla de agua, malta y lúpulo. Esta mezcla es sometida a un proceso de transformación donde se obtiene un líquido con un contenido alcohólico entre el 4 y el 6%. En la antigüedad, la cerveza era una bebida muy apreciada y fácil de preparar con los recursos disponibles. Se cree que la cerveza fue descubierta en la antigua Mesopotamia hace unos 6.000 años. A lo largo de la historia, la cerveza se ha convertido en una de las bebidas alcohólicas más consumidas en el mundo (Suarez, 2013).

2.2.7.4. Bebidas destiladas o espirituosa.

Estas bebidas alcohólicas se obtienen a través de un proceso de destilación y/o rectificación de los mostos fermentados de cereales. El contenido alcohólico presente en estos tipos de bebidas proceden de la destilación de líquidos azucarados fermentados. Se distinguen el aguardiente, los licores, extractos de ponche y bebidas mixtas alcohólicas. Las bebidas espirituosas deben tener un grado mínimo de 15 °GL (Bebidas Alcoholicas Definiciones, 1992).

Las bebidas espirituosas se obtienen por la destilación, maceración o adición de azúcares de productos agrícolas (uvas, cereales, frutos secos, remolachas, caña), contiene un grado alcohólico mínimo de 15% de volumen (RAE, 2014).

2.2.7.5. Licor pájaro azul.

En el Ecuador el licor artesanal tiene varias denominaciones según el lugar donde se produzca, el licor pájaro azul es elaborado de forma artesanal, es una bebida alcohólica producido por la fermentación de la caña de azúcar, aguardiente, presenta una tonalidad azul debido a la utilización de la hoja de mandarina y contiene un aroma agradable debido al anís, presenta un grado alcohólico entre 40 – 45 °GL. Esta bebida alcohólica es conocido como:

canta claro (Loja), sanduche (Baños), caldo de gallina (Bolívar), pájaro azul (Guaranda), canario (Riobamba), entre otros (Espin, 2020).

En la actualidad no se conoce realmente sobre la primera elaboración de esta bebida alcohólica pájaro azul, pero se presume que al elaborar esta bebida querían desarrollar una imitación a los aguardientes anisados que se comercializan en Europa como es el anís de mono. Esta bebida es muy consumida en los festivales que dan en la provincia de Bolívar como son las fiestas carnavaleras (Escobar, 2018).

2.2.8. Hojas de mandarina (*Citrus reticulata*)

La mandarina es un cultivo antiguo en el Ecuador, pertenece a la familia de las rutáceas, esta planta ha sufrido varias modificaciones por selección e hibridaciones naturales o producidas con ayuda del hombre, la mandarina es producida en regiones tropicales y subtropicales, el árbol de la mandarina pertenece a la familia perenne, consta de 2 a 6 metros de altura, su tronco no contiene espinas, y presenta hojas oblongo-ovales, lanceoladas de 3.5 a 8 cm y 1.5 a 4 cm de ancho, con una base y el ápice obtusos, es de color verde oscuro y brillante en el haz, con un olor particular (Caicedo, 2021).

Las hojas de los árboles de mandarina permanecen en el árbol hasta dos años antes de ser cambiadas. Son de forma lanceolada, se asemeja a la punta de una lana, al ser un árbol perenne las hojas pasan por un periodo largo de tiempo formando parte de su follaje. Las hojas de mandarino contienen una gran cantidad de aceites esenciales que funcionan como repelente natural contra insectos y enfermedades contribuyendo al árbol. Además, también contiene nutrientes, minerales y vitaminas, estos nutrientes se absorben por las hojas y tallos. Las hojas de mandarino contiene un compuesto químico llamado flavonoides que tiene efecto antioxidantes, y esto ayuda a prevenir el daño causado por los radicales libres, por otro lado, las hojas de mandarina pueden usarse para la elaboración de tes (Stacey, 2014).

2.2.9. Panela

La panela es un edulcorante natural obtenido por la concentración del jugo de la caña de azúcar que se produce en los trapiches. Se caracteriza por su alto contenido de azúcares, minerales y vitaminas, la panela es una azúcar no refinada que no contiene químicos. La panela es rica en nutrientes, entre los cuales destacan la vitamina B₁ y el manganeso. La panela también contiene ácido cítrico, potasio, ácido málico, calcio, hierro y magnesio. La panela tiene un sabor dulce y un aroma característico, que la hace ideal para endulzar alimentos y bebidas (Mujica et al., 2008).

En el Ecuador la producción panelera se viene produciendo desde los tiempos ancestrales, actualmente, la producción de panela se ha vuelto una actividad económica importante para muchos agricultores, principalmente en la región costera del Ecuador, debido que la producción de panela es una actividad sencilla, segura y rentable, lo que ha permitido que muchas personas en esta región se dediquen a este oficio con éxito (Largueta, 2013).

2.2.10. Hierbaluisa

La hierbaluisa es una planta originaria de la India, Ceilán y Malasia, en la actualidad la hierbaluisa es una planta cultivada para uso medicinal, crece en zonas tropicales y subtropicales. Esta planta es utilizada en el área de cosmética por su fragancia, también es utilizada como tipo infusión. Puede alcanzar unos dos metros de altura, sus hojas son verdes posee una fragancia a limón debido a los terpenos, el principal aceite esencial es el citral, contiene limoneno y otros terpenos con notas florales (Cazorla, 2014).

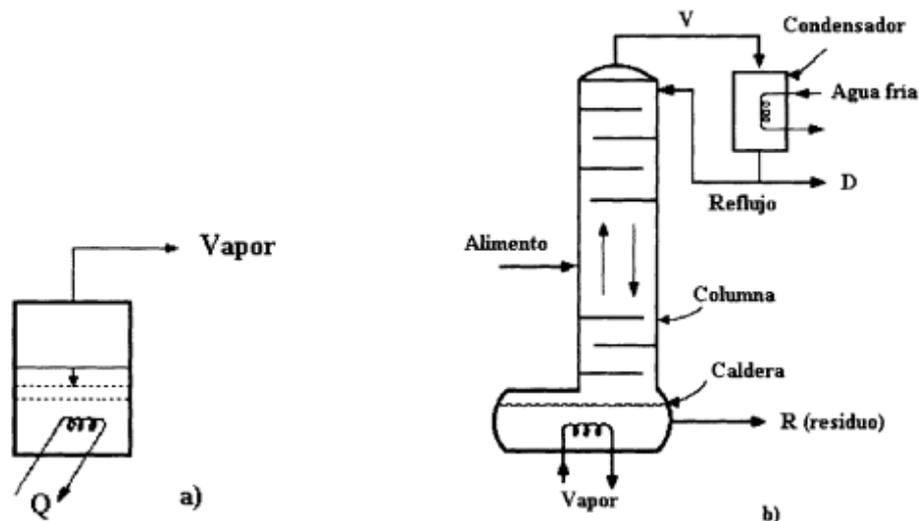
La hierbaluisa contiene varios componentes químicos que incluyen la proteínas, fibra cruda, grasas e hidratos de carbono, es rica en minerales, vitaminas, fitoquímicos (taninos, saponinas, flavonoides, alcaloides, fenoles y antraquinonas) (Lima, 2016).

2.2.11. Destilación

La destilación es una operación unitaria que consiste en separar dos o más componentes de una mezcla líquida, aprovechando la diferencia de volatilidades de los componentes de la mezcla. Esta operación unitaria se puede llevar a cabo de muchas formas, dependiendo el tipo de mezcla y el equipo que se utilice. La destilación simple se usa para separar dos líquidos con una diferencia de volatilidad significativa. La destilación fraccionada se utiliza para separar mezclas de líquidos con volatilidades similares. Esta técnica se realiza en equipos especiales que permiten el control de la temperatura para lograr una separación más completa. Los distintos tipos de destilación se suelen llevar a cabo en columnas aceradas, para asegurar un adecuado contacto entre el vapor y el líquido esencial en la transferencia de materia. En las industrias se han diseñado varios modelos, basados en dos criterios distintos: las columnas de contactos continuo entre el vapor y el líquido, o columnas de relleno, y las columnas de contacto por etapas, o columnas de platos o pisos (Marcilla et al., 1998).

Figura 2.

Destilación simple y rectificación.



FUENTE: (MARCILLA ET AL., 1998).

Nota. El gráfico representa en la figura (a) la destilación simple es la operación de hervir el líquido de un recipiente -la caldera- condensándose, y en la figura (b) la rectificación el vapor que abandona la cabeza de la columna se condensa, y una fracción del líquido condensado se devuelve a la columna, lo que constituye el reflujo.

Las columnas de platos poseen unas superficies planas (pisos) en el interior y se dividen la columna en una serie de etapas. Tienen como objetivo retener una cierta cantidad de líquido en su superficie, a través de la cual se hace burbujear el vapor que asciende de la caldera, consiguiéndose así un buen contacto entre el vapor y el líquido. El líquido de un plato cae al plato siguiente por un rebosadero situado en el extremo del piso. El vapor que llega a un plato por debajo, y el líquido que llega por encima, no están en un equilibrio. En el plato tiene lugar la mezcla de ambas corrientes, produciéndose allí la transferencia de materia (Marcilla et al., 1998).

La destilación se utiliza en muchas industrias, desde la refinación del petróleo hasta la producción de licores, se utiliza para producir variedades de productos, desde gasolina, aceite hasta cerveza y vino. También se usa para extraer aceite esenciales de plantas y producir químicos purificados (Rodríguez, 2015).

2.2.12. Análisis sensorial

La valoración sensorial es una función que el ser humano realiza desde la infancia y que la hace consciente o inconscientemente, al aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones que producen los alimentos al observarlos o ingerirlos. La necesidad de adaptarse a los gustos del consumidor conlleva a conocer cuál será el juicio del consumidor en la valoración de un alimento. La importancia de conocer la opinión del consumidor acerca de un alimento, radica si el producto tendrá o no aceptabilidad por parte de las personas, dando como resultado un producto de calidad con características aceptables (Sancho et al., 2002).

El instituto de alimentos de EE. UU., indica que la evaluación sensorial se ha convertido en una herramienta científica importante para la industria alimentaria. Se utiliza para investigar la calidad de los alimentos, los ingredientes y los productos terminados. Esto ayuda a producir un alimento de mejor calidad. La evaluación sensorial se puede llevar a cabo de muchas maneras, desde análisis cegados hasta pruebas de campo con consumidores. Los métodos más comunes incluyen escalas de calificación, pruebas de aceptabilidad, cuestionarios de preferencias, análisis descriptivos, paneles de control de calidad, comparaciones binarias, cuestionarios de evaluación de productos y pruebas de campo. La evaluación sensorial es una parte importante del proceso de desarrollo de alimentos. Esta herramienta se usa para asegurar la calidad del producto, para que sean bien aceptados por los consumidores y sean competitivos en el mercado (Baños et al., 2014).

2.2.12.1. Las propiedades organolépticas y los sentidos del ser humano.

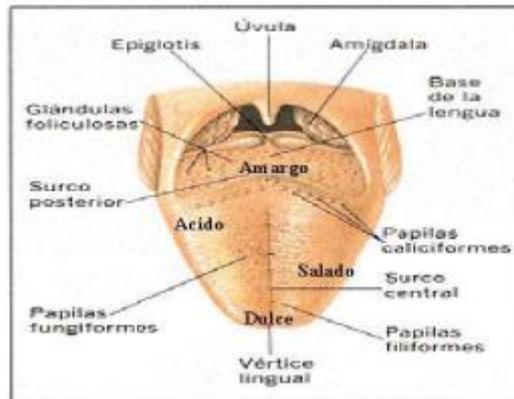
Los sentidos utilizados por el humano y por lo tanto los más clásicos son el olfato, el gusto, la vista y el tacto.

2.2.12.2. El sabor y el sentido del gusto.

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual tiene la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentra en los alimentos. El gusto es la sensación percibida por los receptores de la boca, que están concentrados en la lengua, pero estos también se encuentran en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta (*Figura 3*). Existen cuatro tipos de sensaciones sápidas primarias: dulce, salado, ácido y amargo. El sabor dulce se percibe en la punta de la lengua; el sabor salado y ácido se percibe en los bordes anteriores y posteriores respectivamente; el sabor amargo se detecta en la parte posterior o base de la lengua (Manfugás, 2007).

Figura 3.

Morfología externa de la lengua, con los distintos tipos de papilas.



FUENTE: (MANFUGÁS, 2007).

Nota. La figura representa las cuatro sensaciones sápidas primarias: dulce, salado, ácido y amargo, constituyendo éstos los cuatro sabores básicos.

2.2.12.3. El olor y el sentido del olfato.

El olor se origina de las sustancias volátiles que desprende los alimentos, uno de los aspectos más importantes en cuanto a la identificación del olor es el reconocimiento de los compuestos químicos que lo generan. Además del reconocimiento de los compuestos químicos, el análisis sensorial también incluye la identificación del carácter y la intensidad del olor. El sentido del olfato funciona mediante todo el sistema nasal (Manfugás, 2007).

2.2.12.4. El color y el sentido de la vista.

La evaluación del color de los alimentos es de gran importancia ya que el consumidor asocia esta percepción con otras propiedades del alimento. El color es una característica que puede indicar el estado de frescura de un alimento, este también puede influir en el sabor, ya que los colores brillantes y vivos pueden aumentar la percepción de dulzor o sabor (Manfugás, 2007).

2.2.13. El color y la colorimetría

El color es una respuesta mental al estímulo que una radiación luminosa visible (380 – 770 nm) produce en la retina. El color es más una propiedad de la luz que una característica intrínseca de los objetos, ya que un objeto puede aparecer de diferentes colores según la luz que reflejan o transmiten, ya que basta con cambiar la fuente para modificar el estímulo producido (Fernández, 2013).

La colorimetría es una de las ramas de la ciencia que se basa en el estudio de la especificación numérica del color de un estímulo visual. Los nuevos valores triestímulo X, Y, Z. estos estímulos son imaginarios y no igualables con los de espectro visible, pero aseguran que las coordenadas de cromaticidad x, y, z, no adopten en ninguno de los casos valores negativos. Mediante la integración del espectro, y de acuerdo con las condiciones de referencia elegidas (iluminante y observador), se obtienen los componentes del vector o valores triestímulo (X, Y, Z), a partir de los cuales la Comisión Internacional de la Iluminación define diferentes sistemas colorimétricos, espacios de color y diagramas cromáticos asociados (Fernández, 2013).

2.3. Marco referencial

Chancay (2019) realizó un estudio para determinar la madurez y concentraciones de hojas de mandarina mezclada con hierbaluisa para la obtención de un licor espirituoso, este proceso lo desarrolló en un destilador de columna simple de acero inoxidable y los análisis por medio de un espectrofotómetro, mediante la tabulación de los datos logro determinar el mejor tratamiento a_2b_0 (0,16% de hojas de mandarina maduras con hierbaluisa), donde aplico 32 g de hojas de mandarina madura mezcladas con hierba luisa y 20 g de anís estrellado en la rectificación, este tratamiento logro destacar en sus características sensoriales y una absorbancia de 0,91 a 354 nm estableciendo una matiz azulada a la bebida espirituosa. Como resultado en la composición del licor demostró una concentración de 4,67 mg/100 cm^3 en metanol.

Ormaza (2019) en su investigación evaluó la incidencia de la concentración de hojas de mandarina (*Citrus reticulada* L) de tres localidades para obtener una bebida alcohólica anisada de color azul violeta que muestre características similares a la bebida alcohólica pájaro azul, en esta investigación obtuvo 27 tratamientos, la cual midió los niveles de absorbancia, características organolépticas como color, olor, sabor, etc. Entre los mejores tratamiento obtuvo el T4 (a_1b_2) con el 0,60% de hojas de mandarina, obteniendo una absorbancia de 1,969 con una longitud de onda de 353 nm, la bebida tuvo 2,02 (mg/100 cm^3).

Alarcón & Quishpe (2017) en su investigación realizaron la caracterización del proceso artesanal de la bebida alcohólica tradicional denominado pájaro azul en la parroquia regulo de mora, cantón San Miguel, provincia Bolívar, en donde encuestaron a 12 productores, con el objetivo de recolectar información acerca de la bebida, en los análisis que realizaron determinaron que la bebidas alcohólicas de esta localidad tienen un pH que varía entre 3,81 y 5, el contenido de azúcar varía entre 1,40 y 17,5 °Brix; presento una turbidez de 1,83 y 18,02 NTU; la conductividad entre 52,87 y 83,57us/cm; el grado alcohólico de 39,33 y 54,3 °GL; y los sólidos totales de 19,59 y 72,93 mg/L. Alarcón y Quishpe elaboraron una bebida alcohólica para determinar la calidad de la bebida alcohólica pájaro azul, en los análisis que realizaron a la bebida elaborada determinaron que obtuvieron un pH de 4,22; azúcar 19,01 °Brix; turbidez 0,59 NTU; conductividad 3,9 us/cm; grado alcohólico 39,93 °GL; solidos totales 2,02 mg/L. Dado a los resultados obtenidos concluyeron que las bebidas alcohólicas producida en esta parroquia, la mayor parte de productores no cumplen con las condiciones aptas para la industrialización, por la falta de control de BPM y falta de instalaciones adecuadas para la elaboración de esta bebida.

Abad (2013) elaboró un plan de mejora en el proceso de producción de licor pájaro azul, para que este producto sea de óptima calidad y se pueda exportar y competir con otros productos de altos estándares. Esta investigación la realizó en la zona de Echeandía con un estudio de campo, donde se produce y existe un gran potencial de este licor. Abad analizó todos los subprocesos de producción en la cual se implementó mejoras para aumentar la calidad de la producción del licor, en la cual aplico análisis de mudas de producción y 5S dentro del proceso.

Análisis del origen y variedades del aguardiente pájaro azul y el consumo en la ciudad de Guayaquil

Escobar (2018) en su investigación realizada busco realzar una de las bebidas artesanales que se elaboran desde tiempos ancestrales, proveniente de la provincia de Bolívar de los cantones Guaranda y Caluma, en donde consumen con mayor regularidad en sus fiestas carnavales. Para establecer la identidad y variedades del aguardiente Pájaro Azul utilizó la metodología de la investigación por el método cualitativo, que, mediante técnicas de entrevistas y cuestionario, profundizar el origen y variedades del licor permitiendo conocer cuál es el estado de la producción. Por medio de esta encuesta Escobar Jeanett pudo dar resultados positivos sobre el consumo y conocimiento del aguardiente Pájaro Azul en la ciudad de Guayaquil.

La identidad del licor artesanal Pájaro Azul y su influencia en la decisión de compra entre las personas de 18 a 25 años de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, año 2015

Rivera (2016) realizó una investigación para determinar los rasgos de identidad del licor Pájaro Azul a través del análisis de su influencia en su decisión de comprar este tipo de licor en los jóvenes, para establecer una marca propia del producto que lo ayude a destacar de otros licores y mejorar su comercialización. Para esta investigación Rivera utilizó el método cualitativo y cuantitativo que ayudaron a determinar los rasgos para la creación de una identidad, donde los resultados establecerán como desarrollo de una marca y su respectivo manual de uso basándose en el concepto, necesidad, importancia, etc. A través de la creación de esta identidad del Pájaro Azul, menciono que se podrá ofrecer un producto industrializado que se diferencie al de la competencia, con un precio accesible, distribuido a través de mayoristas y con estrategias de venta que permitan posicionarse en la preferencia del consumidor.

2.4. Marco legal

NTE INEN 1837:2016 Bebidas alcohólicas requisitos

De acuerdo con la norma NTE INEN 1837, los requisitos que debe presentar la bebida alcohólica es la siguiente:

- El agua utilizada para la hidratación debe ser potable conforme a NTE INEN 1108, la misma que puede ser sometida a un proceso de tratamiento posterior.
- Los licores deben tener un color, olor y sabor característicos a las materias primas utilizadas.
- Los licores deben contener los niveles máximos permitidos de aditivos alimentarios conforme con NTE INEN-CODEX 192. Los requisitos físico-químicos que debe cumplir son los siguientes:

Tabla 2.

Requisitos físico-químico de las bebidas alcohólicas.

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Alcohol, fracción volumétrica	%	15	50	NTE INEN 340
Furfural	mg/100 cm ³ (*)	-	10	NTE INEN 2014
Metanol	mg/100 cm ³ (*)	-	10	NTE INEN 2014
Alcoholes superiores **	mg/100 cm ³ (*)	-	150	NTE INEN 2014
Azúcares totales:	g/L			NTE INEN 358
Licor seco		-	50	
Licor semiseco		51	100	
Licor dulce		101	250	
Licor crema		251	-	
Licor escarchado		saturado		

FUENTE:(BEBIDAS ALCOHOLICAS. LICORES. REQUISITOS NTE INEN 1837, 2016).

NTE INEN 375:2015 Bebidas alcohólicas. Alcohol etílico rectificados

Según la norma INEN 375 el alcohol etílico debe cumplir los siguientes requisitos:

- El alcohol etílico rectificado debe ser transparente e incoloro, de sabor y olor característico.

El alcohol etílico debe cumplir los siguientes requisitos físico-químico:

Tabla 3.

Requisito físico-químico del alcohol etílico rectificado.

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Alcohol, fracción volumétrica	%	96	-	NTE INEN 340
Acidez total, como ácido acético	mg/100 cm ³ (*)	-	3	NTE INEN 431
Esteres, como acetato de etilo	mg/100 cm ³ (*)	-	10	NTE INEN 2014
Aldehídos, como etanal	mg/100 cm ³ (*)	-	2	NTE INEN 2014
Furfural	mg/100 cm ³ (*)	-	0	NTE INEN 2014
Metanol	mg/100 cm ³ (*)	-	30	NTE INEN 2014
Alcoholes superiores **	mg/100 cm ³ (*)	-	5	NTE INEN 2014
Congéneres	mg/100 cm ³ (*)	-	75	NTE INEN 2014
Tiempo de permanganato	minutos	20	-	NTE INEN 1546

FUENTE: (BEBIDAS ALCOHOLICAS. ALCOHOL ETILICO RECTIFICADO. REQUISITOS NTE INEN 375, 2015).

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La obtención de la materia prima que es el alcohol etílico, el jugo de caña y la panela se obtuvo de la propiedad del Sr. Sr. Ruviro Saltos ubicada en el Recinto Tablería a 1140 msnm, de la jurisdicción de la parroquia El Corazón, del Cantón Pangua de la Provincia de Cotopaxi. La redestilación y tridestilación se realizó en la propiedad del Ing. Ángel Fernández Escobar en el recinto Las Juntas (280 msnm), parroquia Moraspungo que está en la jurisdicción del cantón Pangua.

Los análisis sensométricos y colorimétricos, así como viscosidad se realizó en los laboratorios de operaciones unitarias y el de química – bioquímica en el campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, Los Ríos, Ecuador.

Figura 4.

Localización del trabajo experimental.



FUENTE: GOOGLE EARTH.

3.2. Tipos de investigación

3.2.1. Investigación exploratoria

Se empleo este tipo de investigación para explorar y profundizar en forma más detallada acerca del tema de investigación debido a su escasa información, de modo que los resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto.

3.2.2. Investigación descriptiva

Esta investigación fue aplicada para describir los datos, propiedades y características importantes del estudio de análisis, pretendiendo medir y recoger información del fenómeno que se está estudiando.

3.2.3. Investigación experimental

Se denomina investigación experimental por que se ejecutaron ensayos para evaluar ciertas variables que nos ayudaron a mejorar la estandarización del jugo de caña y panela para la obtención de una bebida alcohólica con sus características sensoriales aroma, sabor y color aceptable.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método inductivo – deductivo

Se aplico este método de investigación para generar soluciones del problema a estudiar, la cual, permitirá obtener una tecnología adecuada para la obtención de la bebida espirituosa con características sensoriales adecuadas para el consumidor.

3.3.2. Método estadístico

Mediante el método estadístico se recopilaron, ordenaron y tabularon datos, mediante los análisis establecidos para obtener resultados y conclusiones basada en la recopilación de los datos.

3.4. Fuente de recopilación de información

Esta investigación se realizó utilizando diferentes fuentes que son las siguientes:

3.4.1. Fuentes primarias

- Trabajo de campo
- Pre-ensayos

3.4.2. Fuentes secundarias

- Libros
- Artículos científicos
- Tesis
- Revistas
- Páginas web
- Folletos

3.5. Diseño de la investigación

Se empleó un diseño de investigación Completamente al Azar (DCA) – 2^n , con un arreglo trifactorial de $A \times B \times C$ presentando 8 tratamientos con 3 repeticiones obteniendo así 24 unidades experimentales. El factor **A** fue la concentración de panela, el factor **B** la dosis de jugo de caña y el factor **C** los °GL del licor.

Los datos o respuestas experimentales fueron sometidos a una prueba de normalidad, en el software estadístico IBM SPSS Statistics 25, finalmente los datos se sometieron a un test no paramétrico como el de Friedman y Holm en un software libre.

El test no paramétrico de Friedman se lo aplica cuando se tienen varias muestras con datos relacionados, ya que este test se centra en el orden o el rango de las unidades experimentales más que en sus valores numéricos. Mientras que el test de Holm se utiliza para determinar las tasas de error de si difieren con el mejor tratamiento.

3.5.1. Factores de nivel de estudio

En la siguiente tabla se detallan los factores y niveles de estudio de la investigación.

Tabla 4.

Factores de nivel de estudio de la investigación.

FACTORES	CÓDIGO	NIVELES
Concentración de panela	A	2.5% 5%
Dosis del jugo de caña	B	3.5% 7%
Grado alcohólico del licor envasado	C	35 °GL 40 °GL

ELABORADO: AUTORA.

3.5.2. *Tratamientos de los datos*

En la siguiente tabla se detalla las combinaciones de los diferentes factores y niveles.

Tabla 5.

Combinaciones de los tratamientos de los diferentes factores y niveles.

Tratamientos	Combinación de factores	Descripción
T ₁	$a_0b_0c_0$	2.5% P, 3.5% JC, 35% °GL
T ₂	$a_0b_1c_0$	2.5% P, 7% JC, 35% °GL
T ₃	$a_0b_0c_1$	2.5% P, 3.5% JC, 40% °GL
T ₄	$a_0b_1c_1$	2.5% P, 7% JC, 40% °GL
T ₅	$a_1b_0c_0$	5% P, 3.5% JC, 35% °GL
T ₆	$a_1b_1c_0$	5% P, 7% JC, 35% °GL
T ₇	$a_1b_0c_1$	5% P, 3.5% JC, 40% °GL
T ₈	$a_1b_1c_1$	5% P, 7% JC, 40% °GL

ELABORADO: AUTORA.

Donde:

P: Panela

JC: Jugo de caña

°GL: Grado Alcohólico del licor envasado

El tamaño de cada unidad experimental fue de 10 L de alcohol de primera destilación (conocido por los cañicultores como aguardiente) para ser usado en la primera redestilación.

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Muestreo

El muestreo se lo llevo a cabo con la compra de la materia prima que es el aguardiente, el jugo de caña y la panela que se obtuvo del Cantón Pangua, Parroquia El Corazón, ubicado en la Provincia de Cotopaxi.

3.6.2. Variables dependientes

- Características cromáticas: Luminosidad, tonalidad y pureza de color.
- Viscosidad.
- Sensometría: color, apariencia, olor (aroma), sabor y aceptabilidad.
- Metanol (solo una muestra del alcohol de 1^{ra}, 2^{da} y 3^{ra} destilación) (NTE INEN 1837).

3.6.3. Análisis físico- químico de la bebida espirituosa

3.6.3.1. Grado alcohólico.

El contenido de alcohol es la combinación entre el volumen del alcohol etílico en una mezcla hidroalcohólica, medido a una temperatura de 20 °C de la mezcla total medido a la misma temperatura, este procedimiento se lo realizó de la siguiente manera:

- Se destilo el aguardiente
- Extraer una muestra de 250 mL en una probeta graduada
- Tomar la temperatura del producto destilo y dejar que llegue a una temperatura de 20 °C
- Lavar el alcoholímetro y secar bien
- Introducir el alcoholímetro en la probeta y dejar que se establezca libremente
- Tomar la lectura de la muestra

3.6.3.2. Viscosidad.

La determinación de la viscosidad se la realizó por medio del viscosímetro de Ostwald, que permite caracterizar la calidad del producto final. El análisis de viscosidad se lo realizó de la siguiente manera:

Se colocó en la ampolla el líquido en primer lugar para calibrar el viscosímetro y hacer mediante el bombín que suba por encima de la marca A, dejando que fluya por su propio peso. En el momento en que el líquido pasa por el nivel A, se empezó a contar el tiempo que tarda hasta llegar al trazo inferior B, se anotó el tiempo y se repitió el proceso tres veces. Una vez limpio y seco el viscosímetro se procedió a repetir el experimento con la muestra que fue la bebida espirituosa pájaro azul en las mismas condiciones que el agua, anotando el tiempo que tardó en llegar a la marca B, y se repitió el procedimiento tres veces (Beléndez et al., 1989).

Conocido los tiempos se determinó la viscosidad de la bebida espirituosa, para esto se lo realizó a través de la siguiente fórmula:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{p_1 t_1}{p_2 t_2}$$

$$n_2 = \frac{n_1 p_2 t_2}{p_1 t_1}$$

3.6.3.3. *Determinación de las características cromáticas de la bebida alcohólica espirituosa.*

Para la determinación de las características cromáticas de la bebida alcohólica espirituosa, se realizó en base al método espectrofotométrico propuesto por la OIV (2006), para esto se realizó un barrido de transmitancia (%) entre 445, 495, 550 y 625 nm de las muestras.

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

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

$$a^* = 500 \left[\frac{X}{X_n} - \frac{Y}{Y_n} \right] \quad (\text{Ec. 2})$$

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

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:

$$X = (0,21 * EF1) + (0,35 * EF3) + (0,42 * EF4) \quad (Ec. 4)$$

$$Y = (0,17 * EF2) + (0,63 * EF3) + (0,2 * EF4) \quad (Ec. 5)$$

$$Z = (0,94 * EF1) + (0,24 * EF2) \quad (Ec. 6)$$

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

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

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

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (Ec. 7)$$

$$H^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (Ec. 8)$$

3.6.3.4. *Análisis de metanol.*

Para la determinación del metanol de la bebida espirituosa se realizó de acuerdo con la norma NTE INEN 1837:2016. Los ensayos se realizaron en el laboratorio Seidlaboratory ubicado en la ciudad de Quito.

3.6.3.5. *Análisis sensorial.*

La prueba sensorial se realizó a través de una prueba descriptiva, en la cual se evaluó con un total de 15 panelista no experto de la Facultad Ciencias de la Industria y Producción, quienes recibieron previamente una capacitación sobre el tema para evaluar los parámetros de color, olor, sabor e impresión del licor, en una escala del 1 – 5 siendo el 5 el puntaje mayor (*Anexo 12*).

En la escala de color se determinó los siguientes atributos:

- Matices de color azulado bajo
- Matices de color azulado medio
- Matices de color azulado alto
- Matices de color azulado ligeramente violeta
- Cristalino

En la escala de olor se determinó los siguientes atributos:

- Frutal: mandarina
- Floral: cítricos
- Especiado: Aromático canela, anís, vainilla, orégano
- Vegetal herbáceo/aromático: Hierba luisa
- Alcohólico

En la escala de sabor se determinó los siguientes atributos:

- Ardiente característico
- Dulce suave
- Astringente
- Persistencia
- Amargo

En la escala de impresión del licor se determinó los siguientes atributos:

- Armónico
- Equilibrado
- Agradable
- Elegante
- Desagradable

En esta prueba se determinó el mejor tratamiento de acuerdo con los mejores parámetros y promedios, para la evaluación sensorial se proporcionó 4 tratamientos del producto para cada catador. Para conocer cuál de los tratamientos tuvo mayor aceptabilidad se realizó una prueba hedónica con una escala del 1 – 5 donde se evaluó los parámetros de me gusta mucho, me gusta, ni me gusta ni me disgusta, no me gusta, no me gusta mucho. Donde se promedió de acuerdo con las repeticiones dadas de cada uno de los tratamientos.

3.7. Recursos humanos y materiales

3.7.1. Recursos humanos

La presente investigación se realizó con el autor presente, y con el director propuesto de la tesis el Ing. Ángel Fernández Escobar MSc.

3.7.2. Materia prima e insumos

- Aguardiente
- Jugo de caña
- Panela
- Hojas de mandarina
- Hierba luisa
- Agua potable/destilada

3.7.3. *Equipos*

- Destilador 3 platos teóricos
- Balanza analítica precisión 0.0001 g
- pH-metro
- Brixómetro
- Colorímetro
- Alcoholímetro
- Viscosímetro de Ostwald
- Picnómetro
- Espectrofotómetro

3.7.4. *Materiales de laboratorio*

- Recipientes plásticos
- Alcoholímetro de Gay-Lussac
- Vasos de precipitación de 50, 100, 200, 500 y 100 mL
- Envases de vidrio de 375 mL
- Envases de plástico
- Recipientes de acero inoxidable
- Fichas de evaluación sensorial
- Probetas graduadas de 100, 250, 500 mL
- Buretas 50 mL
- Matraz
- Puntas para micropipeta 1 – 10 mL
- Soporte universal
- Termómetro

3.8. **Procedimiento para la obtención de una bebida espirituosa**

• **Recepción**

El alcohol etílico, el jugo de caña y la panela se obtuvo del recinto Tablería de la parroquia El Corazón, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi (de la propiedad del señor Ruviro Saltos), donde se obtuvo 160 L de aguardiente a 62 °GL, 20 L de jugo de caña y 20 Lb de panela, al alcohol etílico se le tomó una muestra para determinar el contenido de metanol mediante cromatografía de gases. Las hojas de mandarina y la hierbaluisa se recolectaron en el recinto Las Juntas, parroquia Moraspungo, cantón Pangua, en cuyo lugar se realizó la redestilación y tridestilación.

- **Primera Redestilación**

De acuerdo con lo plasmado en el diseño experimental, los 160 L de alcohol etílico se lo sometió a una primera redestilación, donde se diluyó en una relación aguardiente/agua, 25 L de agua y 40 L de alcohol para incorporarlo en el calderín del destilador, el alcohol de la primera redestilación se recolecto en tachos y se realizó hasta cuando el destilador arrojó un alcohol de 55 a 50 °GL, de tal manera que la mezcla final recolectada resulto de un rango entre 85 °GL a 84 °GL.

- **Medición del volumen de primera redestilación**

Se procedió a medir el volumen del alcohol redestilado que dio un total de 104,2 L de alcohol redestilado con un grado alcohólico entre 85 °GL a 84 °GL. Además, se tomó una alícuota para determinar el contenido de metanol mediante cromatografía de gases.

- **Segunda redestilación**

En la segunda redestilación se procedió con la dosificación de las hojas de mandarina y hierbaluisa previamente lavadas, de acuerdo a las combinaciones de los tratamientos se procedió a la dosificación del jugo de caña y panela para cada uno de los tratamientos, una vez dosificado se procedió a la dilución del alcohol en una relación aguardiente/agua, 9,5 L de agua y 6,5 L de alcohol redestilado incorporando las hojas de mandarina, hierba luisa, jugo de caña y panela previamente dosificado, se redestiló por segunda ocasión, para cada tratamiento se lavó previamente el calderín del destilador, el alcohol redestilado se lo recolecto directamente en los envases de plásticos con una capacidad de 6 L y se almaceno los envases de vidrio transparentes a los que se envolvió con material oscuro para protegerlo de la luz.

- **Medición del volumen de segunda redestilación**

Se procedió a medir el volumen del alcohol obtenido en la segunda redestilación y su grado alcohólico final. Se tomo una alícuota para determinar el contenido de metanol mediante cromatografía de gases.

- **Dilución**

Para proceder con esta operación unitaria, se realizó los cálculos correspondientes, aplicando cuadrados de Pearson para obtener el grado alcohólico definido como factor en este estudio, cuyos niveles son 40 °GL y 35 °GL.

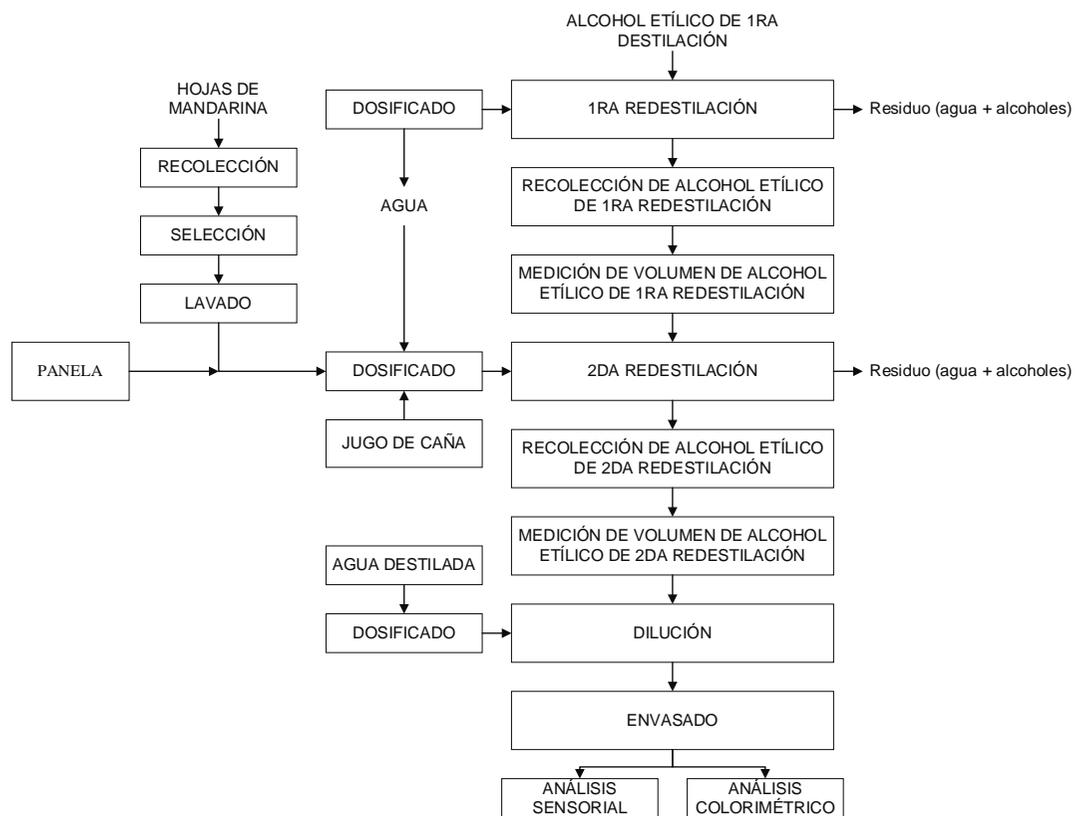
- **Envasado**

El envasado se lo realizó en envases de vidrio con contenido neto de 375 mL, empleadas comúnmente para envasar whisky.

3.8.1. Diagrama de bloques

Figura 5.

Diagrama de bloques del proceso de elaboración de la bebida espirituosa incorporando jugo de caña y panela.



ELABORADO: AUTORA.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

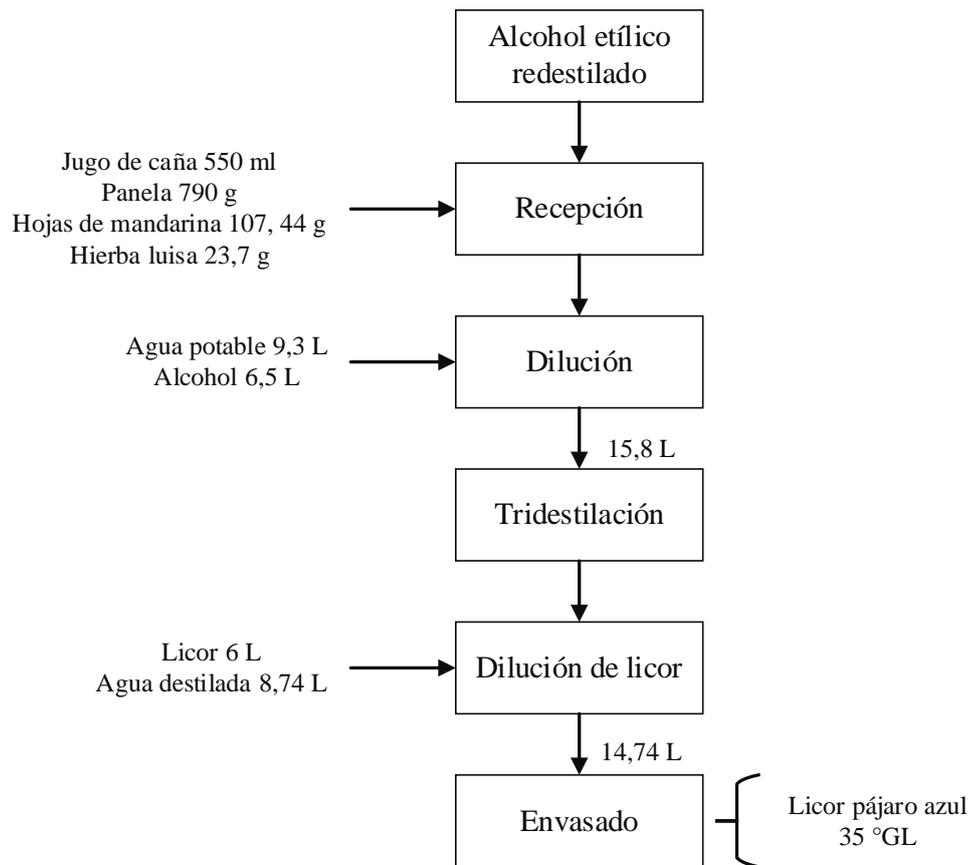
4.1. Resultados

4.1.1. Balance de materia de la bebida espirituosa

Balance de la elaboración del licor espirituoso pájaro azul al mejor tratamiento $a_1b_0c_0$ (panela 5%, jugo de caña 3,5% y contenido de grado alcohólico 35 °GL).

Figura 6.

Diagrama de bloques de balance de materia al mejor tratamiento.



ELABORADO: AUTORA.

Rendimiento

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

$$\frac{14,74 \text{ L}}{6 \text{ L}} * 100 = 246 \%$$

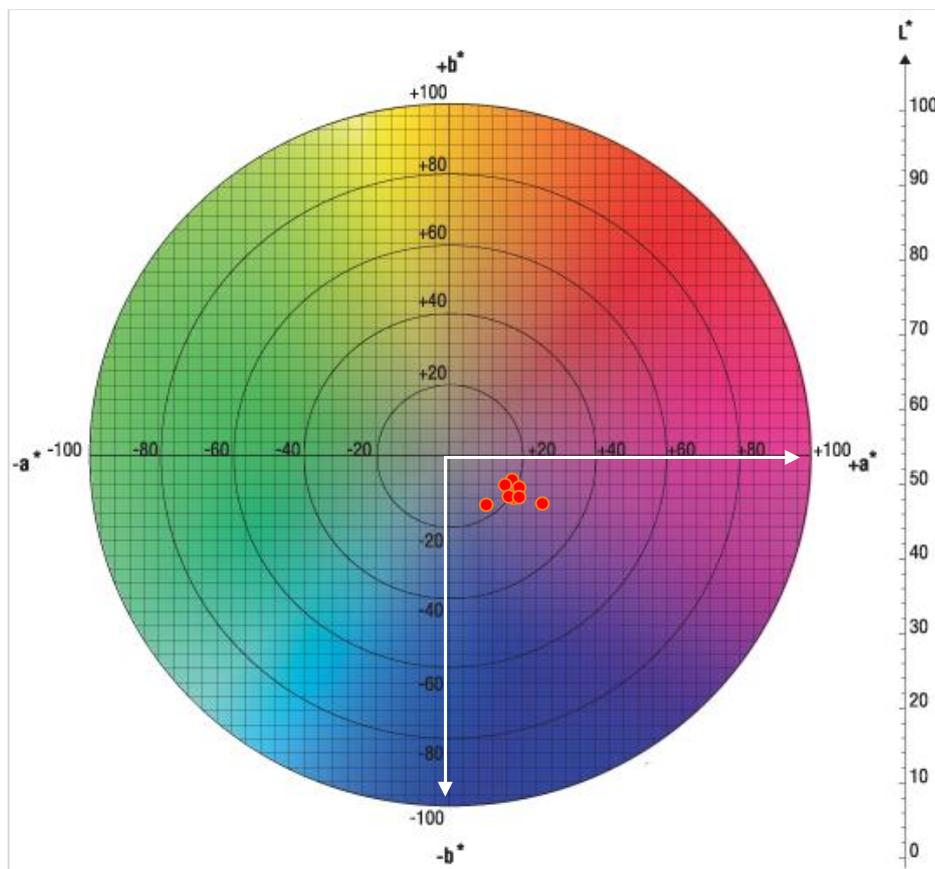
4.1.2. Espacio CIElab

Las características cromáticas o los parámetros colorimétricos se midieron mediante el espacio CIElab (Figura 7) en base a los 3 parámetros: L^* , a^* , b^* como magnitudes adimensionales. La coordenada L^* se define como claridad y puede tomar valores entre 0 (que corresponde al negro), y 100 (blanco). Las coordenadas colorimétricas a^* define la desviación del punto acromático, correspondiente a la claridad, hacia el rojo si $a^* > 0$, y hacia el verde si $a^* < 0$. Análogamente la coordenada b^* define la desviación hacia el amarillo si $b^* > 0$, y hacia el azul si $b^* < 0$.

Las características cromáticas de la muestra del licor espirituoso pájaro azul con incorporación de jugo de caña y panela se muestra a continuación a través del espacio CIElab.

Figura 7.

Representación cromática del espacio CIElab del licor espirituoso.



ELABORADO: AUTORA.

Tabla 6.

Resultado de cada uno de los tratamientos del espacio CIELab.

Tratamientos	L*	a*	b*	C*	H*
a ₀ b ₀ c ₀	99,2976	16,8734	-7,2300	18,3858	-23,1741
a ₀ b ₁ c ₀	97,9559	17,6165	-8,3931	19,6495	-25,2874
a ₀ b ₀ c ₁	96,4134	16,1001	-8,0295	18,0247	-26,2732
a ₀ b ₁ c ₁	95,3044	17,0379	-9,8830	19,7897	-30,5849
a ₁ b ₀ c ₀	97,4900	20,1799	-10,7492	22,8861	-28,0274
a ₁ b ₁ c ₀	99,1085	16,4912	-9,7330	19,2795	-31,0601
a ₁ b ₀ c ₁	93,6926	14,0560	-10,8697	17,9060	-37,6144
a ₁ b ₁ c ₁	96,0531	17,6513	-9,7452	20,2586	-28,6115

ELABORADO: AUTORA.

a₀b₀c₀ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), a₀b₁c₀ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), a₀b₀c₁ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), a₀b₁c₁ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), a₁b₀c₀ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), a₁b₁c₀ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), a₁b₀c₁ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), a₁b₁c₁ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

En la tabla 6 se puede observar que cada uno de los tratamientos presento un rango de luminosidad desde 93,69 a 99,29 indicando que el licor espirituoso obtuvo rangos altos de luminosidad, por lo tanto, cada uno de los tratamientos del licor espirituoso son brillante. En la figura 7 del espacio CIELab se observa que en los parámetros de a* los tratamientos presentaron valores desde 14,05 a 20,17 indicando que cada una de las muestras se extienden ligeramente hacia el color rojo (+a*) en el parámetro b* los tratamientos presentaron un rango de -7,23 hasta -10,86 indicando que cada uno de los tratamientos se extiende muy ligeramente hacia el color azul (-b*). De acuerdo con los resultados presentados se puede observar que la variación de color de azul a rojo está asociado a las concentraciones de cada uno de los tratamientos del licor espirituoso pájaro azul con concentraciones de panela, jugo de caña, hojas de mandarina y la hierbaluisa.

La asociación de color de azul y rojo de cada uno de los tratamientos va a depender de las concentraciones de aditivos utilizado en la formulación, en este caso, el color rojo está asociado a la panela que contiene compuestos fenólicos, componente que se producen por la degradación térmica de los carbohidratos vía caramelización o reacción Maillard. En el caso del color azul debido al compuesto químico llamado flavonoides que presenta las hojas de mandarinas. Estos compuestos fenólicos actúan como colorante natural además también proporcionan sabor.

Los valores para el análisis estadístico de las características cromáticas se evidencian en el (Anexo 11); en el que se reporta los valores de absorbancia determinados en 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 4, 5 y 6 respectivamente. Seguido, se determinó los valores de L*, a* y b* mediante las ecuaciones 1, 2 y 3. Se estableció los cromas C*, H* a través de los modelos matemáticos 7 y 8 reportados en el capítulo III.

En la aplicación de la prueba de normalidad se planteó las siguientes hipótesis:

- H_0 : los datos de las características cromáticas del licor espirituoso se distribuyen de forma normal
- H_a : los datos de las características cromáticas del licor espirituoso no se distribuyen de forma normal.

En la siguiente (Tabla 7) contiene los resultados del test de normalidad de Shapiro-Wilk de los valores L*, C* y H*, obtenidos en cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Tabla 7.

Test de normalidad aplicado a las características colorimétricas del licor espirituoso.

Algoritmo	SHAPIRO - WILK					
	L*		C*		H*	
	GL	Sig.	GL	Sig.	GL	Sig.
$a_0b_0c_0$	3	0,353	3	0,208	3	0,119
$a_0b_1c_0$	3	0,784	3	0,986	3	0,902
$a_0b_0c_1$	3	0,826	3	0,515	3	0,228
$a_0b_1c_1$	3	0,585	3	0,989	3	0,716
$a_1b_0c_0$	3	0,474	3	0,912	3	0,033
$a_1b_1c_0$	3	0,280	3	0,319	3	0,487
$a_1b_0c_1$	3	0,184	3	0,779	3	0,864
$a_1b_1c_1$	3	0,020	3	0,285	3	0,887
¿Los datos se distribuyen de forma normal?	NO		SI		NO	

ELABORADO: AUTORA.

$a_0b_0c_0$ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_1c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_0c_1$ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_0b_1c_1$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_0c_0$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_1c_0$ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_0c_1$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_1c_1$ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

De acuerdo con los resultados dados en la tabla 7 del licor espirituoso Pájaro Azul con concentraciones de panela y jugo de caña, se determina que las características cromáticas del licor no se distribuyen de forma normal en la luminosidad del tratamiento $a_1b_1c_1$ y el tono de $a_1b_0c_0$, porque el valor de significancia de Shapiro Wilk es menor que 0,05; al ser la colorimetría un espacio tridimensional y suficiente que un tratamiento no se distribuya de forma normal conduce a rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa planteado para este análisis estadístico; en consecuencia se aplica las pruebas no paramétricas de Friedman y Holm.

Tabla 8.

Test de Friedman del análisis de colorimetría.

Algorithm	Ranking
$a_0b_0c_0$	5,00
$a_0b_1c_0$	4,33
$a_0b_0c_1$	5,33
$a_0b_1c_1$	4,00
$a_1b_0c_0$	4,22
$a_1b_1c_0$	4,00
$a_1b_0c_1$	5,33
$a_1b_1c_1$	3,77

ELABORADO: AUTORA.

$a_0b_0c_0$ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_1c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_0c_1$ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_0b_1c_1$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_0c_0$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_1c_0$ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_0c_1$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_1c_1$ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

De acuerdo con la tabla 8 se puede observar que el P-valor calculado del test de Friedman es de 0,7625, la cual estadísticamente no existe diferencia significativa por que el valor p es mayor a 0,05 rechazando la hipótesis alternativa (H_a), en consecuencia no es necesario realizar el test de Holm.

Tabla 9.

Resultado de la muestra comercial del licor espirituoso pájaro azul adquirido en la ciudad de El Corazón.

Tratamientos	L*	a*	b*	C*	H*
MC 35°	97,9819	12,2677	-4,8784	13,2021	-21,6858
MC 40°	97,0333	11,5371	-5,5394	12,7980	-25,6475

ELABORADO: AUTORA.

De acuerdo con la tabla 9 se puede observar que la muestra comercial del licor pájaro azul producido por un productor y comercializador de la ciudad de El Corazón, cantón Pangua, presento una luminosidad de 97,98 a 97,03 indicando que esta bebida es brillante debido a su transparencia, en las coordenadas de a* y b* indica que el licor se extiende hacia el color rojo +a* y muy ligeramente hacia el color azul -b*.

4.1.2.1. Análisis de viscosidad.

El análisis de viscosidad se lo realizó mediante el método Ostwald, esta se determinó para establecer una propiedad física del licor espirituoso pájaro azul con concentraciones de panela y jugo de caña. Los resultados obtenidos se muestran en la (Tabla 10).

En la aplicación de la prueba de normalidad se planteó las siguientes hipótesis:

- H_0 : *los datos de la viscosidad del licor espirituoso se distribuyen de forma normal,*
- H_a : *los datos de la viscosidad del licor espirituoso no se distribuyen de forma normal.*

La Tabla 10 contiene los resultados del test de normalidad de Shapiro-Wilk de los valores de la viscosidad obtenidos en cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Tabla 10.*Test de normalidad del análisis de viscosidad.*

Shapiro-Wilk		
	gl	Sig
$a_0b_0c_0$	3	1,000
$a_0b_1c_0$	3	0,000
$a_0b_0c_1$	3	0,780
$a_0b_1c_1$	3	0,000
$a_1b_0c_0$	3	0,935
$a_1b_1c_0$	3	0,927
$a_1b_0c_1$	3	0,878
$a_1b_1c_1$	3	0,878
¿Los datos se distribuyen de forma normal?		NO

ELABORADO: AUTORA.

$a_0b_0c_0$ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_1c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_0c_1$ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_0b_1c_1$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_0c_0$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_1c_0$ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_0c_1$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_1c_1$ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

De acuerdo con los resultados dados en la tabla 10 del análisis de viscosidad del licor espirituoso Pájaro Azul con concentraciones de panela y jugo de caña, se determina que el parámetro de viscosidad, no se distribuye de forma normal en 2 de 8 tratamientos y son el $a_0b_1c_0$ y el $a_0b_1c_1$, por lo tanto, existe diferencia estadísticamente significativa, porque el valor Shapiro Wilk es menor que 0,05; y suficiente que los datos de un tratamiento no se distribuya de forma normal para aceptar la hipótesis alternativa planteada para este test.

En consecuencia, a los resultados obtenidos de la prueba de normalidad, se recurre a aplicar el test de Friedman y Holm que se reportan en las tablas 11 y 12 respectivamente.

Tabla 11.*Test de Friedman del análisis de viscosidad.*

Algorithm	Ranking
$a_0b_0c_0$	3,00
$a_0b_1c_0$	1,66
$a_0b_0c_1$	4,83
$a_0b_1c_1$	6,00
$a_1b_0c_0$	1,33
$a_1b_1c_0$	4,16
$a_1b_0c_1$	7,33
$a_1b_1c_1$	7,66

ELABORADO: AUTORA.

$a_0b_0c_0$ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_1c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_0c_1$ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_0b_1c_1$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_0c_0$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_1c_0$ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_0c_1$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_1c_1$ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

De acuerdo con la tabla 11 se puede observar que el P-valor calculado del test de Friedman es de 0,0047 y es menor que 0,05, la cual, estadísticamente existe diferencia significativa, rechazando la hipótesis nula (H_0), en base a estos resultados se realizó el test de Holm para determinar el tratamiento que presenta mejor viscosidad (Tabla 12).

Tabla 12.*Resultados del test de Holm/Hochberg ($\alpha = 0.05$) para el análisis de viscosidad.*

i	algorithm	$z = (R_0 - R_i) / SE$	p	Holm / Holchberg / Hommel
7	$a_1b_1c_1$	3,166	0,001	0,007
6	$a_1b_0c_1$	3,000	0,002	0,008
5	$a_0b_1c_1$	2,330	0,019	0,010
4	$a_0b_0c_1$	1,750	0,080	0,012
3	$a_1b_1c_0$	1,416	0,156	0,016
2	$a_0b_0c_0$	0,833	0,404	0,025
1	$a_0b_1c_0$	0,166	0,867	0,050

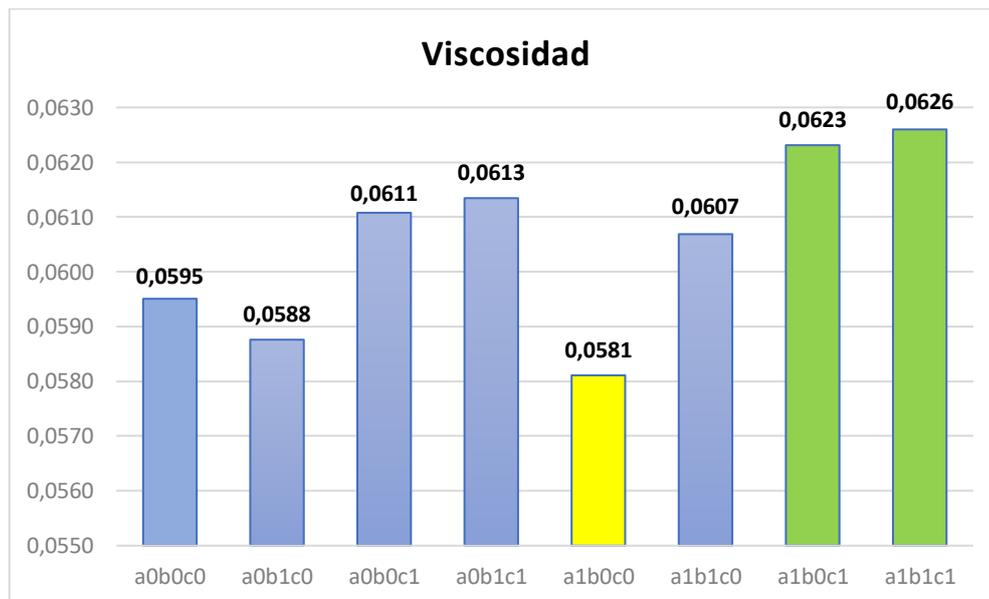
ELABORADO: AUTORA.

$a_0b_0c_0$ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_1c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_0c_1$ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_0b_1c_1$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_0c_0$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_1c_0$ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_0c_1$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_1c_1$ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

El tratamiento que no aparece en la tabla 12 y es el que presenta menor viscosidad, es representado como el mejor tratamiento, además, Holm tiene una característica que ordena los datos de forma descendente. Por lo antes descrito de acuerdo con el test Holm de la tabla 12 se determinó que el algoritmo que no aparece en la tabla es el tratamiento $5 a_1 b_0 c_0$ (5% de panela, 3,5 % de jugo de caña y un contenido de grado alcohólico de 35° GL), presentando una menor viscosidad a diferencia de los demás tratamientos, además, mediante el test de Holm se estableció que el T_5 tiene diferencia estadísticamente significativa con los tratamientos, $a_1 b_1 c_1$ y $a_1 b_0 c_1$ pues presentan *valor p* < *valor Holm*, aunque el T_5 no presenta diferencias significativas con los tratamientos $a_0 b_1 c_1$, $a_0 b_0 c_1$, $a_1 b_1 c_0$, $a_0 b_0 c_0$, $a_0 b_1 c_0$; demostrando que el tratamiento 5 es el mejor por su menor viscosidad que presento la bebida espirituosa.

Figura 8.

Resultados promediados de la viscosidad de cada uno de los tratamientos.



ELABORADO: AUTORA.

$a_0 b_0 c_0$ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0 b_1 c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0 b_0 c_1$ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_0 b_1 c_1$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1 b_0 c_0$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1 b_1 c_0$ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1 b_0 c_1$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1 b_1 c_1$ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

En base a los resultados obtenidos del test de Holm se determinó que el tratamiento 5 presento una menor viscosidad cuyo valor fue de 0,0581 centipoise De acuerdo con estos resultados se puede asociar que la viscosidad con la variación de las concentraciones de cada uno de los tratamientos, como se puede observar en la (Figura 9), los tratamientos que presentaron mayor viscosidad son el T₇, T₈, estos tratamientos tienen un mayor grado alcohólico (40 °GL); esto demuestra que la combinación de factores y el grado de dilución tiene incidencia en la viscosidad. El alcohol etílico puro tiene una viscosidad de 0,012 cP. En definitiva, la incorporación de azúcares al alcohol etílico antes de la tridestilación hace que los valores de viscosidad aumenten en relación con la viscosidad del alcohol etílico sin mezcla.

4.1.2.2. Análisis de metanol.

El análisis del contenido de metanol se lo realizó de acuerdo con la norma INEN 2014, en una parada de la primera, segunda y tercera destilación.

Tabla 13.

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

Parámetro	Unidad	Resultado	Método
Primera destilación	mg/100ml	<1	INEN 2014, AOAC 968.09
Segunda destilación	mg/100ml	<1	INEN 2014, AOAC 968.09
Tercera destilación	mg/100ml	<1	INEN 2014, AOAC 968.09

ELABORADO: AUTORA.

En la tabla 13 se observa que el análisis de metanol de la primera, segunda y tercera destilación está dentro de los parámetros establecidos de la norma NTE INEN 1837:2016 que establece un máximo de 10 mg/100cm³, en los resultados obtenidos establece que el licor es apto para el consumo, así queda demostrado que, mientras más destilaciones se le realiza al licor este tendrá un contenido más puro de alcohol potable.

4.1.2.3. *Análisis sensorial.*

El análisis sensorial es utilizado para medir y evaluar las características sensoriales de los alimentos, que son percibidos a través del olfato, el tacto, de forma visual, auditiva y gustativa. El análisis sensorial realizada al licor espirituoso pájaro azul, se la llevo a cabo con el fin de evaluar sus características sensoriales como el color, sabor, olor, impresión del licor, con una prueba descriptiva empleando escalas estructuradas, y la aceptabilidad con una prueba hedónica.

Para la prueba de normalidad se planteó las siguientes hipótesis:

- H_0 : los datos de los diversos atributos sensoriales se distribuyen de forma normal.
- H_a : los datos de los diversos atributos sensoriales no se distribuyen de forma normal.

A través de la siguiente tabla 14 de Shapiro-Wilk se muestran los resultados de los 8 tratamientos de acuerdo con el análisis sensorial realizado midiendo cada uno de los parámetros estudiados.

Tabla 14.

Test de normalidad de los parámetros sensométricos del licor espirituoso.

Algoritmo	SHAPIRO - WILK									
	Color		Olor		Sabor		Impresión del licor		Aceptabilidad	
	GL	Sig.	GL	Sig.	GL	Sig.	GL	Sig.	GL	Sig.
$a_0b_0c_0$	3	0,000	3	1,000	3	0,637	3	0,363	3	1,000
$a_0b_1c_0$	3	0,363	3	0,463	3	0,878	3	0,567	3	0,780
$a_0b_0c_1$	3	0,194	3	0,463	3	0,463	3	0,174	3	0,537
$a_0b_1c_1$	3	0,194	3	0,637	3	0,144	3	0,000	3	0,000
$a_1b_0c_0$	3	1,000	3	0,220	3	0,000	3	0,637	3	0,637
$a_1b_1c_0$	3	0,780	3	0,000	3	0,637	3	1,000	3	0,463
$a_1b_0c_1$	3	0,537	3	0,000	3	0,537	3	0,253	3	0,000
$a_1b_1c_1$	3	0,000	3	1,000	3	0,000	3	1,000	3	0,000
¿Los datos se distribuyen de forma normal?	NO		NO		NO		NO		NO	

ELABORADO: AUTORA.

$a_0b_0c_0$ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_1c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_0c_1$ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_0b_1c_1$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_0c_0$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_1c_0$ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_0c_1$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_1c_1$ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

De acuerdo con los resultados dados en la tabla 14 del licor espirituoso Pájaro Azul con concentraciones de panela y jugo de caña, se determina que los tratamientos en referencia parámetros sensoriales, color $a_0b_0c_0$, $a_1b_1c_1$; olor $a_1b_0c_1$; sabor $a_1b_0c_0$; impresión del licor $a_0b_1c_1$ y aceptabilidad $a_0b_1c_1$, $a_1b_0c_1$, $a_1b_1c_1$ no se distribuyen de forma normal, por lo tanto, existe una diferencia estadísticamente significativa, porque el valor Shapiro Wilk es menor que 0,05 en algunos tratamientos, rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa planteada para este análisis estadístico.

En consecuencia, a los resultados obtenidos del test de normalidad, se recurre a aplicar el test de Friedman y Holm (Tabla 15).

Tabla 15.

Test de Friedman del análisis sensorial.

Algorithm	Ranking
$a_0b_0c_0$	5,40
$a_0b_1c_0$	6,76
$a_0b_0c_1$	5,80
$a_0b_1c_1$	5,23
$a_1b_0c_0$	2,13
$a_1b_1c_0$	3,03
$a_1b_0c_1$	3,36
$a_1b_1c_1$	4,26

ELABORADO: AUTORA.

$a_0b_0c_0$ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_1c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_0c_1$ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_0b_1c_1$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_0c_0$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_1c_0$ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_0c_1$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_1c_1$ (5% panela, 7% jugo de caña, 40°

De acuerdo con la tabla 15 se puede observar que el P-valor calculado del test de Friedman es de $3,097 \cdot 10^{-7}$, es menor que 0.05, la cual, estadísticamente existe diferencia significativa, en consecuencia se realizó el test de Holm para determinar el tratamiento con mejor característica sensorial (Tabla 16).

Tabla 16.

Resultados del test de Holm/Hochberg ($\alpha = 0.05$) para el análisis sensorial.

<i>i</i>	algorithm	$z = (R_0 - R_i) / SE$	<i>p</i>	Holm / Holchberg / Hommel
7	$a_0b_1c_0$	5,180	$2,216 \cdot 10^{-7}$	0,007
6	$a_0b_0c_1$	4,099	$4,141 \cdot 10^{-5}$	0,008
5	$a_0b_0c_0$	3,652	$2,599 \cdot 10^{-4}$	0,010
4	$a_0b_1c_1$	3,465	$5,284 \cdot 10^{-4}$	0,012
3	$a_1b_1c_1$	2,385	0,017	0,016
2	$a_1b_0c_1$	1,378	0,167	0,025
1	$a_1b_1c_0$	1,006	0,314	0,050

ELABORADO: AUTORA.

$a_0b_0c_0$ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_1c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_0c_1$ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_0b_1c_1$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_0c_0$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_1c_0$ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_0c_1$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_1c_1$ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

Holm tiene la singularidad que, el tratamiento que no aparece en la tabla es el que presenta mejores características sensoriales, y ordena los datos de forma descendente. Por lo antes descrito, el algoritmo que no aparece en la tabla es el tratamiento 5 $a_1b_0c_0$ (5% de panela, 3,5 % de jugo de caña y un contenido de grado alcohólico de 35° GL), presentando mejores características sensométricas, aunque se demuestra que no es significativamente mejor que las combinaciones de tratamientos $a_1b_1c_1$, $a_1b_0c_1$ y $a_1b_1c_0$, pues estos tratamientos presentan un *valor p* > *valor Holm*. Además, se demostró que el tratamiento 5 $a_1b_0c_0$ presenta diferencias significativas con las combinaciones $a_0b_1c_0$, $a_0b_0c_1$, $a_0b_0c_0$ y $a_0b_1c_1$ ya que estos tratamientos presentan un *valor p* < *valor Holm*.

Tabla 17.

Indicadores colorimétricos, sensométricos y viscosidad del tratamiento que presento mejores características.

Mejor tratamiento	Parámetros	Características	Promedios
T₅ (a ₁ b ₀ c ₀)	CIELab	L*	97,4900
		C*	22,8861
		H*	-28,0274
	COLOR	Matices de color azulado ligeramente violeta	3,7
	OLOR	Frutal mandarina	3,8
	SABOR	Dulce suave	3,6
	IMPRESIÓN DEL LICOR	Equilibrado	3,8
	ACEPTABILIDAD		3,7
	VISCOSIDAD		0,0581 cP

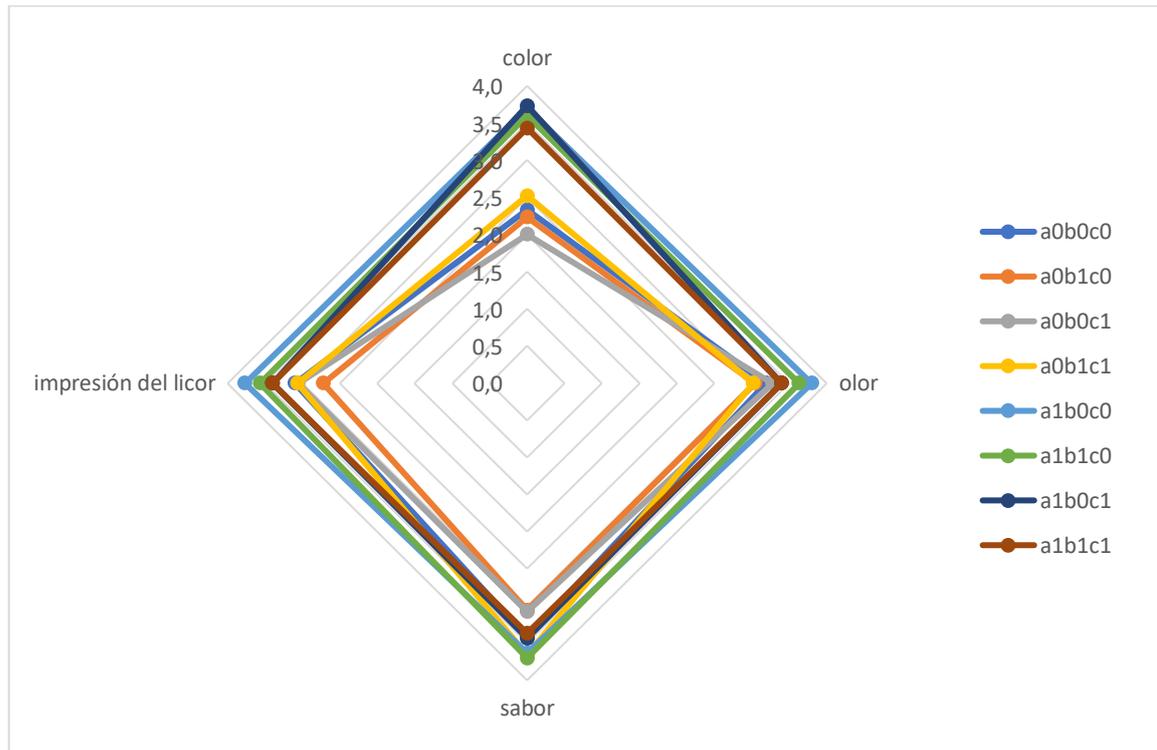
ELABORADO: AUTORA.

4.1.2.3.1. Perfil sensorial de todos los tratamientos.

En la figura 10 se presenta el perfil sensorial del licor espirituoso pájaro azul con concentraciones de panela y jugo de caña.

Figura 9.

Perfil sensorial de todos los tratamientos del licor espirituoso pájaro azul con concentraciones de panela y jugo de caña.



ELABORADO: AUTORA.

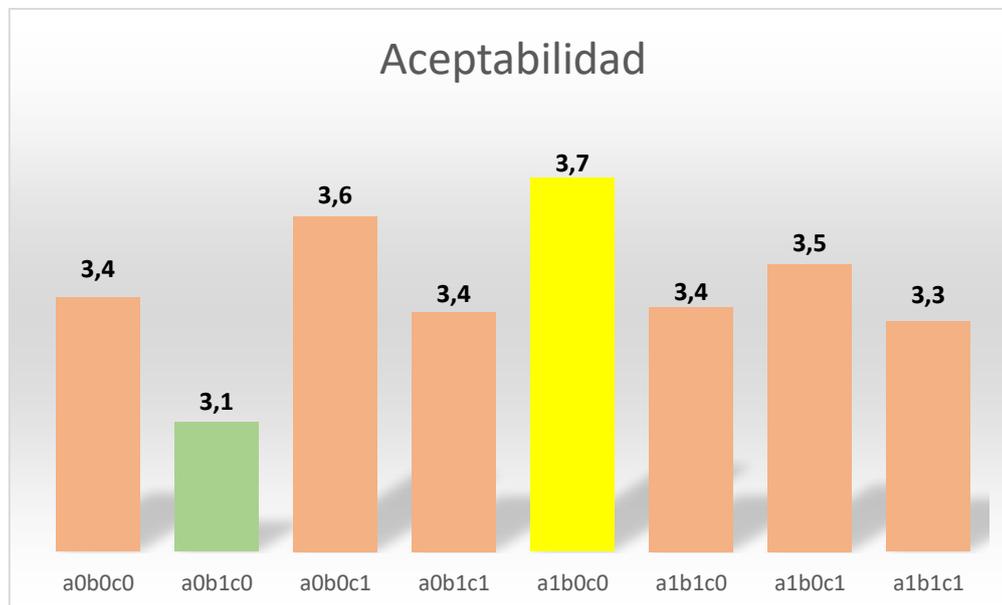
a₀b₀c₀ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), a₀b₁c₀ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), a₀b₀c₁ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), a₀b₁c₁ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), a₁b₀c₀ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), a₁b₁c₀ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), a₁b₀c₁ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), a₁b₁c₁ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

De acuerdo con la figura 10 del perfil sensorial del licor espirituoso pájaro azul con concentraciones de panela y jugo de caña, se determinó a través de un análisis sensorial de pruebas descriptivas que el tratamiento 5 a₁b₀c₀ (panela 5%, jugo de caña 3,5% y contenido de grado alcohólico 35°) presento mejores características considerando los parámetros de olor e impresión del licor, con respecto a los atributos en olor a frutal mandarina, impresión del licor equilibrado, el tratamiento 6 con las características al sabor dulce suave, y el tratamiento 7 en el parámetro de color matices de color azulado ligeramente violeta.

4.1.2.3.2. Aceptabilidad del licor espirituoso.

Figura 10.

Parámetro de aceptabilidad de cada uno de los tratamientos del licor espirituoso.



ELABORADO: AUTORA.

$a_0b_0c_0$ (2,6% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_1c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_0b_0c_1$ (2,5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_0b_1c_1$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_0c_0$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_1c_0$ (5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico), $a_1b_0c_1$ (5% panela, 3,5% jugo de caña, 40° grado alcohólico), $a_1b_1c_1$ (5% panela, 7% jugo de caña, 40° grado alcohólico).

De acuerdo con la figura 11 del parámetro de aceptabilidad del licor espirituoso pájaro azul con concentraciones de panela y jugo de caña, se determinó a través de una prueba hedónica que el tratamiento 5 $a_1b_0c_0$ (panela 5%, jugo de caña 3,5% y contenido de grado alcohólico 35°), con un promedio de 3,7 obtuvo una mayor aceptación por parte de los catadores en el análisis sensorial, este tratamiento presento características como el de color matices de color azulado ligeramente violeta; olor frutal mandarina; sabor dulce suave; impresión del licor equilibrado; y con una menor aceptación con un promedio de 3,1 el tratamiento 2 $a_0b_1c_0$ (2,5% panela, 7% jugo de caña, 35° grado alcohólico).

4.2. Discusión

4.2.1. Resultados obtenidos del análisis de cromaticidad

En los resultados obtenidos en la investigación de Rivera & Valadez (2017) en la cual determino los parámetros físico – químicos de diferentes tipos de rones, entre ellos el ron blanco, determino que los resultados de la evaluación de color de los rones en el espectrofotómetro con una longitud de onda de 430 nm obtuvieron un resultado del ron blanco de 0,444 unidades de absorbancia. Además, indican que la determinación del color es una evaluación importante ya que el aspecto del producto terminado debe presentar la menor variación posible. Quevedo (2020) en su investigación presento que el aguardiente obtuvo una luminosidad de un rango de 97 a 98,5 indicando que su licor es brillante.

De acuerdo con los resultados obtenidos del espacio CIELab, cada uno de los tratamientos presento una luminosidad alta entre un rango de 93,69 a 99,29 indicando que el licor espirituoso es brillante, además en las coordenadas de a^* y b^* indican que cada uno de los tratamientos se extienden ligeramente hacia el color rojo ($+a^*$) en el parámetro b^* los tratamientos se extienden muy ligeramente hacia el color azul ($-b^*$). El mejor tratamiento tuvo un valor de luminosidad de 97,49.

4.2.2. Resultados obtenidos del análisis de viscosidad

En la investigación de Maldonado (2019) obtuvo como resultados que la bebida alcohólica a base de uvilla presento una viscosidad aproximada de 3 cP a 20 °C a 2 cP a 40 °C, en la cual concluyo que no hay diferencia significativa debido a que son fluidos no newtonianos. El alcohol etílico puro tiene una viscosidad de 0,012 cP.

Comparados con la investigación realizada del licor espirituoso pájaro azul se pudo determinar que el tratamiento con mejor viscosidad presento 0.0581 cP determinado a 25°C. Siendo la viscosidad un parámetro importante porque determina la consistencia que tiene el producto. Los valores difieren de otras investigaciones porque las condiciones de trabajo son diferentes.

4.2.3. Resultados obtenidos del análisis sensorial

4.2.3.1. Color.

Según los resultados obtenidos en la investigación de Chancay (2019) reflejo que en los tratamientos realizados utilizaron un 0,08% de hojas de mandarina juntamente con hierba luisa y 0,1% de anís estrellado, no reflejo un tono azulado ya que el porcentaje de mandarina fue un valor muy bajo para llegar al color deseado, en la investigación de Ormaza (2019) utilizó tres porcentaje diferentes de hojas de mandarina 0,50%, 0,60%, 0,70%, la cual reflejo un licor con matices azul, la cual el tratamiento que contuvo un 0,60% de hojas de mandarina fue el que tuvo más distinción de color azul, Mantilla & Rochina (2017) en su investigación determinaron una fórmula para la elaboración de la bebida espirituosa pájaro azul con la utilización de varios ingredientes entre ellos las hojas de mandarina con un porcentaje de 1,44%. Sin embargo, estos porcentajes no coinciden con los porcentajes de hojas de mandarina utilizada en la investigación realizada, pero nos da un indicio desde que cantidad se puede utilizar para que la bebida espirituosa pájaro azul llegue a un color azulado. Ningún autor citado reporta los indicadores sensométricos.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis sensorial, no existe una diferencia significativa en el aspecto de color ya que en cada uno de los tratamientos se utilizó un porcentaje de 0,68% de hojas de mandarina que fue el responsable del color azulado característico de la bebida espirituosa pájaro azul, sin embargo en el análisis realizado los catadores pudieron observar que el tratamiento 5 simbolizado $a_1b_0c_0$ la cual contiene el 5% de panela, 7% de jugo de caña y contenido de grado alcohólico 35°, presento una mayor aceptación en el color con un promedio de 3,7, a diferencia de los demás tratamientos, calificación que corresponde a un *matiz de color azulado medio*.

4.2.3.2. Olor.

En la investigación realizada por Ormaza (2019) determino que existe una diferencia significativa en la incorporación de hojas de mandarina, hierba luisa y anís obteniendo una mezcla de olores, sin embargo, en su investigación indico que los catadores en el análisis sensorial realizado percibieron en su bebida el olor característico a anisado. En la investigación de Chancay (2019) determino que en su bebida los catadores percibieron un olor característico a floral y de especias. Estos factores obtenidos de estas investigaciones referentes no coinciden con la investigación realizada ya que los catadores determinaron que la bebida espirituosa pájaro azul tiene un olor característico a cítricos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el parámetro olor, los catadores pudieron percibir que la bebida espirituosa pájaro azul presento un olor característico a cítricos, representado en el mejor tratamiento, la cual fue el tratamiento 5 simbolizado $a_1b_0c_0$ la cual contiene el 5% de panela, 7% de jugo de caña y contenido de grado alcohólico 35°, y un porcentaje de 0,68% de hojas de mandarina y 0,15% de hierba luisa, la bebida espirituosa pájaro azul presento este tipo de olor característico a cítrico debido a la incorporación de hojas de mandarina en la destilación de la bebida. Se obtuvo una calificación promedio de 3.8 de una escala de 5 y corresponde a un *olor floral cítricos*.

4.2.3.3. Sabor.

En los resultados obtenidos de la investigación de Ormaza (2019) pudo determinar que su bebida espirituosa pájaro azul no tuvo diferencia significativa ya que en su bebida utilizó concentraciones de hojas de mandarina, hierba luisa y anís. Quezada (2022) en su investigación determino que su bebida alcohólica presento un alto rango de puntuación en el parámetro ardiente provocado por el alcohol obtenido en los diferentes tratamientos mientras que el 12,2%, 3,3% y 1,11% correspondió a los sabores suave dulce y desagradable.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación, se determinó que la bebida espirituosa pájaro azul presento una diferencia significativa en el parámetro de sabor, ya que los tratamientos presentaron diferentes porcentajes respecto a los ingredientes utilizados, obteniendo como mejor tratamiento al tratamiento 5 simbolizado $a_1b_0c_0$ la cual contiene el 5% de panela, 7% de jugo de caña y un contenido de grado alcohólico 35°, a diferencia de los demás tratamientos como el tratamiento 1 simbolizado $a_0b_0c_0$ que contiene el 2,5% de panela, el 3,5% de jugo de caña y un contenido de grado alcohólico de 35°, el tratamiento 2 simbolizado $a_0b_1c_0$ que contiene 2,5% de panela, 7% de jugo de caña y un grado alcohólico de 35°, los catadores determinaron que entre mayor es la concentración de panela mejor será el licor espirituoso pájaro azul ya que reducirá el amargor del licor. Se obtuvo una calificación promedio de 3.6 de una escala de 5, encajando con la calificación *dulce suave*.

4.2.3.4. Impresión del licor.

Según los resultados obtenidos de la investigación de Chancay (2019) indica que los tratamientos con 0,16% de hojas de mandarina y hierba luisa reflejaron un efecto elegante en el licor, con la incorporación de 12% indico que presento un efecto equilibrado y elegante. En la investigación de Ormazá (2019) reflejo una bebida alcohólica anisada elegante con un porcentaje de 0,60% de hojas de mandarina y con un 0,50% reflejo un efecto agradable.

De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo observar que el licor espirituoso pájaro azul presento en el mejor tratamiento una impresión agradable por parte de los catadores, tratamiento 5 simbolizado $a_1b_0c_0$ la cual contiene el 5% de panela, 7% de jugo de caña y un contenido de grado alcohólico 35°, la impresión del licor se puede atribuir de acuerdo con el porcentaje de hojas de mandarina ya que le da ese tono característico azulado a la bebida alcohólica, sin embargo todos los tratamientos presentaron un mismo porcentaje de hojas de mandarina por lo tanto se promedió que el 53,33% de los catadores indicaron que el licor es agradable, mientras el 46,67% restante lo distribuyeron entre armónico, elegante, equilibrado y desagradable. Se obtuvo una calificación promedio de 3.8 de una escala de 5, corresponde a una *impresión a licor equilibrado*.

4.2.3.5. Aceptabilidad.

Sancho y colaboradores (2002) Indica que la aceptabilidad del alimento va a depender del gusto de la persona ya que esta rechaza o acepta el alimento respecto a las sensaciones experimentadas, las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben: dependen tanto de la persona como del entorno. De ahí la dificultad de que de determinaciones de valores tan subjetivo, se pueda llegar a tener datos objetivos y fiables para evaluar la aceptabilidad o rechazo de un producto alimentario.

A través de los resultados obtenidos de la investigación se pudo determinar que el licor espirituoso pájaro azul tuvo gran aceptabilidad por parte de los catadores, sin embargo, el parámetro de aceptabilidad lo relacionaron de acuerdo con el sabor donde el 53,33% de los catadores determinaron con el parámetro me gusta, el 26,66% lo determinaron como ni me gusta ni me disgusta y el 20,01% lo distribuyeron entre me gusta mucho, no me gusta y no me gusta mucho. Se obtuvo una calificación promedio de 3.7 de una escala de 5, siendo la calificación de *me gusta*.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo con el análisis realizado de la adición de panela y zumo de caña de azúcar al proceso de tridestilación tuvo un efecto significativo en el licor espirituoso, dando como resultado que el T₅ (a₁b₀c₀) que contiene el 5% de panela, 7% de jugo de caña y un contenido de grado alcohólico 35 °GL presento las mejores características, así se llegó a establecer las siguientes conclusiones basado en los indicadores:

- Los parámetros colorimétricos del mejor tratamiento, aunque no hubo diferencia significativa porque las concentraciones de hojas de mandarina y hierbaluisa fueron constantes en todos los tratamientos, y basado en el análisis sensorial se definieron con Luminosidad (L) 97,49; croma 22,8866 y tono -28,0274 que corresponde a un matiz de color azulado medio ligeramente violeta.
- Sensométricamente, se definió al mejor tratamiento con un color azulado medio, olor frutal mandarina, sabor dulce suave, impresión del licor equilibrado y aceptabilidad que gusto a los panelistas. Además, los catadores determinaron que la adición de panela y zumo de caña de azúcar en la tridestilación para obtener el licor espirituoso contrarresta el amargor de la bebida causada por las hojas de mandarina y se recupera los aromas a caña que tradicionalmente se pierde en las redestilaciones.
- El valor de viscosidad del licor espirituoso obtenido del mejor tratamiento fue de 0,0581 cP determinados a 25 °C.
- En la determinación de metanol mediante cromatografía de gases se pudo demostrar que el licor espirituoso incorporando panela y zumo de caña de azúcar es apto para el consumo humano, pues el contenido de metanol es <1 mg/100 mL, estando por debajo de los límites máximos establecidos en la norma NTE INEN-ISO 1837.

5.2. Recomendaciones

Es importante realizar las siguientes recomendaciones:

- Aplicar correctamente las buenas prácticas de manufactura desde la recepción de la materia prima hasta el producto terminado, para así, obtener un producto de buena calidad.
- Usar de hojas de mandarina de una sola especie para así no tener una variación con respecto al color y olor del licor espirituoso, del mismo modo la panela y el zumo de caña de azúcar. El contenido de solidos solubles de jugo de caña de azúcar depende del índice de madurez y la variedad de la caña de azúcar.
- Utilizar el equipo adecuado para analizar la cromaticidad del licor espirituoso.
- Plantear investigaciones en torno a la estabilidad del color del licor espirituoso envasando en distintos tipos de envase y determinar aldehídos, esterres, alcoholes superiores y furfural.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Abad, D. (2013). *Proceso de producción del licor pajarito azul, para convertirlo en producto exportable con estándares de calidad*. Universidad Católica del Ecuador.
- Alarcon, D., & Quishpe, V. (2017). *Caracterización del proceso artesanal de la bebida alcohólica tradicional denominado pájaro azul en la parroquia regulo de mora, cantón san miguel, provincia bolívar* [Universidad Estatal de Bolívar]. https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UEB_4d392e15f102a12a62d9507d51de0329
- Ángulo, R. C., Briones, M. G., Moreira, D. M., Estrella, J. I., & Macías, F. R. (2019). *Caracterización económica de un productor de aguardiente en Junín, Manabí, Ecuador*. 10, 85–97.
- Anton, M. (2015). *Influencia del origen y la tecnología de elaboración sobre el perfil aromático y olfatométrico de la sidra*. Universidad de Oviedo.
- Araceli, M., Soberón, J. R., Alejandro, D., & Vattuone, A. (2010). *Cromatografía : conceptos y aplicaciones*. 1959.
- Baños, E., Urrutia, E., Rodríguez, H., Olmos, J., & Díaz, A. (2014). *Gastronomía: Análisis sensorial*. In *Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla*. https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf
- Beléndez, A., Bernabeu, J., Vera, J., Pastor, C., & Martín, A. (1989). *Viscosidad. Viscosímetro de Ostwald*.
- Benavides, E. (2018). *Maridaje de licores espirituosos ecuatorianos con platos típicos del Ecuador*. Universidad de las Américas.
- Caicedo, D. (2021). *Evaluación de pérdidas poscosecha en mandarina (Citrus reticulata), en el cantón Patate*. Universidad Central del Ecuador.
- Campues, J., & Tarupi, J. (2011). *Obtención de alcohol a partir de jugo de caña, cachaza y melaza, mediante la incorporación de dos niveles de fermento (Saccharomyces cerevisiae)*. Universidad Técnica del Norte.

- Cartay, R., Garcia, M., Meza, D., Intriago, J., & Romero, F. (2019). *Caracterización económica de un productor de aguardiente en Junín, Manabí, Ecuador*. 1–11.
- Cazorla, O. (2014). *Estudio investigativo de la hierba luisa y su aplicación en la gastronomía*. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Chancay, R. (2019). *Estandarización del proceso de obtención en licor espirituoso con hojas de mandarina (Citrus reticulata) y hierba luisa (Cymbopogon citratus)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Díaz, N. A., Ruiz, J. A. B., Reyes, E. F., Cejudo, A. G., Novo, J. J., Peinado, J. P., Meléndez-valdés, F. T., & Fiñana, I. T. (2015). 8. *Espectrofotetría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas*. 1–8.
- Dobislaw, E. (2004). *Formulario de licorería* (Verlag & Weinstrasse (eds.)). Reverte S.A. https://books.google.com.ec/books?id=9CqTdOIyB-kC&printsec=frontcover&dq=bebidas+alcoholicas&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=bebidas+alcoholicas&f=false
- Escobar, J. (2018). *Análisis del origen y variedades del aguardiente Pájaro Azul y el consumo en la ciudad de Guayaquil*. Universidad de Guayaquil.
- Escudero, B. (2014). *Caracterización físico-química y microbiológica de las principales bebidas fermentadas tradicionales de la provincia de Bolívar - Ecuador*. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Espin, A. (2020). *Revitalización y posicionamiento de la marca Pájaro Azul*. Universidad San Francisco de Quito USFQ.
- Fernández, R. (2013). *El color de los zumos cítricos: Implicaciones sensoriales y desarrollo metodológico*. Universidad de Sevilla.
- Hernández, M., & Sastre, A. (1999). *Tratados de nutrición* (J. Bravo & S. Díaz (eds.)). <https://books.google.com.ec/books?id=SQLNJOsZCIwC&pg=PA431&dq=tipos+de+bebidas+alcoholicas&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj5pYDmwIn8AhU5RjABHbk2DXcQ6AF6BAGCEAI#v=onepage&q=tipos+de+bebidas+alcoholicas&f=false>

INEC. (2012). *Instituto nacional de estadísticas y censos*.

INEC. (2022). *Encuesta de Superficie y Continua Contenido*.

Bebidas alcohólicas definiciones, 1 (1992).
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_338-4.pdf

Largueta, A. (2013). *Estudio para el mejoramiento de las plantas productoras de panela granulada orgánica de la Asociación Productos San José de la Parroquia de Pacto Ecuador*. Universidad Andina Simón Bolívar.

Lima, J. (2016). *Efecto hipotensor e inhibidor de la vasoconstricción por bloqueo de canales de calcio del extracto metanólico de hojas hierba luisa (Cymbopogon citratus) en ratas normotensas y anillos vasculares aórticos de rata*. Universidad Nacional de San Agustín.

López, J. (2015). *La caña de azúcar (Saccharum officinarum) para la producción de panela. Caso: nordeste del departamento de Antioquia*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Maldonado, F. (2019). *Elaboración de una bebida alcohólica a base de uvilla (Physalis peruviana) para incrementar la cartera de productos en la microempresa "Asociación Manos Productivas"*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Manfugás, J. E. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Editorial Universitaria.
https://s47003acac0f1f7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LIBRO_ANALISIS_SENSORIAL-1_MANFUGAS.pdf

Mantilla, C., & Rochina, I. (2017). *Bebida alcohólica tradicional denominada pájaro azul en el cantón Echeandía – provincia Bolívar*. Universidad Estatal de Bolívar.

Marcilla, G., Gómez, S., García, C., & Cayuela, M. (1998). *Introducción a las operaciones de separación de sólidos por etapas de equilibrio*. Universidad de Alicante.

Mera, N. (2013). *Evaluación de variedades locales de manzana (malus comunis) como materia prima en la elaboración de sidra*. Universidad del Azuay.

- Minaya, M. (2008). *Destilacion: conceptos, equipos y aplicaciones*. Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.
- Mota, M., Teixeira, J., Yelshin, A., & Cortez, S. (2006). *Novas técnicas cromatográficas*.
- Mujica, M., Guerra, M., & Soto, N. (2008). *Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada*. 1–8.
- Ormaza, R. (2019). “*Efecto de la hoja de mandarina (Citrus reticulada L.) Proveniente de tres pisos altitudinales en el redestilado del aguardiente de caña de azúcar.*” Universidad Tecnica Estatal de Quevedo.
- Quevedo, A. (2020). “*Optimización del proceso de añejamiento acelerado de aguardiente de la provincia de Pastaza.*” Universidad Estatal Amazonica.
- Quezada, J. (2022). “*Estudio de las características de las diferentes variedades de caña de azúcar (ECU-01; EC-06; EC-08) considerando distintos microorganismos fermentativos para la obtención de alcohol.*” Universidad de las Fuerzas Armadas.
- RAE. (2014). *Bebida espirituosa*. <https://dpej.rae.es/lema/bebida-espirituosa>
- RAE. (2021). *Aguardiente*. <https://dle.rae.es/aguardiente>
- Rivera, A., & Valadez, L. (2017). “*Evaluación de los parámetros físico- químicos de control de calidad en los diferentes tipos de rones elaborados en la industria Ron Clásico de Colima, en base a la norma oficial mexicana NOM-142-SSA1/SCFI-2014 .*” [https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/1271/ANA KARINA%20LUIS MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/1271/ANA%20KARINA%20LUIS%20MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rivera, K. (2016). “*La identidad del licor artesanal Pájaro Azul y su influencia en la decisión de compra entre las personas de 18 a 25 años de edad de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, año 2015.*” Universidad Tecnica de Ambato.
- Rodríguez, J. (2015). *Obtencion de las funciones de transferencia de las temperaturas del tope y fondo de una destilacion binaria*. 5(2), 795–802.

- Roldan, J., Frauca, C., & Dueñas, A. (2003). *Intoxicación por alcoholes*. 26.
- Sancho, J., Bota, E., & Castro, J. (2002). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Universidad de Barcelona. https://books.google.com.pe/books?id=cw1_dn02I8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
- Bebidas alcohólicas. Alcohol etílico rectificado. Requisitos NTE INEN 375, (2015). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_375.pdf
- Bebidas Alcohólicas. Licores. Requisitos NTE INEN 1837, (2016). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1837-2.pdf
- Stacey, A. (2014). *Estudio y análisis de la variedad de mandarina tipo común de Ecuador y propuesta gastronómica de autor*. Universidad Internacional del Ecuador.
- Suarez, M. (2013). *“Cerveza: componentes y propiedades.”* Universidad de Oviedo.
- Trucco, F. (2022). *Consumo de alcohol adulterado*. <https://cnnespanol.cnn.com/2022/11/08/al-menos-31-muertos-consumo-alcohol-adulterado-dos-provincias-ecuador-orix/>
- Zambrano, N. (2021). *Caracterización química de aguardiente de caña artesanal elaborado en el Cantón Cumanda*. Universidad Agraria del Ecuador.

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Proceso de redestilación del aguardiente.



Destilador



Proceso de la redestilación del aguardiente



Medición de los grados alcohólicos del aguardiente redestilado

Anexo 2. *Pesado y dosificación de las hojas de mandarina, hierba luisa, panela, jugo de caña y aguardiente.*



Recolección de las hojas de mandarina



Pesado de las hojas de hierba luisa



Pesado de las hojas de mandarina



Pesado de la panela granulada



Dosificación del jugo de caña



Dosificado de cada uno de los ingredientes

Anexo 3. *Proceso de la tridestilación por tratamiento del licor espirituoso incorporando hojas de mandarina, hierba luisa, panela y jugo de caña en el destilador.*



Preparación del destilador para la tridestilación



Incorporación de las hojas de mandarina al calderín



Incorporación del agua junto con el jugo de caña y panela



Tridestilación por tratamiento



Medición de los grados alcohólicos del licor pájaro azul

Anexo 4. Dilución y envasado del licor espirituoso pájaro azul a 35° y 40° GL.



Dilución del licor pájaro azul



Medición de los grados alcohólicos



Envasado del licor pájaro azul



Envasado final

Anexo 5. *Análisis sensorial con panelistas semientrenados.*



Preparación de las muestras para el análisis sensorial



Análisis sensorial por catadores no entrenados



Análisis sensorial

Anexo 6. *Análisis de viscosidad con el viscosímetro de Oswald.*



Fuente: Autora

Medición de tiempo en el viscosímetro de
Ostwald



Fuente: Autora

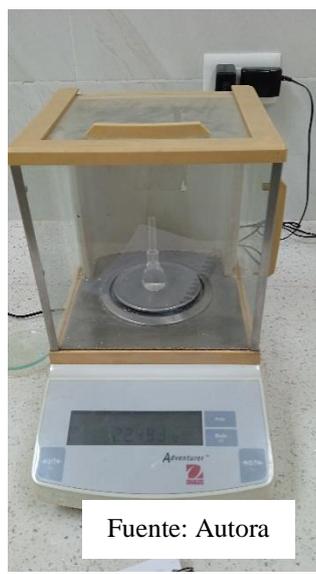
Análisis viscosidad

Anexo 7. *Medición de la densidad del licor espirituoso pájaro azul.*



Fuente: Autora

Medición de densidad



Fuente: Autora

Pesado de la muestra en el densímetro

Anexo 8. *Determinación de los datos cromáticos en el espectrofotómetro del licor espirituoso pájaro azul.*



Fuente: Autora

Medición de color al licor pájaro azul



Fuente: Autora

Espectrofotómetro para análisis de color

Anexo 9. Datos de los resultados general de los análisis cromáticos del licor espirituoso pájaro azul.

	$a_0b_0c_0$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_0c_0$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_1$
L*	97,9037	97,9887	97,0890	87,0410	97,2341	100,2003	90,1256	93,3505
	99,7687	97,6292	90,9162	97,1736	96,8334	96,4862	91,5766	93,2503
	100,2204	98,2500	101,2350	101,6988	98,4024	100,6391	99,3757	101,5585
a*	16,4170	18,1622	17,9389	15,6613	15,0835	11,2305	13,1703	17,2797
	16,8474	18,0972	13,7041	23,2105	20,5571	20,9904	17,5509	18,3928
	17,3559	16,5900	16,6573	12,2420	24,8991	17,2529	11,4468	17,2813
b*	-8,6133	-10,0792	-10,5708	-12,0332	-8,6604	-9,2444	-14,0996	-12,4217
	-6,3578	-5,1369	-6,6923	-10,6962	-9,3525	-13,0054	-10,4790	-9,8375
	-6,7190	-9,9632	-6,8255	-6,9196	-14,2346	-6,9491	-8,0305	-6,9762

	$a_0b_0c_0$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_0c_0$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_1$
L*	97,9037	97,9887	97,0890	87,0410	97,2341	100,2003	90,1256	93,3505
	99,7687	97,6292	90,9162	97,1736	96,8334	96,4862	91,5766	93,2503
	100,2204	98,2500	101,2350	101,6988	98,4024	100,6391	99,3757	101,5585
C*	18,5393	20,7715	20,8217	19,7503	17,3929	14,5459	19,2940	21,2812
	18,0071	18,8122	15,2508	25,5565	22,5846	24,6929	20,4412	20,8584
	18,6111	19,3519	18,0014	14,0623	28,6808	18,5998	13,9828	18,6363
H*	-27,6841	-29,0283	-30,5094	-37,5366	-29,8629	-39,4598	-46,9517	-35,7109
	-20,6752	-15,8467	-26,0284	-24,7418	-24,4632	-31,7820	-30,8399	-28,1404
	-21,1629	-30,9872	-22,2819	-29,4764	-29,7562	-21,9387	-35,0516	-21,9833

Anexo 10. *Resultados generales del análisis sensorial.*

Parámetros	Repeticiones	$a_0b_0c_0$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_0c_0$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_1$
COLOR	R1	2,8	2,8	2,6	3,1	3,3	3,3	3,7	3,5
	R2	2,1	1,9	1,6	2,2	4,1	4,0	3,5	3,3
	R3	2,1	2,0	1,8	2,3	3,7	3,5	4,0	3,5
OLOR	R1	3,1	3,1	3,5	3,3	4,1	3,7	3,3	3,4
	R2	3,3	2,8	3,1	3,1	4,0	3,5	3,6	3,3
	R3	3,2	3,2	3,2	2,7	3,3	3,7	3,3	3,5
SABOR	R1	3,5	3,5	3,1	4,1	3,5	3,6	3,6	3,4
	R2	3,7	2,7	3,5	4,0	3,7	4,1	3,4	3,4
	R3	3,1	2,9	2,6	2,9	3,7	3,4	3,3	3,3
IMPRESIÓN DEL LICOR	R1	3,2	3,0	3,5	3,4	3,5	3,3	3,4	3,4
	R2	3,3	2,1	3,2	2,9	3,7	4,0	3,5	3,3
	R3	2,8	3,1	2,5	2,9	4,1	3,4	3,3	3,5
ACEPTABILIDAD	R1	3,5	3,2	4,1	3,7	4,0	3,5	3,3	3,4
	R2	3,3	2,7	3,5	3,2	3,4	3,3	3,7	3,3
	R3	3,4	3,4	3,1	3,2	3,6	3,3	3,4	3,3

Anexo 11. Resultados de los valores colorimétricos del licor espirituoso pájaro azul.

Muestras	Onda de longitud				x	y	z	Xn	Yn	Zn	L ⁺	a ⁺	b ⁺	C ⁺	H ⁺	H ⁺ corregido
	445	495	550	625												
T1R1	98,2	97,2	94,4	93,4	92,8900	94,6760	115,6360	0,9796	0,9468	1,0769	97,9037	16,4170	-8,6133	18,5393	-27,68413	117,684125
T1R2	99,4	99,3	99,4	99,5	97,4540	99,4030	117,2680	1,0277	0,9940	1,0921	99,7687	16,8474	-6,3578	18,0071	-20,67518	110,6751751
T1R3	101,1	100,8	100,5	100,6	98,6580	100,5710	119,2260	1,0404	1,0057	1,1103	100,2204	17,3559	-6,7190	18,6111	-21,16287	111,1628653
T2R1	101,1	97,3	94,9	92,8	93,4220	94,8880	118,3860	0,9852	0,9489	1,1025	97,9887	18,1622	-10,0792	20,7715	-29,02832	119,0283158
T2R2	92,4	92,6	93,7	96,1	92,5610	93,9930	109,0800	0,9761	0,9399	1,0158	97,6292	18,0972	-5,1369	18,8122	-15,84672	105,8467163
T2R3	101,1	99,7	95,1	93,4	93,7440	95,5420	118,9620	0,9886	0,9554	1,1078	98,2500	16,5900	-9,9632	19,3519	-30,98718	120,9871805
T3R1	99,3	96,8	92,1	90,9	91,2660	92,6590	116,5740	0,9625	0,9266	1,0856	97,0890	17,9389	-10,5708	20,8217	-30,5094	120,5093962
T3R2	79,4	78,9	78,2	78,1	76,8460	78,2990	93,5720	0,8104	0,7830	0,8714	90,9162	13,7041	-6,6923	15,2508	-26,0284	116,0283965
T3R3	103,8	103,7	103,3	102,6	101,0450	103,2280	122,4600	1,0656	1,0323	1,1404	101,2350	16,6573	-6,8255	18,0014	-22,28194	112,2819431
T4R1	78,8	73,1	70,1	67,5	69,4330	70,0900	91,6160	0,7322	0,7009	0,8532	87,0410	15,6613	-12,0332	19,7503	-37,5366	127,5365991
T4R2	100,2	95,2	92,1	93,3	92,4630	92,8670	117,0360	0,9751	0,9287	1,0899	97,1736	23,2105	-10,6962	25,5565	-24,74181	114,7418054
T4R3	104,1	109,1	103,7	102,9	101,3740	104,4580	124,0380	1,0691	1,0446	1,1551	101,6988	12,2420	-6,9196	14,0623	-29,47639	119,4763925
T5R1	96,6	95,7	92,9	91,1	91,0630	93,0160	113,7720	0,9603	0,9302	1,0595	97,2341	15,0835	-8,6604	17,3929	-29,86293	119,8629318
T5R2	96,5	96,1	90,5	93,4	91,1680	92,0320	113,7740	0,9614	0,9203	1,0595	96,8334	20,5571	-9,3525	22,5846	-24,46319	114,4631883
T5R3	109,5	100,1	95,6	93,4	95,6830	95,9250	126,9540	1,0090	0,9593	1,1823	98,4024	24,8991	-14,2346	28,6808	-29,7562	119,7561954
T6R1	104,2	106,8	100,1	96,5	97,4470	100,5190	123,5800	1,0277	1,0052	1,1509	100,2003	11,2305	-9,2444	14,5459	-39,45977	129,4597656
T6R2	102,2	95,4	90,9	88,5	90,4470	91,1850	118,9640	0,9538	0,9119	1,1079	96,4862	20,9904	-13,0054	24,6929	-31,78198	121,7819756
T6R3	102,5	102,2	101,6	101,4	99,6730	101,6620	120,8780	1,0511	1,0166	1,1257	100,6391	17,2529	-6,9491	18,5998	-21,93867	111,9386737
T7R1	87,9	83,8	76,3	71,3	75,1100	76,5750	102,7380	0,7921	0,7658	0,9568	90,1256	13,1703	-14,0996	19,2940	-46,95169	136,951688
T7R2	86,1	83,6	78,9	79,2	78,9600	79,7590	100,9980	0,8327	0,7976	0,9406	91,5766	17,5509	-10,4790	20,4412	-30,83991	120,8399129
T7R3	100,4	102,5	98,3	95,2	95,4730	98,3940	118,9760	1,0068	0,9839	1,1080	99,3757	11,4468	-8,0305	13,9828	-35,05159	125,0515856
T8R1	91,5	95,5	80,5	84,1	82,7120	83,7700	108,9300	0,8723	0,8377	1,0144	93,3505	17,2797	-12,4217	21,2812	-35,71092	125,7109223
T8R2	89,4	85,3	83,3	82,8	82,7050	83,5400	104,5080	0,8722	0,8354	0,9732	93,2503	18,3928	-9,8375	20,8584	-28,14039	118,1403881
T8R3	104,9	104,6	104,1	103,6	101,9760	104,0850	123,7100	1,0754	1,0409	1,1521	101,5585	17,2813	-6,9762	18,6363	-21,98332	111,9833159
MC 35°	92,7	93,8	95,5	93,8	92,2880	94,8710	109,6500	0,9732	0,9487	1,0211	97,9819	12,2677	-4,8784	13,2021	-21,68581	111,6858075
MC 40°	91,5	91,9	93,3	90,6	89,9220	92,5220	108,0660	0,9483	0,9252	1,0064	97,0333	11,5371	-5,5394	12,7980	-25,64745	115,647454

Anexo 12. Resultados de la viscosidad de cada uno de los tratamientos del licor espirituoso pájaro azul.

Tratamientos	R1	R2	R3
$a_0b_0c_0$	0,0597	0,0593	0,0595
$a_0b_1c_0$	0,0590	0,0585	0,0588
$a_0b_0c_1$	0,0610	0,0611	0,0611
$a_0b_1c_1$	0,0613	0,0614	0,0614
$a_1b_0c_0$	0,0573	0,0590	0,0581
$a_1b_1c_0$	0,0602	0,0611	0,0607
$a_1b_0c_1$	0,0616	0,0631	0,0623
$a_1b_1c_1$	0,0621	0,0630	0,0626

Results

May 24, 2023

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

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
a0b0c0	5.0
a0b1c0	4.333333333333333
a0b0c1	5.333333333333334
a0b1c1	4.0
a1b0c0	4.222222222222221
a1b1c0	4.0
a1b0c1	5.333333333333332
a1b1c1	3.777777777777777

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 7 degrees of freedom: 4.148148148148124. P-value computed by Friedman Test: 0.7625643239773591.

Iman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 7 and 56 degrees of freedom: 0.5638766519823754. P-value computed by Iman and Davenport Test: 0.7819209767674553.

Results

May 24, 2023

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

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
a0b0c0	3.0
a0b1c0	1.666666666666665
a0b0c1	4.833333333333334
a0b1c1	6.0
a1b0c0	1.333333333333333
a1b1c0	4.166666666666666
a1b0c1	7.333333333333334
a1b1c1	7.666666666666666

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 7 degrees of freedom: 20.416666666666657. P-value computed by Friedman Test: 0.004736624654756216.

Iman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 7 and 14 degrees of freedom: 69.9999999999883. P-value computed by Iman and Davenport Test: 8.1190443257384E-10.

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

i	algorithm	$\alpha = (R_{i0} - R_{i1}) / \sigma_{ik}$	p	Holm/Hochberg/Hommel
7	a1b1c1	2.166666666666667	0.00124186324882884	0.0071428571428571435
6	a1b0c1	2.000000000000000	0.0020097969632692774	0.008333333333333333
5	a0b1c1	2.333333333333333	0.019036657257286653	0.01
4	a0b0c1	1.750000000000000	0.08011831372763487	0.0125
3	a1b1c0	1.416666666666667	0.15629040709963480	0.01666666666666667
2	a0b0c0	0.833333333333333	0.4646567619272861	0.025
1	a0b1c0	0.166666666666667	0.8676323247781927	0.05

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

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

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

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

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value $\leq 0.014285714285714287$.

Results

May 24, 2023

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

Table 1: Average Rankings of the algorithms

Algorithm	Ranking
a0b0c0	5.4
a0b1c0	6.766666666666666
a0b0c1	5.8
a0b1c1	5.2333333333333334
a1b0c0	2.1333333333333337
a1b1c0	3.0333333333333333
a1b0c1	3.366666666666667
a1b1c1	4.266666666666667

Friedman statistic considering reduction performance (distributed according to chi-square with 7 degrees of freedom: 43.16666666666667. P-value computed by Friedman Test: 3.097741186897096E-7.

Inman and Davenport statistic considering reduction performance (distributed according to F-distribution with 7 and 98 degrees of freedom: 9.77358490566039. P-value computed by Inman and Davenport Test: 3.4652419822478464E-9.

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

i	algorithm	$\alpha = (R_{(i)} - R_1) / SE$	p	Holm/Hochberg/Hommel
7	a0b1c0	2.1892241476742512	2.21819433479184899E-7	0.0071428571428571435
6	a0b0c1	3.0994579587498114	4.1411889428598033E-5	0.008333333333333333
5	a0b0c0	3.8523443832486568	2.5995833279420729E-4	0.01
4	a0b1c1	3.4839823831248747	5.28449924791999243E-4	0.0125
3	a1b1c1	2.3831394758897753	6.01797268108379838E3	0.016666666666666666
2	a1b0c1	1.3788882861248708	6.1478228485482382E1	0.025
1	a1b1c0	1.0042395888748648	6.3142046994738541	0.05

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

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

Hochberg's procedure rejects those hypotheses that have a p-value ≤ 0.0125 .

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

Bonferroni-Dunn's procedure rejects those hypotheses that have a p-value $\leq 0.014285714285714287$.

Anexo 16. Hoja de catación para el análisis sensorial.



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



Evaluación sensorial de una bebida espirituosa (Pájaro Azul)

Nombre:

Edad: **Fecha:**

INSTRUCCIONES

- Tomar agua antes de cada prueba sensorial para no confundir sabores
- Realice la prueba en el orden indicado para cada parámetro
- Marque con una X en la celda que corresponda cada muestra y el atributo a evaluar

PARÁMETRO	ESCALA	PUNTUACIÓN	130	225	470	210	550	360	595	630
COLOR	 Matices de color azulado bajo	5								
	 Matices de color azulado medio	4								
	 Matices de color azulado alto	3								
	 Matices de color azulado ligeramente violeta	2								
	 Cristalino	1								

OLOR	Frutal: mandarina	5								
	Floral: cítricos	4								
	Especiado: Aromático canela, anís, vainilla, orégano	3								
	Vegetal herbáceo/aromático: Hierba luisa	2								
	Alcohólico	1								

PARÁMETRO	ESCALA	PUNTUACIÓN	130	225	470	210	550	360	595	630
SABOR	Ardiente característico	5								
	Dulce suave	4								
	Astringente	3								
	Persistencia	2								
	Amargo	1								

IMPRESIÓN DEL LICOR	Armónico	5								
	Equilibrado	4								
	Agradable	3								
	Elegante	2								
	Desagradable	1								

ACEPTABILIDAD	Me gusta mucho	5								
	Me gusta	4								
	Ni me gusta ni me disgusta	3								
	No me gusta	2								
	No me gusta mucho	1								

OBSERVACIONES

Anexo 17. Resultado del análisis de metanol primera destilación.



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 (M1)		
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 :	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	Muestra:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		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 representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

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

"SEIDLaboratory CÍA LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

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

Atentamente,

23/02/09

FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por MARIA BELEN CONSTANTE PILA Fecha y hora: 2023-02-09 15:16:23

Muestra 270358-1 de 270355-1

Pá 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) ensayada(s). Información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 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
Melchor Touza 961-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022453145 - 0995430911 - 0992730633



Anexo 18. Resultado del análisis de metanol segunda destilación.



LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

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 Bodega de la muestra:	22 °C	Muestras:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		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 representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

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

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

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

Atentamente.

23/02/09
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por MARIA
SILENI CONSTANTE PILA Fecha y
hora: 2023-02-09 15:16:09

Muestra 270359-1 de 270359-1

Pá 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) empujada(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.

Tiempos de permanencia 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 directoriadecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente serviciocliente@seidlaboratory.com.ec; Méjico Tzuc 361-63 entre Av. del Maestro y Nazareth - 022478114 - 022403143 - 0995430911 - 0992730613



Anexo 19. Resultado del análisis de metanol de la tercera destilación.



LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR.270360

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

ENSAYOS FFQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		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 representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

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

"SEIDLaboratory CÍA LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

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

Atentamente,

23/02/09

FECHA EMISIÓN

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

Muestra 270360-1 de 270360-1

Pá 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) ensayada(s). Información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 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 directoriodecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente serviciosalcliente@seidlaboratory.com.ec

Méltar Touza 961-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022453145 - 0995430911 - 0992730633

